

**T.C.  
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**DÖKÜM ATÖLYELERİNDEKİ İŞ SAĞLIĞI VE  
GÜVENLİĞİ KOŞULLARININ ÇOK ÖLÇÜTLÜ  
KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Yunus KISA**

**(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma)**

**ANKARA-2014**

**T.C.  
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**DÖKÜM ATÖLYELERİNDEKİ İŞ SAĞLIĞI VE  
GÜVENLİĞİ KOŞULLARININ ÇOK ÖLÇÜTLÜ  
KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Yunus KISA**

**(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma)**

**Tez/Araştırma Danışmanı**

**Berk ATLI**

**ANKARA-2014**

**T.C.**  
**Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı**  
**İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü**

**ONAY**

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Yunus KISA'nın, Berk ATLI danışmanlığında tez başlığı "Döküm Atölyelerindeki İş Sağlığı ve Güvenliği Koşullarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi" olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı 04/08/2014 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından "**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**" olarak kabul edilmiştir.

**KOMİSYON BAŞKANI**

Dr. Serhat AYRIM

Müşteşar Yrd.

ÜYE

Kasım ÖZER

Genel Müdür

ÜYE

Doç. Dr. Yasin Dursun SARI

Öğretim Üyesi

ÜYE

Dr. Havva Nurdan Rana GÜVEN

Genel Müdür Yrd.

ÜYE

İsmail GERİM

Genel Müdür Yrd.

Yukarıdaki imzaların adı geçen kişilere ait olduğunu onaylarım.

Kasım ÖZER

Genel Müdür

## TEŞEKKÜR

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼'nde uzman yardımcısı olarak, ¼ç yıllık çalışma hayatımı tamamlamamın ardından "Uzmanlık Tez" imi hazırlamıő bulunmaktayım.

Tez çalıőmamın hazırlık s¼recindeki İş Sağlığı ve Güvenliği alanındaki çalıőmalarımnda değerli bilgi ve desteklerini esirgemeyen başta Genel M¼d¼r¼m Sayın Kasım ÖZER olmak ¼zere, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel M¼d¼r Yardımcıları Sayın İsmail GERİM ve Sayın H. Nurdan Rana G¼VEN' e, İSG¼M M¼d¼r¼ Sayın Halil POLAT' a, tez danıőmanım Sayın Berk ATLI' ya ve b¼t¼n mesai arkadaşlarıma içten teőekkürlerimi sunarım.

## **ÖZET**

**KISA, Yunus. Döküm Atölyelerindeki İş Sağlığı ve Güvenliği Koşullarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırması, Ankara, 2014**

Çok tehlikeli işyerleri sınıfına giren döküm atölyeleri çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇÖKV) kullanılarak irdelenmiştir. ISO 31010 standardındaki risk değerlendirme yöntemlerinde bahsedilen [1] çok ölçütlü karar verme yöntemleri, işyerlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından çalışma koşullarını etkileyen faktörlerin değerlendirmesinde kullanılmaktadır. Çalışmada uygulama yapılan firmanın iş güvenliği profesyonelleri ile birlikte çalışma koşullarını olumsuz etkileyebilecek faktörler belirlenmiştir. Belirlenen bu faktörler toplam 4 ana kriter altında 18 alt kriterden oluşmaktadır. Belirlenen bu kriterlerin birbirlerine göre döküm atölyelerindeki çalışma koşullarına olan etkisini incelemek için işyerinin iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekiminin görüşleri alınarak Analitik Hiyerarşi Proses yöntemiyle ağırlıklandırması yapılmıştır. Uygulama yapılan firmanın maça yapım, kumlama, ocak ve talaş alma atölyelerinden toz, termal konfor, titreşim, anlık gaz, aromatik hidro karbon, ağır metal, gürültü ölçümleri alınmıştır. Ergonomik riskler OWAS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Ölçüm verileri ve uzman görüşleri doğrultusunda atölyelerin çalışma koşullarının İş Sağlığı ve Güvenliği açısından TOPSIS yöntemiyle sıralaması yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler: ÇÖKV, AHP, TOPSIS, İSG**

## **SUMMARY**

**KISA, Yunus. Evaluating Occupational Health and Safety Condition of Foundry's Workshops with Multi Criteria Decision Making Methods, General Directorate of Occupational Health and Safety, The Thesis for Occupational Health and Safety, Ankara, 2014.**

Casting workshop classified in the very dangerous workplaces was conducted by using a multi-criteria decision-making methods (MCDM). The multiple criteria decision-making methods mentioned in risk assessment standard ISO 31010 [1], can be used in the evaluation of the factors affecting working conditions in foundries. In this study, with the factors were safety experts of firm identified that could lead to accidents. Determining under four main criteria for the sum of these factors is composed of 18 sub-criteria. workplace safety expert and physicians were taken the opinions making weighting specified according to each of these criteria in casting workshop to examine the effects of working conditions in the workplace with the Analytic Hierarchy Process method. Studied firm's core making, sand blasting, quarry and workshop sawdust from getting dust, thermal comfort, vibration, instantaneous gas, aromatic hydro-carbons, heavy metal, noise measurements were taken. Ergonomic risks are evaluated by the method of OWAS. In accordance with measurement data and expert opinion was conducted by TOPSIS method working conditions of workshops the terms of the Occupational Health and Safety.

**Keywords: MCDM, AHP, TOPSIS, OHS**

## İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY .....	i
TEŞEKKÜR .....	ii
ÖZET .....	iii
SUMMARY .....	iv
SİMGE ve KISALTMALAR .....	vii
GİRİŞ ve AMAÇ .....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
METAL DÖKÜM SÜREÇLERİ.....	5
TÜRKİYE’DE DÖKÜM SANAYİ.....	7
DÖKÜMHANELER İLE İLGİLİ MEVZUAT .....	9
DÖKÜM ATÖLYELERİNDEKİ ÇALIŞMA KOŞULLARINA ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	11
1. Çalışma Ortamının Genel Yapısı.....	12
2. Makine ve Ekipmanların Kullanımı .....	14
3. Fiziksel Risk Etmenleri .....	17
4. Kimyasal Etmenler .....	19
GEREÇ ve YÖNTEMLER .....	23
ARAŞTIRMANIN AMACI .....	23
UYGULAMA YAPILAN FİRMANIN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	24
ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ .....	27
AHP YÖNTEMİ.....	28
FABRİKA ATÖLYELERİNDE YAPILAN ÖLÇÜMLER .....	34
Ağır Metal Ölçümleri .....	34
Anlık Gaz Ölçümleri .....	34
Toz Ölçümleri.....	34
Aydınlatma Ölçümleri .....	34
Uçucu Organik Bileşikleri Ölçümleri.....	35
Titreşim Ölçümleri .....	35
Gürültü Ölçümleri .....	35
Termal Konfor Şartlarının Ölçülmesi.....	35
OWAS METODU UYGULANMASI.....	35
TOPSİS YÖNTEMİ .....	37
BULGULAR .....	39

ÇALIŞMA KAPSAMINDA ZİYARET EDİLEN İŞYERLERİNDEN ALINAN GERİ BİLDİRİMLER .....	39
AHP YÖNTEMİYLE DÖKÜMHANELERDE ÇALIŞMA KOŞULLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN AĞIRLIKLANDIRILMASI .....	42
DÖKÜMHANENİN KARŞILAŞTIRILACAK ATÖLYELERİNDE YAPILAN ÖLÇÜM SONUÇLARI .....	47
BÖLÜMLERİN ERGONOMİK DURUMLARININ OWAS METODUYLA DEĞERLENDİRİLMESİ .....	51
DÖKÜM ATÖLYELERİNİN TOPSİS YÖNTEMİYLE SIRALANMASI .....	53
TARTIŞMA .....	56
SONUÇLAR .....	58
İLERİDE YAPILACAK ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER.....	59
RİSKLERE KARŞI ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER .....	60
KAYNAKÇA .....	67
RESİMLEMELER LİSTESİ.....	69
ÖZGEÇMİŞ .....	72
EKLER .....	73



## SİMGE ve KISALTMALAR

İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
OHS	İş Sağlığı ve Güvenliği (Occupational Health and Safety)
ÇÖKV	Çok Ölçütlü Karar Verme
MCDM	Çok Ölçütlü Karar Verme (Multi Criteria Decision Making)
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
TOPSIS	İdeal Çözümü Bulmak İçin Benzerlik Merkezli Sıralama Tekniği (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
NIOSH	Amerika Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (National Institute for Occupational Safety and Health)
OSHA	İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (Occupational Safety and Health Administration)
ÇOGYKF	Çalışma Ortamının Genel Yapısından Kaynaklanan Faktörler
MVEDF	Makine ve Ekipmanların Kullanımdan Doğan Faktörler
FF	Fiziksel Faktörler
KF	Kimyasal Faktörler
TWA	8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama
dB(A)	A-frekans ağırlıklı desibel

## GİRİŞ ve AMAÇ

Dökümhanelerde süreç alaşım veya çeşitli metallerin ergitmesiyle başlar. Ergitme işlemi bittikten sonra istenilen şekle ulaşılması için bir kalıba ergitilmiş alaşım dökülür. Dökülen ergitilmiş metal soğuyuncaya kadar bekletildikten sonra kalıptan çıkarılır ve istenmeyen parçaların giderilmesi işlemiyle nihai ürün üretilmiş olur. Kullanılan malzemeye göre döküm sanayisinde kullanılan teknoloji farklılaşır ve değişiklik gösterir [2].

Günümüzde kullanılan makinalara bakıldığında pek çoğu döküm ile üretilmiştir. Dökümhanelerde kullanılan geleneksel metaller: demir, çelik, tunç, alüminyum, krom, nikel ve magnezyumdur. Kalıplarda silis kumu ile bağlayıcı olarak kil, maça yapımında ise silis kumu ve bağlayıcı olarak bitkisel yağ veya doğal şeker kullanılmaktadır.

Metal döküm yapan işyerlerinde birçok farklı etkenin çalışma koşullarını etkilediği aşikârdır. Döküm atölyelerinde fiziksel, kimyasal, çalışma ortamının genel yapısı gibi birçok farklı tehlike söz konusudur. Tez çalışmasında bu tehlikelerin en fazla hangisinin çalışma hayatlarını etkilediğini ve bu sıralamayla hangisine daha fazla öncelik verilmesi gerektiğini bulunmaya çalışılmıştır. Ağırlıklandırılması yapılan çalışma koşullarını etkileyen faktörlerin ortam ölçümleri, ergonomik değerlendirme yöntemi veya tehlikenin oluşma olasılıkları kullanan risk değerlendirme yöntemiyle firmanın atölyeleri arasında sıralama yapılmıştır. Tehlikeli sınıfta [3] yer alan bu tip işyerlerinde, çalışanlar üzerindeki maruziyetleri azaltmak, iş sağlığının geliştirilmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

Döküm atölyelerinde silikosiz başta olmak üzere pek çok hastalık yoğun olarak karşımıza çıkmaktadır. Silikosiz havadaki solunabilir tozların akciğerlere yapışarak kişinin alveollerinin tıkanması olarak kabaca ifade edilebilir. Pek çok araştırma silikosizin özellikle dökümhanelerde sıklıkla görüldüğünü ortaya koymaktadır [4].

Bilindiği gibi işyerlerinde birçok risk faktörü aynı anda çalışanları tehdit etmektedir. Risklerin aynı anda çalışanı tehdit etmesi özellikle iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili sorumluların sorunlarla başa çıkmada elini bağlayabilir ve bu tehditlere karşı hızlı cevap vermesini geciktirebilir. İşyerinde mevcut olan riskleri hemen gidermek bazen çok uzun zaman almakta ve maliyet açısından yüksek olabilmektedir. Bu da hem çalışan hem de

işveren açısından büyük kayıpların yaşanmasına sebebiyet verebilir. Bu açıdan bakıldığında çok ölçütlü karar verme yöntemlerini kullanarak öncelikle acil alınması gereken tedbirleri belirleyip, sonrasında işyerlerinde riskleri azaltmak, hem işveren hem de çalışan yönünden daha faydalı olacaktır. Bu ikili fayda işyerlerini daha sağlıklı hale getirmede etkin bir rol oynayabilir.

Dökümhanelerde özellikle araştırma yapılan firmalarda çalışma koşullarını; aydınlatma düzeyi, gaz, termal konfor, çalışma ortamı, organizasyonel eksiklikler gibi pek çok farklı kriterin etkilediği görülmektedir [5-10].

Çalışmanın ana amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Ankara'da döküm işlemi yapan bir firmada çalışma koşullarını etkileyen faktörlerin sıralamasının yapılması,
2. Çalışma koşullarını etkileyen faktörlerin atölyeler arası kıyaslama yapılabilmesi açısından ölçümlerinin alınması, atölyelerin çalışma koşulları açısından kendi aralarında sıralanması,
3. Dökümhanelerde çalışma koşullarını etkileyen faktörlere karşı alınması gereken önlemlerin belirlenmesi,
4. Risk değerlendirilmesi yapılırken ölçüm sonuçları kullanılarak değer yargılarından daha çok sayısal verilerin kullanılmasının önemi vurgulanmıştır.

## GENEL BİLGİLER

Döküm atölyeleri iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin tehlike sınıflarında çok tehlikeli sınıfa girmektedir. İş kazaları sayısında metal sektörü ikinci sırada yer almaktadır [3]. Metal sektöründe döküm atölyeleri birçok riski barındırmaktadır. Döküm atölyelerinde çalışanların iş sağlığı ve güvenliğine bakışı, Türkiye’deki küçük ve orta boy işletmelerin karakteristik özelliklerini taşımaktadır. Birçok risk faktörünün bir arada bulunduğu döküm atölyelerinde [5-10] çalışma şartları ile iş sağlığı ve güvenliğine genel bakış, önlemlerin alınmasını sürekli ötelemekte; bu da iş kayıpları ve meslek hastalıklarına davetiye çıkarmaktadır. Döküm atölyeleri metal eritme, kalıp hazırlama ve talaş alma gibi birçok farklı uygulamaları barındırır.

Döküm atölyelerinde iş sağlığı ve güvenliği (İSG) koşullarını etkileyen etmenleri sıralarsak:

- Çalışanların genelde el ile yükleri taşıması,
- Kalifiye eleman ihtiyacı,
- Döküm atölyelerinde rutin çalışma saatlerinin olmaması,
- Termal konfor şartlarının kötü olması,
- Çalışılan ortamın tozlu olması, aydınlatma yetersizliği vb. yapısal sıkıntılar,
- Kişisel koruyucu ekipmanlarının kullanılmaması ya da eksik olması,
- İş yerlerinin yönetim kademesinin, iş sağlığı ve güvenliğine yeterli önemi vermemesi,
- Gürültü, titreşim ve kimyasal maruziyet gibi risk faktörlerini içermesi,

Bu etmenler incelediğinde ve döküm atölyelerinin yönetim kademesinin iş sağlığı ve güvenliğine bakışı irdelendiğinde döküm atölyelerinde risk faktörlerinin azaltılması ve çalışana maruziyetin en aza indirilmesi ciddi kaynak ve personel ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Bu durumdaki küçük ve orta boy işletmelerin risk faktörlerini en aza indirmek için çalışanların ve yönetim kademesinin mevcut durumları göz önüne alınıp bir sıralamaya [11] sokarak iş kaybının en fazla olduğu bölgelerde kolay ama etkili önlemlerin alınması, işyeri sahiplerinin iş sağlığı ve güvenliğine olan bakışını değiştirecektir. Böyle bir sıralamanın yapılması yeni kurulacak döküm atölyeleri için de bir rehber niteliğinde olup riski kaynağında

ve daha oluşmadan önlemede etkili olacaktır. Döküm atölyelerinde risk faktörlerinin sıralamasının yapılması, bir sürecin diğer süreçlerden daha çok öneme sahip olması manasına gelmez. Buradaki amaç birden çok etkeni olabildiğince bir plan programa koyup bölge bölge hangisinde çalışmalara başlanacağına karar verilmesidir. İş güvenliği uzmanı böyle bir çizelgeleme sayesinde riskleri daha iyi bir şekilde analiz ederken aynı zamanda buradan çıkan verileri farklı üretim yöntemleri için de değerlendirebilir [12]. Böylece yeni kurulacak bir döküm atölyesinde yapılan bu risk değerlendirmelerden elde edilen veriler, tehlikelerin daha oluşmadan önlenmesinin önünü açacaktır.

Döküm atölyelerinde göze çarpan sorunlar; ergonomik riskler, gürültü, titreşim ve termal konfor şartlarındaki yetersizlik olarak sıralanabilir [5-8]. Çalışanlar çoğu işi el yordamıyla, mevcut vücut duruşlarını bozacak ve ileride bel ve sırt sorunlarına yol açabilecek şekilde yapmaktadır. Ayrıca maçaların taşınması el ile kaldırmayla yapılabilmekte ve maçaların yere bırakımı sırasında ciddi riskler oluşabilmektedir. Ağız açık fırınların yanında bulunan parlayıcı ve patlayıcı maddeler diğer bir risk kaynağıdır. Ortamda eriyen metallerin oluşturduğu sıcaklık çalışma koşullarını etkilemektedir. Döküm atölyelerinde dökümden sonra mamülleri istenmeyen malzemelerden arındırmak için yapılan zımparalama ve taşlama işleri büyük bir gürültü kaynağıdır [5-7] . Döküm sonrası iç kalıbın çıkarılması sırasında kullanılan pnömatik darbeli makineler titreşim oluşturur ve uzun süren maça çıkarma işleri çalışanların el kol koordinasyonlarında bozulmalara neden olur [13].

Bu risklere karşı alınması tavsiye edilen önlemler genel itibari ile şu şekilde sıralanır:

- Riskler belirlenir, önlenemeyecek riskler varsa başka bir iş süreci ile değiştirilir.
- Çalışma yerinde kullanılan çalışanların maruz kaldığı tehlikeli maddeler varsa ikame olabilecek bir malzemeyle değiştirilir.
- Riski kaynağından yok edecek yeniden mühendislik çalışmaları yapılabilir, durum müsaitse teknolojinin getirdiği imkanlar kullanılır.
- Kişisel koruyucu donanım ekipmanlarıyla risk önlenmeye çalışılır.

Yukarıda maddeler halinde sıralanan risklere karşı alınması öngörülen tedbirlerin ilk sırasında süreç yapısını değiştirerek riskleri yok etme yöntemi yer alır. Bu yöntem, mevcut uygulanmakta olan iş akış süreçlerinde yapılabilecek çalışmaları içermektedir ve maliyeti diğer yöntemlere göre daha uygundur. İş akış süreçlerinde yapılabilecek iyileştirmeler için

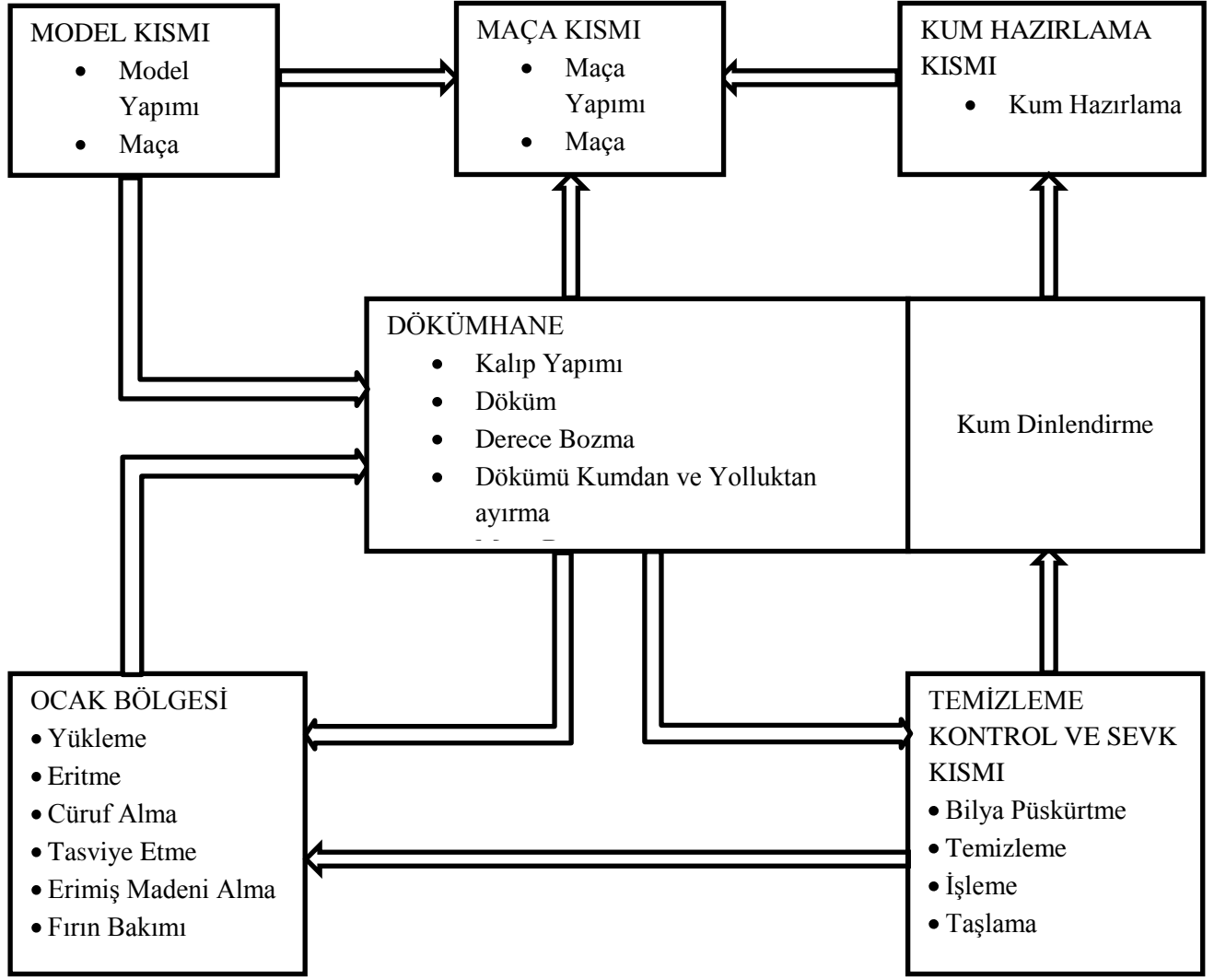
birkaç firma belirlenerek gözlem yapılabilir ve hangisinin daha iyi sonuç verdiği değerlendirilebilir. Tez çalışmasındaki amaç, çalışanları etkileyen risk faktörlerinin karşılaştırılarak bir mühendislik yaklaşımı yapılmasına yöneliktir.

Herkesin görebileceği üzere bir ortamdaki riskler bütün çalışanları aynı oranda etkileyemeyebilir. Böyle bir durumda daha riskli, acil önlem alınması gereken faktör bırakılıp daha az tehlikeli faktörün incelenmesi ona daha fazla mesai harcanması iş güvenliğinin etkin bir şekilde uygulanmamasına neden olur. Böyle bir durumda; İSG sorumlularının tamamen bir işe yönelmesi manası çıkarılmamalıdır. Burada elde edilen veriler ışığında uygun bir çizelgeleme ile çalışanların rotasyonu sağlanarak mevcut riskler azaltılabilir.

## **METAL DÖKÜM SÜREÇLERİ**

Metal döküm süreci kalıbın hazırlanmasıyla başlar. İhtiyaç olan malzemenin tersi olacak biçimde şekillendirilerek hazırlanan kalıpların yapımında, örneğin kum gibi, refrakter maddeler kullanılır. Refrakter malzeme, metal bir fırında eriyene kadar ısıtılır ve eriyen metal potalardan kalıplara dökülür. Ergimiş metal oyuğun şeklini alır. Katılaşmaya kadar oyuğun içinde kalan metal malzemenin, son işlem olarak kalıptan sökümü gerçekleştirilir. Genel itibarıyla döküm aşaması Şekil 1’de gösterilmiştir [14].

Döküm işlemi model yapımıyla başlar. Eğer dökülecek parçada iç boşluk bulunuyorsa maça yapım işlemi ile devam eder. Daha sonra kalıp kumuna bu parçalar yerleştirilerek kalıplama süreci devam eder. Kalıplamada değişik türde kalıp kumları [14] üretilen malzemeye göre kullanılır. Genellikle silis kumu kullanılan kalıplama işleminden sonra fırınlarda ergitilen malzemenin potalarla kalıplara döküm işlemi gerçekleştirilir. Fırın tipi olarak kupol, indüksiyon veya elektrik ark ocağı kullanılmaktadır. Ergitilme işleminden sonra potalarla taşınan malzemeler kalıplara dökülür ve soğuması beklenir. Soğuma işleminden sonra kalıp kumundan çıkarılan malzemeler döküm üzerinde bulunan yolluk gibi gereksiz parçaların giderilmesi için talaş alma işlemine tabii tutulur. Değişik türde talaş alma ve çapak giderme operasyonları mevcuttur. Parçanın şekline göre giderilen gereksiz malzemelerden sonra nihai ürün üretilmiş olur. Bozulan kalıp kumları eğer katılaşma mevcutsa sarsak cihazıyla elenip tekrar kullanılır.



**Şekil 1. Temel metal döküm aşamaları**

Hayatımızda kullandığımız pek çok metal malzeme döküm ile yapılmıştır. Bunun başlıca sebepleri:

- Döküm ile çok kompleks malzemelerin yapımı,
- Çok küçükten çok büyük parçalara kadar geniş bir yelpazede ürünler olması,
- Ekonomik olması, çok az bir kısmının kullanılamaz hale gelmesi, yeni bir döküm için çoğu kez kullanılan malzemelerin tekrar kullanılması.
- Dökümü yapılan malzemenin aynı boyutta benzer fiziksel ve mekaniksel özellikler göstermesi,

Farklı tipte döküm işlemleri yapılmaktadır. Bu farklı tipte yapılan bu döküm işlemlerinin dezavantajlar ve avantajları vardır. Tablo 1’de farklı tipte döküm işlemlerinin kıyaslaması verilmiştir.

**Tablo 1:Farklı tipte döküm işlemlerinin avantajları ve dezavantajları**

Süreç	Avantajlar	Dezavantajlar	Örnekler
Kum kalıp	Çok geniş yelpazede, boyutta ve şekilde ürün üretebilme, düşük maliyet	Az hassasiyetli ve düşük kaliteli ürünler	Motor bloklar, silindir başları
Kabuk kalıp	Daha doğru bitirilmiş ürün, yüksek üretim oranı	Ürünlerin büyüklüğü sınırlı	Rod bağlantıları, gaz kutusu
Alçı kalıp	Karmaşık şekiller, iyi yüzeyli bitmiş ürün	Demir olmayan alaşımlar için, düşük üretim kapasitesi	Mekanik parçaların prototipi
Seramik kalıp	Kompleks şekiller, yüksek hassasiyet, iyi bitmiş mamul	Küçük parçalı ürünler için	Rotor
Bozulabilir kalıp	İyi son mamul, düşük gözenek, yüksek üretim kapasitesi	Yüksek kalıp maliyeti, sadece örnek şekil	Gaz, ve gaz kutusu
Basınçlı döküm	Çok iyi boyutsal doğruluk, yüksek üretim kapasitesi	Yüksek kalıp maliyeti, küçük parçalar ve demir olamayan alaşımların üretim olanağı	Hassa malzemeler, kamera gövdeleri, araba jantları
Merkez kaç döküm	Geniş silindir malzemeler, iyi kaliteli mamul	Pahalı, sadece silindirik parçaların üretimine olanak vermesi	Borular, kazanlar, volan
Hassas döküm	Kompleks şekiller, harika son mamul	Pahalı ve Küçük parçaların üretimi	Mücevherat

## TÜRKİYE'DE DÖKÜM SANAYİ

Döküm ürünleri hemen hemen tüm sanayi dallarında girdi olarak kullanılmaktadır ve bu nedenle dökümcülük imalat sanayinde “olmazsa olmaz” bir öneme haizdir. Döküm yöntemi ile üretilen birçok mamul imalat sanayinin her alanında kullanılmaktadır. Öyle ki, üretilen sanayi mamullerinin %90'ında en az bir adet döküm ürünü bulunmaktadır.



Türk döküm sektörü, Türk imalat sanayinin temel taşlarından biridir. Dizayndan, prototipe, testlere ve nihai ürüne kadar geçen sürede teknik bilgi birikimi ve tesisleri ile başta makine, ulaşım araçları ve savunma sanayi olmak üzere tüm üretim taleplerini karşılayabilecek yetenektedir.

Döküm sanayi sektörü, katma değeri yüksek bir üretim alanıdır. Girdilerinin %70'inden fazlası yurt içi kaynaklı olup yüksek nitelikli istihdam yaratmaktadır. Bununla beraber çıktıları birçok sanayi üretimi için temel olmaktadır. Bu durumun en çarpıcı örnekleri pompa ve vana üretimidir.

Sektörün temel müşterisi ana üretim sanayidir ve sektör ancak ana sanayinin kuvvetli olduğu ülkelerde pazar bulabilmektedir. Döküm diğer üretim metotlarına göre sahip olduğu üstünlükleri ve gelişen modern teknolojiler ile hem dünyada hem de Türkiye'de uzun yıllar önemini koruyacaktır.

Hitap ettikleri pazarlardaki gelişmeler, rekabet güçlerinin değişimi, yeniliklerin takibi ve uygulanması ve mali güçler göz önüne alındığında, Türkiye'de faaliyet gösteren birçok döküm fabrikası ve atölyesinin AB ve ABD'deki örnekleri gibi uzun vadede ayakta kalması zordur. Takribi 1,5 milyon tonluk yurt içi kapasitenin 1 milyon tondan fazlası büyük ölçekli firmalar tarafından üretildiğinden, toplam üretim kapasitesinde önemli bir düşüş olmayacaktır.

Sektörde çok farklı teknik ve ticari özellikte işletmeler bulunmaktadır. 2012 yılında, demir - çelik döküm sanayinde 780 kuruluş, demir dışı döküm sektöründe ise 350 kuruluş faaliyet göstermektedir. Alüminyum dökümde faaliyet gösteren 171 firma bulunmaktadır. Bunlardan 42 tanesi KOBİ olup bünyelerinde 30 ile 100 kişi arasında işçi çalıştırmaktadır. Bu işletmelerin yanı sıra, 100'ü aşkın küçük atölye şeklinde aile işletmesi mevcuttur. Zamak (çinko, alüminyum, magnezyum ve bakırdan oluşan bir tür alaşım) dökümde faaliyet gösteren işletmelerin büyük çoğunluğu (136) mikro işletmelerden oluşmaktadır, 21 tanesi de KOBİ ölçeklidir [15].

**Tablo 2: Döküm Sektöründe Faal Kuruluş Sayıları - (2013 Mart)**

Üretim Cinsi	Özel Sektör			Kamu & Askeri	Toplam Kuruluş
	Büyük	KOBİ	Mikro		
Pik/Sfero /Temper Döküm	28	238	410	4	680
Çelik Döküm	17	37	41	2	98
Alüminyum	21	42	107	1	171
Zamak	4	21	136		161
Bakır Alaşımları	2	6	9	1	18
<b>TOPLAM</b>	<b>72</b>	<b>344</b>	<b>703</b>	<b>8</b>	<b>1127</b>

Döküm sanayi, 2012 yılında 33.000 kişiye istihdam yaratmıştır. Demir - çelik döküm sanayinde faaliyet gösteren kuruluşlar 2012 yılında yaklaşık 27.000 kişiye; demir dışı döküm sektöründeki işletmeler ise 6.000 kişiye iş imkânı sağlamıştır. Sektördeki mavi yakalı sayısı 19.300 kişidir, bunların % 67,4'si ise kalifiye elemandır [15].

**Tablo 3: Döküm Sektöründe İstihdam**

İşgücü	Kişi
Yüksek Öğrenim	
Teknik	3.200
İdari	2.200
Orta Öğrenim	
Teknik	6.000
Memur	2.300
Mavi Yaka - İşçi	
Kalifiye	13.000
Düz	6.300
<b>TOPLAM</b>	<b>33.000</b>

Türkiye'deki değişik yapılarıdaki döküm işletmeleri, 2012 yılında ortalama %63 kapasite ile çalışmışlardır. Kapasite kullanımı, demir döküm sanayinde %64, çelik dökümde %47, demir dışında ise %83 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de döküm sektöründe 2012 yılında toplam 2,6 milyar Euro kıymetinde 1.445.000 ton üretim yapılmıştır [15].

## **DÖKÜMHANELER İLE İLGİLİ MEVZUAT**

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanununun yayınlanmasıyla birlikte, 4857 sayılı İş Kanununda 77 ve 85. maddeler mülga işlemine tabii olup, yönetmelikle belirlenmiştir. “İşyerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelik” madde 77’yi ve “Tehlikeli ve Çok

**Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik” 85. maddeyi kapsamaktadır.**

İşyerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmeliğin 4. maddesinin f bendindeki tanımlamalar kısmında metal işleri kollarından birine ait olabilmesi için çok tehlikeli sınıfta yer alması ibaresi geçmektedir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun “Tehlike sınıfının belirlenmesi” başlıklı yönetmeliğin 9 uncu maddesinde; işyeri tehlike sınıflarının, 31/5/2006 tarihli ve 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 83 üncü maddesine göre belirlenen kısa vadeli sigorta kolları prim tarifesi de dikkate alınarak, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürünün Başkanlığında ilgili taraflarca oluşturulan komisyonun görüşleri doğrultusunda, Bakanlıkça çıkarılacak tebliğ ile tespit edileceği, hükmü yer almaktadır. Döküm sanayisinin NACE kodu 24.5 Metal döküm işleri başlığında işlenmiştir ve çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır.

Dökümhaneleri ilgilendiren başka bir yönetmelik “Sağlık Kuralları Bakımından Günde Ancak Yedi buçuk Saat Veya Daha Az Çalışması Gereken İşler Hakkında Yönetmeliği” dir. Yönetmelik iş ve güvenliği kanununun 30. Maddesine dayanmaktadır. Yönetmeliğin 4. Maddesinin h kısmında döküm ile ilgili işler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Kalıp kumunun hazırlanması işleri.
2. Döküm kalıp ve maçalarının yapılması ve döküme hazır duruma getirilmesi işleri.
3. Döküm şarjının hazırlanması ve her çeşit maden eritme (izabe) fırınlarının döküme hazır duruma getirilmesi işleri.
4. Maden eritme ve dökme işleri.
5. Kalıpların sökülmesi ve dökümlerin temizlenmesi işleri.
6. Savurma ve düşey döküm yapımı işleri.

Döküm sanayisi çok tehlikeli işler kategorisine girdiğinden kadın ve 18 yaşından küçüklerin çalıştırılması yasaklanmıştır. Bu sınırlamalar dökümhanelerdeki risk düzeyinin anlaşılması bakımından önemlidir.

Dökümhaneleri ilgilendiren yönetmelikler:

- Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik: Dökümhanelerde kullanılan organik çözeltiler ve açığa çıkan kimyasallardan kaynaklanan pek çok risk etmeni bulunmaktadır.
- Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik: Dökümhanelerdeki işlere özel KKD tedarigi elzemdir.
- Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği: özellikle potalı fırınlarda işi olmayan personelin orada bulunmasının önlenmesi için sesli veya resimli işaretlerin bulunması ve o alanlara işi olmayan personelin giriş çıkışlarının zorlaştırılması ileride yaşanabilecek tehlikelere karşı çalışanları koruyacaktır.
- Tozla Mücadele Yönetmeliği: Dökümün yapılacağı kalıpların hazırlanması esnasında kullanılan kalıp kumu solunabilir partiküller içermektedir. İlerleyen zamanlarda çalışanlarda silis kaynaklı akciğer ile ilgili rahatsızlıklar görülebilir.
- Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik: maça çıkarma kısmında kullanılan havalı delme aletleri çalışanların ilerleyen zamanlar el ve kol koordinasyonlarında zayıflamaya sebep olabilir [25].

## **DÖKÜM ATÖLYELERİNDEKİ ÇALIŞMA KOŞULLARINA ETKİLEYEN FAKTÖRLER**

Dökümhanelerde çalışma koşullarını etkileyen pek çok risk faktörü aynı anda çalışanları etkilemektedir. Demir döküm yapan işletmelerde toplam 1534 adet yaralanma türü belli olan kaza bildirimleri gerçekleştirilmiştir [16]. Tablo 4'te demir dökümü yapan işletmelerin 2012 ve 2013'te bildirdiği kaza istatistikleri göz önüne alındığında çalışma koşullarını etkileyen faktörleri çalışma ortamının genel yapısı, makine ve ekipmanlar, fiziksel ve kimyasal faktörler olmak üzere 4 ana grupta toplanabilir.

**Tablo 4. Demir döküm yapan işletmelerin bildirdiği kaza istatistikleri**

Yaralanma Türü	Bildirim Sayısı
Bir nesne/ kişiyle çarpışma	27
Dönen, hareket eden ya da taşınan bir parçayla çarpışma	76
Bir kaynaktan kıvılcım sonucu oluşan yaralanma	9
Yüksek bir yerden aşağıya veya paralel bir şekilde bir nesneyle çarpışma sonucu yaralanma	251
Sıcak bir nesneyle temas sonucu oluşan kaza	103
Yüksekten bir malzeme düşmesi	134
Elektrikle temas	8
Fiziksel baskı	61
Kısılma ezilme veya keskin bir yüzeye temas	665
Sert veya kaba materyale ile temas	64
Salınan bir nesnenin çarpması sonucu	95
Kimyasal malzemeler	9
Uçan bir nesnenin darbesi	32

## **1. Çalışma Ortamının Genel Yapısı**

Çalışma ortamındaki aksaklıkların, çalışanların tutum ve davranışlarından doğan risklerin ve genel temizlik kurallarına uyma durumunu anlatan bir ana kriterdir. Çalışma ortamının genel yapısı altında dört alt kriter mevcuttur. Bu kriterler:

### **1.1. Geçiş yolları, merdivenler ve zeminlerin durumu**

Elle taşınan potaların kullanıldığı dökümhanelerde geçiş yollarının kapalı olması, çalışanların daha fazla ısı stresine maruz kalmasına, aşırı yük kaldırmasına ve kayma, düşme yaralanma gibi istenmeyen durumları ortaya çıkarabilir. Bu durumun en büyük sebebi çalışma ortamındaki genel düzensizlik ve gelişi güzel atılmış ekipmanlardır.

### **1.2. Gereksiz malzemenin üretim alanında bulunması**

Döküm işlemi bittikten sonra kalıptan çıkarılan ürünler nihai ürün elde edebilmek için taşlama işlemine tabii tutulmaktadır. Çalışma alanında kalıptan çıkarılan ürünlerden arta kalan kumlar bir daha kullanılması için biriktirilir. Kumların istiflenmesi işleminin, işin yoğun olduğu zamanlarda düzgün bir şekilde yapılması gerekmektedir. Böyle bir durum, çalışanların

düşmesi ve el potalarında taşınan eriyik metalin dökülüp yanıklara sebebiyet vermesi gibi tehlikeli sonuçların doğmasının önüne geçer.

### **1.3. Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri**

Çalışma ortamında bozuk bir zeminde ya da yanlış yere konulan ızgaralar üzerinde çalışmak tehlikelere neden olur. Böyle bir ortamda zeminlerin eriyik metala karşı dayanımlı olması istenir. Bu sebeple çalışma ortamında zeminin kaygan olmayan sağlam bir malzemedir (ateş tuğlası gibi) yapılması çalışanın daha güvenli bir ortamda çalışmasına imkân sağlar.

Çalışma alanında fırın potalarına yakın olan kişilerin uyarılması gerekmektedir. Çalışma alanında barikat gibi koruyucuların sağlanması ya da ilgisiz personelin girişlerin zorlaştırılması olası tehlikelerin önüne geçecektir. Özellikle indüksiyon fırınları kullanan firmaların uyarı levhaları ile çalışanları bilgilendirmesi elzemdir. Manyetik alan oluşturan indüksiyon fırınlarında metal parça taşıyan ya da metal protezi bulunan çalışanların uzak tutulması gerekmektedir. Aşırı yükleme sonucu fırınlarda köprü oluşabilir. Köprü oluşması alttaki ergimiş metalle üstte ergimeyen metal arasında havadan oluşan ve izolasyon işlevi gören durumu ifade eder. Bu durum metal patlamasına sebep olabilir. Köprü oluşmasına karşı çalışanlar uyarılması gerekmektedir.

### **1.4. Çalışma alanının yeterlilik durumu**

Toplam hava hacminin yeterli olması, havalandırmaların durumu gibi etmenler çalışma alanının uygunluğunu gösterir. Çalışma alanında örneğin fırınlar bölgesinde yeterli alanın bulunmaması çalışanları daha fazla ısı stresine maruz kalmasına yol açar. Bu durum yer ocakları kullanan firmalarda çalışanların düşmesi gibi sonuçları da doğurabilir.

Yeterli hava hacminin olmaması da çalışma şartlarını etkiler. Genel itibariyle çalışma ortamında yoğun toz olması çalışanların hava kalitesinin düşmesine yol açar. Bu sebeple iyi bir havalandırma tesisatıyla çalışma ortamında sürekli taze ve temiz havanın girmesi çalışanlar için daha iyi bir işyeri ortamı sağlayacaktır.



**Şekil 2. Kalıplama bölümü**

Şekil 2’de görülen kalıplama bölümündeki çalışma alanı görülmektedir.

## **2. Makine ve Ekipmanların Kullanımı**

Döküm atölyelerinde pek çok makine ve ekipman kullanılmaktadır. Bu ekipmanlar temel olarak döküm öncesi ve döküm sonrası kullanılanlar olmak üzere ikiye ayrılır. Dökümhanede kullanılan potalarda eriyik metaller zamanla aşınmaya sebep verebilir bu da metal sıçraması vakalarını sonucunu doğurur. Döküm sonrası artık malzemelerin alınması sırasında talaşlı imalat işlemlerinde ya da kaynak işlemi sırasında çalışanların gözlerine metalik tozlar gelebilir. Bu ana kriterin altında toplam 5 alt kriter mevcuttur.

### **2.1.Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması**

Göze çapak kaçması pek çok farklı durumda ortaya çıkar. Taşlama sırasında dökümde istenmeyen ürünler uygun gözlük kullanılmıyorsa büyük risk içerir. Çapak kaldırma işlemi

sırasında çalışanlara uygun gözlük verilmesi elzemdir. Ayrıca kullanılan keskin uçlu aletler olası bir kesilmeye sebep olabilir.

## **2.2. Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara, dönen parçalara sahip olması**

Dökümhanelerde forklift, vinç ve halatlar maça veya model kalıp kaldırımı sırasında kullanılmaktadır. Çalışanların gövde ve ayakları üzerine bu malzemelerin düşmesi ciddi bir tehlike oluşturur. Bu sebepten dolayı çalışanlara uygun ayak koruyucular temin edilmelidir. Dökümhanelerde kullanılan döner parçaların olduğu sarsak ve maça yapım makinelerinin çalışanları tehdit ettiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tip makinelere karşı çalışanlara gerekli uyarıların yapılması sağlanmalıdır.



**Şekil 3. Sarsak makinesi**

Sarsak cihazı gibi katılaşmış kalıp kumlarının tekrar kullanılması için kullanılan makinelerin malzeme konulması sırasında el-kol sıkışması tehlikesi bulunmaktadır. Özellikle makinede büyük boyutta parçaların sıkışmaması için çalışanların sürekli elle müdahale etmesinin önüne geçilmelidir.



### **2.3. Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşınması**

Hareketli vinçlerin ses ve ışık sinyalizasyonu iyi yapılmalıdır. Operatör vinci çalıştırırken ortama işi olmayan personelin girmesi riskleri büyütür. Vinçler kullanıldıktan sonra çalışanlara rahatsızlık vermemesi için çalışma ortamından uzaklaştırılmalıdır.

### **2.4. Kullanılan elektrik ocakları, makine ve ekipmanların kablo sistemlerindeki bozukluklar**

Elektrik yakınında çalışma sırasında ortaya çıkan riskler bilhassa fırınlar bölgesine elle taşınan döküm potalarından çıkan metal sıçramaları neticesinde açık kablolarla verilen zararlar oluşur. Gerekli tedbirlerin alınması olası bir elektrik çarpmasını önler. Ayrıca döküm atölyelerinde gelişigüzel bırakılmış kablolar çalışanların rahat hareket etmesini engeller. Elektrik kablolarının aşınmasının başka bir sonucu yangın riskini artırmasıdır.



**Şekil 4. Kaynak ve taşlama işlemleri**

## **2.5. Sıcak yüzeylere sahip aletler**

Sıcak yüzeylere sahip olan parçalar elle taşınan potalardır. Çalışanlara el ayak üst kısmını iyi koruyan KKD'ler [17] verilmediği takdirde ciddi yaralanmalara sebep olmaktadır. Bu sebeple ergitilen metallerin depolanması sırasında nemden uzak tutulması, elle taşınan potaların bakımının iyi yapılması önemlidir.

## **3. Fiziksel Risk Etmenleri**

Fiziksek faktörler her işyerinde ortaya çıkan gürültü, titreşim, ergonomik çalışma durumu, aydınlatma ve termal konfor şartlarını bütünleşik olarak tanımlayan bir ana kriterdir. Bu ana kriter bünyesinde 5 alt kriter bulunmaktadır.

### **3.1. Gürültülü ortam**

Döküm atölyelerinde çalışanları etkileyen pek çok farklı gürültü kaynağı bulunmaktadır. Taşlama atölyesi, ağaç model hazırlama bölümü gibi atölyelerde kullanılan makineler kaynağını oluşturmaktadır. Çalışanlara uygun rotasyon yapılmaması veya KKD verilmemesi ya da gürültünün kaynağında yok edilememesi çalışanlarda geri dönülmez bir sağlık sorunu olan işitme kayıplarına neden olmaktadır.

### **3.2. Çalışanların ısı stresine maruziyeti**

Dökümhanelerdeki fırın kısımları imalathanenin içinde bulunduğundan çalışma ortamının termal konfor koşullarını olumsuz yönde etkilemektedir. Çalışanların özellikle yüksek ısıya maruz kalması aşırı su kaybına neden olur. Çalışanlara uygun dinlenme aralıkları verilmesi olası sağlık sorunlarının önüne geçecektir. WBGT ölçüm aralıkları 30 °C olan ağır işlerde çalışma süresinin %25 i kadar dinlenme öngörülmektedir [18].

### **3.3. Kullanılan ekipmanlardan kaynaklanan titreşim**

Titreşim genellikle çalışanların kullandığı havalı tokmalardan kaynaklanmaktadır. İç maça çıkarması esnasında kullanan havalı tokmaklar çalışanlarda el kol ve tüm vücut titreşim

maruziyetine neden olur. Uygun rotasyonun yapılmaması çalışanların el kol koordinasyon bozukluklarına sebep olur.

### **3.4.Çalışma ortamındaki uygun olmayan postür**

Dökümhanelerde elle taşınan potalarda küçük boyutlu malzemelerin dökümü sırasında çalışanların eğilmesi söz konusudur. Çok yüksek miktarda çıkarılacak ürünler çalışanları ergonomik açıdan yoracaktır. Ergonomik olarak etkileyen diğer bir faktör elle taşınan potaların ağırlık durumudur. Genelde tek kişinin taşıdığı bu potalarda bazen çalışanların dengesi bozulabilmektedir. Çalışma ortamını iyileştirme bakımından ergonomik riskler bütünleşik bir şekilde değerlendirilebilir.



**Şekil 5. Bozuk postür**

Şekil 5, çalışanların küçük boyutlu parçaların dökümü sırasında eğilmesini göstermektedir. Sürekli tekrarlanan bu tür işler bel ve sırt rahatsızlıklarına neden olur

#### **4. Kimyasal Etmenler**

Dökümhanelerde ergitilen metale göre değişen metal gazları ortaya çıkar. Kaynak işlemleri sırasında azot oksit ve karbon dioksit gazları ile kupol tipi ocak kullanan dökümhanelerde karbon monoksit gazları ortaya çıkar. Kalıp kumundan dolayı ortaya çıkan silis tozuna maruziyet çalışanlarda ilerleyen zamanlarda solunum yollarında rahatsızlıklara sebep olmaktadır [19]. Çalışanlar ayrıca maçayı birbirine bağlama sırasında solvent türü uçucu organik bileşikler kullanmaktadır. Bu ana kriter altında 4 alt kriter mevcuttur.

##### **4.1. Kaynak ve fırınlarda oluşan gazlarına maruziyet**

Kullanılan kaynak tipine ve yakıt türüne göre çalışanlara etkileyen gaz konsantrasyonları mevcuttur. Kaynak işlemi sırasında ortama karbon monoksit ve karbondioksit gazları ortaya çıkar. Elektrik ark kaynağı kullanıldığında açığa çıkan nitrojen oksit gazları çalışanları etkiler.

##### **4.2. Maça ve kalıp kumlarında kullanılan organik uçucular**

Maça yapım sırasında, maça kumlarını bir arada tutmak için organik çözücüler kullanılır. Kalıp kumlarının döküm parçasından daha kolay ayrılması için de benzer şekilde spreyci solventlerden yararlanır. Organik çözücüler ve solventlerin içerisindeki benzen ve türevi malzemelerin çalışma ortamına yayılması çalışanları olumsuz yönde etkileyebilir.

##### **4.3. Kalıp kumundan dolayı ortama yayılan toz**

Çalışma ortamına yayılan tozlardan dolayı çalışanların akciğerlerinde solunum güçlükleri yaşanabilir. Havalandırmaların yetersizliği, yaşlama yapılmaması gibi etmenler ortama yayılan toz miktarının çalışanlara maruziyetini artıracaktır. Çalışanların kullanılan silis içeren kalıp kumlarının yerine daha az tehlikeli ikame kalıp kumlarını kullanması gerekmektedir [20]. Ortamdaki toza uygun KKD'lerin kullanılması çalışma koşullarını olumlu etkileyen diğer bir faktördür.

#### 4.4. Ağır metal maruziyeti

Ergitme fırınlarında ve potaların kalıplara devrilmesi aşamasında çalışanlar ağır metal gazlarına maruz kalmaktadır. Özellikle kurşun gibi bileşikler içeren alaşımlar çalışanların üzerinde büyük bir tehlike arz etmektedir. Ergitilen metale göre de çalışanların maruz kaldığı ağır metal tipi değiştiği unutulmamalıdır. Döküm sürecinde ortaya çıkan diğer kimyasallar [8]:

**Tablo 5. Döküm sürecinde ortaya çıkan kimyasallar**

Madde	Nerede Kullanıldığı	Sağlık tehlikeleri
Asitler	Amine nötralize edici olarak kullanılır. Bazı kum bağlayıcılarda katalizör olarak kullanılır	Cilt, göz ve solunum yollarda tahriş
Akrolin	Maça fırınlarında ayrıştırılarak üretilir. Döküm ve çalkalama sırasında kum kalıp kullanıldığında dışarı çıkar.	Göz, burun ve boğazda tahriş, göz yaşarması, akciğer ödemi
Alüminyum oksit	Alüminyum alaşımların dökümü ve eritilmesinde, çeliklerde paslanmayı önleyici olarak kullanılır.	Solunum tahrişi. Akciğer fibrosise sebep olabilir. Gazdan dolayı periferalnöropati ve olayları kavramada bozukluk
Amonyak	Maça yapımında nitrojen içeren kum malzemelerin içerisinde ayrışma sırasında ortaya çıkar.	Göz ve solunum sisteminde zararlı olabilecek tahriş. Yüksek dozda maruziyet akciğer ve gözde meydana gelecek kronik rahatsızlıklara sebep verebilir. ciltte yanık, şişlik ve sürekli yara izine sebep olabilir.
Antimon	Pirinç dökümhanelerinde ve kurşun içeren alaşımlarda bulunur.	Solunum, cilt ve göz tahrişi. İltihaba sebep olabilir. Solunması karın ağrısı, bulantı ve baş dönmesi ve boğaz kuruluğu gibi semptomlar içeren sistematik zehirlenmelere yol açabilir.
Benzen	Maça temizlenmesinde kullanılan solventlerde bulunur.	Uzun dönem maruziyeti lösemiye giden ilik tahribatına neden olabilir. Akut maruziyet merkezi sinir sisteminde bulantı, baş ağrısı, baş dönmesi gibi etkilere sebebiyet verebilir.
Berilyum	Bakır alaşımlar kullanıldığında eritme ve döküm esnasında ortaya çıkar.	Akciğer kanserine sebep olacağı tahmin ediliyor.

**Tablo 5 (devam). Döküm sürecinde ortaya çıkan kimyasallar**

Kadmiyum	Kadmiyum alaşımlarının dökümünde	Böbrekler bozukluğa sebep olacağı tahmin ediliyor. Akut maruziyet burun ve boğazda tahrişe sebep olabilir. Yüksek dozda maruziyet sonrası akciğer ve göğüs bölgesinde acı ve ölüme sonuçlanabilecek belirtiler meydana gelebilir.
Karbon	Grafit	Solunum ve gözlerde hassasiyet
Karbon dioksit	Döküm ve kaynak sırasında maça fırınlarından atılır.	
Karbon monoksit	Eritme ve döküm süreçlerinde ya da demirin karbonla zenginleştirme işlemlerinde, maça üretimi ayrıştırılmasında ortaya çıkar.	Kanda oksijen azalmasında buna bağlı olarak baş ağrısı, düzensiz kalp atışı, baş dönmesi, uyuşukluk, mide bulantısı, kusma koordinasyon kaybı gibi etkilere sebep olur.
Klorin	Demir olmayan metal alaşımlarda gazlardan arındırmakta kullanılır.	Göz, burun ve boğazda ciddi tahriş. Astım ve bronşlar kötüleşebilir. Akut maruziyet solunum durmasına neden olabilir.
Kromyum III	Kaynak, termal kesim, taşlama ve döküm	Göz ve cilt hassasiyeti, kanserojen madde olarak tahmin ediliyor.
Kromyum VI	Eritme, taşlama ve dökümde düşük alaşımlar, krom alaşımları ve paslanmaz çeliklerde ortaya çıkar. Kaynakta, kromat içeren kalıp kumlarında ortama yayılabilir.	Akciğer kanserine neden olduğu sanılmaktadır. Bu elementin trioksit bileşiği de insana kanserojen etki ettiği tahmin edilmektedir.
Kobalt	Eritme, döküm ve taşlama	Cilt, göz, solunum hassasiyeti, astım, bronşit ve alerjik iltihap. İnsana kanserojen olarak tahmin edilmektedir.
Bakır	Bakır alaşımlarının eritme, döküm ve taşlama	Akut solunum tahrişi, metal dumani ateşi
Siklohekzan	Kalıp maçası üretiminde kullanılır.	Akut solunum baş ağrısı, mide bulantısı, baş dönmesi ve yoğunlaşma güçlüğüne sebep olabilir. Yüksek doz bilinç kaybı ve ölüme neden olabilir.
Dimetilamin	Soğuk- maça bağlayıcıları için hızlandırıcı olarak kullanılır.	Cilt tahrişi, kornea ödemi, halkalar görme, iltihaplanma
Difenilmetan	Üreten bağlayıcılarda bağlayıcı bileşiktir.	Göz, solunum sisteminde tahriş, bronşit hastalıkları, mide bulantısı, kusma, karın ağrısı, mesleki astım. İnsana kanserojen olduğu düşünülmektedir.

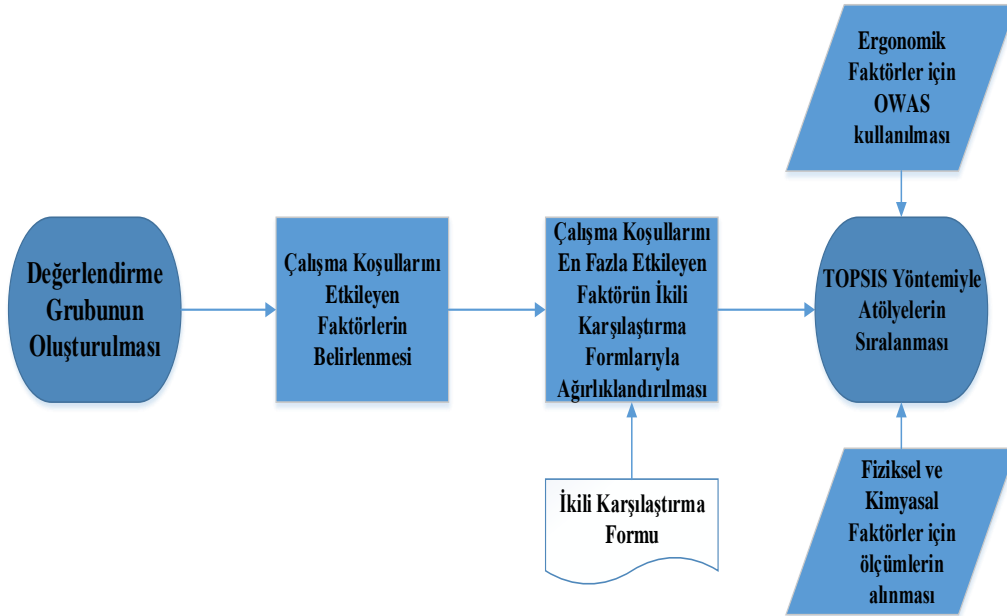
**Tablo 5 (devam). Döküm sürecinde ortaya çıkan kimyasallar**

Formaldehit	Çeşitli reçine bağlayıcılarında bulunur. Buharı bağlayıcı malzemelerin bozuldukları kalıp, döküm ve kırma esnasında dışarı atılır.	Gözlerde kızarma, deride, gözlerde ve solunum sisteminde hassasiyet, akciğer ödemi. İnana kanserojen olarak tahmin edilmektedir.
Furfuril alkol	Üre formaldehit reçinenin içine eklenir.	Gözlerin yaşarması, bronşlarda alerjik iltihaplanma. İnsana kanserojen olduğundan şüpheleniyor.
Hidrojen klorit	Demir dışı alaşımların gazdan ayırma ve eritme esnasında ortaya çıkar.	Solunum tahrişi, yanık
Hidrojen siyanür	Nitrojen içeren bağlayıcıların bozulmasında ortaya çıkar.	Kısa sürede halsizlik, baş ağrısı, mide bulantısı, gerginlik, baş dönmesi ve yüksek oranda maruziyette ölüme; uzun dönemde burunda sürekli akıntı, baş dönmesi, karın bölgesinde ağrı, kusma, boğazda tahriş, zayıflama, ciltte kızarma ve tiroid bezlerinde büyüme
Hidrojen sülfid	Çeliğe su verme işleminde ortaya çıkar.	Göz ve solunumda tahriş, sinir sisteminde değişiklikler, solunum felci
Demir oksit	Eritme, döküm ve taşlama sırasında demir ve çelik ürünlerinde ortaya çıkar	Akciğer tahrişi
Kurşun	Bakır temelli alaşımların eritilmesi esnasında ortaya çıkar.	Böbrek, kan, sindirim ve sinir sisteminde değişim
Magnezyum oksit	Maça yıkayıcı reflektörüdür.	Ateşlenme, bayılma, ağrılar ve ağızda metalik tat
Mangan	Kaynak ve manganaze çeliğin eritilmesi esnasında havaya karışır.	Sinir sisteminde bozukluklar, uykusuzluk, saldırgan davranışlar, ayaklarda güçsüzlük, konuşma bozukluğu
Metan	Döküm ve maça parçalanması esnasında fırınlar ve ocaklarda dışarı atılır.	Bilinç kaybı ve ölüm
Metilformat	Kimyasal bağlama işlemi	Solunumda rahatsızlık ve akciğer tahrişine bağlı ölüm
Molibden, sülfat/trioksit	Eritme, döküm	İnsana kanserojen olduğu şüpheleniyor. Göz ve solunum sisteminde tahriş
Nikel oksit	Eritme, döküm ve nikel içeren çeliğin taşlanması	İnsana kanserojen olduğu biliniyor.
Nitrojen	Fırınlarda ortaya çıkar	Oksijen azlığı
Nitrojen oksit	Elektrik ark kaynağı	Akciğer ödemi
Ozon	Elektrik ark kaynağı	Akciğer ödemi

## GEREÇ ve YÖNTEMLER

### ARAŞTIRMANIN AMACI

Yapılan çalışma, hem ölçüm verileri hem ergonomik değerlendirmeyi hem de ölçülemeyen durumların o süreçte olma olasılıklarını ayrı ayrı hesaplayarak bütünlük bir şekilde kullanan risk değerlendirme yönteminin uygulaması olarak tanımlanabilir. Tez çalışmasında öncelikle uygulama yapılacak firmanın işyeri hekimi ve iş güvenliği uzmanıyla birlikte bir değerlendirme kurulu kurulup dökümhanedeki çalışma koşullarını en çok etkileyen faktörler belirlenmiş daha sonra firmada ikili karşılaştırma formları uygulanmıştır. AHP yöntemiyle faktörlerin ağırlıkları belirlendikten sonra, ilgili faktörlerin ölçüm yapılabilecek olanların atölyelerdeki ölçüm değerleriyle ölçüm yapılamayacak gibi olan faktörlerin ise her atölye için olma olasılıkları ile bir değerlendirme yapılmıştır. Daha sonra bu değerlendirmeler TOPSIS yöntemiyle analiz edilip hangi atölyenin çalışma koşulları açısından en kötü bölge olduğu bulunmuştur. Böyle bir haritalama yapmak özellikle iş güvenliği uzmanlarının daha etkin iş güvenliği politikaları geliştirmesine olanak sağlayacaktır.



Şekil 6. Yapılan çalışmaların adımları



## UYGULAMA YAPILAN FİRMANIN GENEL ÖZELLİKLERİ

Uygulama yapılan firma Ankara ili Sincan Organize Sanayii bölgesinde döküm sektöründe faaliyet gösteren KOBİ ölçeğinde bir firmadır. Ortalama aylık üretim kapasitesi 120 ton olarak belirtilmiştir. Üretimde kullanılan metaller pik/ sfero ve temper dökümdür. Kullanılan ocak induksiyon tipi ocaktır. Çalışan personel sayısı 7 kişidir. Üretimde logar kapağı, aydınlatma direkleri vb. demir alaşımı kullanılan küçük boyutlu parçalar üretilmektedir. Çalışma kapsamında atölyeler arasında değerlendirme yapılmıştır. Firmadaki atölyeler sırasıyla:

### 1) Maçahane ve Modelhane

Firmada maçahane ve modelhane bölümünde toplam 2 kişi çalışmaktadır. Burada ahşap kalıptan model hazırlayıp, üretilecek malzemede iç boşluk varsa maça yapılmaktadır. Maça yapımı için bir adet maça kalıp makinesi mevcuttur. Maça kumları %90 silis, %7 reçine ve %1'den az kil içeren malzemeler kullanılmaktadır. Model yapımında ahşap modeller kullanılmakta ve tornadan geçen malzemeler kalıp malzemesi olarak kullanılmaktadır.



Şekil 7. Maçahane ve Modelhane bölümü

## 2) Kalıplama

Kaliphane bölümünde 2 kişi çalışmaktadır. Buradaki personel model ve maça parçaları kalıba yerleştirme ve erimiş metali kalıba dökümünden sorumludur. Yapılan işlemler el yordamıyla gerçekleştirilmektedir. Çalışanlara uygun toz maskesinin verilerek çalışanlara toz maruziyetini çalışanlar üzerindeki etkilerini azaltmalıdır. Kalıplama bölümünde işlenen parça sayısı azdır. Bu sebepten ötürü üretim sistemi otomasyona izin vermemektedir. Kalıphanede çalışanlar deneyimli ve kalifiye elemanlardır. Yaş kum kalıplama yöntemini kullanan tez uygulaması yapılan firmada bu yöntemin seçilmesinin temel sebebi malzemenin bol bulunması ve ucuzluğudur. Kalıp kumu olarak seçilen bu ürünlerin bir dizi meslek hastalıklarına sebep verdiği unutulmamalıdır. Bu meslek hastalıkları pnömokonyoz, sililkosiz veya akciğerlere bağlı farklı hastalıklar olarak değişmektedir.



Şekil 8. Kum kalıplama bölümü

### 3) Ergitme fırınları

Eritme fırınlarında toplam 1 kişi çalışmaktadır. Çalışan fırınlara yükleme ve boşaltma işlemlerinden sorumludur. 2 tane indüksiyon tarzı ocak vardır bu bölümde. Çalışana uygun KKD verilmediği takdirde ciddi yaralanmalar olabilir. İndüksiyon ocakları yakınında firmanın manyetik alana karşı personeli uyaran levhaların asılmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 9. Fırınlar bölümü

### 4) Talaş alma

Talaş alma bölümünde toplam 2 personel görev almaktadır. Çalışanlar dökümü biten parçanın artık malzemelerinin giderilmesinde kullanılan zımpara ya da iç maça çıkarılması için kullanılan pnömatik darbeli cihazlar kullanmaktadır. Talaş alma çalışanlarını el kol titreşim maruziyetinin yanı sıra, kesilmeye bağlı tehlikeler mevcuttur. Titreşim maruziyeti



olarak iç maça çıkarılması esnasında kullanılan pnömatik cihazlar; kesilmeye bağlı risklerin kaynağı olarak ise kıl testere, zımpara gibi cihazlar bu atölyede kullanılmaktadır.



**Şekil 10. Talaş alma bölümü**

## **ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ**

Çok ölçütlü karar verme yöntemleri pek çok alanda kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmiş adıdır [11, 21-22]. Bu yöntemlerde amaç veri kümemizdeki kriterleri şeffaf ve objektif bir şekilde değerlendirmektir. Genel amaç mümkün olan çözümler arasında uygun alternatifi üretebilmektir.

Analiz her bir opsiyon için genel skorların belirlendiği ve derecelendirildiği kriter ve faktör matrislerinin geliştirilmesini içerir.

- **Kullanım:**

ÇÖKV yöntemleri:

- Potansiyel ve uygun olmayan alternatiflerin karşılaştırmasında kullanılması
- Bazen çelişen ve çok boyutlu olan opsiyonların karşılaştırılması
- Farklı tipte karar vericilerin değer yargılarını ortak bir görüş etrafında toplama olarak kullanılmaktadır.

- **Girdiler:**

- Analiz yapılacak bir küme
- Küme içindeki karşılaştırılacak faktörler

- **Süreç:**

Genelde bir grup değerlendiricinin girişimiyle süreç aşağıdaki adımları içerir:

- a) Amaç ya da amaçların tanımlanması
- b) Her nesne ile ilgili özelliklere karar verilmesi
- c) Hiyerarşi içerisinde bu özelliklerin inşası
- d) Kriterleri değerlendirmek için amaçların geliştirilmesi
- e) Kriterin önemine karar vermek ve kriterin ağırlığını atamak
- f) Kriteri alternatifler altında değerlendirmek.
- g) Tüm özelliklerin skorlarını bütünleşik bir şekilde hesaplamak
- h) Sonuçları değerlendirmek

Her bir kriterin ağırlıklandırmasında kullanılan değişik metotlar mevcuttur. Bütün bu yöntemler farklı kriterlerin diğer kriterlere bağımlı olmadığını kabul eder. Bu varsayımda farklı modellerde kullanılması geçerli olmayacaktır. Bu yüzden değerler öznel nitelik taşır, tutarlılık analizi ile iki kriterin karşılaştırılmasında kullanılması elzemdir.

## **AHP YÖNTEMİ**

AHP yöntemi Saaty tarafından 1980 tarihinde geliştirilen alternatifler arası çözüm bulmaya çalışan bir yöntemdir [23]. Genel itibariyle matematik ve psikolojinin

birleştirilmesiyle alternatifler arasında karar yapısını etkileyen faktörlerin o alternatif altındaki değerlerin hesaplanmasıyla en iyi alternatifin hangisinin olduğunu bulmaya çalışarak sıralama yapar. AHP yöntemi öncelikle amaç yapısının oluşturulmasıyla başlar. Çalışmadaki amaç çalışma koşullarını en fazla etkileyen faktörlerin ağırlıklandırılması şeklindedir. Amaç problemi oluşturulduktan sonra amaca etkileyen faktörleri belirlemek gerekir. Hiyerarşi ağacı ortaya çıktıktan sonra değerlendirme ekibi oluşturulur ve kriterlerin ağırlıklandırılması hesaplanır. Ağırlıklandırmayı yapan grubun tutarlılıkları hesaplandıktan sonra en iyi alternatif hesaplanır.

### **1. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması**

Çok ölçütlü karar verme yöntemleriyle iş kazalarına veya meslek hastalıklarına neden olabilecek kriterler 4 ana başlık altında toplam 18 alt kriter olarak belirlenmiştir. Hiyerarşi ağacını oluştururken 3x3risk değerlendirme yönteminin temel modüllerinden “Genel” modülü yapılan çalışmada “Çalışma Ortamının Genel Yapısına”; “Kimyasal ve Fiziksel Faktörler” modülü ayrılarak kullanılmasına ve son olarak “Makine ve El aletleri” özel modülü “Makine ve Ekipmanların Kullanımından Meydana Gelen Faktörler” olarak değiştirilip kullanılmasına karar verilmiştir.

Atölyelerin birbirlerine göre kıyaslamasının yapılacağı kriterleri belirleme işlemi, Ankara dökümcüler sitesindeki toplam 15 işyerine yapılan ziyaretten elde edilen bilgiler ışığında yapılmıştır. Bu kapsamda toplam 60 kişiyle yüz yüze yapılan değerlendirme formlarından, çalışma koşullarını en çok hangi faktörün etkilediği araştırılmıştır. Kaza istatistiklerine bakıldığında toplam 4 ana başlık altında yaralanma ve kazaların olduğu değerlendirme grubu tarafından belirlendi. Bu 4 ana başlık etrafında çalışma koşullarını en çok hangi faktörün etkilediğini belirlemek için 60 kişiyle yüz yüze görüşme sonucu, ana başlıkla ilgili 3 faktörün değerlendirme formunda yazılması istenmiştir. Değerlendirme formundaki toplam değerlendirme içinde %10’ dan düşük cevaplar değerlendirme grubu tarafından kapsam dışı tutulmuştur. Ana kriterlerin altındaki alt kriterler bulunduktan sonra hiyerarşi ağacı oluşturma işlemi tamamlanmıştır.

Çalışmadaki genel amaç dökümhanelerdeki çalışma koşullarını en çok etkileyen faktörün ortak bir değer yargısıyla değerlendirilmesidir. Değerlendirme grubunda işyeri hekimi, iş güvenliği uzmanı ve tez çalışmasını yapan kişi yer almaktadır.

Hiyerarşi Yapısı				
Amaç: Dökümhanelerdeki çalışma koşullarına ve iş kazalarına en çok sebep olabilecek faktörün belirlenmesi				
Ana kriterler	Alt kriterler No:	Açıklama	Kaynak	Olası Durum
Çalışma Ortamının Genel Yapısından Kaynaklanan Faktörler: Genel Düzen ve Hijyen Bakımından	1.1.	Geçiş yolları, merdivenler ve zeminlerin durumu	Rastgele konulan ekipmanlar, işlemleri bitiren ekipmanın üretim alanında durması	Düşme, Çarpma, Yaralanma (Döküm esnasında ciddi yanmalar)
	1.2.	Gereksiz malzemenin üretim alanında bulunması	Kalıp bozumu sırasında biriken kalıp kumlarının üretim alanını işgal etmesi	Düşme, Çarpma, Yaralanma (Döküm esnasında ciddi yanmalar)
	1.3.	Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri	Ergimiş metalin zeminlere dökülmesinden dolayı aşınmaya sebep olması	Düşme, Çarpma, Yaralanma (Döküm esnasında ciddi yanmalar)
	1.4.	Çalışma alanının yeterlilik durumu	İşyeri yerleşke planının üretim yerine uygun olmaması	Çalışanların hareketli makinelere çarpması, Yaralanma
Makine ve Ekipmanların kullanımı sırasında meydana gelen faktörler	2.1.	Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında ortama parça fırlatması	Kullanılan talaşlama makine ve ekipmanları ya da torna tezgahlarından göze çapak kaçması	Göze çapak kaçması
	2.2.	Kullanılan aletler veya makine ve ekipmanların keskin hatlara, dönen parçalara sahip olması	Makine çalışırken çalışanın kolunun makineye sıkışması	Uzuv kaybı, Yaralanma, Kesikler
	2.3.	Araçların sinyalizasyon ve emniyet svitçilerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşınması	Vinçlerin çalışmasını bozacak şekilde kumanda veya çengel kısmının kullanılması, sinyalizasyon sisteminin iptal edilmesi	Yüksekten malzeme düşmesi, Kırıklar, Ciddi Travmalar
	2.4.	Kullanılan elektrik ocakları, makine ve ekipmanların kablo sistemlerindeki bozukluklar	Elektrik tesisatının yanlış yapılması, kabloların uçucua eklenmesi ve bakımının yapılmaması	Elektrik çarpması, Ağır Yaralanma, Ölüm
	2.5.	Sıcak yüzeylere sahip aletler	Kullanılan potaların ve fırınların bakımı, nemli malzemeler	Yanma
Çalışma Ortamından Kaynaklanan Fiziksel Faktörler	3.1.	Gürültülü ortam	Kullanılan cihazlar	Duyuma problemleri
	3.2.	Çalışanların ısı stresine maruziyeti	Fırınlar bölgesinde aşırı ısı stresine maruz kalanların molaların azlığı	Aşırı sıcaktan bayılma, Su kaybı
	3.3.	Kullanılan ekipmanlardan kaynaklanan titreşim	Kullanılan hava tahliye tokmaklar	El kol koordinasyonunda problemler
	3.4.	Aydınlatma	Doğal veya yapay aydınlatmanın genel olarak uygulanmaması	Düşme, Çarpma, Yaralanma (Döküm esnasında ciddi yanmalar)
	3.5.	Çalışma ortamındaki uygun olmayan postür	Kullanılan cihaz ve üretim alanı	Bel-sırt ağrıları
Kullanılan Kimyasalların etkisi	4.1.	Kaynak ve fırınlarda oluşan gazlarına maruziyet	Fırınlar ve kaynak işlemi sırasında gazlara maruziyet	Baygınlık, Zehirlenme
	4.2.	Maça ve kalıp kumlarında kullanılan organik uçucular	Kullanılan reçine ve solventler	Zehirlenme
	4.3.	Ortama yayılan toz	Silis tozu	Solunum yollarında sorunlar
	4.4.	Ağır Metal Maruziyeti	Metal ergitme ve döküm işlemi	Zehirlenme

Şekil 11. Hiyerarşi ağacı

## 2. İkili Karşılaştırma Formlarının Doldurulması

Firmanın iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimiyle birlikte dökümhanelerdeki iş kazalarına, çalışma koşullarına ve meslek hastalıklarına en çok neden olan faktörlerin belirlenmesi için ikili karşılaştırma tabloları oluşturulup doldurulmuştur.

**Tablo 6. Önem skalası**

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Fazla önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Aşırı derece önemli	Bir kriterin diğ. üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

Tablo 7’ de verilen ikili karşılaştırma formları her bir değerlendirici tarafından ayrı ayrı doldurularak geometrik ortalaması alınmıştır. Değerlendirme grubu hiyerarşi yapısındaki kriterleri değerlendirirken önce Tablo 8’deki ana kriterleri ikili karşılaştırmaya tabii tutmuş, daha sonra ana kriterler altındaki alt kriterleri (Ek-1) değerlendirmiştir. Değerlendirme işlemi kişilerin kendi değer yargılarına göre şekillenir. Bu ikili karşılaştırma formları uygulanırken “Hangi kriter çalışma koşulların etkilemesi bakımından daha önemli bir düzeydedir?” sorusunu sürekli kendine sorarak cevaplarını vermelidir. Değer yargıları önceki cevaplarla uyumlu olmalıdır.

Değerlendirme grubu Tablo 6’da verilen önem skalasındaki dilsel değer yargılarını uyumlu bir şekilde Tablo 7’deki formları doldurarak (Ek-2) çalışmanın amacına hangi faktörün en fazla etkilediğini bulmaya çalışmıştır.



**Tablo 7. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma formu**

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA FORMU										
	Mutlak Önemli	Çok Önemli	Önemli	Az Önemli	Eşit	Az Önemli	Önemli	Çok Önemli	Mutlak Önemli	
Çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörler						x				Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında meydana gelen faktörler
Çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörler							x			Fiziksel faktörler
Çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörler						x				Kimyasal faktörler
Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında meydana gelen faktörler						x				Fiziksel faktörler
Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında meydana gelen faktörler					x					Kimyasal faktörler
Fiziksel faktörler						x				Kimyasal faktörler

### 3. Normalizasyon

Doldurulan matrislerin ağırlıklarının hesaplanması normalizasyon adımıyla gerçekleştirilmiştir. Genel alt faktör ağırlıkları, alt faktörün yerel ağırlığı ile ait olduğu ana faktörün ağırlığının çarpılması ile belirlenir. İkili karşılaştırma matrislerinin değerlendirme ekibiyle birlikte doldurulmasından sonra normalleştirme işlemine geçilmiştir. Bu adımda çalışma koşullarını etkileyen ve dökümhanelerdeki iş kazalarına sebep olan kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmıştır. Tablo 6'da verilen önem ağırlıkları 1. adımdan gelen veriler ışığında doldurulmuştur.

**Tablo 8. Ana kriterlerin ikili karşılaştırması**

<b>1.ANA KRİTERLERİN BİRBİRLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI</b>				
	<b>Çalışma Ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörler</b>	<b>Makine ve ekipmanların kullanımından doğan faktörler</b>	<b>Fiziksel faktörler</b>	<b>Kimyasal faktörler</b>
<b>Çalışma Ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörler</b>	1,000	0,333	0,20	0,333
<b>Makine ve ekipmanların kullanımından doğan faktörler</b>	3,000	1,000	0,250	0,500
<b>Fiziksel faktörler</b>	5,000	4,000	1,000	3,000
<b>Kimyasal faktörler</b>	3,000	2,000	0,333	1,000

Karşılaştırma tabloları oluşturulduktan sonra ağırlıklandırma işlemleri yapılmıştır. Ağırlıklandırma işlemleri her bir değerlendirme grubunun ikili karşılaştırma formunda verdikleri cevabın ağırlıklı ortalamaları hesaplanarak karar verilmiştir.

#### **4. Tutarlılık Oranının Hesaplanması**

Ağırlıklandırılması yapılan faktörlerin değerlendirici grup tarafından nesnel bir şekilde değerlendirilip değerlendirilmediği adımdır. Eğer değerlendirme grubu nesnel bir şekilde ağırlıklandırmayı yapmamışsa ikili karşılaştırma formları tekrar doldurulur.

#### **5. Öncelik Değerlerinin Hesaplanması**

Son adımda çalışma koşullarını en çok ve en az etkileyen faktörlerin genelleştirilmiş ağırlığının hesaplandığı adımdır.

## **FABRİKA ATÖLYELERİNDE YAPILAN ÖLÇÜMLER**

Atölyelerin çalışma şartlarının birbirleriyle karşılaştırmak için nicel verilerin kullanılabilceği kriterlerde ölçümler alındı. ÇÖKV yöntemleri risk değerlendirmesinde nicel ölçülebilecek değerleri kendi arasında sıralamasını yaparak risk değerlendirmesinde farklı bir boyut katmaktadır.

### **Ağır Metal Ölçümleri**

Çalışma yapılan firma pik/ sfere ve temper dökümü yapmaktadır. Bu kapsamda firmanın karşılaştırma yapılacak atölyelerinden demir buharına maruziyet ölçümlerini alındı. Ölçüm yaparken numune almak için kullanılan cihaz SKC 224-52TX'dir. Numune ve analiz sırasında kullanılan metot OSHA ID-121'dir.

### **Anlık Gaz Ölçümleri**

Karşılaştırma yapılacak atölyelerden KİTAGAWA cihazı kullanılarak anlık gaz ölçümleri alınmıştır. Anlık gaz buharları kaynağı olarak fırınlar ve ergitme fırınları bölgesi söylenebilir. Kullanılan metot renk değişim metodudur.

### **Toz Ölçümleri**

Kalıplama ve Modelhanedeki toz maruziyeti ölçümleri alınmış ve gravimetrik olarak değerlendirilmiştir. Toz numunesi ölçüm metodu olarak MDHS 14/3 standardı ve SKC 224-52TX cihazı kullanılmıştır.

### **Aydınlatma Ölçümleri**

Aydınlatma ölçümleri EXTECT Cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Aydınlatma COHSR-928-IPG-039 standardı kullanılarak ortam ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

## **Uçucu Organik Bileşikleri Ölçümleri**

Uçucu organik bileşiklere maruziyet kaynağı maça yapımı sırasında kullanılan reçine ve dökülen metalin kalıptan daha çabuk çıkması için kullanılan uçucu organik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Kullanılan metot NIOSH 1501, cihaz PocketPump cihazıdır.

## **Titreşim Ölçümleri**

Titreşim kaynağı en fazla maça çıkarımı sırasında kullanılan havalı tokmalardan ve talaş alma sırasında kullanılan cihazlardan kaynaklanmaktadır. Titreşimi ölçmek için kullanılan cihaz SVAN 947, yöntem ise ISO 8041 standardıdır.

## **Gürültü Ölçümleri**

Çalışanların maruz kaldığı gürültü kaynağı talaş alma ve modelhane kısmında kullanılan kalıp kumlarından kaynaklanmaktadır. Kullanılan cihaz dozimetre cihazı, kullanılan yöntem ise TS EN ISO 9612' dir.

## **Termal Konfor Şartlarının Ölçülmesi**

Çalışma ortamında fırınlar bölgesinde yüksek sıcaklık çalışma koşullarını etkilemektedir. İş yerlerinin sıcaklık ölçümlerini WBGT cihazıyla TS EN 27243 metoduyla gerçekleştirildi.

## **OWAS METODU UYGULANMASI**

OWAS metodu, çalışanların kas-iskelet sistemlerindeki yüklemeyi ve sistemin neden olduğu kötü duruşları belirlemeye çalışıp gözlemlerle değerlendiren bir analiz metodudur. Çalışanlardaki ergonomik riskleri belirlemek için iş etütçüleri [24] tarafından uygulanan bu yöntem çalışma pozisyonlarının temellendirerek uygulanmaktadır. Bu yöntemin temel özellikleri:

- Uygulaması kolaydır
- Çalışanların geçirdiği bozuk duruşların zamansal yüzdelerini değerlendirerek bir çıkarımda bulunur

- İş tasarımında alternatifler arasında seçim yapmaya olanak sağlar

### **Dezavantajları:**

- Zaman harcaması
- Tekrarlanan veya uzun süren işleri hesaplamada kullanmaması
- Boyun ve dirsek/ bileklerin değerlendirilmesi yapılmaması [25]

OWAS metodu çalışma esnasında sırtın, kolların ve bacakların duruşlarına ilişkin bilgiler toplar. Şekil 12’de görüldüğü gibi gözlem yapan personel sırtın, kolların, bacakların hareketlerini ve kaldırılan yükü 4 dijital kod yardımıyla kaydını tutar.

<p><b><u>Sırt Duruşu</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Düz</li><li>2. Orta ve arkaya eğik</li><li>3. Kıvrılmış</li><li>4. Eğik ve kıvrılmış</li></ol>	<p><b><u>Kol Duruşu</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Her iki kol omuz yüksekliğinin altında</li><li>2. Bir kol omuz yüksekliğinin üstünde</li><li>3. Her iki kol omuz yüksekliğinin üstünde</li></ol>
<p><b><u>Bacak Duruşu</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Oturma</li><li>2. Dikilme: İki ayaküstünde durma, bacaklar düz</li><li>3. Tek ayaküstünde dikilme, bacak düz</li><li>4. Dizler bükülmüş iki ayaküstünde dikilme veya çömelme;</li><li>5. Tek ayaküstünde dikilme veya çömelme; diz bükülü</li><li>6. Bir veya iki diz yere çökmüş</li><li>7. Hareket veya yürüme</li></ol>	<p><b><u>Yük/Güç kullanımı</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 1= (<math>\leq 10</math> kg yük veya güç gereksinimi)</li><li>2. (<math>&gt;10</math> kg yük veya güç gereksinimi)</li><li>3. (<math>&gt;20</math> kg yük veya güç gereksinimi)</li></ol>

**Şekil 12. OWAS dijital kodlama**

## TOPSİS YÖNTEMİ

TOPSIS yöntemi sayısal verilerin de kullanılabilirdiği ÇÖKV yöntemlerinden biridir. Bu yöntem alternatiflerin belirli kriterler arasında ideal çözüme yakınlığı ve uzaklığının hesaplanmasıyla sıralamasını yapar.

### 1. Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi oluşturulmasında AHP'de oluşturulan karar ağacındaki kriterlerin 4 atölyede ilk dokuz kriter için oluşma olasılığı:

**1:Çok düşük;** Hemen hemen hiç (Proses süresince oluşması beklenmiyor, yeterli kontrol sağlandı)

**2:Düşük;** Birkaç yılda bir (Proses süresince oluşma olasılığın ortadan kaldırıldığı düşünülüyor)

**3:Orta;** Yılda bir veya iki kez (Proses süresince oluşması mümkün ama beklenmiyor. Kontrol edilmemesi çok küçük olasılık)

**4:Yüksek;** Ayda bir (Proses süresince oluşması mümkün. Kontrol edilebileceği kesin değil veya kontroller sınırlı ve yetersiz olabilir)

**5:Çok Yüksek;** Haftada bir / her gün (Proses süresince oluşması bekleniyor. Kontrol sistemi yok)

Skalasındaki gibi ilk 9 kriter için değerlendiriciler tarafından dolduruldu

Fiziksel ve kimyasal faktörler için ise ölçüm verilerinden yararlanılarak, fiziksel faktörler altında postür bozukluklarını ise OWAS değerlendirme yöntemlerinde elde edilen bulgular ışığında karar matrisine işlendi. Ölçüm sonucu olarak, bölümlerde en fazla görülen ve sağlık etkisine en çok neden olabilecek kimyasal iş yeri hekimiyle birlikte belirlenerek numune alma işlemi yapıldı.

### 2. Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Standart karar matrisi oluşturulurken kullanılan formül:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}$$

(rij; i: 1,2,...n; kriter sayısı j: 1,2,...m; alternatif sayısı)

Alternatif sayısı 4 adet (atölyeler), kriter sayısı 18 adet (çalışma koşullarını etkileyen faktörler) olarak belirlenmiştir. Karar matrisinden gelen veriler yukarıdaki formülle standart karar matrisine dönüştürülmektedir.

### **3. İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması**

Standart karar matrisindeki verilerden maksimum ve minimum rakamlar hesaplanarak ideal ve negatif ideal çözümler hesaplanır.

### **5. Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması**

TOPSIS metodu, alternatiflerin karşılaştırılmasının yapıldığı her bir karar kriterinin birbirlerine göre azalan ya da artan bir şekilde oluştuğunu varsaymaktadır. Değerlendirme kriterlerini her bir atölye için fayda temelli bir kriter mevcutsa maksimumunu, maliyet temelli bir kriter ise minimumunu seçerek ayırım noktaları bulunur.

### **5. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması**

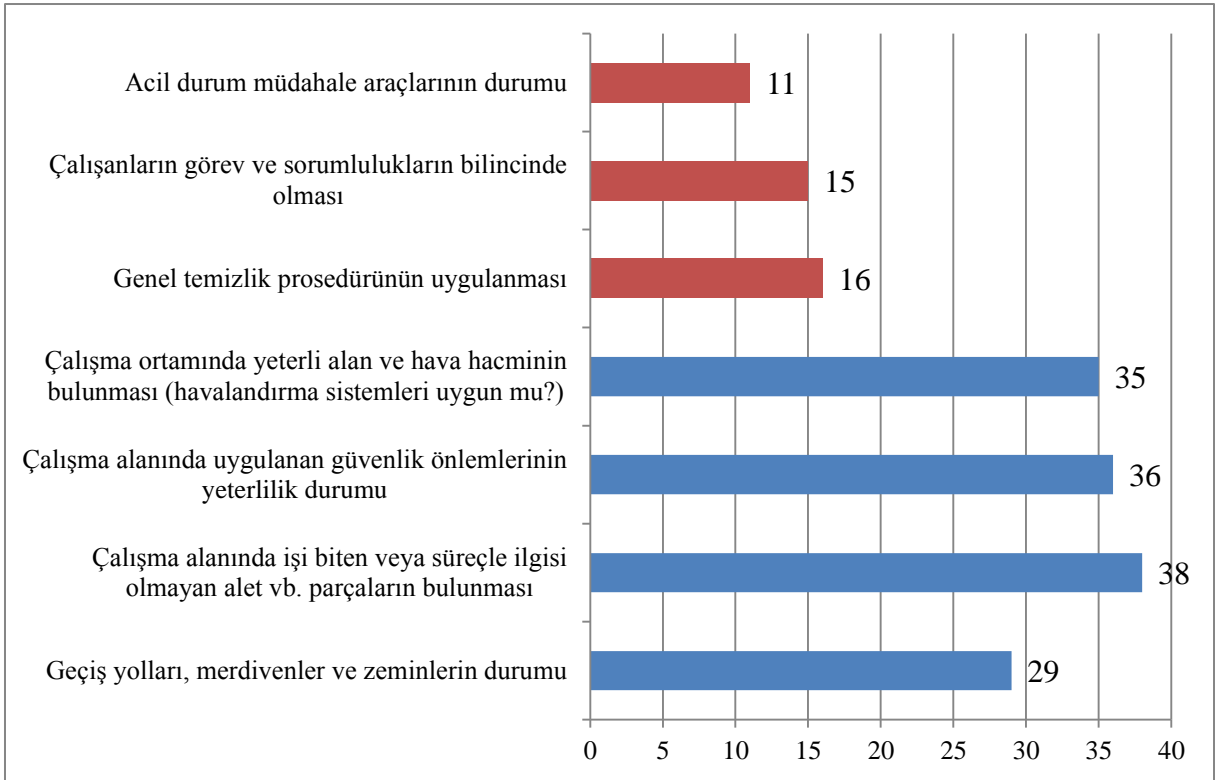
Son olarak alternatiflerin ideal çözüme olan yakınlığı hesaplanır. En yüksek skora sahip atölye en iyi çalışma koşullarına sahip olan firma olacaktır.

## BULGULAR

### ÇALIŞMA KAPSAMINDA ZİYARET EDİLEN İŞYERLERİNDEN ALINAN GERİ BİLDİRİMLER

Tez çalışması kapsamında 15 işyerinden alınan geri bildirimler neticesinde dökümhanelerde çalışanları en fazla etkileyen faktörlerin neler olduğu bulunmuştur. Ziyaret edilen 15 işyerinde toplam 117 kişi bulunmaktadır. Değerlendirme formunu toplam 60 kişi cevaplamıştır.

“Çalışma Ortamının Genel Yapısından Kaynaklanan Faktörler” alt kriterlerini bulmaya yönelik 60 çalışan tarafından yüz yüze doldurulan değerlendirme formlarından çıkan sonuçlar Grafik 1’deki gibidir.

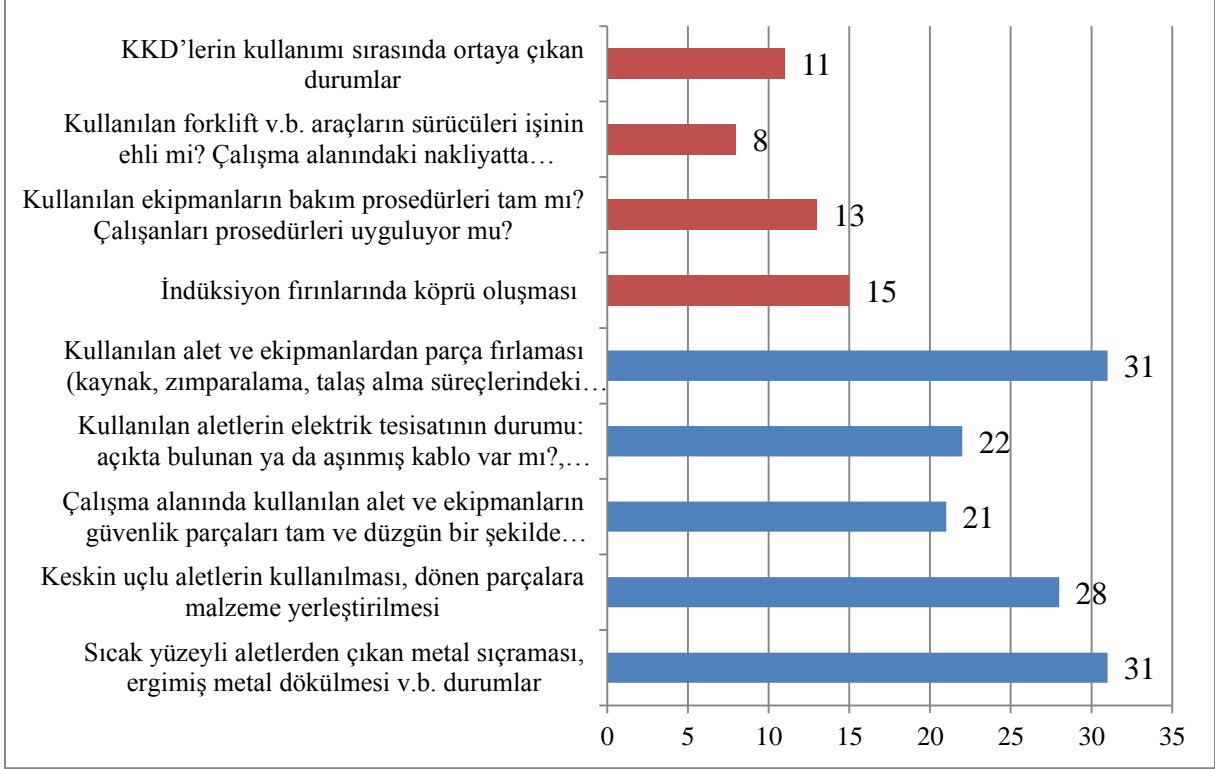


**Grafik 1. Çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörler sorgusunun bulguları**

Grafik 1’de “Çalışma Ortamından Kaynaklanan Faktörler” ana kriterini etkileyen toplam 7 farklı cevap verilmiştir. Bunlardan Grafik 1’deki kırmızı sütun olan cevaplar toplam cevaplar içinde %10 luk barajı geçmediğinden değerlendirme dışı tutulmuştur.



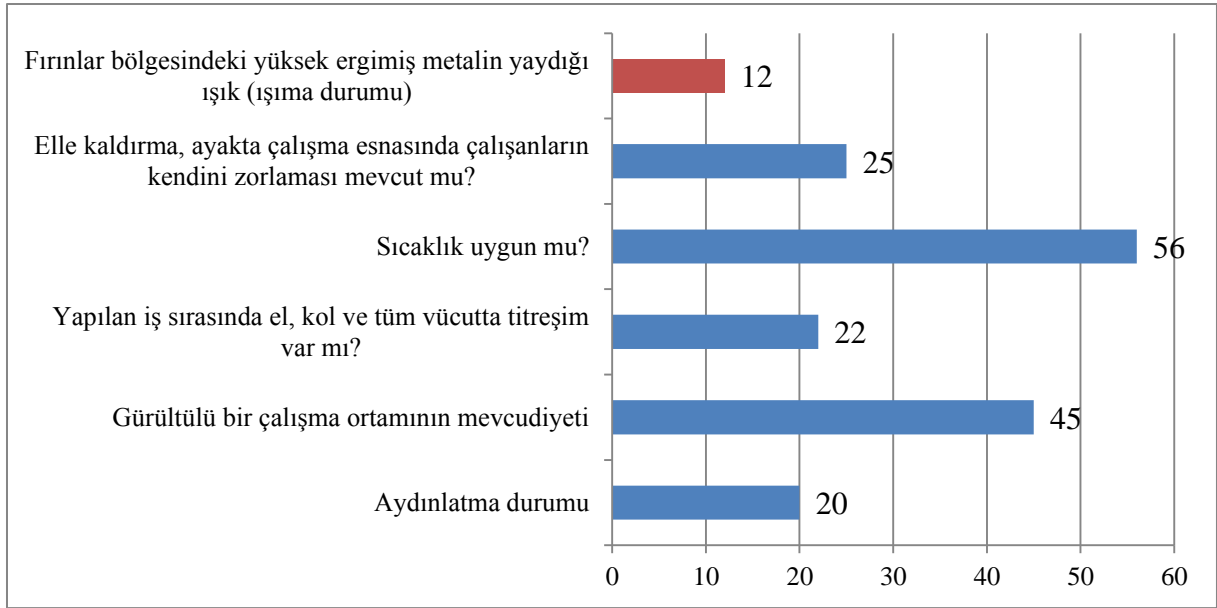
“Makine ve Ekipmanların Kullanımı Sırasında Ortaya Çıkan Faktörler” alt kriterlerini bulmaya yönelik 60 çalışan tarafından yüz yüze doldurulan değerlendirme formlarından çıkan sonuçlar Grafik 2’deki gibidir.



**Grafik 2. Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında ortaya çıkan faktörler sorgusunun bulguları**

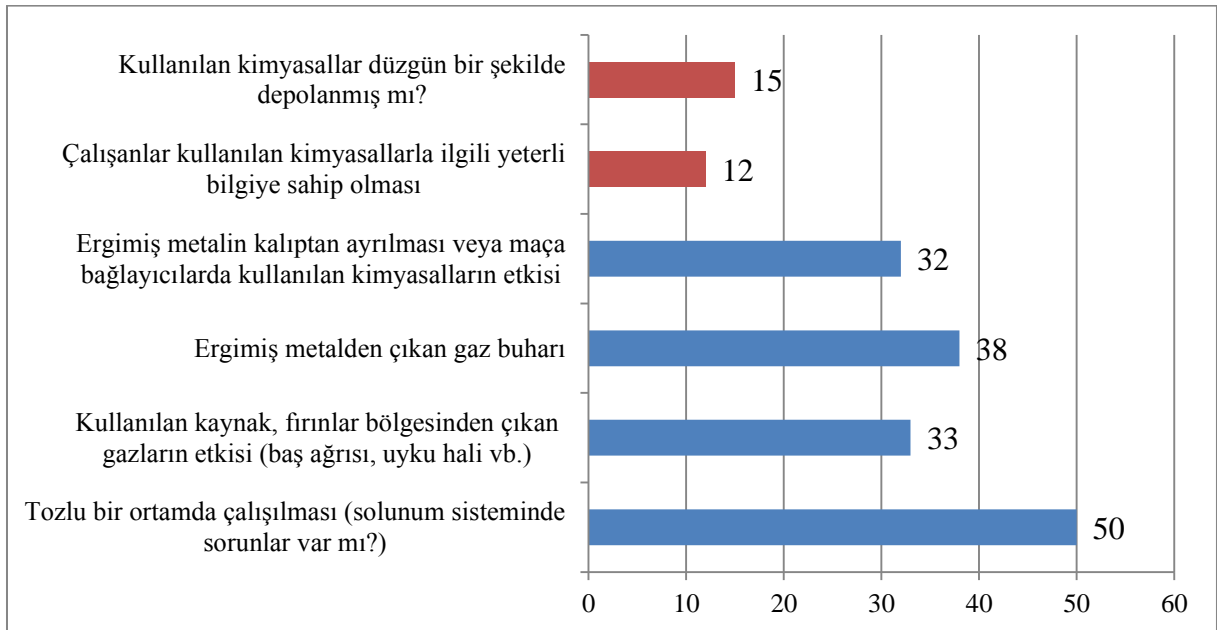
Grafik 2’deki ikinci ana kriterin alt kriterleri bulmaya yönelik sorguda, değerlendirme formuna katılan kişilerden gelen cevaplarla bu kriterin alt kriterleri belirlenmiştir. Grafik 2’deki ilk dört cevap %10’luk barajı geçemediğinden değerlendirme grubu tarafından değerlendirilmeye alınmamıştır.

“Fiziksel Faktörler” alt kriterlerini bulmaya yönelik 60 çalışandan alınan bilgiler doğrultusunda, değerlendirme formlarından çıkan sonuçlar Grafik 3’teki gibidir. Değerlendirme formuna katılan kişiler bu ana kriter altında bulunması gereken kriterler olarak toplam 6 farklı cevap vermiştir. Grafik 3’te değerlendirme grubunun bu ana kriter altında bulunması gereken kriterlere verdikleri cevaplara göre toplam 5 alt kriter değerlendirme grubu tarafından değerlendirilecektir. İlk sütunda yer alan cevap değerlendirme grubu tarafından çıkarılmıştır.



**Grafik 3. Fiziksel faktörler sorgusunun bulguları**

Son ana kriter “Çalışma Koşullarını Etkileyen Kimyasal Faktörler” kriteri altında yer almasına yönelik değerlendirme sorusu sorulmuştur.

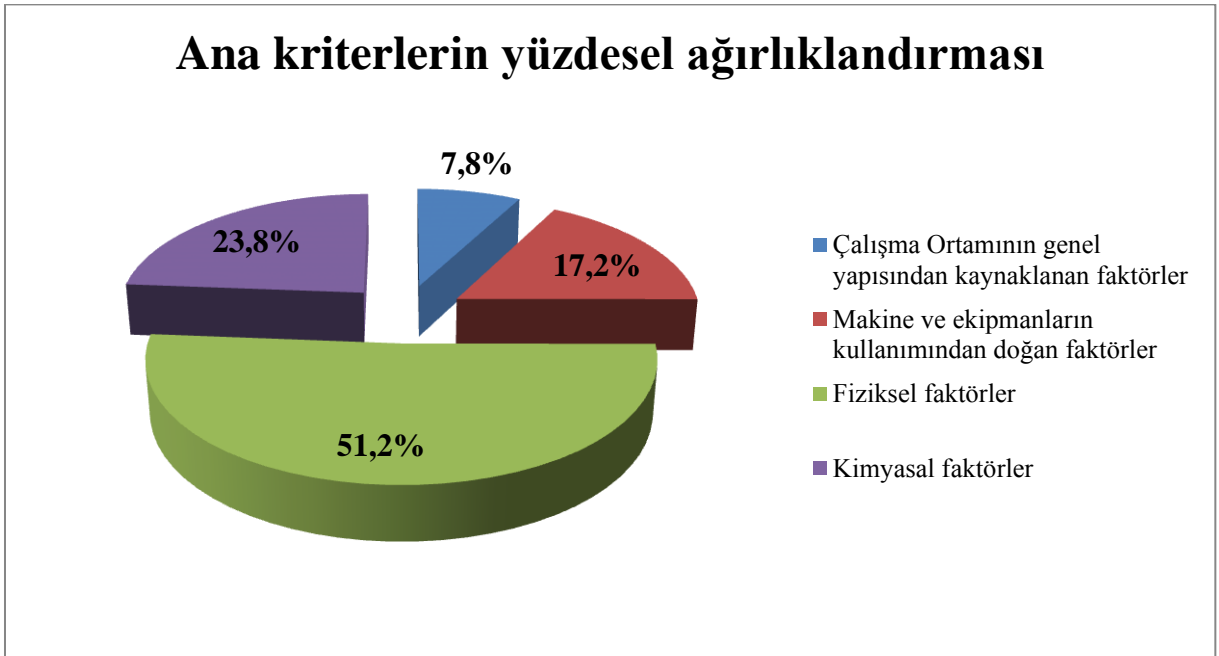


**Grafik 4. Çalışma koşullarını etkileyen kimyasal faktörler sorgusunun bulguları**

Grafik 4’ te elde edilen bulgulara göre değerlendirme formuna cevaplayan kitle toplam 6 farklı cevap vermiştir. Grafikteki ilk iki sütun değerlendirme grubu tarafından elenmiştir. Böylece AHP yöntemiyle değerlendirilecek hiyerarşi ağacı geniş bir katılımımla belirlenmiştir.

## AHP YÖNTEMİYLE DÖKÜMHANELERDE ÇALIŞMA KOŞULLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN AĞIRLIKLANDIRILMASI

Dökümhanelerde çalışma şartlarını olumsuz etkileyen ve kaza riskinin artmasına sebep olan etmenlerin sıralanması için önce karar grupları oluşturulmuştur. Karar grubu uygulama yapılan firmanın iş güvenliği uzmanı, iş yeri hekimi ve çalışmayı yürüten kişiden oluşmaktadır. Karar grupları öncelikle 4 ana küme etrafında toplam 18 kriteri, çalışanların görüşlerini de alarak, deneyimler [16-20] ve kaza istatistiklerine göre belirlemiş daha sonra ikili karşılaştırma formları kullanarak önce ana kriterler daha sonra ana kriterler altındaki alt kriterlerin çalışma koşullarını etkilemesi bakımından önem ağırlıklarını hesaplamıştır.

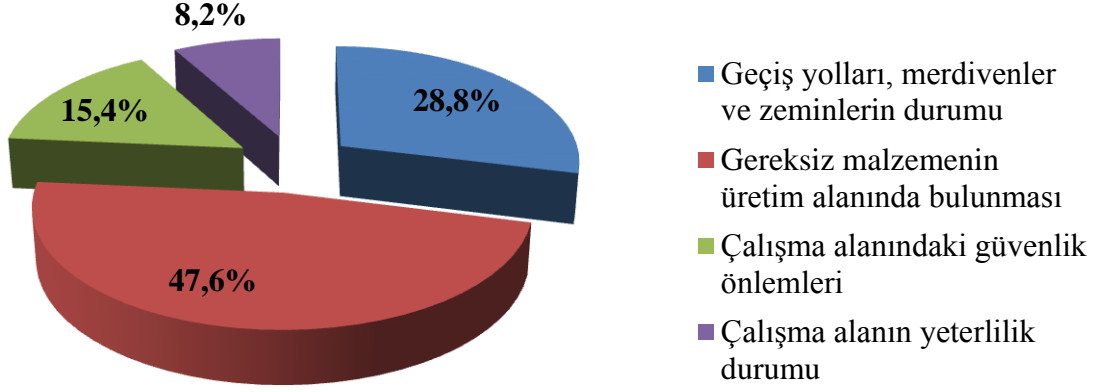


**Grafik 5. Ana kriterlerin yüzdesel ağırlıkları**

Ana kriterlerden fiziksel faktörler ikili karşılaştırma yapan değerlendirme grubunun değer yargılarına göre dökümhanelerdeki çalışma koşullarına en fazla etkileyen ana kriter olarak bulunmuştur.

Ana kriterlerden sonra, ana kriterler içindeki alt kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmıştır. İlk ana kriter çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörlerdir. Bu ana kriter altında toplam 4 alt kriterin birbiriyle ikili karşılaştırma sonuçları Grafik 6'da verilmiştir.

## 1. Ana Kriterin Yüzdesel Ağırlıklandırması



**Grafik 6. Çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörlerin yüzdesel ağırlıkları**

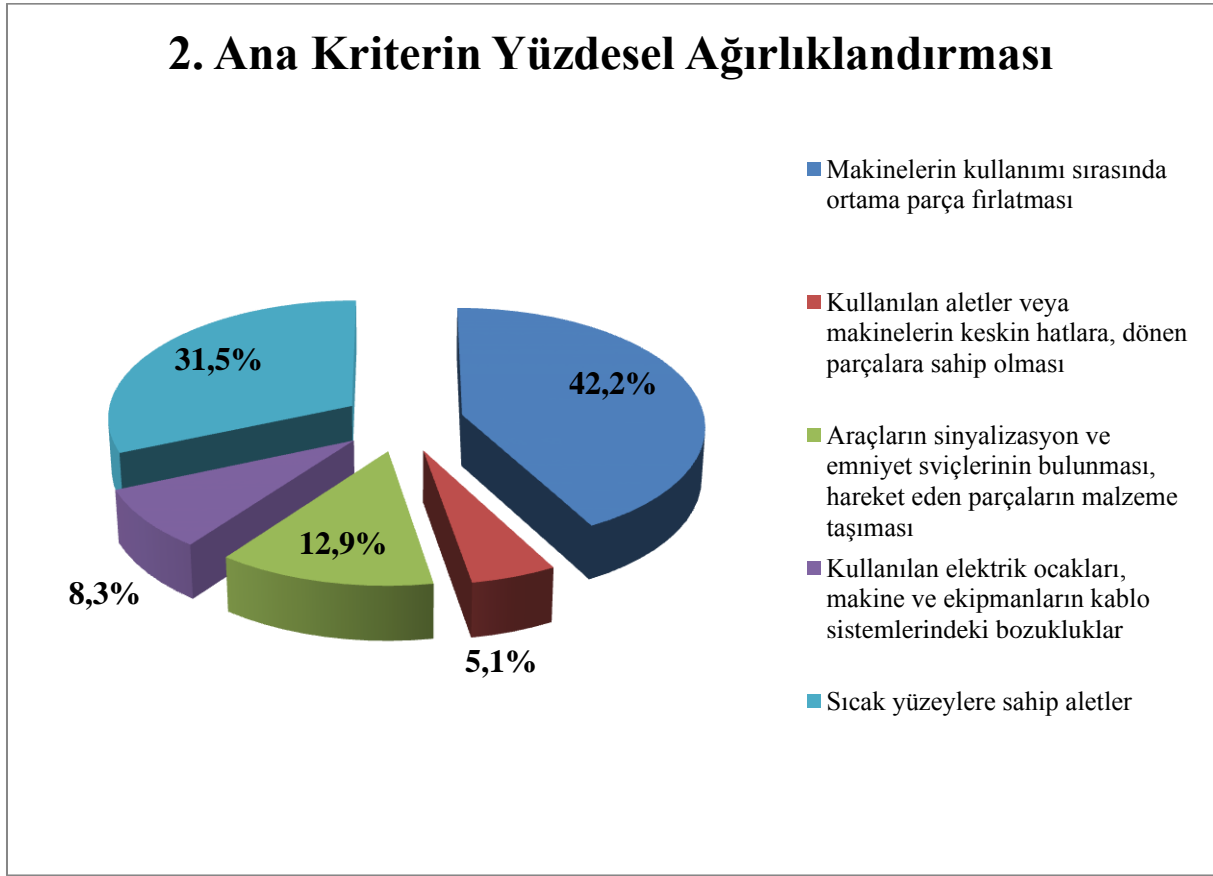
Çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörlerin ikili karşılaştırma sonuçlarından elde edilen bulgular sonucunda, bu kümede çalışma koşullarına en çok etkileyen faktörün bozulan kalıp kumlarının rastgele bırakılması olarak bulunmuştur.

Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında ortaya çıkan faktörler kriterinde toplam 5 alt kriter değerlendirildi. Değerlendirme sonucu, amaca etki eden kriterlerin yüzdesel ağırlıkları Grafik 7’de verilmiştir. Değerlendirici grup tarafından taşlama, kaynak vb. işlemler sırasında meydana gelen göze çapak kaçma durumu çalışma hayatına ve iş kazalarına en fazla etki eden faktör olarak belirlenmiştir.

Çapak kaçma özellikle talaş alma ve kaynak işlemleri sırasında meydana gelmektedir. Talaş alma bölümünde kullanılan makinelerdeki yetersiz koruma bu kazaların başlıca nedeni olarak söylenebilir. Uygun koruyucu ekipmanların makine kullanımı sırasında ortaya çıkan bu faktörlerin giderilmesi bakımından pozitif yönde katkısı olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Diğer önemli kriter olarak sıcak yüzeyli alet ve ekipmanlardan doğan metal sıçraması gösterilebilir. Metal sıçraması özellikle potalarda nem veya bir önceki döküm artıklarından

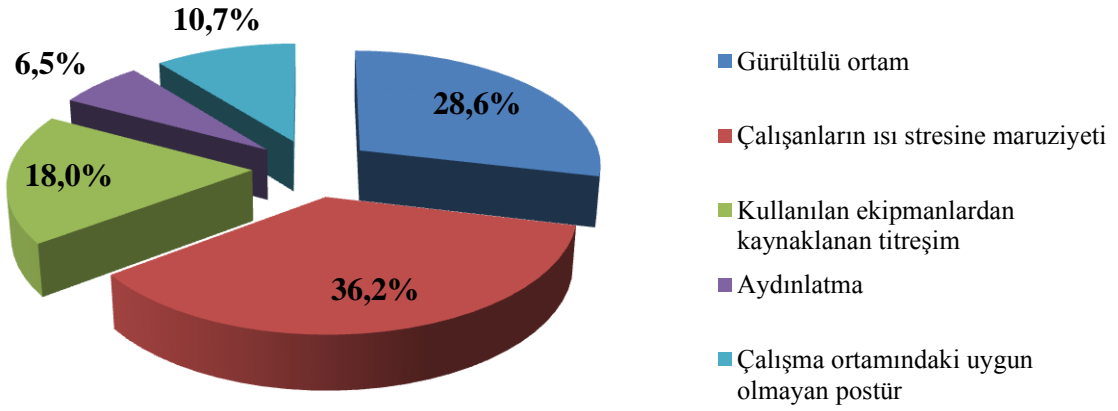
kaynaklanmaktadır. Elle taşınan potaların bakım prosedürlerinin yazılması ve uygulanması, olası bir yanık riskinin önüne geçecektir.



**Grafik 7. Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında ortaya çıkan faktörlerin yüzdesele ağırlıkları**

3. ana kriter ortamdaki fiziksel faktörler altındaki kriterlerin çalışma koşullarına etkisini bulmaya yöneliktir. Grafik 8’teki verilere dayanarak çalışma hayatına en fazla etki eden fiziksel faktör alt kriteri termal konfor şartlarındaki yetersizliktir. Özellikle fırınların üretim alanında yer alması WBGT (Islak hazne küre sıcaklığı) ölçüm sonuçlarından da görüleceği üzere yüksek miktarda çalışanların termal konfor şartlarını etkilemektedir.

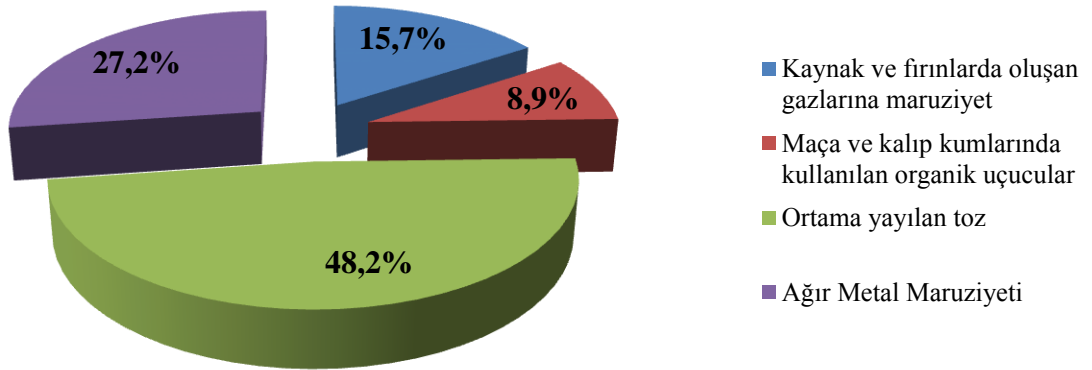
### 3. Ana Kriterin Yüzdesel Ağırlıklandırması



**Grafik 8. Fiziksel faktörlerin yüzdesel ağırlıkları**

Son ana kriter kimyasal faktörlerin iş kazalarına ve çalışma şartlarına etkisi değerlendirici grup tarafından irdelenmiştir. Bu ana kriter altında toplam 4 alt kriter değerlendirilmiştir.

### 4. Ana Kriterin Yüzdesel Ağırlıklandırması



**Grafik 9. Kimyasal faktörlerin ağırlıklandırılması**

Değerlendirici grubun değer yargılarına göre kimyasal faktörler ana başlığı altında çalışma koşullarını ve iş kazalarını en fazla etkileyen faktör toz maruziyeti olarak belirlenmiştir.

### 1. Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Bir önceki adımda hesaplanan ağırlıkların tutarlı olup olmadığı bu adımda test edilmiştir. Değerlendiricilerin değer yargılarının tutarlı olup olmadığına ve kriterlere verilen ağırlıkların 0,10 değerinden küçük olup olmadığına bakılmıştır.

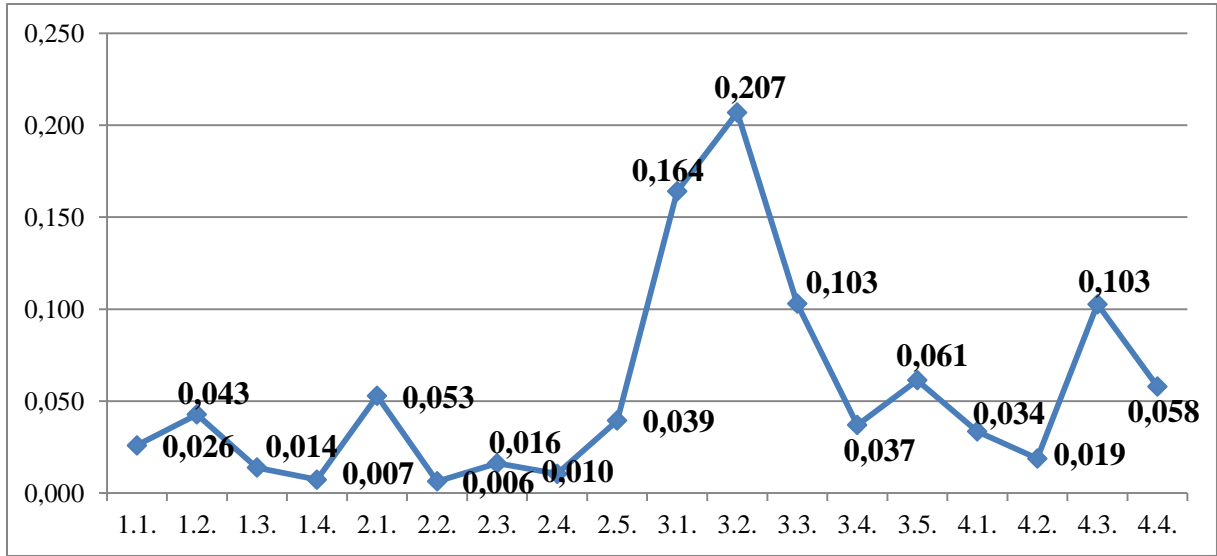
**Tablo 9. Tutarlılık oranları**

	<b>ANA KRİTERLER</b>	<b>ÇOGYKF</b>	<b>MVEDE</b>	<b>FF</b>	<b>KF</b>
<b>Tutarlılık Oranları &lt;0,10</b>	<b>0,0385</b>	<b>0,0077</b>	<b>0,0277</b>	<b>0,0220</b>	<b>0,0052</b>

Değerlendirme grubu tablo 9'daki veriler ışığında tutarlı bir şekilde kriterleri değerlendirdikleri söylenebilir.

### 2. Öncelik Değerlerinin Hesaplanması

Değerlendirme grubunun değer yargılarına göre belirlenen ağırlıkların geliştirilmesi ana kriterlerin katsayıları, ilgili alt kriterlerin katsayılarıyla çarpımı sonucu elde edilen veriler ışığında bulunmuştur.



**Grafik 10. Kriterlerin genel ağırlıkları**

Grafik 10’da gösterilen genelleştirilmiş ağırlıklandırmalar sonucu çalışma koşullarına ve iş kazalarına en fazla etki eden ilk 3 faktör sırasıyla: fiziksel faktörler altında termal konfor şartları, gürültülü ortam ve kimyasal faktörler altında toz maruziyeti olarak belirlenmiştir.

## **DÖKÜMHANENİN KARŞILAŞTIRILACAK ATÖLYELERİNDE YAPILAN ÖLÇÜM SONUÇLARI**

Döküm atölyelerini birbirleriyle karşılaştırmak için atölyelerde yapılan ölçüm sonuçlarından da yararlanılmıştır. Hiyerarşi ağacındaki kimyasal ve fiziksel faktörler kriterlerinden hangi atölyenin daha iyi çalışma koşullarına sahip olduğunu bulabilmek için atölyelerden ölçümler alınmıştır.

Atölyeleri karşılaştırmak için yapılan ilk ölçümler aromatik hidro karbon ölçümleridir. “Gereç ve Yöntemler” kısmındaki ölçüm yöntemleri kullanılarak 4 atölyeden alınan ölçüm değerleri Tablo 10’ da belirtilmiştir. Değerlendirici grup hiyerarşi yapısındaki kimyasal faktörler kriteri altında bulunan uçucu organik bileşiklerin atölyeler arasında değerlendirilmesinde benzen ölçüm sonuçlarını baz alarak gerçekleştirilmiştir. Fırınlara ve talaş alma kısmında böyle bir maruziyetin olmadığından ölçüm alınmamasına karar verilmiştir.



**Tablo 10. Atölyelerde yapılan aromatik hidro karbon ölçümleri**

AROMATİK HİDRO KARBON ÖLÇÜMLERİ (Benzen)				
Bölüm	Kaynak	Maruziyet Süresi	TWA değeri (mg/m <sup>3</sup> )	Eşik Değer
Modelhane ve Maçahane	Reçine	8 saat	0,8998	Kanserojen ve Mutajen Mad. Çal. Alınacak Sağ. G. Ted. Hk. Yönetmelik: 3,25
Kalıplama	Uçucu solvent	8 saat	0,3688	
Fırın Bölgesi	Yok	8 saat	-	
Talaş alma	Yok	8 saat	-	

Uygulama yapılan firma demir ve türevlerini döken bir firmadır. Kimyasal faktörler ana kriteri altında ağır metal maruziyetini "Gereç ve Yöntemler" kısmında belirtilen şekilde, demir bileşiklerine maruziyet ölçümleriyle değerlendirilmiştir. Ağır metal maruziyet kaynağı mevcut olan kalıplama ve fırın bölgesinden ölçümler alınmıştır. Tablo 11'de ilgili atölyelerden alınan demir buharı ölçüm sonuçlarını gösteren tablo yer almaktadır.

**Tablo 11. Atölyelerin ağır metal ölçüm sonuçları**

AĞIR METAL ÖLÇÜMLERİ (Demir)				
Bölüm	Kaynak	Maruziyet Süresi	TWA değeri (mg/m <sup>3</sup> )	Eşik Değer
Modelhane ve Maçahane	Yok	8 saat	-	NIOSH: 5
Kalıplama	Döküm sonrası	8 saat	0,031	
Fırın Bölgesi	Eritme işlemi	8 saat	0,126	
Talaş alma	Yok	8 saat	-	

Kimyasal faktörler ana kriteri altında atölyelerin birbirlerine göre çalışma koşullarını kıyaslanmasında kullanılacak diğer bir ölçüm verisi olan gravimetrik toz numunesi atölyelerden alınmıştır. Ölçüm değerleri Tablo 12'de gösterilmiştir.

**Tablo 12. Atölyelerin gravimetrik toz ölçüm sonuçları**

GRAVİMETRİK TOZ NUMUNESİ				
Bölüm	Kaynak	Maruziyet Süresi	TWA değeri ( mg/m <sup>3</sup> )	Eşik Değer
Modelhane ve Maçahane	Maça kumu	8 saat	2,71	OSHA: 5
Kalıplama	Silis Kumu	8 saat	4,78	
Fırın Bölgesi	Ergimiş metale atılan toz	8 saat	2,06	
Talaş alma	Metal alaşımların üzerindeki toz	8 saat	1,06	

Kimyasal faktörler ana kriteri altında son değerlendirilecek kriter anlık gaz buharına maruziyettir. Değerlendirme grubu atölyeleri birbirleriyle kıyaslamak için karbon monoksit anlık gaz ölçüm değerlerinden yararlanılmıştır. Tablo 13’de anlık gaz ölçüm değerleri gösterilmektedir.

**Tablo 13. Atölyelerin anlık gaz ölçümleri**

ANLIK GAZ (Karbon monoksit)				
Bölüm	Kaynak	Maruziyet Süresi	TWA değeri (mg/m <sup>3</sup> )	Eşik Değer
Modelhane ve Maçahane	Maça yapımında ısıtma işlemi	8 saat	5	NIOSH: 40
Kalıplama	Yok	8 saat	-	
Fırın Bölgesi	Eritme fırınları	8 saat	6,25	
Talaş alma	Kaynak işlemleri	8 saat	5	

Fiziksel faktörler ana kriteri altında atölyelerin çalışma koşullarının sıralanması için ilk sayısal olarak değerlendirilecek alt kriter termal konfor şartlarıdır. Yapılan ölçüm sonuçları Tablo 14’deki gibidir.

**Tablo 14. Atölyelerin termal konfor şartlarının ölçümleri**

TERMAL KONFOR ŞARTLARI				
Bölüm	Kaynak	Maruziyet Süresi	TWA değeri (°C)	Eşik Değer
Modelhane ve Maçahane	Ortam	8 saat	24,92	[18]: Ağır işlerde 25 °C ideal sıcaklık.
Kalıplama	Ortam	8 saat	22,25	
Fırın Bölgesi	Ortam	8 saat	26,94	
Talaş alma	Ortam	8 saat	21,90	

Fiziksel faktörler ana kriteri altında iş kazalarına ve çalışma koşullarına etkisinin incelenmesinde kullanılan diğer bir alt kriter titreşim maruziyetidir. Atölyelerden alınan titreşim ölçüm sonuçları Tablo 15’de verilmiştir.

**Tablo 15. Atölyelerin titreşim ölçümleri**

TİTREŞİM				
Bölüm	Kaynak	Maruziyet Süresi	TWA değeri (m/sn <sup>2</sup> )	Eşik Değer
Modelhane ve Maçahane	Model Yapımı	120 dk.	1,048	Titreşim Yönetmeliği, El-kol Maruziyet Sınır Değeri:2,5 m/sn <sup>2</sup>
Kalıplama	Yok		-	
Fırın Bölgesi	Yok		-	
Talaş alma	Talaş alma iç maça çıkarılması	120 dk.	4,694	

Fiziksel faktörler ana kriteri altında atölyelerin çalışma koşullarını sıralamak için ölçüm değerleri kullanılan diğer bir alt kriter gürültü maruziyeti değeridir. İşyerinde yapılan gürültü ölçüm değerleri Tablo 16’de verilmiştir. Gürültü düzeyinin en fazla olduğu atölye Talaş Alma bölümü olarak bulunmuştur.

**Tablo 16. Atölyelerin gürültü ölçüm değerleri**

GÜRÜLTÜ				
Bölüm	Kaynak	Maruziyet Süresi	TWA değeri dB(A)	Eşik Değer
Modelhane ve Maçahane	Kalıp cihazları	120 dk.	82,8	Gürültü Yönetmeliği: 87
Kalıplama	Hareketli vinçler	60 dk.	79,8	
Fırın Bölgesi	Ergitme fırınları	60 dk.	81,6	
Talaş alma	Çapak alma cihazları	270 dk.	90,5	

Atölyelerin çalışma koşullarını İSG yönünden sıralanması için fiziksel faktörler ana kriteri altında kullanılan son ölçüm değeri aydınlatma ölçümleridir. Aydınlatma ölçüm değerleri Tablo 17’de gösterilmiştir.

**Tablo 17. Atölyelerin aydınlatma ölçüm değerleri**

AYDINLATMA				
Bölüm	Kaynak	Maruziyet Süresi	TWA değeri (Lux)	Eşik Değer (*)
Modelhane ve Maçahane	Yapay	8 saat	102	500
Kalıplama	Doğal/yapay	8 saat	114	200
Fırın Bölgesi	Doğal/yapay	8 saat	125	200
Talaş alma	Doğal	8 saat	137	200

\* TS EN 12464-1:2011 standartı Tablo 5.13

Aydınlatma değeri olarak dökümhane işlerinde, işin çeşidine göre değişen miktarlar mevcuttur. İşin hassasiyetine göre bu değerler artmaktadır.

## **BÖLÜMLERİN ERGONOMİK DURUMLARININ OWAS METODUYLA DEĞERLENDİRİLMESİ**

Fiziksel faktörler ana kriteri altında değerlendirilen ergonomik faktörler atölyelerde OWAS metodu yardımıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirme grubu çalışanların en kötü çalışma pozisyonunu baz alarak Şekil 12’de gösterilmiş dijital kodlama yardımıyla

atölyelerdeki postür durumunu incelemiştir. Elde edilen bulgular Tablo 18'deki tabloya göre değerlendirilip her bir atölye için çalışma postür değeri belirlenmiştir.

**Tablo 18. OWAS ergonomik duruş skalası**

Sırt	Kollar	1			2			3			4			5			6			7			Ayaklar
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Güç kullanımı
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Maçahane ve Modelhanede yapılan gözlemler sonucu elde edilen bulgulara göre çalışanların sırt duruşları hafif öne eğik, çalışma esnasında her iki kol omuz yüksekliğinin altında, bacaklar düz bir şekilde durmaktadır. Maçahane ve Modelhane kısmında çalışanlar elle malzeme kaldırma esnasında 10 kg.' dan az kuvvet harcamaktadırlar. Şekil 12'deki dijital kodlamaya göre sırt değeri 2, kollar 1, ayaklar 2 ve güç kullanımı 1 değerini almıştır. Tablo 18'de değerler yerine yazıldığında kesişim noktası 2 değerini aldığı görülmektedir.

Kalıplama bölümünde yapılan gözlemler sonucu elde edilen bulgulara göre çalışanlar sırt duruşları hafif öne eğik, çalışma esnasında bir kol omuz yüksekliğinin üstünde, dizler bükülmüş halde çalışmaktadır. Kalıplama kısmında çalışanlar elle malzeme kaldırma esnasında 10 kg.' dan fazla kuvvet harcamaktadırlar. Şekil 12'deki dijital kodlamaya göre sırt değeri 2, kollar 3, ayaklar 4 ve güç kullanımı 2 değerini almıştır. Çalışanların duruş pozisyonları bu bulgulara göre değerlendirildiğinde 3 değerini almıştır.

Fırınlarda yapılan gözlemler sonucu elde edilen bulgulara göre çalışanlar sırt duruşları hafif öne eğik, çalışma esnasında her iki kol omuz yüksekliğinin altında, bacaklar düz bir halde çalışmaktadır. Fırınlarda çalışanlar elle malzeme kaldırma esnasında 10

kg.' dan az kuvvet harcamaktadırlar. Şekil 12'deki dijital kodlamaya göre sırt değeri 2, kollar 1, ayaklar 2 ve güç kullanımı 1 değerini almıştır. Çalışanların duruş pozisyonları bu bulgulara göre değerlendirildiğinde 2 değerini almıştır.

Talaş alma bölümünde yapılan gözlemler sonucu elde edilen bulgulara göre çalışanlar sırt duruşları kendi etraflarında kıvrılmış bir şekilde, çalışma esnasında her iki kol omuz yüksekliğinin altında, dizler bükülmüş halde çalışmaktadır. Talaş alma kısmında çalışanlar elle malzeme kaldırma esnasında 20 kg.' dan fazla kuvvet harcamaktadırlar. Çalışanların duruş pozisyonları bu bulgulara göre değerlendirildiğinde 3 değerini almıştır.

## DÖKÜM ATÖLYELERİNİN TOPSİS YÖNTEMİYLE SIRALANMASI

### 1) Karar Matrisinin Oluşturulması

Çalışma kapsamında dört atölyede çalışma koşullarının hangisinin daha iyi sonuçlar elde ettiğini “Gereç ve Yöntemler” kısmında anlatılan TOPSIS değerlendirme yöntemiyle belirlenmiştir. Atölyelerden alınan ölçüm değerleri ve OWAS yöntemi bulgularından yararlanılarak çalışma koşullarına etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi yapılmıştır. “Çalışma Ortamının Genel Yapısı” ve “Makine ve Ekipmanların Kullanılması Esnasında Ortaya Çıkan Faktörler” değerlendirme grubuyla birlikte değerlendirilmiştir. Değerlendirme esnasında “TOPSIS Yöntemi, Karar Matrisi Oluşturulması” başlığındaki olasılık skalası kullanılmıştır.

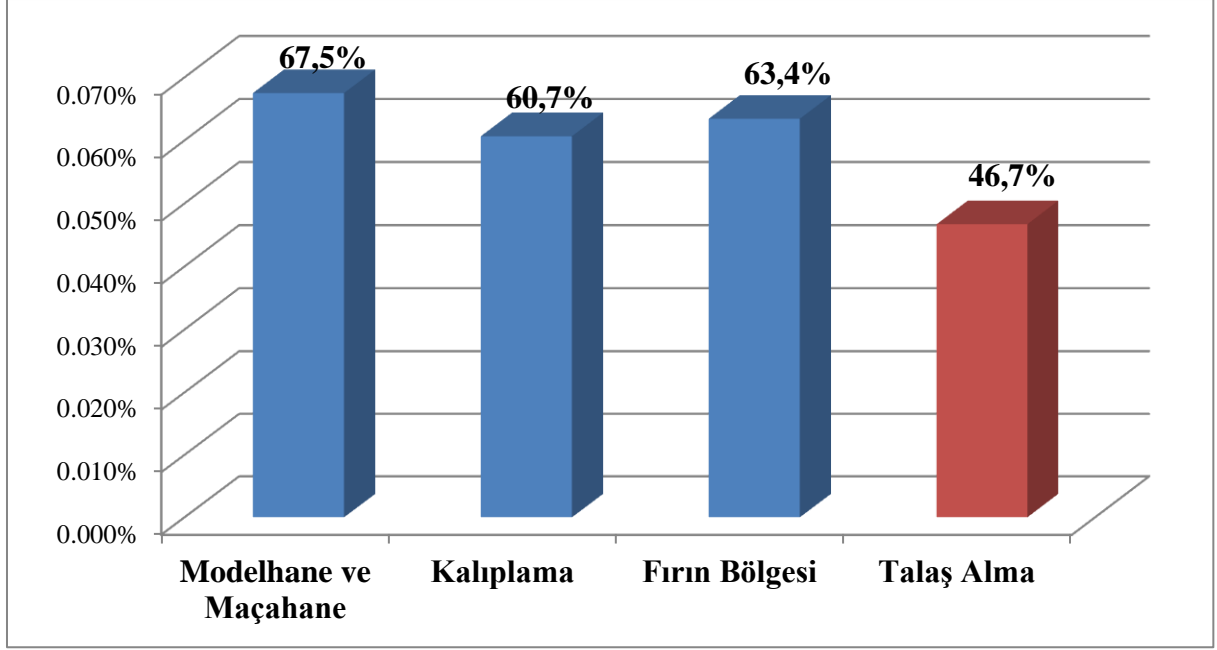
**Tablo 19. TOPSİS standart karar matrisi**

Kriterin Adı	No:	Modelhane ve Maçahane	Kalıplama	Fırın Bölgesi	Talaş alma
Geçiş yolları, merdivenler ve zeminlerin durumu	1.1.	1	2	3	1
Gereksiz malzemenin üretim alanında bulunması	1.2.	2	4	1	1
Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri	1.3.	2	3	3	1
Çalışma alanının yeterlilik durumu	1.4.	3	4	3	4

**Tablo 19 (devam). TOPSİS standart karar matrisi**

Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması	2.1.	3	1	1	4
Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara, dönen parçalara sahip olması	2.2.	3	3	1	1
Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşıması	2.3.	4	3	1	1
Kullanılan elektrik ocakları, makine ve ekipmanların kablo sistemlerindeki bozukluklar	2.4.	1	2	3	3
Sıcak yüzeylere sahip aletler	2.5.	1	3	4	1
Gürültülü ortam	3.1.	82,8	79,8	81,6	90,5
Çalışanların ısı stresine maruziyeti	3.2.	24,92	22,25	26,94	21,9
Kullanılan ekipmanlardan kaynaklanan titreşim	3.3.	1,048	0	0	4,694
Aydınlatma	3.4.	102	114	125	137
Çalışma ortamındaki uygun olmayan postür	3.5.	2	3	2	4
Kaynak ve fırınlarda oluşan gazlarına maruziyet	4.1.	5	0	6,25	5
Maça ve kalıp kumlarında kullanılan organik uçucular	4.2.	0,90	0,37	0,00	0,00
Ortama yayılan toz	4.3.	2,71	4,78	2,06	1,06
Ağır Metal Maruziyeti	4.4.	0,000	0,031	0,126	0,000

TOPSİS yönteminin “Gereç ve Yöntemler” deki diğer adımları da uygulandıktan sonra bölümlerin arasında İSG açısından çalışma koşullarının en iyi olduğu atölye “Modelhane ve Maçahane”, en kötü atölye ise “Talaş Alma” olarak bulunmuştur.



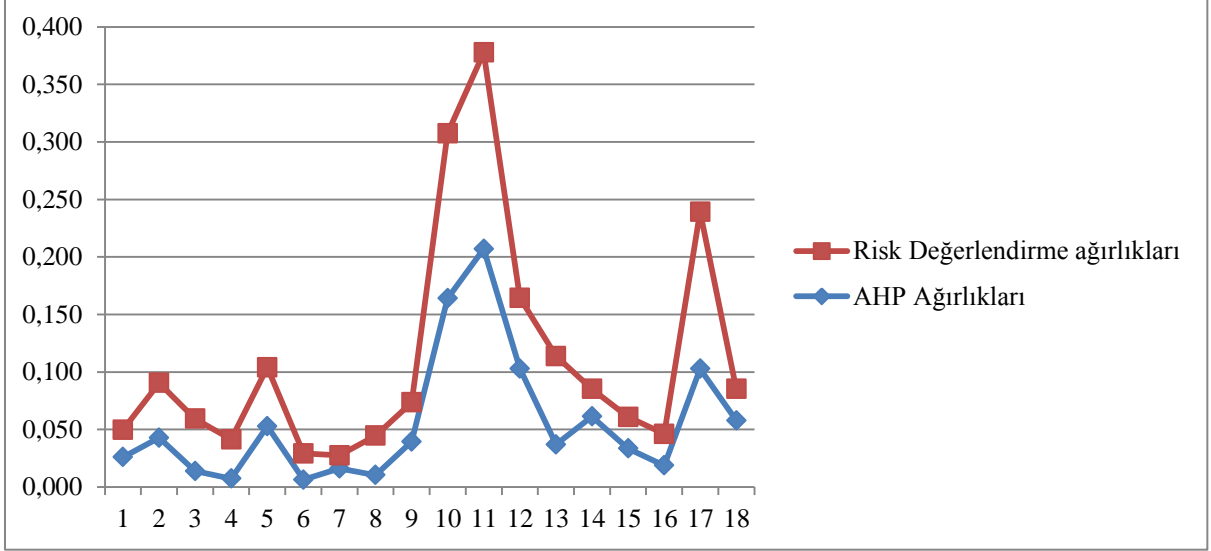
**Grafik 11. Atölyelerin çalışma koşulları skorları**

Grafik 11’de dört atölye içinde Modalhane ve Maçahane kısımlarında çalışanlar işlemleri makinelerle yaptıkları için değerlendirme kriterlerinde yüksek ağırlığı olan gürültüye maruziyet ve toz konsantrasyonu yoğun olmamaktadır. Talaş alma bölümünde, gürültülü bir ortamın olması, keskin yüzeylere sahip ve sürekli ortama parça fırlatan makinelerle işlemlerin yürütülmesi ve titreşim maruziyetinin yüksek olması gibi pek çok faktör atölyedeki çalışma koşullarını olumsuz etkilemektedir. Talaş Alma bölümü TOPSİS yönteminin bulgularına göre en düşük İSG puanına sahip atölyedir.



## TARTIŞMA

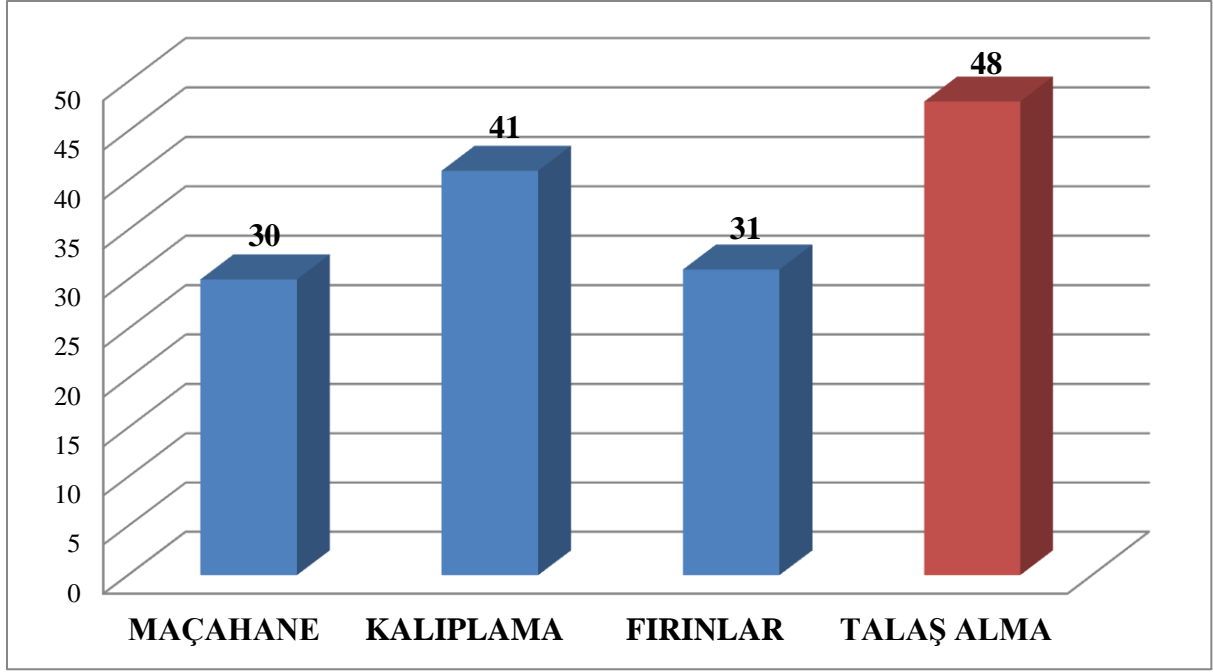
Yapılan çalışmadan elde edilen kriterlerin ağırlıkları firmanın yapmış olduğu risk değerlendirme yöntemiyle (Ek-3) karşılaştırıldı.



**Grafik 12. AHP ve Risk değerlendirme ağırlıklarının karşılaştırılması**

Grafik 12’ de 18 kriter altında firmanın yaptığı Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemiyle (Ek-3), çalışmada uygulanan AHP yönteminin kıyaslanması mevcuttur. Her iki yöntemde de sıralama benzer bir görünüm göstermektedir. İş güvenliği uzmanları ve iş yeri hekiminden oluşan değerlendirme grubunun AHP kullanılarak yaptığı risk değerlendirme yöntemiyle, Fine-Kinney metodu bulgularının paralel olduğu söylenebilir.

Grafik 13’ de 3x3 matris yöntemiyle yapılmış risk değerlendirme yönteminden elde edilen bulgular gözükmemektedir. Bu bulgular ışığında en fazla risk değerlendirme puanına sahip olan bölüm olarak “Talaş Alma” bölümü çıkmıştır. Hem keskin aletlerin bulunması hem de gürültü maruziyetinin ve sürekli parça fırlatan aletlerin olması “Talaş Alma” bölümünün risk puanını yukarıya taşımıştır. Ölçüm verileri, ergonomik değerlendirme ve olasılık hesaplarının da kullanıldığı TOPSİS yönteminde de “Talaş Alma” bölümü en yüksek risk puanına sahip atölye olarak bulunmuştur. Bu bağlamda TOPSİS yönteminden elde edilen bulgularla firmanın yaptığı 3x3 matris risk değerlendirme yönteminden elde edilen bulgular benzer sonuçlar vermiştir.



**Grafik 13. 3x3 matris atölyelerin risk değerlendirmesi sonuçları**

3x3 matrislerden elde edilen risk puanlarının toplanmasıyla atölyeler arasında sıralama yapılmıştır. En fazla risk puanına sahip atölye 18 kriter altında Talaş Alma bölümüdür. Talaş Alma atölyesi TOPSİS yöntemi uygulamasında da aynı şekilde çalışma koşullarının en kötü olduğu atölye olarak bulunmuştur. Talaş Alma bölümünde mekanik parçaların hem fiziksel hem mekanik tehlikelere yol açtığından işyerlerinin makine koruyuculara önem vermesi çalışma koşullarını iyileştirecektir.

## SONUÇLAR

Yapılan çalışmalar neticesinde dökümhanelerde çalışma koşullarını en çok etkileyen faktörün hangisi olduğu değerlendirme grubuyla birlikte irdelenmiştir. Değerlendiricilerin görüşlerine göre çalışma koşullarını en fazla etkileyen kriter termal konfor şartları, gürültü ve toz olarak belirlenmiştir.

TS EN ISO 9004:2001 standardına göre çalışma koşulları: “İşyeri yönetiminin, kuruluşun performansını artırmak için, çalışma ortamının motivasyon, tatmin ve çalışanların performansı üzerinde pozitif bir etkiye sahip olmasını sağlaması gerekir. İnsani ve fiziksel faktörlerin bir bileşimi olarak uygun bir çalışma ortamının yaratılması ısı, sıcaklık, rutubet, ışık, hava akımı, hijyen, temizlik, ses, titreşim ve kirlenme vb. gibi hususların da dikkate alınması ile olasıdır.” Bu bağlamda özellikle fırınlar bölgesinde termal konfor şartlarının iyileştirilmesi elzemdir.

Ortaya dökülen diğer bir sonuç ise fiziksel faktörler kısmında yer alan gürültü maruziyetinin çalışma hayatını yüksek oranda etkilediğidir. Yapılan çalışma neticesinde gürültü maruziyeti yüksek olan Talaş Alma atölyesi iş güvenliği açısından en düşük skora sahip atölyedir. “Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerde Korunmalarına Dair Yönetmelik” kapsamında TS 2607 ISO 1999 standardında tanımlandığı şekilde gürültünün en aza indirilmesi gerekmektedir.

Kimyasal faktörler ana kriteri altında toz maruziyeti değerlendiriciler tarafından iş güvenliğine en çok etki eden diğer bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Öneriler kısmında belirtildiği gibi olivin ya da kromitit minerali içeren kalıp kumları, silis kumlarına nazaran toz maruziyeti açısından daha iyi sonuçlar vermektedir [9].

İlk iki ana kriterin en yüksek önem derecesine sahip kriteri metal ergitme fırınlarından (hiyerarşi ağacında 2.5. madde) çıkan şelale sıçramasıdır. Potalardan ve ergitme fırınlarından ortaya çıkan metal sıçraması ciddi yanıklara ve kazalara neden olur.

Bozulan kalıp kumlarının ya da benzeri enstrümanların çalışma ortamındaki genel hijyen kurallarını bozmaktadır. Bu yüzden genel hijyen prosedürleri mümkün olduğunca yazılı bir şekilde ele alınıp değerlendirilmelidir.

Yapılan çalışma ölçüm verilerinden yararlanılarak bir risk değerlendirme modelinin olabileceği üzerine yapılmıştır. Gerçek ölçüm verilerinden yararlanılarak kullanılan ÇÖKV yöntemleri risk değerlendirme yöntemlerini farklı bir boyuta taşıyacaktır. Çalışma kapsamında yapılan risk değerlendirme sonucunda talaş alma atölyesi en düşük İSG skoruna sahip atölyedir. Talaş alma atölyesinin ölçüm sonuçları incelendiğinde gürültü ve titreşim değerleri diğer atölyelere göre yüksek çıkmıştır. Bunların yanında makinaların kullanımı sırasında ortaya çıkan faktörlerin de bu atölyedeki çalışma koşullarını etkilemektedir.

## **İLERİDE YAPILACAK ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER**

ÇÖKV yöntemleri günlük hayatımızda insanın karar verme yöntemlerinin matematikselleştirilmesi halidir. Pek çok alanda ÇÖKV yöntemleri karar vericilerin işlerini kolaylaştıran yöntemlerdir. İSG alanında yapılan çalışmalar ışığında ileriye dönük hedefler aşağıdaki gibidir:

- Çalışmada hibrit olarak AHP ve TOPSİS yönteminin bulgularından yararlanılarak atölyeler arası sıralama yapıldı. İlerleyen çalışmalarda bulanıklık kullanılarak ve çalışanların davranışlarının etkisi göz önüne tutularak çalışmalar geliştirilebilir [26].
- İSG sorumluları için hızlı bir şekilde alınması gereken tedbirlerin hangisinin daha iyi sonuç vereceğine dair bir çalışma yapılabilir. Böyle bir çalışma İSG sorumlularına sorunları daha etkin bir şekilde değerlendirmesine olanak sağlayacaktır.
- Farklı üretim süreçleri aynı kaza risklerini taşımayacağı muhakkaktır. Farklı üretim süreçleri için aynı kriterler altında yapılacak çalışmalar neticesinde daha az riskli üretim yöntemi belirlenebilir.
- Yapılan çalışmaların büyüklüğü temel görevi üstlendiğinden bir sonraki çalışmalarda kullanılan yöntemler daha rahat uygulanabilecektir. Bu açıdan çalışanların görüş ve önerilerinin daha iyi analiz edilmesi sonuçların güvenilirliğini artıracaktır.
- Çalışma kapsamında hem ölçüm verileri hem de olasılık hesaplamaları kullanılmıştır. Firmalar daha sağlam kaza istatistikleri tuttuğu takdirde bu istatistiklerden yararlanılarak bir risk değerlendirmesi yapılabilir.
- Sektörler arasında durumun ortaya dökülmesi bakımından ÇÖKV yöntemleri kullanılabilir. Böylece sektör sektör hangi risk etmenin ya da üretim yönteminin işyerindeki çalışma koşullarını etkilediği veya iş kazalarına neden olduğu bulunabilir.

## **RİSKLERE KARŞI ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER**

Bazı kontrol ölçütleri diğerlerine nazaran daha etkili olabilir. Ortak kriterler etrafında hangi kontrol ölçütlerinin diğerlerinden daha iyi koruma sağlayacağı iş yerlerine göre farklılık arz edebilir. Dökümhanelerde daha güvenli bir çalışma ortamının sağlanması için verilebilecek tavsiyeler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

### **1. Ergimiş metalin patlaması**

Buhar kaynaklı bir patlama genellikle ertilecek metalde bulunan nemden kaynaklanır. Malzemelerin üzerinde bulunan ağır bir şekilde oksitlenmiş veya paslanmış yüzey de aynı etkiye neden olur [9-10]. Bu riski azaltmak için işi yapan personelin nem oluşturacak muhtemel kaynakları bilmesi gerekir.

- Malzemeler nemden uzaklaştırılmış kuru bir yerde muhafaza edilmelidir.
- Ocak ve fırınlarda kullanılmadan önce metaryeller ısıtılmalıdır.
- Kullanılacak metallerin pastan uzaklaştırılmış olmasına önem verilmelidir.
- Eriyik metale eklenecek malzemelerin kuru ve temiz olduğu kontrol edilmelidir.

### **2. Kimyasal patlamalar**

Kimyasal patlamalar dökümde kullanılan malzemelerin kimyasala bulaşması sonucu meydana gelebilir. Yine kazara oksitlenmiş malzeme, örneğin amonyum ya da potasyum nitrat veya diğer oksitli tuzlar, eritme fırınları içerisindeki erimiş metal veya alüminyumla karışabilir. Patlamalar, örneğin furan ve asit gibi diğer kimyasalların fırınlar içerisinde karışmasından dolayı da meydana gelebilir.

- Eriyik metal bölgelerinde bütan içeren sigara çakmakları bulunmamalıdır.
- Temiz bir şekilde istiflenmiş depo alanı bulunmalı ve herhangi bir kazaya karşı metal deposu dışarda yer almalıdır.
- Boyaların, solventlerin ve diğer solunabilir ve uçucu malzemelerin çapraz karışmasına karşı tedbirler alınmalıdır.
- Son olarak hangi metalin ertileceğini iyi kontrol edilmelidir.

### 3. Isı stresi

Sıcakta çalışmak sağlık açısından tehlikeli olabilir. Isı stresi genellikle çalışırken fark edilmez, bu da sürekli iş göremezlik durumuna ya da ölümcül kazalara sebep olabilir. Isı stresi karar vermeyi, davranışları ve yargıları etkiler. Yorucu çalışma ve yetersiz dinlenme ısı stresinden kaynaklanan rahatsızlıkları daha da derinleştirir. Dökümhanelerde özellikle fırınlar bölgesinde çalışanlara uygun KKD verilmemesi ısı stresine bağlı kazaları artırabilir. Isı stresine karşı verilebilecek tavsiyeler şunlardır:

- Gereksiz ısı ve su buharı kaynakları yok edilmelidir.
- Tesisteki sıcak yüzeylerden çıkan ışıma izole edilmelidir.
- Ani soğutucular, fanlar veya iklimlendirme aletleriyle uygun hava akımı ve nem sağlanmalıdır.
- Bazı görevler otomasyonla yapılmalıdır.
- Temiz havayla ortamdaki hava sirkülasyonunun sağlanmalıdır.
- Soğuk oda veya ısı barınağı gibi çalışanlara oda tesisi sağlanmalıdır.
- Çalışanlara ısı stresinden oluşabilecek rahatsızlıklar hakkında bilgi verilmeli ve ısı stresinden korunmak için:
  - I. Çalışanların ısı stresinden kaynaklanan durumlar için ne gibi önlemler alabileceği kararlaştırılmalıdır.
  - II. Her çalışan bir çalışanın sorumluluğunu alacak şekilde çalışma esnasında onu takip etmelidir.
  - III. Kısa süreli su molaları verilmelidir.
  - IV. Yüksek sıcaklık altında çalışanların sürekli yer değiştirilmesi sağlanmalıdır.
  - V. Sıcaklık çarpması ve maruziyetinin semptomlarını karşı sürekli çalışanlar izlenmelidir.
  - VI. Acil durum planı hazırlanmalıdır.
  - VII. Etkilenen personel için tedavi yöntemleri uygulama olarak gösterilmeli ve yukarıda belirtilen maddeleri içeren yazılı prosedürler hazırlanmalıdır.

#### 4. Işıma

Görme bozukluklarına ve ciltte yanıklara sebebiyet verebilecek erimiş metalden kaynaklanan ışıma ve infrared radyasyon özellikle kaynak ve döküm bölgelerinde yoğundur. Işımadan kaynaklanabilecek zararlardan korunmak için aşağıdaki öneriler uygulanabilir.

- Filtrelenmiş gözlükler gibi KKD ekipmanları çalışanlara sağlanmalıdır.
- Radyasyon riski yüksek bölgelerde gözlük kullanılması gerektiği belirtilmelidir.
- Yoğun ultraviyole ve yoğun infrared radyasyona karşı çalışanlar uyarılmalıdır.
- Çevrede çalışanlar bulunan ya da sadece oradan geçenlerin ışıma olan bölgeye geçişleri zorlaştırılmalıdır.

#### 5. Tehlikeli kimyasallar

Döküm fabrikalarında çalışanlar geniş yelpazede pek çok tehlikeli kimyasaldan kaynaklanan risklere maruz kalır. Bu gaz ve tozlar döküm sürecinin içerisinde yer alır. Tehlikeli kimyasallar: maça kalıbının hazırlanmasında ortaya çıkan talaş tozları, erimiş metalden kaynaklanan gazlar, doldurma ve eritme sürecinde ortaya çıkan karbon monoksit, kurşun, çinko ve diğer metal oksit gazları, fazla ısıtmada ortaya çıkan kadmiyum gazları, eritme, dökme ve taşlama sırasında paslanmaz çelik tozları ve krom alaşımlarından ortaya çıkan krom III ve krom VI gazlarıdır [9-10]. Bu gazların olumsuz etkilerinden korunmak için aşağıdaki maddeler önerilebilir:

- Döküm sürecindeki bölgeye çalışanların girmesi zorlaştırılmalıdır.
- Çalışma alanında sigara, yeme, içme gibi aktiviteler yapılmamalıdır.
- Islatma ve vakum sistemlerini içeren temizleme metotları uygulanmalıdır.
- Düzgün bir şekilde havalandırma sistemleri kontrol edilmeli, fonksiyon testlerine tabii tutulmalı ve tespit edilen bozukluklar acil bir şekilde tamir edilmelidir.
- Ortam ile ilgili ölçümler belli periyotlarla alınmalıdır.
- Sağlık taramaları en az 15 yıl boyunca saklanmalıdır.

## 6. Silika tozları

Silika tozu döküm atölyelerinde çalışanlar için önemli bir sağlık sorunudur. Silika tozu quarzların mekanik hareketinden oluşur [27]. Silika tozuna kalıp hazırlama bölümüne sıklıkla karşılaşılır.

- Silika yerine silika içermeyen kromitit ve olivin mineralli kalıp kumları kullanılmalıdır.
- Islatma ve vakum temizleme yöntemleri kullanılarak havaya dağılan toz miktarı azaltılmalıdır.
- Tozları ortamdaki vakumlayabilen sağlam bir havalandırma sistemi kurulmalıdır.

## 7. Kayma ve düşme

- Ortalıktaki yığınlar, hortumlar ve halatlar gibi düşmeye sebebiyet verebilecek nesnelere kaldırılmalıdır.
- Kayma, takılma ve düşmeden sakınmak için iş akışı çerçevesinde dökümhane yerleşkesi yeniden tasarlanmalıdır.
- Çalışma ortamında taban su tutmamalı, uzun ömürlü olmalı ve kaygan olmayan malzemeden yapılmalıdır.
- Düzgün bir temizleme ve hijyen prosedürünün hazırlanması ve uygulanmasıdır.
- Uygun uyarı levhaları ile düşmeye karşı çalışanlar uyarılmalıdır.

## 8. Tehlikeli malzeme taşınması

- Malzemeler tehlikeli bir şekilde taşınmaması sağlanmalıdır.
- Daha az tehlike barındıracak taşıma sistemleri örneğin daha kısa mesafeli taşıma ya da konveyör kullanma gibi önlemlerle çalışma yerleşkesi tasarımı yapılmalıdır.
- Konveyör, vinç veya forklift gibi taşıyıcı ekipmanlar mümkün olan yerlerde kullanılmalıdır.
- Ekipmanlar çalışanları olası bir riske karşı koruyacak ya da riski minimuma indirecek şekilde tasarlanmalıdır.



- Tehlikeli taşıma işlerine karşı çalışanlara bilinçlendirme yapılmalıdır. Vinçlerin ve kaldırma araçlarının bakım prosedürlerine uyulmalıdır. Çalışacak azami sınırın üstünde malzeme bu araçlarla taşınmamalıdır.

## **9. Mekanik tehlikeler**

- Çalışanlar,
  - I. Risk oluşturan ekipman ve makinelerden uzakta çalıştırılmalıdır.
  - II. Çalışan ekipmanlar ve makinelere bariyerlerle girişleri zorlaştırılmalıdır.
  - III. İşlem zamanın bitip makine ve ekipmanların çalışmadığı süreye kadar çalışma alanına girişleri engellenmelidir.
- Tamirin ve bakımın bitimine kadar izolasyon prosedürlerinin uygulanmalıdır.
- Üreticinin belirttiği özellikleri doğru bir şekilde kullanmak için makine ve ekipmanların testleri yapılmalıdır.
- Makine ve ekipmanların bakım ve tamir planı hazırlanmalıdır.
- Yeni makine alımında çalışma güvenliği de düşünülerek hareket edilmelidir.

## **10. Gürültü**

- Daha sessiz üretim süreçleri ve çalışma ortamının geliştirilmesiyle gürültü maruziyeti azaltılmalıdır.
- Ses izolasyon malzemeleri kullanılarak çalışanların gürültüye maruziyet engellenmelidir.
- Dinlenme alanları sağlanmalıdır.
- Devamlı gürültü olan alanlarda çalışanlara görevine göre koruyucular sağlanmalıdır.
- Gürültü ölçümlerini periyodik olarak yapılmalı ve standart düzeyi geçmemesi sağlanmalıdır.

## **11. Titreşim**

- Daha az titreşim yayan cihazlar alınmasını sağlayacak politikalar firmalarda kurulmalıdır.

- Taşlama ya da kırma el aletleri kullanımını azaltmak için üretim süreci yeniden tasarlanmalıdır.
- Ekipmanların doğru bir şekilde bakımının yapılması sağlanmalıdır.
- Maruziyeti azaltmak için işlerde rotasyon ve dinlenme sıklıkları ayarlanmalıdır.

## **12. Elektrik yakınında çalışma**

- Çalışma alanında elektrik risk kaynaklarının tespiti yapılıyor mu ve bu riskler elemine edilebiliyor mu?
  - Bakımdan önce makineler enerji sıkıntısı çekiyor mu?
  - En az 12 ay içinde bütün fabrikada enerji ile ilgili testler yapıldı mı?
  - Güvenlik anahtarlarının testleri düzenli bir şekilde yapılıyor mu?
  - Kablolarda herhangi bir hasar var mı? Bu hasarlar kullanımdan önce düzeltilmiş mi?
  - Yüksek voltajlı alanın girişleri yetkili personel harici zorlaştırıldı mı?
- Yukarıdaki soruların bulunduğu bir form hazırlanarak uygulaması yapılmalıdır.

## **13. Dökümhanelerdeki yerleşke ve genel çalışmalar**

- Dökümhanelerdeki çoğu iş fırınlara yakın durmayı gerektirmemektedir. Bu sebeple fırınlarda işi olmayan personelin yaklaşmasına izin verilmemelidir.
- İşlemi biten maça kalıpları, kum yığınları gibi nesnelerin çalışma alanından uzaklaştırılması gerekmektedir.
- Karantine prosedürleri uygulanmalıdır. Aşağıdaki bahsedilen nesnelere:
  - I. Mobil telefonlar, portatif radyolar ve diğer batarya ile çalışan aletler
  - II. Sıvı yakıt içeren çakmak gibi nesnelere
  - III. Yemek ve yemek saklama kapları, özellikle hemen açılabilen metal kutular, yemek yemek ve su içmek için kullanılan odalar olabildiğince operasyon alanından uzak olmalıdır.
- Göz banyosu ve güvenlik banyosu kolayca girilebilir olmalıdır.
- Yeterli miktarda yangın söndürücü ve kuru kum bulunmalıdır. Buhardan etkisini ortadan kaldırmak için yangınla mücadele sırasında su ile müdahaleden kaçınılmalıdır.
- Koridorlar açık ve temiz olmalıdır.

- Kablo ve boruların bulunduğu yerler, erimiş metal sıçramasına karşı korumalı olmalıdır.
- Çalışma alanı iyi aydınlatılmış olmalıdır.
- Zeminin yüzeyinin uygunluğu kontrol edilmelidir. Beton yüzeyler metal sıçramasına karşı dayanıksızdır. Reflektör tuğladan yapılmış yüzeyler daha güvenli bir çalışma ortamı oluşturur.
- Çalışanların fırınlara düşmesini engelleyecek korkuluklar bulunmalıdır.
- Herhangi bir acil durumda fırınların beslemesini yaptığı kaynağı kesecek sistemler bulunmalıdır.
- Çalışanların yüz ve göz koruyucu alüminyum kaplı özel kıyafetler giydirilmelidir. Toz ve ağır metal maruziyetine karşı ayrıca maskeler tedarik edilmelidir.
- Döküm potaları sürekli kontrol edilmeli ve tamirata yapılmalıdır.
- Elle döküm potalarının taşınması esnasında işi olmayan personelin alandan uzaklaştırılması gerekir.
- Elle taşınan potalar iki kişinin yardımıyla tutulmalıdır. Bu durum hem ergonomik olarak daha sağlıklı bir çalışma ortamını sağlar hem de potalardan ergimiş metalin dökülmesini azaltır.
- Taşıma alanında geçiş yollarının üzerinde bulunmamalıdır.
- Herhangi bir metal akıntısına karşı fırınlara yakın bölgelerde kuru kum bulunmalıdır.
- Çalışanlara verilmesi gereken KKD'ler Ek-4 te verilmiştir.

Yukarıda bahsedilen risk faktörlerinin yanı sıra işin monotonluğu, normal mesai saatlerini aşan çalışma süreleri, işi tam zamanında bitirme baskısı ve iş akışında çıkan sorunlar gibi işin doğasından meydana gelen riskler de çalışanlar üzerinde sorunlara yol açabilmektedir [28]. Bu riskler psikolojik risk etmenleri olarak sınıflandırılır ve çalışanın bu riskleri kanıksaması büyük sorunlara yol açabilir. Bu riskleri bertaraf etmek diğer faktörlere göre daha kolay ve daha az maliyetlidir. Uygun bir rotasyon ile bu riskler ortadan kalkabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] ISO 31010 Risk management — Risk assessment techniques
- [2] Avrupa Komisyonu. Entegre Kirliliğin Önlenmesi ve Kontrolü Demirhane ve Dökümhane Endüstrisinde Mevcut En İyi Tekniklere Dair Referans Belge, 2007.
- [3] SGK. İşyeri ve Zorunlu Sigortalı Sayılarının Faaliyet Gruplarına Göre Kaza Dağılımları, 2012.
- [4] Kenneth Rosenman, D. Silicosis among Foundry Workers Implication for the Need to Revise the OSHA Standard. American Journal of Epidemiology, 1996.
- [5] ŞENER, G. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Risk Analizi Uygulaması “DÖKÜMHANELER ÖRNEĞİ”. T.C. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2005.
- [6] TAŞYÜREK, M. Demir Döküm Sanayiinde İş Hijyeni Sorunları. Hacettepe Üniversitesi Halk Sağlığı Birimi, 1985.
- [7] Koçhisar, B. Bir Döküm Fabrikasında Fiziksel ve Kimyasal Ortam Faktörlerinin İş Sağlığı ve Güvenliğine göre İncelenmesi- Kaynak, Ortam ve Alıcıdaki Önlemler. Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 2010.
- [8] NIOSH. Recommendation for Control of Occupational Safety and Health Hazards: Foundry, 1985.
- [9] HSE. Hazards associated with foundry processes . HSE books, 2005.
- [10] Fişek İş Sağlığı Enstitüsü. Metal İşleme Sektörlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği. İstanbul, 2007.
- [11] Fung, I. W. Developing a Risk Assessment Model for construction safety. Department of Building and Construction, City University of Hong Kong, 2009
- [12] Dağdeviren, M. Developing a fuzzy analytic hierarchy process (AHP) model for behavior-based safety management. Information Science, 2008
- [13] <http://www.patient.co.uk/health/hand-arm-vibration-syndrome-leaflet>. Erişim tarihi: 18.07.2014
- [14] Aran, İ Prof. Dr. Döküm teknolojisi ve İmal Usulleri Ders Notlar. İstanbul: İTÜ Üniversitesi, 2007.
- [15] Türkiye Döküm Sanayicileri Derneği. Türk Döküm Sanayi 2013 Yılına Girerken Mevcut Durum, 2013.
- [16] SGK Kaza Bilgi Sistemi. <http://10.0.200.33/isg-bs/>. Erişim tarihi: 06.07.2014

- [17] HSC, Foundries Industry Advisory Committee. The selection, use and maintenance of molten metal protective clothing. HSE books, 1996.
- [18] [https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iii/otm\\_iii\\_4.html](https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html). Erişim tarihi: 18.07.2014
- [19] <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg463.pdf>. Erişim tarihi: 18.07.2014
- [20] Olivin Kalıp Kumunun İş Sağlığı Güvenliği Yönerinden Karşılaştırması  
<http://www.madenciyim.com/forums/showthread.php/3899-Olivin-Kullan%C4%B1m-Alanlar%C4%B1>. Erişim tarihi: 18.07.2014
- [21] Silva, H. A.. Using AHP to Evaluate the Performance of the Quality, Environment, Occupational Health and Safety Management Systems, 2009.
- [22] Roy, B. Multicriteria Methodology for Decision Analysis. Academic Publishers, 1996
- [23] Saaty, T. L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, 1980
- [24] G. C. David. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. Occupational Medicine, 2005.
- [25] Karhu O, Kansı P, Kuorinka I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. ApplErgon, 1977;8:199 –201.
- [26] Dağdeviren, Metin. A fuzzy analytic network process (ANP) model to identify faulty behavior risk (FBR) in work system. Safety Science, 2008
- [27] OSHA. Protecting Employees from the Effects of Dust Explosions and Fires in the Die, 2007.
- [28] Friedmann Georges. Industrial Society. U.S.A., 1955: s.115.

## RESİMLEMELER LİSTESİ

### ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİL 1. TEMEL METAL DÖKÜM AŞAMALARI.....	6
ŞEKİL 2. KALIPLAMA BÖLÜMÜ.....	14
ŞEKİL 3. SARSAK MAKİNESİ .....	15
ŞEKİL 4. KAYNAK VE TAŞLAMA İŞLEMLERİ.....	16
ŞEKİL 5. BOZUK POSTÜR .....	18
ŞEKİL 6. YAPILAN ÇALIŞMALARIN ADIMLARI.....	23
ŞEKİL 7. MAÇAHANE&MODELHANE BÖLÜMÜ.....	24
ŞEKİL 8. KUM KALIPLAMA BÖLÜMÜ .....	25
ŞEKİL 9. FIRINLAR BÖLÜMÜ.....	26
ŞEKİL 10. TALAŞ ALMA BÖLÜMÜ.....	27
ŞEKİL 11. HİYERARŞİ AĞACI.....	30
ŞEKİL 12. OWAS DİJİTAL KODLAMA .....	36

## TABLolar LİSTESİ

TABLO 1:FARKLI TİPTE DÖKÜM İŞLEMLERİNİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI .....	7
TABLO 2: DÖKÜM SEKTÖRÜNDE FAAL KURULUŞ SAYILARI - (2013 MART) .....	9
TABLO 3: DÖKÜM SEKTÖRÜNDE İSTİHDAM .....	9
TABLO 4. DEMİR DÖKÜM YAPAN İŞLETMELERİN BİLDİRDİĞİ KAZA İSTATİSTİKLERİ .....	12
TABLO 5. DÖKÜM SÜRECİNDE ORTAYA ÇIKAN KİMYASALLAR.....	20
TABLO 6. ÖNEM SKALASI .....	31
TABLO 7. ANA KRİTERLERİN İKİLİ KARŞILAŞTIRMA FORMU .....	32
TABLO 8. ANA KRİTERLERİN İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI.....	33
TABLO 9. TUTARLILIK ORANLARI .....	46
TABLO 10. ATÖLYELERDE YAPILAN AROMATİK HİDRO KARBON ÖLÇÜMLERİ	48
TABLO 11. ATÖLYELERİN AĞIR METAL ÖLÇÜM SONUÇLARI .....	48
TABLO 12. ATÖLYELERİN GRAVİMETRİK TOZ ÖLÇÜM SONUÇLARI.....	49
TABLO 13. ATÖLYELERİN ANLIK GAZ ÖLÇÜMLERİ.....	49
TABLO 14. ATÖLYELERİN TERMAL KONFOR ŞARTLARININ ÖLÇÜMLERİ.....	50
TABLO 15. ATÖLYELERİN TİTREŞİM ÖLÇÜMLERİ .....	50
TABLO 16. ATÖLYELERİN GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM DEĞERLERİ .....	51
TABLO 17. ATÖLYELERİN AYDINLATMA ÖLÇÜM DEĞERLERİ .....	51
TABLO 18. OWAS ERGONOMİK DURUŞ SKALASI .....	52
TABLO 19. ANA KRİTERLER KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ .....	74
TABLO 20. ÇALIŞMA KOŞULLARINDAN DOĞAN FAKTÖRLERİN İKİLİ KARŞILAŞTIRMA FORMU .....	75
TABLO 21. MAKİNE VE EKİPMANLARDAN DOĞAN FAKTÖRLER.....	75
TABLO 22. FİZİKSEL FAKTÖRLER İKİLİ KARŞILAŞTIRMA FORMU .....	77
TABLO 23. KİMYASAL FAKTÖRLER İKİLİ KARŞILAŞTIRMA FORMU .....	78

## GRAFİKLER LİSTESİ

GRAFİK 1. ÇALIŞMA ORTAMININ GENEL YAPISINDAN KAYNAKLANAN FAKTÖRLER SORGUSUNUN BULGULARI.....	39
GRAFİK 2. MAKİNE VE EKİPMANLARIN KULLANIMI SIRASINDA ORTAYA ÇIKAN FAKTÖRLER SORGUSUNUN BULGULARI.....	40
GRAFİK 3. FİZİKSEL FAKTÖRLER SORGUSUNUN BULGULARI.....	41
GRAFİK 4. ÇALIŞMA KOŞULLARINI ETKİLEYEN KİMYASAL FAKTÖRLER SORGUSUNUN BULGULARI .....	41
GRAFİK 5. ANA KRİTERLERİN YÜZDESEL AĞIRLIKLARI.....	42
GRAFİK 6. ÇALIŞMA ORTAMININ GENEL YAPISINDAN KAYNAKLANAN FAKTÖRLERİN YÜZDESEL AĞIRLIKLARI.....	43
GRAFİK 7. MAKİNE VE EKİPMANLARIN KULLANIMI SIRASINDA ORTAYA ÇIKAN FAKTÖRLERİN YÜZDESEL AĞIRLIKLARI.....	44
GRAFİK 8. FİZİKSEL FAKTÖRLERİN YÜZDESEL AĞIRLIKLARI.....	45
GRAFİK 9. KİMYASAL FAKTÖRLERİN AĞIRLIKLANDIRMASI.....	45
GRAFİK 10. KRİTERLERİN GENEL AĞIRLIKLARI .....	47
GRAFİK 11. ATÖLYELERİN ÇALIŞMA KOŞULLARI SKORLARI.....	55
GRAFİK 12. AHP VE RİSK DEĞERLENDİRME AĞIRLIKLARI .....	56
GRAFİK 13. 3X3 MATRİS RİSK DEĞERLENDİRMESİ SONUÇLARI.....	57



## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler:**

**Adı-Soyadı:** Yunus KISA

**Doğum Yeri ve Tarihi:** MALATYA - 05.05.1987

**Askerlik Durumu:** TECİLLİ

**Medeni Durumu:** BEKÂR

### **İletişim Bilgileri:**

**Adres:** 985. Sk. Vatan Cd. No: 1/2 Aşağı Yahyalar YENİMAHALLE /ANKARA

**İş tel:** 0 312 257 16 90/ 1308

**Cep No:** 0 506 405 7087

**E-mail:** ykisa@csgb.gov.tr

### **Eğitim Bilgileri:**

**Lise:** Ünye Anadolu Öğretmen Lisesi

**Lisans:** TOBB ETÜ, Endüstri Mühendisliği, 2005-2010

**Yüksek Lisans:** Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Müh. Yüksek Lisans, 2012-

### **Yabancı Dil Bilgisi**

İngilizce (İyi seviyede yazma-okuma-konuşma)

## **EKLER**

**Ek-1) Değerlendiricilerin doldurduğu ikili karşılaştırma matrisi**

**Ek-2) Değerlendiricilerin doldurduğu forma göre AHP standart matrisi**

**Ek-3) Firmanın yaptığı risk değerlendirme formu**

**Ek-4) Dökümhanelerde Kullanılması Önerilen Birincil ve İkincil Koruyucu Elbiseler Kategorisi**

## Ek-1. Değerlendiricilerin doldurduğu ikili karşılaştırma matrisi

**Tablo 19. Ana kriterler karşılaştırma matrisi**

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA FORMU										
	Mutlak Önemli	Çok Önemli	Önemli	Az Önemli	Eşit	Az Önemli	Önemli	Çok Önemli	Mutlak Önemli	
Çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörler										Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında meydana gelen faktörler
Çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörler										Fiziksel faktörler
Çalışma ortamının genel yapısından kaynaklanan faktörler										Kimyasal faktörler
Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında meydana gelen faktörler										Fiziksel faktörler
Makine ve ekipmanların kullanımı sırasında meydana gelen faktörler										Kimyasal faktörler
Fiziksel faktörler										Kimyasal faktörler

**Tablo 20. Çalışma koşullarından doğan faktörlerin ikili karşılaştırma formu**

	Mutlak Önemli	Çok Önemli	Önemli	Az Önemli	Eşit	Az Önemli	Önemli	Çok Önemli	Mutlak Önemli	
Geçiş yolları, merdivenler ve zeminlerin durumu										Gereksiz malzemenin üretim alanında bulunması
Geçiş yolları, merdivenler ve zeminlerin durumu										Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri
Geçiş yolları, merdivenler ve zeminlerin durumu										Çalışma alanının yeterlilik durumu
Gereksiz malzemenin üretim alanında bulunması										Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri
Gereksiz malzemenin üretim alanında bulunması										Çalışma alanının yeterlilik durumu
Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri										Çalışma alanının yeterlilik durumu

**Tablo 21. Makine ve ekipmanlardan doğan faktörler**

	Mutlak Önemli	Çok Önemli	Önemli	Az Önemli	Eşit	Az Önemli	Önemli	Çok Önemli	Mutlak Önemli	
Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması										Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara, dönen parçalara sahip olması
Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması										Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşıması
Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması										Kullanılan elektrik ocakları, makine ve ekipmanların kablo sistemlerindeki bozukluklar

**Tablo 22 (devam). Makine ve ekipmanlardan doğan faktörler**

Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması									Sıcak yüzeylere sahip aletler
Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara, dönen parçalara sahip olması									Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşınması
Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara, dönen parçalara sahip olması									Kullanılan elektrik ocakları, makine ve ekipmanların kablo sistemlerindeki bozukluklar
Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara, dönen parçalara sahip olması									Sıcak yüzeylere sahip aletler
Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşınması									Kullanılan elektrik ocakları, makine ve ekipmanların kablo sistemlerindeki bozukluklar
Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşınması									Sıcak yüzeylere sahip aletler
Kullanılan elektrik ocakları, makine ve ekipmanların kablo sistemlerindeki bozukluklar									Sıcak yüzeylere sahip aletler

**Tablo 23. Fiziksel faktörler ikili karşılaştırma formu**

	Mutlak Önemli	Çok Önemli	Önemli	Az Önemli	Eşit	Az Önemli	Önemli	Çok Önemli	Mutlak Önemli	
Çalışma ortamında gürültülü olması										Termal konfor şartlarının kötü olması
Çalışma ortamında gürültülü olması										Çalışanların titreşime maruziyeti
Çalışma ortamında gürültülü olması										Aydınlatma koşullarının yetersizliği
Çalışma ortamında gürültülü olması										Bozuk postür
Termal konfor şartlarının kötü olması										Çalışanların titreşime maruziyeti
Termal konfor şartlarının kötü olması										Aydınlatma koşullarının yetersizliği
Termal konfor şartlarının kötü olması										Bozuk postür
Çalışanların titreşime maruziyeti										Aydınlatma koşullarının yetersizliği
Çalışanların titreşime maruziyeti										Bozuk postür
Aydınlatma koşullarının yetersizliği										Bozuk postür

**Tablo 24. Kimyasal faktörler ikili karşılaştırma formu**

	Mutlak Önemli	Çok Önemli	Önemli	Az Önemli	Eşit	Az Önemli	Önemli	Çok Önemli	Mutlak Önemli	
Kaynak Gazlarına maruziyet										Uçucu organik bileşiklerin etkileri
Kaynak Gazlarına maruziyet										Toz maruziyeti
Kaynak Gazlarına maruziyet										Ağır metal maruziyeti
Uçucu organik bileşiklerin etkileri										Toz maruziyeti
Uçucu organik bileşiklerin etkileri										Ağır metal maruziyeti
Toz maruziyeti										Ağır metal maruziyeti

**Ek-2) Değerlendiricilerin doldurduğu ikili karşılaştırma formuna göre AHP standart matrisi**

<b>Çalışma Ortamını Genel Yapısından Kaynaklanan Standart Matrisi</b>	Geçiş yolları, merdivenler ve zeminlerin durumu	Gereksiz malzemenin üretim alanında bulunması	Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri	Çalışma alanının yeterlilik durumu
Geçiş yolları, merdivenler ve zeminlerin durumu	1,000	0,500	2,000	4,000
Gereksiz malzemenin üretim alanında bulunması	2,000	1,000	3,000	5,000
Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri	0,500	0,333	1,000	2,000
Çalışma alanının yeterlilik durumu	0,250	0,200	0,500	1,000

<b>Makine ve Ekipmanların Kullanımı Standart Matrisi</b>	Kesme ve Taşlama Sırasında Göze Çapak Kaçması	Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara, dönen parçalara sahip olması	Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşınması	Kullanılan elektrik ocakları, makine ve ekipmanların kablo sistemlerindeki bozukluklar	Sıcak yüzeylere sahip aletler
Kesme ve Taşlama Sırasında Göze Çapak Kaçması	1,000	6,000	4,000	4,000	2,000
Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara, dönen parçalara sahip olması	0,167	1,000	0,333	0,500	0,167
Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşınması	0,250	3,000	1,000	2,000	0,333
Kullanılan elektrik ocakları, makine ve ekipmanların kablo sistemlerindeki bozukluklar	0,250	2,000	0,500	1,000	0,200
Sıcak yüzeylere sahip aletler	0,500	6,000	3,000	5,000	1,000



<b>Fiziksel Faktörler Standart Matrisi</b>	Çalışma ortamında gürültülü olması	Termal konfor şartlarının kötü olması	Çalışanların titreşime maruziyeti	Aydınlatma koşullarının yetersizliği	Bozuk postür
Çalışma ortamında gürültülü olması	1,000	0,500	2,000	5,000	3,000
Termal konfor şartlarının kötü olması	2,000	1,000	2,000	4,000	3,000
Çalışanların titreşime maruziyeti	0,500	0,500	1,000	3,000	2,000
Aydınlatma koşullarının yetersizliği	0,200	0,250	0,333	1,000	0,500
Bozuk postür	0,333	0,333	0,500	2,000	1,000

<b>Kimyasal Faktörler Standart Matrisi</b>	Kaynak Gazlarına maruziyet	Uçucu organik bileşiklerin etkileri	Toz maruziyeti	Ağır metal maruziyeti
Kaynak Gazlarına maruziyet	1,000	2,000	0,333	0,500
Uçucu organik bileşiklerin etkileri	0,500	1,000	0,200	0,333
Toz maruziyeti	3,000	5,000	1,000	2,000
Ağır metal maruziyeti	2,000	3,000	0,500	1,000

**Ek-3. Firmanın yaptığı risk değerlendirme formu**

		PLANLAR				
		İSG TEHLİKELERİ VE RİSK DEĞERLENDİRME PLANI				
Doküman Kodu:		Yayın Tarihi:	Revizyon Tarihi:		Revizyon: 00	Sayfa:
S. No	Belirlenen Tehlike	Oluşabilecek Durum	Frekans	Olasılık	Önem Şiddeti	Risk seviyesi
1	Geçiş yollarının düzensizliği	Düşme, Yaralanma	2	3	7	42
2	Gereksiz malzemeye takılma	Düşme, Yaralanma	2	6	7	84
3	Dökümhanelerdeki zeminlerin bozuk bir satıha sebep olması	Potaların taşınması esnasında ciddi yanmalar	1	2	40	80
4	Ortamın genel hijyen özellikleri ve hava hacmi yetersiz	Bayılmalar, Psikolojik etki	6	10	1	60
5	Kesme ve Taşlama Sırasında Göze Çapak Kaçması	Göze çapak kaçması	3	2	15	90
6	Makine ve Ekipman Kullanımında Uzun Sıkışması	Kol kesilmesi, ağır yaralanma	1	1	40	40
7	Hareketli Vinçlerin Sinyalizasyonların Çalışmaması ve Sviçlerin mandallarının çıkarılması	Yüksekten malzeme düşmesi, el, kol ve kafada travma	1	0,5	40	20

**Ek-3 (devam) Firmanın yaptığı risk değerlendirme formu**

8	Kullanılan Elektrik Ocakları, Makine ve Ekipmanların Kablo Sistemlerindeki Bozukluklar	Elektrik çarpması	0,5	3	40	60
9	Metal ergitme ve Döküm Sırasında Metal Sıçraması	Ciddi yanıklar	3	0,5	40	60
10	Çalışma ortamında gürültülü olması	İşitme sorunları	6	6	7	252
11	Termal konfor şartlarının kötü olması	Bayılmalar,	2	10	15	300
12	Çalışanların titreşime maruziyeti	El kol travması	6	6	3	108
13	Aydınlatma koşullarının yetersizliği	Düşme, çarpma, yaralanma	3	3	15	135
14	Bozuk postür	Ağrı	6	1	7	42
15	Kaynak Gazlarına maruziyet	Zehirlenme	6	0,2	40	48
16	Uçucu organik bileşiklerin etkileri	Zehirlenme	6	0,2	40	48
17	Toz maruziyeti	Akciğer yetmezliği	6	1	40	240
18	Ağır metal maruziyeti	Zehirlenme	6	0,2	40	48

**Ek-3 (devam) Firmanın yaptığı risk değerlendirme formu**

No:	MAÇAHANE				E=Evet	H=Hayır	U=Uygulanmaz	K=Kontrol Düzeyi	Ş=Şiddet	RP=Risk Puanı
	Yaralanma & Hastalıkların Potansiyel Şiddeti									
	Kontrol Düzeyi	1 Hafif	2 Ciddi	3 Vahim						
	1 Kontrol Yeterli	0	1	2						
	2 Kontrol Yetersiz	2	3	4						
3 İyileşme Gerekli	3	4	5							
1.1.	Çalışma ortamındaki geçiş yolları, merdivenler, zeminler					x		2	1	2
1.2.	Gereksiz malzemenin çalışma alanında bulunması				x			1	1	0
1.3.	Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri					x		2	2	3
1.4.	Malzeme istifleme durumu					x		2	2	3
2.1.	Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşınması, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri				x			1	3	2
2.2.	Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara dönen parçalara sahip olması Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri				x			1	3	2
2.3.	Kullanılan ekipmanların /ortamın elektrik tesisatı, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri				x			1	2	1
2.4.	Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri						x			
2.5.	Sıcak yüzeylere sahip aletler, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri						x			
3.1.	Gürültülü ortam					x		2	1	2
3.2.	Titreşim					x		2	1	2
3.3.	Termal konfor şartları					x		2	1	2
3.4.	Aydınlatma durumu					x		3	1	3
3.5.	Ergonomi					x		2	1	3
4.1.	Çalışma ortamının tozlu olması					x		2	1	2
4.2.	Çalışanlar Kaynak, Fırın gazlarına (NOX, CO ..vb) maruz kalması						x			
4.3.	Çalışanların organik uçuculara olan maruziyeti					x		3	2	3
4.4.	Ağır metal						x			

**Ek-3 (devam) Firmanın yaptığı risk değerlendirme formu**

No:	KALIPLAMA			E=Evet	H=Hayır	U=Uygulanmaz	K=Kontrol Düzeyi	Ş=Şiddet	RP=Risk Puanı	
		Yaralanma & Hastalıkların Potansiyel Şiddeti								
	Kontrol Düzeyi	1 Hafif	2 Ciddi							3 Vahim
	1 Kontrol Yeterli	0	1							2
	2 Kontrol Yetersiz	2	3							4
3 İyileşme Gerekli	3	4	5							
1.1.	Çalışma ortamındaki geçiş yolları, merdivenler, zeminler				x		3	2	4	
1.2.	Gereksiz malzemenin çalışma alanında bulunması			x			1	2	1	
1.3.	Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri				x		2	2	3	
1.4.	Malzeme istifleme durumu				x		3	2	4	
2.1.	Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşıması, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri			x			1	2	1	
2.2.	Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara dönen parçalara sahip olması Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri					x				
2.3.	Kullanılan ekipmanların /ortamın elektrik tesisatı, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri					x				
2.4.	Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri					x				
2.5.	Sıcak yüzeylere sahip aletler, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri				x		3	3	5	
3.1.	Gürültülü ortam					x				
3.2.	Titreşim					x				
3.3.	Termal konfor şartları				x		2	1	2	
3.4.	Aydınlatma durumu				x		3	2	4	
3.5.	Ergonomi				x		3	1	3	
4.1.	Çalışma ortamının tozlu olması				x		3	3	5	
4.2.	Çalışanlar Kaynak, Fırın gazlarına (NOX, CO ..vb) maruz kalması				x		2	2	3	
4.3.	Çalışanların organik uçuculara olan maruziyeti				x		2	2	3	
4.4.	Ağır metal				x		2	2	3	

**Ek-3 (devam) Firmanın yaptığı risk değerlendirme formu**

No:	FIRINLAR			E=Evet	H=Hayır	U=Uygulanmaz	K=Kontrol Düzeyi	Ş=Şiddet	RP=Risk Puanı	
		Yaralanma & Hastalıkların Potansiyel Şiddeti								
	Kontrol Düzeyi	1 Hafif	2 Ciddi							3 Vahim
	1 Kontrol Yeterli	0	1							2
	2 Kontrol Yetersiz	2	3							4
3 İyileşme Gerekli	3	4	5							
1.1.	Çalışma ortamındaki geçiş yolları, merdivenler, zeminler				x		2	3	4	
1.2.	Gereksiz malzemenin çalışma alanında bulunması			x			1	3	2	
1.3.	Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri				x		2	3	4	
1.4.	Malzeme istifleme durumu					x				
2.1.	Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşınması, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri			x			1	3	2	
2.2.	Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara dönen parçalara sahip olması Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri					x				
2.3.	Kullanılan ekipmanların /ortamın elektrik tesisatı, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri			x			1	3	2	
2.4.	Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri					x				
2.5.	Sıcak yüzeylere sahip aletler, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri				x					
3.1.	Gürültülü ortam					x				
3.2.	Titreşim					x				
3.3.	Termal konfor şartları				x		3	2	4	
3.4.	Aydınlatma durumu				x		2	2	3	
3.5.	Ergonomi				x		2	1	2	
4.1.	Çalışma ortamının tozlu olması					x				
4.2.	Çalışanlar Kaynak, Fırın gazlarına (NOX, CO ..vb) maruz kalması				x		3	2	4	
4.3.	Çalışanların organik uçuculara olan maruziyeti					x				
4.4.	Ağır metal				x		3	2	4	

**Ek-3 (devam) Firmanın yaptığı risk değerlendirme formu**

No:	TALAŞ ALMA			E=Evet	H=Hayır	U=Uygulanmaz	K=Kontrol Düzeyi	Ş=Şiddet	RP=Risk Puanı	
		Yaralanma & Hastalıkların Potansiyel Şiddeti								
	Kontrol Düzeyi	1 Hafif	2 Ciddi							3 Vahim
	1 Kontrol Yeterli	0	1							2
	2 Kontrol Yetersiz	2	3							4
3 İyileşme Gerekli	3	4	5							
1.1.	Çalışma ortamındaki geçiş yolları, merdivenler, zeminler				x		3	2	4	
1.2.	Gereksiz malzemenin çalışma alanında bulunması				x		3	2	4	
1.3.	Çalışma alanındaki güvenlik önlemleri				x		3	2	4	
1.4.	Malzeme istifleme durumu				x		3	2	4	
2.1.	Araçların sinyalizasyon ve emniyet sviçlerinin bulunması, hareket eden parçaların malzeme taşıması, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri			x						
2.2.	Kullanılan aletler veya makinelerin keskin hatlara dönen parçalara sahip olması Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri				x		3	2	4	
2.3.	Kullanılan ekipmanların /ortamın elektrik tesisatı, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri				x		3	2	4	
2.4.	Makinelerin kullanımı sırasında ortama parça fırlatması, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri				x		3	2	4	
2.5.	Sıcak yüzeylere sahip aletler, Kullanılan ekipmanların bakım prosedürleri					x				
3.1.	Gürültülü ortam				x		3	2	4	
3.2.	Titreşim				x		3	2	4	
3.3.	Termal konfor şartları									
3.4.	Aydınlatma durumu				x		2	2	3	
3.5.	Ergonomi				x		2	2	3	
4.1.	Çalışma ortamının tozlu olması					x				
4.2.	Çalışanlar Kaynak, Fırın gazlarına (NOX, CO ..vb) maruz kalması				x		2	2	3	
4.3.	Çalışanların organik uçuculara olan maruziyeti					x				
4.4.	Ağır metal				x		2	2	3	

**Ek-4) Dökümhanelerde Kullanılması Önerilen Birincil ve İkincil Koruyucu Elbiseler Kategorisi**

	<b>Birincil KKD</b>	<b>İkincil KKD</b>
	Erimiş metal çalışmaları için ve buna ek olarak ikincil KKD'ler	Genel döküm işleri için
<b>Kafa</b>	Kafadan yukarıda bir işlem gerçekleşiyorsa nesnelere kafaya düşme potansiyelleri yüzünden baret kullanılmalıdır. Endüstriyel güvenlik baretlerin bu açıdan düşünülmelidir. Tozlu bir ortamda çalışılıyorsa kafayı partiküllerden saklayacak örtüler önerilir.	
<b>Kulaklar</b>	Kulaklık seçilirken mesleki gürültü seviyesi, giyen personelin karakteristik özellikleri, rahatlık, iletişim ve tamamlayıcılık gibi özellikler dikkat edilmelidir.	
<b>Göz ve Yüz</b>	Boyunu da koruyun yüz kalkanı	Yan korumaları minimum düzeyde olan endüstriyel güvenlik gözlükleri.
<b>Solunum</b>	Seçilecek solunum koruyucu kullanacak personelin psikolojik durumunu göz önünde almalıdır. Tedarikçi tarafından kullanım ile ilgili kitapçık istenmelidir. Kullanacak personelin yüzünde sakal bulunmaması tavsiye edilir.	
<b>Gövde, Beden</b>	Deriden ya da diğer uygun malzemelerden yapılmış koruyucu elbiselerin dışına giyilecek ek giysiler, örneğin kol manşetleri cepler erimiş metale karşı dayanıklı olması gibi.	Uzun kollu yangına karşı dayanıklı elbiseler örneğin yün, ağır pamuktan yapılmış ürünler gibieilmiş metal sıçramasına karşı boyun ve bilekler sıkıca bağlanmalıdır.
<b>Eller</b>	Kevler malzemedan yapılmış ya da ağır deri içeren ön kolu kapsayan eldivenler.	Seçilecek eldivenler yangından, aşınmadan, kimyasal ve kesikten koruyacak cinsten olmalıdır.
<b>Bacaklar</b>	İş pantolonları ön bacak kısmını koruyucu cinsten yapılmalıdır. Giyilen elbise ayağın üst kısmını koruyacak şekilde olmalıdır.	Isı koruyucu pantolon
<b>Ayaklar</b>	Çalışanlar sürekli güvenlik ayakkabısını işyerinde giymelidir.	