

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ÇİMENTO FABRİKASINDA KULLANILAN SİLİSYUM MADDESİNİN İŞ
SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖRNEK
RİSK DEĞERLENDİRMESİ UYGULAMASI: GÜMÜŞHANE İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS

Muhammet ERDOĞAN

ŞUBAT-2025
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ÇİMENTO FABRİKASINDA KULLANILAN SİLİSYUM MADDESİNİN İŞ
SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖRNEK
RİSK DEĞERLENDİRMESİ UYGULAMASI: GÜMÜŞHANE İLİ ÖRNEĞİ**

**ASSESSMENT OF THE SILIGIUM MATERIAL USED IN THE CEMENT
FACTORY IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AND A
SAMPLE RISK ASSESSMENT APPLICATION: GUMUSHANE PROVINCE
EXAMPLE**

YÜKSEK LİSANS

Muhammet ERDOĞAN

**ŞUBAT-2025
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ÇİMENTO FABRİKASINDA KULLANILAN SİLİSYUM MADDESİNİN İŞ
SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖRNEK
RİSK DEĞERLENDİRMESİ UYGULAMASI: GÜMÜŞHANE İLİ ÖRNEĞİ**

**ASSESSMENT OF THE SILIGIUM MATERIAL USED IN THE CEMENT
FACTORY IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AND A
SAMPLE RISK ASSESSMENT APPLICATION: GUMUSHANE PROVINCE
EXAMPLE**

YÜKSEK LİSANS

Muhammet ERDOĞAN

Danışman: Prof. Dr. Ebru Emine ŞÜKÜROĞLU

**ŞUBAT-2025
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Çimento Fabrikasında Kullanılan Silisyum Maddesinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi Ve Örnek Risk Değerlendirmesi Uygulaması; Gümüşhane İli Örneği**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

12/02/2025

.....
Muhammet ERDOĞAN

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmanın hazırlanmasında bana yol gösteren, sabırla rehberlik eden ve değerli katkılarını esirgemeyen bilgi, birikim ve tecrübelerinden yararlandığım, sayın danışmanım Prof. Dr. Ebru Emine ŞÜKÜROĞLU' na, bilgi ve birikimlerini benimle paylaşmaktan çekinmeyen, sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Şüküroğlu' na, desteği ve yönlendirmeleri için teşekkür ederim.

Eğitim ve araştırma sürecim boyunca görüşlerini ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Onur DOĞAN' a, tezimin yürütülmesi sürecinde sağladıkları katkılardan dolayı sayın İş Güvenliği Uzmanı Onur Ahmet ERDAL' a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bu zorlu süreçte yanımda olan ve her anımda bana destek veren, sevgisiyle güç veren aileme ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Muhammet ERDOĞAN
GÜMÜŞHANE – 2025

ÖZET

Bu tez, çimento üretim süreçlerinde yaygın olarak kullanılan silisyum maddesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Silisyum, çimento üretiminde temel bileşenlerden biri olup, toz haline geldiğinde solunum yolu hastalıkları, silikozis gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu çalışmada, silisyumun işyerlerinde oluşturduğu tehlikeler ve bu tehlikelerin çalışanlar üzerindeki potansiyel etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Gümüşhane ilinde bulunan bir çimento fabrikasında yapılan bu araştırma, silisyum tozunun iş sağlığı üzerindeki etkilerini ortaya koymayı hedeflemiştir. Çalışma, fabrikadaki mevcut çalışma koşullarını gözlemleyerek, silisyum maruziyetine bağlı sağlık risklerini belirlemiş ve bu riskleri minimize edebilmek amacıyla öneriler geliştirilmiştir. Bununla birlikte, iş güvenliği yönetmeliklerinin uygulanabilirliği, işçilerin korunmasına yönelik alınması gereken önlemler ve fabrikadaki güvenlik önlemlerinin etkinliği üzerinde de durulmuştur.

Tezde, risk değerlendirme sürecine de geniş yer verilmiştir. Gümüşhane ilindeki çimento fabrikasında yapılan örnek bir risk değerlendirmesi uygulaması ile silisyum maddesinin neden olduğu sağlık riskleri detaylandırılmıştır. Risk değerlendirmesinde, işyeri koşulları, işçilerin maruz kaldığı silisyum tozu seviyeleri ve bu tozun potansiyel sağlık etkileri dikkate alınarak, iş güvenliği önlemleri ve işçi sağlığına yönelik iyileştirme önerileri sunulmuştur. Risklerin belirlenmesinin ardından, bu riskleri ortadan kaldırmaya yönelik somut öneriler geliştirilmiş ve fabrikada alınması gereken teknik ve idari tedbirler üzerinde durulmuştur.

Sonuç olarak, bu tez, çimento fabrikalarındaki iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını gözden geçirerek, silisyum maddesinin yol açabileceği sağlık risklerini azaltmaya yönelik stratejiler sunmaktadır. Çalışma, işyerlerinde güvenli çalışma ortamları sağlanması ve işçilerin korunması açısından önemli bulgular sunmakta ve Türkiye'deki çimento fabrikalarındaki iş sağlığı ve güvenliği kültürünü geliştirmeye yönelik katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çimento fabrikası, İş sağlığı ve güvenliği, Risk değerlendirmesi, Silisyum, Toz maruziyeti

SUMMARY

This thesis aims to evaluate silicon, which is widely used in cement production processes, in terms of occupational health and safety. Silicon is one of the basic components in cement production, and when it turns into dust, it can cause serious health problems such as respiratory diseases and silicosis. In this study, the hazards posed by silicon in workplaces and the potential effects of these hazards on employees were examined in detail.

This research, conducted in a cement factory in Gümüşhane province, aimed to reveal the effects of silicon dust on occupational health. By observing the current working conditions in the factory, the study identified health risks due to silicon exposure and recommendations were developed to minimize these risks. In addition, the applicability of occupational safety regulations, the measures to be taken to protect workers and the effectiveness of security measures in the factory were also emphasized.

The risk assessment process is also given extensive coverage in the thesis. The health risks caused by silicon material are detailed with a sample risk assessment carried out in the cement factory in Gümüşhane province. In the risk assessment, occupational safety measures and improvement suggestions for worker health are presented, taking into account workplace conditions, silicon dust levels to which workers are exposed, and the potential health effects of this dust. After the risks were identified, concrete suggestions were developed to eliminate these risks and the technical and administrative measures that should be taken in the factory were emphasized.

As a result, this thesis reviews occupational health and safety practices in cement factories and offers strategies to reduce the health risks that silicon may cause. The study provides important findings in terms of providing safe working environments and protecting workers in workplaces and aims to contribute to improving the occupational health and safety culture in cement factories in Turkey.

Keywords: Cement factory, Occupational health and safety, Risk assessment, Silicon, Dust exposure

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	2
2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı.....	2
2.2. İş Güvenliği Tanımı	3
2.3. İşçi Sağlığının Tanımı	4
2.4. İş Sağlığı ve Güvenliği Önemi:.....	4
2.5. Silisyum nedir	5
2.5.1. Silisyum Nereelerde Kullanılır?.....	6
2.5.2. Silisyum Nereelerde Bulunur?	7
2.5.3. Silisyum Maddesinin Tehlikeleri	7
2.6. Çimento'nun Tanımı	8
2.7. Çimento Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği İle İlgili Mevzuat.....	8
2.8. Çimento Tipleri	10
2.9. Çimento Üretim Süreci	11
2.9.1. Hammadde Hazırlama Süreci.....	12
2.9.2. Isıl İşlem Süreci.....	17
2.9.3. Çimento Hazırlama Süreci	18
2.10.Literatür Özeti	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Araştırmanın Kapsamı:	23
3.2. Araştırmanın Amacı	23
3.3. Araştırma Süreci.....	23
3.4. Risk Değerlendirmesi.....	24
3.5. Fine Kinney Metodu	26
3.4. Risk Etmenlerinin Tanımlanması.....	31
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	33

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	43
5.1. Sonuçlar:	43
5.2. Öneriler:	43
6. KAYNAKÇA.....	45



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Çimento Üretiminin Ana Süreçleri	14
Tablo 2. Fine-Kinney metodu olasılık skalası	29
Tablo 3. Fine-Kinney Metodu Frekans Skalası	29
Tablo 4. Fine-Kinney Metodu Şiddet Skalası	30
Tablo 5. Fine-Kinney Metodu Risk Düzeyi Değerleri	28
Tablo 6. Ana Üretim Sahaları ve Faaliyetleri	31
Tablo 7. Risk Etmenleri	34
Tablo 8. Sevkiyat Cem Iı A-L 42,5r Toz Ölçümü	35
Tablo 9. Sevkiyat Cem I 42,5r Toz Ölçümü	35
Tablo 10. Farin Ortalama Toz Ölçümü	36
Tablo 11. Fine Kinney Risk Değerlendirme Analizi.....	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Silisyum Maddesi	7
Şekil 2. Hammadde Hazırlama Süreci Akış Şeması	14
Şekil 3. Kalker Ocağı Kazı Çalışması	16
Şekil 4. Kalker Kırıcı Bunkeri	17
Şekil 5. Kalkerin Kırıcı Bunkerine Hammadde Dökmesi.....	17
Şekil 6. Farin Değirmenleri ve Silosu	17
Şekil 7. Döner Fırın.....	20
Şekil 8. Tersanenin genel görünümü.....	19
Şekil 9. Silobas Dolum ve Paketleme Ünitesi.....	22

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ÇASGEM	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi
ÇSGB	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
FMEA	: Hata Modu ve Etkileri Analizi (Failure Mode and Effects Analysis)
HAZOP	: Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (Hazard ve OPerability Analysis”)
ÇEİS	: Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası
CACO ₃	: Kalsiyum Karbonat (Kireç Taşı)
CAO	: Kalsiyum Oksit (Sönmemiş Kireç)
CO ₂	: Karbondioksit
SiO ₂	: Silisyum Di Oksit

1. GİRİŞ

Günümüz endüstriyel sistemlerinde, iş sağlığı ve güvenliği, hem çalışanların hem de çevrenin korunması açısından büyük bir öneme sahiptir. İnşaat sektörü, ekonomik kalkınma ve altyapı gelişimi açısından kritik bir alan olmasına rağmen, bu sektörle bağlantılı çalışanlar ve çevre, çeşitli potansiyel tehlikelere maruz kalabilmektedir. İnşaat malzemelerinin kullanımının sağlık ve güvenlik üzerindeki etkileri, sektördeki önemli faktörlerden biridir. Bu bağlamda, silisyum kullanımının, özellikle çimento fabrikalarında, iş sağlığı ve güvenliği açısından dikkate alınması gereken bir risk faktörü olduğu ortaya çıkmaktadır.

Silisyum, doğal olarak bulunan bir elementtir ve birçok endüstriyel uygulama için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çimento fabrikalarında silisyumun kullanımı, çimento üretim sürecinin bir parçasıdır. Ancak silisyumun iş sağlığı ve güvenliği üzerindeki olası sonuçları, bu temelde önemli riskler oluşturmaktadır. Çimento fabrikalarında silisyumun üretim sürecine dahil edilmesi iş sağlığı ve güvenliği açısından kritik önem taşımaktadır. İşçilerin sağlığını ve korunması, endüstriyel sistemlerin ve toplumsal sorumluluğun sürdürülebilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda çimento üretim sürecinde silisyumun arıtılması, çalışanlar üzerinde doğuracağı olumsuz etkilerin giderilmesi ve/veya önlenmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, çimento fabrikalarında üretim süresine dahil edilen silisyum maddesinin çalışanlar üzerinde doğuracağı risk ve tehlikeler iş sağlığı ve güvenliği yönünden belirlenmiş ve örnek bir risk analizi uygulaması ile değerlendirilmiştir. Çalışma, silisyumun potansiyel tehlikelerinin çalışanların sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkilerini ortaya koyarak olası risklerin belirlenmesi ve bu risklerin nasıl yönetilebileceğine dair öneriler sunmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı

İş sağlığı ve güvenliği, çalışanların sağlığı ve refahını tehdit edebilecek tehlikeleri belirleyip, bu tehlikelerin işyerinde nasıl önlenebileceğini inceleyen bir disiplindir. Aynı zamanda, iş yerinde meydana gelebilecek olumsuz etkilerin toplum ve çevre üzerindeki olası sonuçları da göz önünde bulundurularak, bu tehlikelerin tahmin edilmesi, tanımlanması, değerlendirilmesi ve kontrol edilmesi sürecini kapsar.

1950 yılında, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından oluşturulan İş Sağlığı Ortak Komitesi, iş sağlığı ve güvenliğini, tüm meslek alanlarında çalışanların fiziksel, zihinsel ve sosyal sağlıklarını en yüksek seviyeye çıkarmayı hedefleyen bir kavram olarak tanımlamıştır (Koçak, 2014).

İş sağlığı ve güvenliği, bir çalışanın sağlığını ve güvenliğini sadece işyeri ortamındaki ve işletmeye özgü potansiyel tehlikelere karşı koruma amacını benimsemiştir. Ancak ilerleyen süreçte, işçinin yaşam çevresinde de korunmasının gerekliliği vurgulanmaya başlandıktan sonra bu tanımlamaların yetersiz olduğu ve içeriği daha geniş bir tanım ihtiyacı doğmuştur.

İş sağlığı ve güvenliği, sadece işyerindeki tehlikelere karşı alınan sağlık ve güvenlik önlemleriyle sınırlı kalmayıp, işçinin sağlığını ve güvenliğini etkileyebilecek işyeri içindeki ve dışındaki risklerin de dikkate alındığı, daha kapsamlı bir koruma anlayışını ifade eder.

İş sağlığı ve güvenliği, dinamik bir kavramdır. Çalışma koşulları ve işçilerin sağlık ve güvenliğini etkileyen tüm durum ve riskler, zaman içinde sürekli bir değişim ve gelişim süreci gösterir.

İş sağlığı ve güvenliği, çalışanların iş yerlerinde karşılaşılabilecekleri tehlikelerden ve sağlık risklerinden korunmalarını sağlamak ve işyeri ortamının iyileştirilmesini hedefleyen çalışmalar bütünüdür (Kol, 2016).

Maslow İhtiyaçlar Hiyerarşisi ve İş Sağlığı ve Güvenliği konuları arasında bir bağlantı kurmaktadır. İnsanların sorunları, Maslow'un teorisinin bir gelişmişliği içinde sıralanmıştır. Bu açıdan, temel politik ihtiyaçlardan başlayıp daha yüksek seviyedeki ihtiyaçlara doğru ilerlemektedir. İnsanların bu ihtiyaçlarını karşılamaları, yaşam haklarının güvencesi kapsamında alınması gereken önemli bir konsepttir (Çoban, 2021).

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG), çalışanların işyerlerinde güvenli bir ortamda çalışmalarını temin etmek için hayati bir öneme sahiptir. İş kazaları, meslek hastalıkları ve diğer tehlikeler, insan hayatını tehdit eden faktörlerdir. İSG, işyerindeki tehlikeleri minimize etmeyi amaçlayan çalışmalar yapar ve çalışanların daha güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamına sahip olma amacına ulaşmayı hedefler. Bu, Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinin temel seviyesinde yer alan yaşam güvenliği güvencesi ile bağlantılıdır; çünkü bir kişi işyerinde güvende hissetmeden, daha yüksek düzeydeki ihtiyaçlarını karşılayabilmesi mümkün değildir (Şahin , 2015).

İş Sağlığı ve Güvenliği, dar anlamda işyerindeki fiziksel ortam, çalışanların karşılaştığı sağlık sorunları ve mesleki risklerle ilgilenen bir alan ve uygulama disiplini. İş sağlığı ve güvenliğinin temel amacı, çalışanların sağlıklarını ve güvenliklerini korumak, ayrıca iş kazaları, meslek hastalıkları ve diğer sağlıkla ilgili olumsuz durumları mümkün olduğunca azaltmaktır. Geniş anlamda ise sadece çalışanları değil, geçici işçiler, alt yüklenici personel, yönetim kadrosu ve işyerindeki diğer tüm bireyleri ve onların çalışma koşullarını inceleyen bir bilim dalıdır. Genel olarak İSG, sadece çalışanların sağlığını korumakla sınırlı kalmaz; aynı zamanda işyeri ortamında üretim miktarı, çevrenin korunması ve diğer kişilerin güvenliği gibi faktörleri de içerir (Oral, 2021).

Başka bir deyişle, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG), işyerinde çalışanların sağlığını ve güvenliğini korumayı hedefler. Bu, işyerinde meydana gelebilecek iş kazaları ve meslek hastalıkları gibi risklere karşı gerekli önlemleri almayı, bu tedbirlerin uygulanabilmesi için gereken araç ve gereçlerin temin edilmesini öngörür. Genel olarak, bu önlemlerin uygulanmasından işveren sorumlu tutulur, ancak işçilerin de belirlenen tedbirler ve kurallara uymaları beklenir (Bıyıkçı, 2010).

2.2. İş Güvenliği Tanımı

İş güvenliği; çalışan bireylerin işyeri ortamında işin görülmesi esnasında meydana gelen risklerden, beden ve ruhen zarar görmemeleri için alınması gereken teknik, tıbbi vb. her türlü tedbirlerin yer aldığı sistematik çalışmalar şeklinde ifade edilmektedir (Gülbüz, 2017). Bu tanımdan da anlaşıldığı üzere iş güvenliği çalışanların teknik açıdan kendilerini koruması gerekliliği yönünü de kapsamaktadır. Aynı zamanda işyerindeki risklerin tespit edilerek risklerle mücadele kısmında ne tür düzeltici/önleyici önlemlerin alınması gerektiği hususu iş güvenliğinin ana konuları içerisinde yer almaktadır (Solmaz, 2017).

2.3. İşçi Sağlığının Tanımı

İşçi sağlığı, çalışanların işyerlerinde güvenli ve sağlıklı bir şekilde çalıştırabilmeleri için çalışma koşullarının ve kullanılan cihazların sağlık açısından risk taşıdığı, çalışanların bu risklerden izole edilmiş veya risklerin en aza indirildiği bir iş ortamında işini yürütmesini ifade eder. Ancak iş ve işçi sağlığı yalnızca fiziksel sağlıkla sınırlı değildir. Meslek hastalıkları, belirli bir zaman diliminde tekrarlanan sebeplerle ortaya çıkar. Dolayısıyla bireylerin sağlığı yalnızca fiziksel olarak değil, aynı zamanda psikolojik yani ruhsal açıdan da korunmalıdır. İş sağlığının ana kayıttı olması, kişilerin hem beden hem de ruhen tam bir iyilik halinde olmalarını sağlamalıdır. Bu nedenle iş yerlerinde bireylerin sadece vücut bütünlüğü değil, aynı zamanda ruh sağlıklarını da koruma gerekliliği vurgulanmaktadır (Alkan, 2017).

2.4. İş Sağlığı ve Güvenliği Önemi:

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), farklı sektörlerde çalışanların fiziksel, zihinsel ve sosyal sağlık düzeylerini en üst seviyeye çıkarma, bu düzeyin sürdürülebilirliğini sağlama ve iş ortamlarından kaynaklanan sağlık sorunlarını önleme amacı güden bir dizi önlemi kapsamaktadır. İSG, iş yerlerindeki risklerin belirlenmesi, güvenlik standartlarının oluşturulması ve uygun koruyucu önlemlerin alınması gibi kritik aşamaları içerir. Ayrıca, çalışanlara İSG eğitimleri verilerek farkındalık yaratılır ve doğru uygulamaların teşvik edilmesi sağlanır. İSG, işverenler, çalışanlar ve diğer paydaşlar arasında iş birliğini teşvik ederek, iş kazaları, meslek hastalıkları ve diğer sağlık sorunlarının en aza indirilmesini hedefler. Bu süreç, çalışanların yaşam kalitesini ve refahını artırmayı amaçlar. İş sağlığı ve güvenliği, yalnızca yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda iş yerlerinde sağlıklı bir kültür inşa etmek ve çalışanları korumak için hayati bir unsurdur. 1948’de kabul edilen İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi’nin 3. maddesi, “Yaşama, özgürlük ve güvenlik herkesin hakkıdır” şeklinde ifade edilmiştir. Aynı bildirgenin 25. maddesi ise, temel ihtiyaçların karşılanması için sosyal hizmetlere erişim hakkının yanı sıra işsizlik, hastalık, sakatlık, yaşlılık gibi durumlarla karşılaşıldığında güvenlik ve refah hakkının sağlanması gerektiğini belirtmektedir. Bu bağlamda, iş sağlığı ve güvenliği, çalışanları tehdit eden tehlikeleri tespit ederek bu riskleri minimize etmeyi ve olumsuz sonuçları en düşük seviyeye çekmeyi amaçlar. İSG önlemleri, çalışanların en temel hakkı olan yaşam hakkını koruma amacı taşır ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için çeşitli adımlar atılır. Türkiye, dünyada iş kazalarının en sık yaşandığı ülkelerden biri olup, Avrupa Birliği ülkeleri ise ölümle sonuçlanan iş kazaları açısından birinci sırada yer almaktadır. Uluslararası Çalışma

Örgütü (ILO) verilerine göre, her yıl 270 milyondan fazla iş kazası meydana gelmekte ve 160 milyondan fazla çalışan iş nedeniyle hastalanmaktadır (Öztürk, 2022). Bunun yanı sıra, 2,2 milyon çalışan iş kazaları ve meslek hastalıkları yüzünden hayatını kaybetmektedir. Bu veriler, iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin önemini bir kez daha vurgulamaktadır (Çimen, 2020).

2.5. Silisyum nedir

Silisyum, 1824 yılında Jöns Jacob Berzelius tarafından keşfedilmiştir. Doğada silikat asitleri ve tuzları olarak bulunan bu element, yerkabuğunun yaklaşık %7'sini oluşturur ve oksijenden sonra en bol bulunan elementtir. Silisyum oksit (SiO_2) formunda, özellikle kum ve kuvars gibi minerallerde yer alır. Atom numarası 14, atom ağırlığı ise 28.09 olan silisyum, 2.34 yoğunluğuna sahiptir. 1420 °C'de eriyen silisyum, koyu gri renkte bir katı olup, yarı metal özellikler gösterir. Endüstriyel alanda geniş bir kullanım yelpazesi bulunan silisyum, oksijenin ardından doğada en yaygın olarak bulunan elementtir (Üçok, 2022).

Silisyum, iki farklı allotropik forma sahiptir. Bunlardan ilki, saf kristal silisyumdur. Bu form, saydam olmayan koyu gri renkte olup, parlak, sert ve kırılgan özellikler gösterir. Kristal yapısı, elmas yapısına benzer. Diğer allotropik form ise amorf silisyumdur. Amorf silisyum, koyu kahverenginde olup, tane boyutları nedeniyle kristal silisyumdan kolayca ayırt edilebilir. Ayrıca, amorf silisyum kimyasal reaksiyonlara girme eğilimindedir (Üçok, 2022).

Şekil 1' de görseli verilen saf silisyum elementi, oda sıcaklığında katı halde bulunmaktadır. Saf silisyum elde etmek için silisyum oksit, kok kömürü (grafit) ile birlikte elektriksel enerji kullanılarak indirgenir. Bu işlem sonucunda kristal silisyum elde edilir. Ancak, eğer fazla karbon kullanılırsa, silisyum karbür (SiC) oluşur. Silisyum, endüstriyel süreçlerde saflaştırılması gereken bir elementtir. İlk aşamada silisyum klorür (SiCl_4) elde edilip, ardından fraksiyonlu distilasyon yöntemiyle saflaştırılır. Sonrasında, hidrojen gazı ile indirgenerek yüksek saflıkta silisyum üretilir. (Yüçetürk, 2017). Silisyum, dünyanın en bol bulunan elementlerinden biridir ve bu durum, onun modern teknolojilerdeki kritik rolünü pekiştirmektedir. Silisyumun yarı iletken özelliği, elektronik cihazların temel bileşenleri olan transistörler, diyotlar ve bellek birimlerinin üretimini mümkün kılmaktadır. Bunun yanı sıra, entegre devrelerin ve bilgisayarların üretiminde de silisyum teknolojisi kullanılmaktadır (Bozkurt, 2019).



Şekil 1. Silisyum Maddesi

2.5.1. Silisyum Nerelerde Kullanılır?

Silisyum, kullanım alanı açısından oldukça geniş bir elementtir. Doğada kum ve kil formunda bulunan silisyum, beton ve tuğla üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek sıcaklıklara karşı yüksek dayanıklılık da göstermektedir. Silikat bileşenleri, özellikle mine emaye ve çömlek yapımında önemli bir rol oynamaktadır. Çelik üretimi gibi endüstriyel süreçlerde de silisyumdan faydalanılır. Silika camının ana bileşeni olan silisyum, mükemmel mekanik, optik, termal ve elektriksel özellikleriyle tanınır ve ekonomik olarak en verimli malzemelerden biridir (TÜBİTAK Bilim Genç, 2021).

Aşırı saf silisyum, bor, galyum, fosfor veya arsenik gibi elementlerle alaşımlar oluşturulduğunda, elektronik cihazlar için büyük öneme sahip silikon karışımları elde edilir (Yüçetürk, 2017). Bu karışımlar, transistörler, güneş panelleri ve doğrultucular gibi kritik elektronik bileşenlerin üretiminde kullanılır. Ayrıca, mikroçiplerin yarı iletken özellikleri nedeniyle silisyum, elektronik sektöründe temel bir malzeme olarak işlev görür. Bu özellikleri sayesinde silisyum, elektronik cihazların üretiminde önemli bir rol oynar (Bozkurt, 2019).

Silisyum, metalürjide de indirgeyici madde olarak kullanılır ve çelik, pirinç ve bronz gibi alaşımların üretiminde yer alır (Üçok, 2022). Ayrıca, %15 silisyum içeren çelik alaşımları, dayanıklı kapların yapımında tercih edilir (Yüçetürk, 2017). Silisyum, omurgasız canlıların dış yapılarının bileşiminde yer alarak biyolojik açıdan önemli bir rol oynar (Bozkurt, 2019). Ayrıca, çeşitli kayaçların oluşumunda da silisyumun yapısal bir rolü vardır. Bu element, bitkilerde ve insan vücudunda da bulunur (Üçok, 2022).

Silisyum karbür (SiC), son derece sert bir bileşik olup, aşındırıcı malzeme olarak ve yüksek sıcaklık gerektiren endüstriyel uygulamalarda kullanılır (Bozkurt, 2019).

Endüstriyel ürün olarak kullanılan silikonlar, sentetik olarak üretilen organik silisyum oksitlerdir. Bu ürünler, silisyum, oksijen, karbon ve hidrojen elementlerinin kombinasyonu ile oluşurlar. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve inert olanlara sahip oldukları için birçok endüstriyel alanda kullanılabilirler. Özellikle yağlayıcılar, hidrolik sıvılar, su geçirmez malzemeler, vernikler ve emayelerde yaygın olarak tercih edilirler (Yüçetürk, 2017).

Silisyum, çimento üretiminde önemli bir bileşen olarak kullanılır, çünkü çimentonun temel kimyasal bileşenlerinden biri olan silika (SiO_2), bu elementin bileşimidir. Silisyum, klinker üretimi sırasında kalsiyum oksit (CaO) ile reaksiyona girerek silikat mineralleri oluşturur. Bu mineraller, çimentonun dayanıklılığını, sertleşme özelliklerini ve erken priz süresini etkiler. Silisyum, aynı zamanda betonun dayanıklılığını artıran ve çatlamayı engelleyen katkı maddeleri olarak da kullanılabilir. Ayrıca, silisyum, çimento fabrikalarında üretilen atıkların değerlendirilmesinde de rol oynayabilir, çünkü bazı çimento üretim süreçlerinde silika bazlı malzemeler, atıkların geri dönüşümünde kullanılabilir. Bu yönüyle, silisyumun çimento üretimindeki kullanımı, hem çevresel sürdürülebilirlik açısından hem de üretim verimliliği açısından önemli bir yer tutmaktadır (Yüçetürk, 2017).

2.5.2. Silisyum Nerelerde Bulunur?

Dünyada en fazla silisyum üretimi yapan ülkeler arasında Çin, Rusya, ABD, Norveç, Fransa ve Brezilya öne çıkmaktadır. Silisyumun önemli bileşiklerinden biri olan kuvars kumlarının Türkiye'deki rezervi yaklaşık 750 milyon ton civarındadır (Dündar, 2017).

2.5.3. Silisyum Maddesinin Tehlikeleri

Silisyum havada genellikle silika veya silikon dioksit (SiO_2) formunda bulunur (Seyhan, 2019). Silika, toz veya partikül formunda havada yayılabilen inorganik bir maddedir. Aşağıda havada toz halinde bulunan silisyumun bazı tehlikeleri ve riskleri verilmiştir:

- 1) Solunum Sistemi Etkileri: Silika partikülleri, solunum yoluyla vücuda alındığında akciğerlere yerleşebilir. Uzun süreli veya yoğun maruziyet, silikozis olarak bilinen bir akciğer hastalığına yol açabilir. Silikozis, akciğerlerde iltihaplanma, skar dokusu oluşumu ve solunum yetmezliği gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir (Anlar vd., 2019).

- 2) Akciğer Kanseri Riski: Silika partikülleriyle sürekli maruz kalma, akciğer kanseri riskini artırabilir. Uzun süreli maruziyet, akciğer kanseri gelişme olasılığını artırabilir.
- 3) Diğer Solunum Yolu Hastalıkları: Silika partiküllerine maruz kalmak, astım, bronşit ve diğer solunum yolu hastalıklarının gelişme riskini artırabilir.
- 4) Mesleki Tehlike: İnşaat, madencilik, taş işleme, seramik üretimi, cam üretimi gibi endüstrilerde çalışanlar, silika tozuna maruz kalma riski altındadır.
- 5) Göz ve Deri İrritasyonu: Silika tozu, gözlere ve cilde temas ettiğinde tahrişe neden olabilir. Silika tozuna maruz kalan kişiler, gözlerde kızarıklık, tahriş, kaşıntı veya deri döküntüleri gibi belirtiler yaşayabilir. (Keramydas, 2020).

2.6. Çimento'nun Tanımı

Çimento, inşaat sektöründe yaygın bir şekilde kullanılan bir inorganik yapı bağlayıcısıdır. Temelde çimento, çimento klinkeri ve finans taşı gibi ana poliçelerden oluşur. Bunlar, hidrasyonun geri dönüşü sonucu sertleşir ve artar. Çimento üretimi, öğütülmüş halde kullanılan bu parçalarda belirli oranlarda karıştırılması ve ısıl işleme tabi tutulmasıyla meydana gelir (Bilgin, 2013).

Klinker, çimento üretiminin temel bileşenlerinden biridir ve hammaddesi genellikle kil, kalker ve bazen demir cevheri veya boksit gibi diğer katkı maddelerini içerir. Bu hammaddelerin karışımı, ısıl işleme maruz kaldığında çimento klinkeri elde edilir. Ayrıca bazı özel çimento türleri, küruf, tras ve diğer katkı oranlarının belirli oranlarda eklenmesiyle üretilir (Ünalın, 2021).

2.7. Çimento Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği İle İlgili Mevzuat

Çimento sektörü; “4857 sayılı İş Kanunu” nu çerçevesinde, sanayi, ticaret, tarım ve orman işlerinin hangi işlerin kapsamında yer alacağını belirleyen ve “03/09/2008 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanan Sanayi, Ticaret, Tarım ve Orman İşlerinden Sayılan İşlere İlişkin Yönetmelik Ek-1” e göre, çimento ve hazır beton üretimi sanayi sınıfında yer alır ve 67 alt sınıf numarasını alır. Ayrıca, “19/12/2012 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanan ve Toplu İş Sözleşmesi Kanunu’ nun 4. maddesinde belirtilen işkollarının belirlenmesini amaçlayan İş Kolları Yönetmeliği Ek-1” e göre, 20 ana iş kolundan biri olan “Çimento, Toprak ve Cam” başlığı altında, çimento üretimi 23.51 alt sınıfına dahil edilmiştir. “26/12/2012 tarihinde yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği” incelendiğinde, Portland çimentosu üretiminin “Çok Tehlikeli” işyerleri sınıfına dahil olduğu görülmektedir.

Ülkemizde çimento sektörüne yönelik doğrudan iş sağlığı ve güvenliği mevzuatları bulunmamaktadır. Ancak, “30/6/2012 tarihli Resmî Gazete” de yayımlanarak yürürlüğe giren “6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu”, genel bir önleme politikası belirlemiş ve faaliyet halindeki tüm işyerlerinde risk değerlendirme uygulamasını zorunlu hale kılmıştır. Bu kapsamda, iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili risk faktörlerinin önlenmesi ve izlenmesi, işverenin sorumluluğunda olup, aşağıdaki yönetmeliklerle düzenlenmiştir (Çimento Mühendisliği El Kitabı, 2021).

“Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” (Resmi Gazete: 28721, 2013)

“Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” (Resmi Gazete: 28743, 2013)

“İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği” (Resmi Gazete: 28628, 2013)

“Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği” (Resmi Gazete: 28717, 2013)

“Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat Çalışma Gerekliliği” (Resmi Gazete: 28709, 2013)

“İşyeri Bina ve Eklentilerinde Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik” (Resmi Gazete: 28710, 2013)

“Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanımı Hakkında Yönetmelik” (Resmi Gazete: 28695, 2013).

“Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik” (Resmi Gazete: 28648, 2013).

“Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği” (Resmi Gazete: 28762, 2013).

“İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik” (Resmi Gazete: 28681, 2013).

“İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği” (Resmi Gazete: 28512, 2013).

AB mevzuatında, çimento sektörü ile ilgili doğrudan bir iş sağlığı ve güvenliği düzenlemesi bulunmamaktadır. Ancak, çalışanların işyerindeki güvenlik ve sağlık koşullarını iyileştirmeyi amaçlayan “89/391/EEC sayılı AB İş Sağlığı ve Güvenliği Çerçeve Direktifi”, (wikipedia, 2018). İSG yönetim sistemlerinin temel kaynağıdır. Direktifte, kamu ve özel sektör işyerlerinde geçerli olan genel ilkeler ve süreçler belirtilmiştir. Bu direktife ek olarak, çimento sektörünü ilgilendiren bazı AB mevzuatları da aşağıda belirtilmiştir;

“2009/104/EC sayılı İş Ekipmanlarının Kullanımındaki Sağlık ve Güvenlik Koşulları Hakkında Direktif” (European Union, 2009).

“99/92/EC sayılı Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Direktif” (European Union, 2007).

“92/58/EEC sayılı Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Hakkında Direktif”

“89/654/EEC sayılı Yerüstü ve Yeraltı Maden İşyerlerinde Çalışanların Sağlığının Korunması Hakkında Direktif” (European Union, 1989).

“89/655/EEC sayılı İş Araç ve Gereçlerinin Kullanımı Hakkında Direktif” (ab.gov.tr, 2003).

“89/656/EEC sayılı Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanımı Hakkında Direktif” (European Agency For Safety And Health And Work, 2022).

“90/269/EEC sayılı Elle Yükleme ve Boşaltma İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Koşulları Hakkında Direktif” (European Union, 1990).

“90/270/EEC sayılı Ekranlı Araçlarla Çalışma Koşulları Hakkında Direktif” (European Union , 1990).

“2006/95/EC sayılı Elektrikli Ekipmanlar Hakkında Direktif” (European Union , 2006).

“2001/95/EC sayılı Ürün Güvenliği Hakkında Direktif” (European Union, 2001).

“89/686/EEC sayılı Kişisel Koruyucu Donanımlar Hakkında Direktif” (European Agency For Safety And Health Work, 2022).

“2006/42/EC sayılı Makineler Hakkında Direktif” (European Union, 2006).

“98/24/EC sayılı Kimyasallardan Kaynaklı Riskler Hakkında Direktif” (European Union, 1989).

“92/57/EEC sayılı İnşaat Alanları Hakkında Direktif” (European Union, 1992).

2.8. Çimento Tipleri

TS EN 197-1 standardına göre "CEM Çimentosu" olarak bilinen genel amaçlı çimentolar, CEM I (Portland Çimentosu), CEM II (Portland Kompoze Çimentosu), CEM III (Portland Yüksek Fırın Cüruflu Çimento), CEM IV (Puzolanik Çimento) ve CEM V (Kompoze Çimento) olmak üzere beş ana grupta sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma, toplamda yirmi yedi farklı çimento türünü içermektedir. Türkiye'de ise bu çimento türlerinden üç çeşit Portland çimentosu, iki çeşit beyaz Portland çimentosu, bir çeşit erken dayanımlı çimento, altı çeşit puzolanlı çimento ve iki çeşit sülfat dayanımlı çimento olmak üzere toplam on dört tanesi üretilmektedir.

Dünya genelinde üretilen çimentoların %90'ı CEM I Portland çimentosu türüdür. Portland çimentosu; klinkerin belirli oranda alçı taşı ve katkı maddeleri ile öğütülmesi ile elde edilmektedir. Her türlü beton ve harç üretiminde uygun olan Portland çimentosu, 28 günlük mukavemet değerlerine göre sınıflandırılır (Topçu, 2016).

2.9. Çimento Üretim Süreci

Çimento üretiminde, biri yaş yöntem diğeri ise kuru yöntem olmak üzere iki ana üretim yöntem uygulanmaktadır. Bu iki yöntem, çimento üretiminin temel hammaddesi olan kil ve kalkerin optimum oranda karışımlarını elde etmek amacıyla uygulanmaktadır. Dünya genelinde çimento üretiminin %90'ı, daha düşük yakıt tüketimi ve maliyet açısından daha avantajlı olduğu için kuru yöntemle yapılmaktadır (Bilgin, 2013).

Çimento üretim süreci üç ana aşamadan oluşur. Bunlar sırasıyla hammadde hazırlama, ısıtma işlemi ve çimento hazırlama'dır (Bilgin, 2013). Hammadde hazırlama aşamasında, hammaddeler ocaklardan çıkarılır, kırılır, stoklanır, homojenleştirilir ve öğütülür. Isıtma işlemi aşamasında ise, hazırlanan hammaddeler yüksek sıcaklıkta pişirilerek klinker haline getirilir ve döner fırında kullanılacak yakıt hazırlanır. Çimento hazırlama aşaması, klinkerin çeşitli katkı maddeleriyle öğütülerek son ürün haline getirilmesini ve bu ürünün paketlenip satışa sunulmasını kapsar (Korkmaz, 2021).

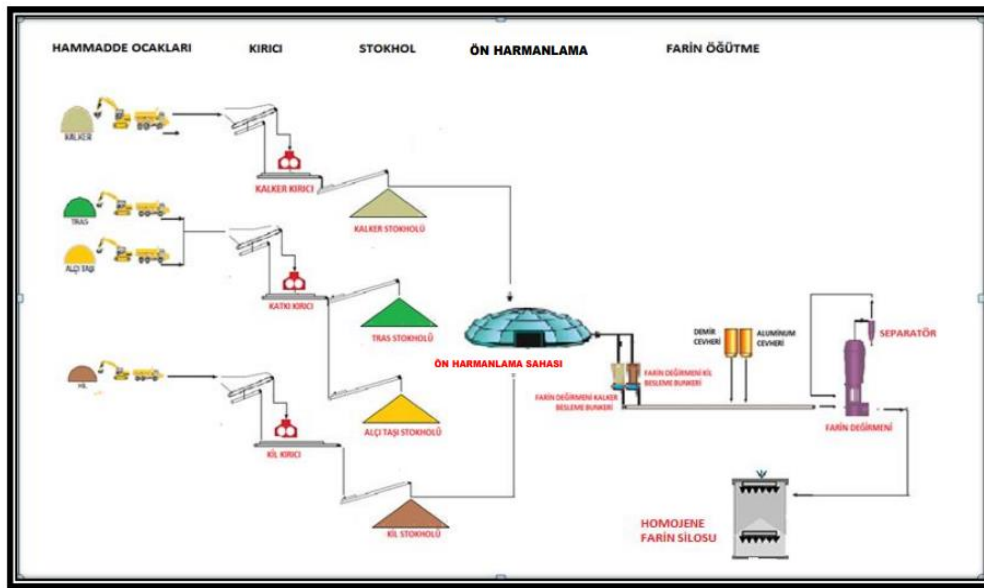
Çimento üretiminde, silisyum, kalsiyum, alüminyum ve demir oksitleri içeren hammaddeler, ham madde hazırlama aşamasında kullanılır. Bu hammaddeler, çimento üretiminin temel bileşenlerini oluşturur ve uygun oranlarda karıştırılarak fırına gönderilmek üzere hazırlanır. Bu süreç, çimentonun kimyasal özelliklerini belirleyerek, son üründe istenilen dayanıklılık ve özelliklerin elde edilmesini sağlar. Bu oksitleri içeren hammaddeler arasında kalker, marn, kil, demir cevheri ve boksit yer almaktadır (Topçu, 2016). Tablo 1' de Çimento Üretiminin Ana Süreçleri, bu süreçlerdeki faaliyetler ve bu faaliyetlerin ana üretim sahaları verilmektedir.

Tablo 1. Çimento üretiminin ana süreçleri

HAMMADDE HAZIRLAMA SÜRECİ		
SAHA NO	ÇALIŞMA SAHASI	FAALİYET
1	Açık Ocak	Hammadde Üretimi
2	Konkasör Ünitesi	Boyut Küçültme (hammadde kırma)
3	Stokhol	Hammadde Stoklama
4	Ön Harmanlama Ünitesi	Hammadde Homojenizasyonu
5	Farin Değirmeni	Boyut Küçültme (hammadde öğütme)
ISIL İŞLEM SÜRECİ		
	ÇALIŞMA SAHASI	FAALİYET
6	Döner Fırın	Klinker Üretimi(pişirme)
7	Paketleme Ünitesi	Boyut Küçültme (kömür öğütme)
ÇİMENTO HAAZIRLAMA SÜRECİ		
	ÇALIŞMA SAHASI	FAALİYET
8	Çimento Değirmeni	Çimento Öğütme
9	Paketleme Ünitesi	Paketleme

2.9.1. Hammadde Hazırlama Süreci

Şekil 2' de görseli verilen hammadde hazırlama süreci akış şeması incelendiğinde çimento üretimi, hammaddenin ocaklardan (açık ocak) temininden sonra, kırıcı, stokhol, ön harmanlama ve farin öğütme işlemlerinden oluşmaktadır. Bu işlemlerin her biri ayrı ayrı iş sağlığı ve güvenliği yönünden farklı tür ve özelliklerde riskler taşımaktadır.



Şekil 2. Hammadde hazırlama süreci akış şeması

2.9.1.1. Açık ocak

Çimento üretim süreci, kalker, kil, marn, tras, alçıtaşı gibi hammaddelerin yerkabuğundan çıkarılmasıyla başlar. Çimento fabrikaları, yatırım yaparken hammadde kaynaklarına yakınlık, kesintisiz hammadde temini sağlama ve fabrika için 20-25 yıllık bir hammadde rezervi oluşturulması gibi kriterlere göre planlama yapmaktadır. Ülkemizin çimento hammaddesi açısından zengin olması, açık işletme madenciliği yöntemini ekonomik olarak uygun hale getirmektedir. Türkiye'de çimento hammaddesi üretiminde genellikle açık işletme yöntemi kullanılmaktadır.

Açık işletme madenciliği, cevher elde etme sürecinde iki ana aşamadan oluşur. Bunlar kaya parçalama ve parçalanmış malzemenin yerinden kaldırılarak taşıma araçlarına yüklenip üretim sahalarına sevk edilmesi süreçleridir. Kaya parçalama işlemi, büyük kaya kütlelerini küçültmek amacıyla patlayıcılar yardımıyla veya mekanik kazı yöntemleriyle yapılmaktadır. Kaya parçalama yönteminin seçimi, kayanın sökülebilirlik özelliklerine bağlıdır. Sökülebilirliği yüksek olan malzemeler için mekanik kazı tercih edilirken, daha sert ve zor sökülebilen malzemeler için delme ve patlatma yöntemi kullanılmaktadır (Topçu, 2016).

2.9.1.2. Delme-patlatma yöntemiyle kaya parçalama

Bu yöntemde, çimento hammaddesi üretimi kullanılan patlatma işlemi, ocak sahasındaki jeolojik oluşumların özellikleri üretilen malzeme miktarına ve yerleşimine göre değişmektedir. Bu işlem, açılan deliklere patlayıcı madde yerleştirilerek ateşlenmesiyle gerçekleştirilir.

Delik delme işlemi, vagon matkap kompresörü veya kamyon matkap gibi iş makineleri kullanılarak gerçekleştirilir ve bu işlemle tabakalarda kalıcı izler bırakılır. Bu yöntemi uygulayabilmek için önce açık ocakta belirli işletme basamakları oluşturulmalıdır (Kahraman, 2022).

Patlatma işlemi ise, dikey veya yakın dikey patlatma delikleri açılarak, bu deliklerin patlayıcılarla doldurulup patlatılmasıyla yapılır. Açık işletme alanlarında, günlük olarak binlerce ton veya metreküp çimento hammaddesi üretilmektedir. Optimum patlatma tasarımında, delik boyutları, delik aralıkları ve patlayıcı miktarı gibi parametreler ayarlanabilirken, kayanın jeolojik yapısı, kullanılan patlayıcı türü, fiziksel çevre koşulları ve su seviyesi gibi bazı faktörler kontrol edilemeyebilir (Topçu, 2016).

2.9.1.2.1. Mekanik Kazı Yöntemiyle Kaya Parçalama

Çimento hammaddesi temininde uygulanan mekanik kazı yöntemi çoğunlukla ripperli dozer yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Ripperler, hidrolik olarak ayarlanabilir ve bu dozerler, kazı işlemiyle elde edilen malzemeyi aynı anda yükleme platformuna taşıma işlemiyle entegre bir şekilde çalışır. Şekil 3’ de kalker ocağındaki kazı çalışmalarına ait görsel verilmektedir. Bu işlemde, malzeme kazıma derinliği kullanılan alanın formasyon yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Ayrıca, kullanılan dozerlerin kapasitesi genellikle motor güçlerine göre farklılık arz edebilir (Şahin, 2009).



Şekil 3. Kalker ocağı kazı çalışması

2.9.1.3. Konkasör ünitesi

Çimento üretim sürecinin önemli bir aşaması olan kırma işlemi, hammadde ocağında kayıtlı malzemeyi fabrikada kullanılmak üzere uygun boyuta getirme işlemidir. Bu boyut, kullanılan öğütme değirmeninin türüne bağlı olarak belirlenmektedir. Açık ocaklarda kırılan hammadde, kamyonlar ile konkasör sahasına taşınır ve bunlar kamyonlar ile kırıcı bunkerine boşaltılır. Bunkerlere taşınan malzeme, çelik bantların mülkiyetine iletilir. Kırıcıda, malzeme boyutunun küçültülmesi için çarpma, sürtme, kesme ve basma kuvvetleri uygulanarak kırılma işlemi gerçekleştirilir (Şahin, 2009). Şekil 4’ te konkasör ünitesi kalker kırıcı bunkerine ait Şekil 5’ te ise kalkerin kırıcı bunkerine hammadde dökümüne ait görseller verilmektedir.



Şekil 4. Kalker kırıcı bunkerı



Şekil 5. Kalkerin kırıcı bunkerine hammadde dökmesi

Çimento üretimine dahil edilen kireç, kil ve katkı maddeleri (alçıtaşı ve tras) gibi hammaddeler farklı fiziksel özelliklere sahip olup üretim sürecinin çeşitli aşamalarında farklı işlemlerle de kullanılmaktadır (Apay, 2011). Bu hammaddeler, ayrı bölgelerde işlenir ve boyutları santimetre/milimetre seviyesine kadar küçültülür. Hammaddenin kimyasal bileşimi, homojenlik, sertlik, yoğunluk, kırılmazlık, maksimum su içeriği, aşındırma özellikleri, basınç dayanımı ve istenen boyut küçülmesi gibi faktörler küçültme sürecine etki etmektedir. Ayrıca, hammaddenin ağırlığı, süreçlerin verimliliği üzerinde önemli rol oynamaktadır (Topçu, 2016).

Çimento sektöründe genellikle darbeli ve çekiçli kırıcılar tercih edilmektedir. Kalkerin, klinker bileşiminde yüksek oranda bulunması ve Mohs sertlik skalasında 3'e yakın bir sertlik göstermesi nedeniyle, daha kaliteli darbeli kırıcılar tercih edilir (Demir,

2007). Öte yandan, kalkere göre daha düşük sertliğe sahip ve klinker bileşiminde daha az yer alan kilin kırılması işleminde ise daha düşük sıcaklıklarda çalışan çekiçli kırıcılar kullanılmaktadır (Şahin, 2009).

2.9.1.4. Stokhol

Hammadde depolama ve ön harmanlama alanları, bir üretim tesisinin verimli çalışması için kritik öneme sahiptir. Bu alanların sağladığı avantajlar arasında;

- Tesisin arıza veya bakım süreçlerinden olumsuz etkilenmeden çalışmaya devam etmesi,
- Yeni hammaddenin temin edilmesi için gerekli zamanı sağlanması,
- Farklı kaynaklardan gelen hammaddelerin belirli bir alanda depolanarak homojen hale getirilmesi,

yer almaktadır. Stok sahalarının büyüklüğü, tesisin üretim kapasitesine bağlı olarak değişim göstermektedir (Kalelioğlu, 2021).

2.9.1.5. Ön Harmanlama Sahası

Ön harmanlama işlemi öncelikle açık ocaklardan çıkarılan hammaddelerin boyutlarının küçültülmesi amacıyla kırıcılardan geçirilmesi ile başlamaktadır. Daha sonra boyutları küçültülen hammaddeler, uygun oranlarda karıştırılarak homojen kimyasal ve fiziksel özelliklere ulaşması sağlanmaktadır. Bu süreçte, malzemelerin farin değirmenine verilmesi, öğütme sırasında hammaddelerin birbirleriyle daha iyi karışmasını sağlayarak üretilen farinin kalitesini artırmaktadır. Farinin homojenliği, klinker pişirme sürecinin daha verimli bir şekilde gerçekleşmesine yardımcı olur, böylece nihai çimentonun kalitesi yükselir (Ergüçlü, 2016).

Farin öğütme süreci sırasında hammaddelerin iyi karışması, üretilen farinin düzenliliğini artırır. Bu düzenlilik, klinker pişirme sürecinin daha yüksek bir verim elde edilmesini sağlar. Klinker pişirme süreci, çimento üretimi önemli bir kimyasal reaksiyonlar dizisidir. Farinin düzenli olması, bu sürecin daha etkili ve verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır (Kalelioğlu, 2021).

2.9.1.5. Farin değirmeni

Konkasör ünitesinde boyutları küçültülen ve ön harmanlama ile homojenleştirilen hammadde karışımı, öğütülmesi için farin değirmenine aktarılır. Bu öğütme işlemi, malzemenin yüzey alanını artırmayı amaçlayan bir boyut küçültme işlemi olarak tanımlanabilir. İşlem sonucunda, hammaddenin un gibi ince ve homojen bir hale

dönüşmesi sağlanır. Bu ürüne "*farin*" denir ve hammadde mikron boyutlarına kadar öğütülmüş olur (Kalelioğlu, 2021).

Farin değirmeni, iki ana kompartmandan oluşur. İlk kompartmandaki karışım ve savurma plakaları, öğütme sürecini optimize eder ve daha homojen bir ürün elde edilmesini sağlar. Öğütme kompartmanında ise, çelik bilyeler yardımıyla hammadde istenilen ince taneye kadar öğütülür. Uygun şekilde öğütülmeyen hammadde, ısıt işlemler sırasında beklenen kimyasal reaksiyonları tam olarak gerçekleştiremeyebilir ve sinterleşmemiş klinker oluşumuna neden olabilir. Çimento sektöründe en yaygın olarak kullanılan farin değirmeni türleri, bilyalı değirmenler ve dik valsli değirmenlerdir. Üretilen farin, homojenleştirilmek üzere özel silolarda depolanmaktadır (Topçu, 2016). Şekil 6' da farin değirmenine ve silosuna ait görsel verilmektedir.



Şekil 6. Farin değirmenleri ve silosu, a) valsli farin değirmeni, b) farin homojene silosu

2.9.2. Isıl İşlem Süreci

2.9.2.1. Döner fırın

Klinker üretimi, farin karışımının döner fırınlarda pişirilerek klinkere dönüştürülmesini içerir. Bu işlem, genellikle döner fırınlar içinde gerçekleştirilir. Fırın içindeki yüksek sıcaklık, farin karışımının kimyasal yapısında değişiklikler meydana getirir ve bu süreç sonunda klinker elde edilir (Altıkayanak, 2014). Döner fırın, eğimli

ve silindirik yapısıyla bilinen bir ekipmandır; tipik olarak %3–5 oranında eğime sahip olup, fırının dayanıklılığı artırılmak için iç kısmı özel tuğla kaplamalarla korunur. Bu kaplamalar, fırının iç yüzeyini yüksek sıcaklıkların etkilerinden koruyarak, aynı zamanda ısının dışarıya yayılmasını engeller ve fırının enerji verimliliğini artırır. Döner fırınlar, kurutma, kalsinasyon, geçiş, sinterleşme ve soğutma gibi çeşitli termal işlemlerin gerçekleştirildiği beş ayrı bölgeden oluşmaktadır (TOPÇU, 2016). Döner fırına ait görsel Şekil 7’ de verilmektedir.



Şekil 7. Döner fırın

2.9.2.2. Kömür değirmeni

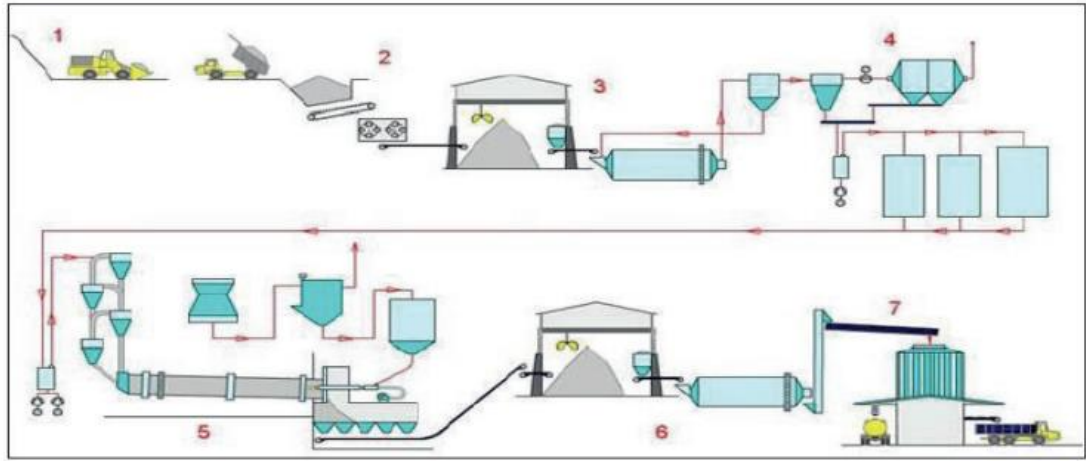
Çimento üretiminde yaygın olarak kullanılan yakıt genellikle kömürdür. Fırının sıcaklığı yüksek sıcaklıkta, alev borusu boyunca toz halinde kömürün yanması sağlanır. Her döner fırının, kendi parçalarına uygun özel bir kömür değirmeni bulunur ve bu değirmenler, maksimum klinkerin çalıştırılması için tasarlanmıştır. Dört litrelik bir ön ısıtıcı çalıştırılır ve sıcaklıktaki bilyalı değirmenler, hammaddeyi çalıştıran ısıtıcıdan gelen sıcak gazlarla kurutmak için kullanılır.

2.9.3. Çimento Hazırlama Süreci

Çimento üretim süreci belirli bir dizi aşamalardan meydana gelmektedir. Şekil 8’ de çimento üretim sürecinin aşamaları belirtilmiştir. Buna göre;

1. Ocaklardan patlatma yöntemiyle çıkarılan hammaddeler, nakliye araçlarına yüklenip kırılmak üzere konkasörlere (kırıcılar) taşınır.
2. Konkasörlerde kırılan hammaddeler, türlerine göre ayrı ayrı depolanır.

3. Stoklardan alınan hammaddeler, belirli oranlarda karıştırılıp farin değirmenlerinde öğütülür.
4. Karıştırılan bu malzeme, farin silolarında pişirilmek üzere depolanır.
5. Farin, ön ısıtıcılardan geçtikten sonra döner fırına gönderilir ve yaklaşık 1400-1450°C sıcaklıkta pişirilir.
6. Döner fırından çıkan erimiş sıcak malzeme, soğutma işlemi sonrası yarı mamul hale gelir. Bu malzeme klinker olarak bilinir ve klinker stok alanında depolanır. Alçıtaşı ve gerekli katkı maddeleriyle birlikte çimento değirmenlerinde öğütülür.
7. Çimento türlerine göre ayrı silolarda stoklanan çimento, torbalı ve dökme çimento olarak satışa sunulur (ÇEİS, 2016).



Şekil 8. Çimento üretim aşamaları

2.9.3.1. Çimento değirmeni

Çimento öğütme işleminde genellikle bilyalı değirmenler tercih edilir. Modern çimento değirmenleri ise genellikle iki veya üç odalı olarak tasarlanır (Bilgin, ,2013). İki odalı değirmenlerde ilk oda malzemeyi yeterince ince hale getirmek için kullanılırken, ikinci oda ise nihai öğütme işlemi için devreye girmektedir (Özkan, 2022).

Klinker ile katkı maddeleri çimento değirmenlerinde bir arada öğütülebilmektedir. Değirmenden çıkan çimento, bir separatöre yönlendirilir ve burada belirli incelikteki çimento silolara aktarılır. İstenilen boyuttan büyük olan parçalar ise tekrar öğütülmek üzere değirmene geri gönderilir (Gürsel, 2012)

2.9.3.2. Çimento paketleme ünitesi

Tane boyutunu küçültmek amacıyla çimento değirmeninde öğütülen çimento, istenilen tane boyutuna ulaştıktan sonra çimento silosu adı verilen depolara aktarılarak burada depolanır. Silolarda kullanıma hazır halde bulunan çimento, silobaslar aracılığıyla kamyonlara doldurulur ya da torbalanıp paketlenerek iç/dış piyasaya gönderilir. Şekil 9’ da silobasla dolum ve paketleme ünitesi air görsel verilmektedir (Petek, 2012)



Şekil 9. Silobas dolum ve paketleme ünitesi

2.10.Literatür Özeti

Bu araştırma, silisyum ve silika maddelerinin iş sağlığı ve güvenliği bağlamında ilk kez değerlendirileceği ve risk değerlendirmesi yapılacağı bir çalışma olma özelliği taşımaktadır. Çalışmanın özgünlüğü, çimento fabrikalarında silisyum kullanımının incelenmesi ve buna bağlı olarak ortaya çıkabilecek tehlikeler ve risklerin değerlendirilmesidir. Türkiye’de farklı sektörlerde bu maddelerle ilgili çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte, çimento üretim tesislerinde silisyum ve silika kullanımının iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirildiği bir araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın literatüre katkısı, ilerleyen dönemlerde bu alanda yapılacak araştırmalara öncülük edecek ve bilgi birikimi sağlayacaktır.

Çimento üretimi, silisyum içeren hammaddelerin termal işlemlerle birleşmesiyle gerçekleşir (Korkmaz, 2019). Bu işlem sırasında, silisyum parçacıkları havaya karışabilmekte ve solunabilir formda işçilere etki edebilmektedir. Bu durum ise çalışanlarda solunum yolu enfeksiyonlarına, akciğer tahrişine ve silikozis gibi akciğer hastalıklarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin

alınması ve maruziyetin azaltılması büyük önem taşımaktadır. Literatürde, çimento fabrikalarında silisyumla çalışırken karşılaşılan potansiyel tehlikeleri değerlendirmek için kullanılan yöntemler ve alınması gereken önlemler hakkında bilgiler bulunmaktadır.

Etkili havalandırma sistemlerinin kullanılması, kişisel koruyucu ekipmanların temin edilmesi, eğitim programlarının düzenlenmesi ve sağlık kontrollerinin yapılması gibi önlemler, silisyumla çalışan işçilerin sağlığını korumak adına önerilmektedir.

Taşkıran ve arkadaşları (2015), Silis İçeren Malzemelerle Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği başlıklı pişmiş toprak ve bazı kayaçlar gibi silis içeren malzemelerle çalışmalarda solunabilir tozların neden olduğu silikozis gibi akciğer hastalıklarına karşı alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği önlemleri incelemiştir. Silika içeren malzemelerle çalışan kişilerin, solunabilir tozlardan korunması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmalarında silisyum maruziyetini azaltmak, çalışan sağlığını korumak için; Çalışmalarında çalışanların silika tozlarından korunabilmesi için solunum koruyucu maskeler gibi ekipmanların kullanılması gerektiği belirtilmiştir. İş yerlerinde toz yayılımını en aza indirmek için iyileştirilmiş havalandırma sistemlerinin kurulması önerilmiştir. Silika tozunun çalışma alanına yayılmasını önlemek amacıyla etkili toz kontrol sistemlerinin (örneğin, su spreyleme) uygulanması gerektiği ifade edilmiştir. Çalışanların, silika tozunun sağlık üzerindeki etkileri konusunda eğitilmesi ve iş güvenliği konusunda düzenli olarak farkındalık artırıcı eğitimlerin verilmesi önerilmiştir. Silika tozuna maruz kalan çalışanlar için düzenli sağlık taramaları ve akciğer testleri yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışanların sağlık güvenliğini sağlamaya yönelik yasal düzenlemelere ve yönetmeliklere uyulmasının zorunluluğu hatırlatılmıştır.

Basaran (2019), Silikanın Kullanım Alanları ve Silika Maruziyetine Bağlı Olası Toksik Etkiler başlıklı çalışmada, silika maruziyetinin toksik etkilerini ve bu etkilere karşı alınması gereken iş sağlığı önlemlerini ele almıştır. Çalışmada silika maruziyetinin toksik etkileri ve bu etkilerden korunmak için alınması gereken önlemler üzerine odaklanmıştır. Çalışmanın temel önerileri olarak; Çalışanların silika tozuna maruziyetini minimize etmek için, toz kontrol yöntemlerinin ve havalandırma sistemlerinin güçlendirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, toz salınımını azaltan iş ekipmanları kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Silika tozu ile çalışırken, çalışanların koruyucu maske ve solunum cihazları gibi ekipmanları kullanması gerektiği ifade edilmiştir. Silika tozuna maruz kalan çalışanlar için düzenli sağlık izlemeleri ve akciğer fonksiyon testlerinin yapılması gerektiği belirtilmiştir. Silika maruziyeti ve onun potansiyel sağlık

etkileri konusunda çalışanların sürekli olarak eğitilmesi gerektiği önerilmiştir. Silika maruziyeti ile ilgili yasal düzenlemelere tam uyum sağlanması gerektiği, bunun hem çalışan sağlığı hem de iş yerinin hukuki sorumlulukları açısından önemli olduğunu vurgulamıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümü, araştırmanın kapsamı, amacı, süreci ve risk değerlendirme analiz yönteminden oluşmaktadır.

3.1. Araştırmanın Kapsamı:

Araştırma kapsamında çimento üretimi yapılan bir fabrika ele alınmıştır. Bu fabrikada kullanılan silisyum maddesi ele alınmıştır. Fabrikada silisyum maddesinin ve bu maddeden kaynaklı üretim alanında karşılaşılan riskler, risk değerlendirme analizi metodu ‘Fine Kinney’ yöntemi ile incelenmiş ve alınabilecek önlemler belirlenmiştir.

3.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı çimento fabrikasında kullanılan silisyum maddesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilerek silisyum maddesinin nerede kullanıldığı, silisyum maddesinden kaynaklanabilecek tehlikelerin neler olduğu ve çimento fabrikasındaki üretim aşamalarında ortaya çıkabilecek potansiyel risk faktörlerinin incelenerek risk değerlendirmesi analiz yöntemiyle alınabilecek önlemlerin belirlenmesini içermektedir. Bu amaç ve plan doğrultusunda Gümüşhane ilindeki bir çimento fabrikası incelenerek, silisyum maddesinin çimento üretimindeki kullanımı ve çimento üretim aşamalarındaki riskler değerlendirilmiş elde edilen veriler ışığında bu risklerin kabul edilebilir seviyeye getirilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

Bu tez çalışmasında, silisyum maddesinin iş sağlığı ve güvenliği bağlamında ilk kez ele alınacağı ve risk değerlendirmesi analizinin yapılacağı bir çalışma olarak farklılık göstermektedir. Türkiye’de çeşitli alanlarda yapılan çalışmalar bulunsada, çimento üretim tesislerinde silisyum kullanımının iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesine yönelik bir çalışma mevcut değildir. Bu bağlamda bu tez çalışması literatüre katkı sağlayarak ilerleyen dönemde gerçekleştirilecek olan araştırmalara öncülük ederek yardımcı olacaktır.

3.3. Araştırma Süreci

Tez konusu belirlendikten sonra bir araştırma takvimi hazırlanmış ve silisyum maddesi ile çimento sektörü üzerine iş sağlığı ve güvenliği bağlamında literatür taramasına gerçekleştirilmiştir. Silisyum maddesi, silisyum maddesinin hangi alanlarda kullanıldığı, silisyum maddesinin oluşturduğu potansiyel riskler, silis tozunun

tehlikeleri, silis tozunun sağlığa zararları, çimento üretim aşamaları, çimento üretim alanındaki iş güvenliği tehlikeleri daha önce yapılan çalışmalar içerisinde araştırılmıştır. Bu araştırmalar doğrultusunda saha ziyaretinde kullanılmak için gözlem formları ve kontrol listeleri oluşturulmuştur. Yapılan araştırma kapsamında ziyaret edilen çimento fabrikası ile iletişime geçilerek, saha gözetimi için gerekli izinler alınmış ve yapılacak saha ziyaretleri gerçekleştirilmiştir. Saha ziyaretleri sürecinde edinilen bilgiler ve saha gözlemleri önceden oluşturulan kontrol listeleri ve formlara kaydedilmiştir. Böylece, çimento üretim fabrikasında silisyum maddesinin kullanımı hakkında bilgiler toplanmış ve çimento üretim aşamalarındaki iş güvenliği tehlike ve riskleri belirlenerek elde edilen veriler düzenlenip raporlanmıştır.

Sahada yapılan gözlemler ve literatürden elde edilen veriler doğrultusunda, çalışma kapsamında uygulanacak risk değerlendirme analiz yöntemi, sektörün özelliklerine uygun olduğu için "*Fine Kinney Metodu*" olarak belirlenmiştir. İş yeri seçimi sırasında, fabrikanın yönetimi ve çalışanlarının iş birliğine istekli olması, fiziksel konumu, erişilebilirliği ve entegre üretim süreci gibi faktörler dikkate alınmıştır. Fabrikada, tam zamanlı B sınıfı iş güvenliği uzmanı ile saha gözlemi gerçekleştirilmiş ve farklı birim amirlerinden yapılan araştırmalarla ilgili gerekli bilgiler toplanarak raporlanmıştır.

Risk değerlendirmesi süreci tamamlandıktan sonra, belirlenen riskler, şiddetlerine ve meydana getirebilecekleri tehlikeli durum/olay sınıflarına göre gruplandırılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, fabrikanın mevcut risklerini kabul edilebilir seviyelere çekebilmek amacıyla çeşitli öneriler geliştirilmiş ve raporlanmıştır.

Saha ziyaretinde edinilen bilgiler ve gerçekleştirilen risk değerlendirmesi uygulamasının sonuçları literatür taraması sonucunda ulaşılan teorik bilgiler ile bütün haline getirilmiştir. Bu süreçte silisyum maddesinin çimento üretim alanındaki iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi ile birlikte örnek bir risk değerlendirmesi uygulamasını amaçlayan yüksek lisans tezinin yazım süreci tamamlanmıştır.

3.4. Risk Değerlendirmesi

“6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 10. Maddesi”, tüm işyerlerinde iş güvenliği kapsamında risk değerlendirmesi yapılmasını zorunlu kılmakta ve bu sorumluluğu işverene yüklemektedir. Bu kanun maddesi gereği, risk değerlendirme çalışmaları, çalışanların işyerinde/çalışma alanlarında karşılaştığı risklerin belirlenebilmesi, zararlı etkilerinin belirlenebilmesi adına gerekli kontrol, ölçüm ve araştırmaların yapılmasını kapsamaktadır. Risk değerlendirmeleri gerçekleştirilirken,

Çalışma alanındaki risklerden etkilenecek çalışanların durumu, işyeri düzeni, kullanılan iş ekipmanları, kimyasal maddeler ve özel politika gerektiren grupların durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Risk değerlendirmesi sonucunda açığa çıkabilecek olan tehlike ve risklerin ortadan kaldırılabilmesi ve/veya kabul edilebilir riskseviyesine indirilebilmesi için düzenleyici önleyici faaliyetler (DF) belirlenmelidir.

Bu kanunun ilgili maddesi doğrultusunda hazırlanan ve işyerlerinde risk değerlendirmesi uygulama esaslarını düzenleyen "*İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği*", kapsamında aşağıdaki temel kavramlar açıklanmıştır.

Kabul edilebilir risk seviyesi: Yasal ykmllklere ve işyerinin nleme politikasına uygun, herhangi bir kayıp veya yaralanma meydana getirmeyecek risk seviyesi.

Tehlike: İşyerinde mevcut olan ya da dışarıdan gelebilecek ve çalışanları veya işyerini zarara uğratma potansiyeli taşıyan durum.

Ramak kala olay: İşyerinde meydana gelen, çalışanı, işyerini veya iş ekipmanını zarar verme potansiyeline sahip fakat zarar oluşturamayan olay.

Risk: Tehlikeden kaynaklanabilecek kayıp, yaralanma veya başka zararlı sonuçların meydana gelme olasılığı.

Risk değerlendirmesi: İşyerinde mevcut olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin risklere dönüşmesine yol açan etmenlerin analiz edilmesi, tehlikelerden kaynaklanan risklerin derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan alışmalar.

Risk değerlendirmesinde kullanılacak yöntemlerin seçimi ve uygulanması için rehber niteliğinde olan "*TS EN 31010: 2010 Risk Yönetimi - Risk Değerlendirme Teknikleri Standardı*" na göre, kullanılan yöntemler nitel, yarı-nicel veya nicel olabilir. Nitel yöntemlerde matematiksel risk değerlendirmesi yerine, sözel mantıkla risk değerlendirmesi yapılır ve uygulamayı gerçekleştiren uzman, kendi deneyim ve sezgilerine dayanarak riskleri ve risk önceliklerini tahmin eder.

Tahmini risk hesaplamaları yapılırken ve bu riskler ifade edilirken, sayısal değerler yerine daha çok yüksek ve tanımlayıcı ifadeler kullanılmakta, bu tahminler çoğunlukla sübjektif değerlendirmelere dayanmakta ve sistematik bir yapı göstermemektedir. Bu tür yöntemlerde, değerlendirmeyi yapan uzmanların sezgileri ve muhakeme becerileri, yöntemin güvenilirliği açısından belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, özellikle kritik öneme sahip sistemlerde yalnızca nitel yöntemlere dayalı risk değerlendirmesi yapmak yeterli olmayabilir.

Diğer taraftan, nicel risk değerlendirme yöntemleri, riskin hesaplanmasında sayısal verilere dayanan yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu yöntemler, basit olasılık ve güvenilirlik teorilerinden, daha karmaşık simülasyon modellerine kadar değişkenlik gösterebilir. Nicel analizlerde, tehlikeli bir olayın meydana gelme olasılığı, tehlikenin şiddeti gibi faktörlere sayısal değerler atanır ve bu veriler matematiksel ve mantıksal yöntemler ile işlenerek toplam risk değeri hesaplanır (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

“İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği”, işyerlerinde risklerin değerlendirilmesini zorunlu kılarken, hangi metodun kullanılacağına dair bir sınırlama getirmemektedir. Bu sebeple, bu çalışmada basit ve anlaşılır yapısı, kolay uygulanabilirliği, her sektörde kullanılabilirliği ve yarı-nitel sonuçlar sağlama avantajları göz önünde bulundurularak, risk değerlendirmesi yöntemi olarak *"Fine Kinney"* tercih edilip uygulanmıştır (Topçu, 2016).

3.5. Fine Kinney Metodu

Fine-Kinney yöntemi, risklerin derecelendirilmesinde, elde edilen sonuçlara göre hangi işlere öncelik verilmesi gerektiği ve kaynakların nereye yönlendirilmesi gerektiği konusunda rehberlik sağlamak için kullanılan bir tekniktir (Zeynelgil vd., 2024). Bu yöntemde, risklerin ağırlık oranları hesaplanarak derecelendirme yapılır ve önlem alınıp alınmaması gerektiğine karar verilir. Fine-Kinney yöntemi, işyeri istatistiklerinin kullanımına olanak tanıdığı için daha gerçekçi ve güvenilir sonuçlar üretir (Birgören, 2017).

Fine-Kinney risk değerlendirmesi yöntemi, üç temel bileşenden oluşur: Olasılık (O), Frekans (F) ve Şiddet (Ş). Bu bileşenlerin çarpılmasıyla risk derecesi (R) hesaplanır:

$$R = \text{Olasılık (O)} \times \text{Frekans (F)} \times \text{Şiddet (Ş)}$$

Bu formül, risklerin ciddiyetini ve önceliğini daha doğru bir şekilde belirlemeye yardımcı olur (Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası, 2018).

Olasılık, bir zararın meydana gelme olasılığını ifade eder ve bu olasılık 0.2, 0.5, 1, 3, 6 ve 10 gibi değerlerle değerlendirilir. Bu değerlendirme, riskin oluşma ihtimalini belirlemek için kullanılır. "Olasılık" skalası, zararın gerçekleşme olasılığına göre risk derecesinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Tablo 2’de Fine-Kinney olasılık skalası gösterilmektedir.

Tablo 2. Fine-kinney metodu olasılık skalası

DEĞER	KATEGORİ
0.2	Pratik olarak imkânsız
0.5	Zayıf ihtimal
1	Nadir fakat olası
3	Olası
6	Kuvvetle muhtemel
10	Çok Kuvvetle muhtemel

Frekans, bir tehlikeye rutin faaliyetler sırasında ne sıklıkla maruz kalındığını ifade eder ve bu değer 0,5, 1, 2, 3, 6, 10 gibi ölçeklerle değerlendirilir. Bu değerlendirme, belirli bir riskin ne kadar sık gerçekleşebileceğini belirlemek amacıyla kullanılır. "Frekans" skalası, tehlikeye maruz kalma sıklığını göstermektedir. Tablo 3' te Fine-Kinney frekans skalası gösterilmektedir.

Tablo 3. Fine-kinney metodu frekans skalası

DEĞER	KATEGORİ	AÇIKLAMA
0.5	Çok Nadir	Yılda bir ya da daha az
1	Oldukça Nadir	Yılda bir ya da birkaç kez
2	Nadir	Ayda bir ya da birkaç kez
3	Ara sıra	Haftada bir ya da birkaç kez
6	Sıklıkla	Günde bir ya da daha fazla
10	Sürekli	Sürekli ya da saatte birden fazla

Şiddet, bir tehlikenin insan veya çevre üzerinde oluşturabileceği potansiyel zararın derecesini ifade eder ve bu değer 1, 3, 7, 15, 40, 100 gibi ölçeklerle değerlendirilir. Bu değerlendirme, meydana gelebilecek zararın ciddiyetini belirlemek amacıyla kullanılır. Tablo 4' te Fine-Kinney şiddet skalası gösterilmektedir.

Tablo 4. Fine-kinney metodu şiddet skalası

DEĞER	AÇIKLAMA
1	Hafif-zararsız veya önemsiz
3	Minör- düşük iş kaybı, küçük hasar, ilk yardım
7	Majör- önemli zarar, dış tedavi, işgünü kaybı
15	Sakatlık, uzuv kaybı, çevresel etki
40	Ölüm, tam maluliyet, ağır çevre etkisi
100	Birden çok ölüm, önemli çevre felaketi

Her bir tehlike için, yukarıda belirtilen olasılık, frekans ve şiddet değerleri dikkate alınarak puanlama yapılır ve bu puanlar birbirleriyle çarpılır. Elde edilen risk puanı, riskin büyüklüğüne göre aksiyon alınması gereken seviyeyi belirler. Risk düzeyleri ve her düzey için alınması gereken önlemler, Tablo 5’de verilmektedir.

Tablo 5. Fine-kinney metodu risk düzeyi değerleri ve risk düzeyine göre uygulanacak eylemler

RİSK DEĞERİ	KARAR	EYLEM
$R < 20$	Kabul Edilebilir Risk	Acil tedbir gerekemeyebilir
$20 < R < 70$	Olası Risk	Eylem planına alınmalı
$70 < R < 200$	Önemli Risk	Dikkatle izlenmeli ve yıllık eylem planına alınarak giderilmeli
$200 < R < 400$	Yüksek Risk	Kısa vadeli eylem planına alınarak giderilmeli
$R > 400$	Çok Yüksek Risk	Çalışmaya ara verilerek derhal tedbir alınmalı

3.6.Üretim Süreçlerinin ve Risk Değerlendirmesi Sahalarının Tanımlanması

Çimento üretim fabrikasında yapılan risk değerlendirmesinde, toplamda 9 üretim sahası ele alınmıştır. Bu sahalara; açık ocak, konkasör ünitesi, stok hol, ön harmanlama sahası, farin değirmeni, döner fırın, kömür değirmeni, çimento değirmeni ve paketleme ünitesidir. Sahaların belirlenmesinin ardından, her sahada gerçekleştirilen üretim faaliyetleri ayrıca tanımlanmıştır.

Risk değerlendirmesi sürecinde, ana üretim sahaları ve faaliyetleri sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmalar Tablo 6’da sunulmuştur. Ayrıca, her bir üretim faaliyeti sırasında ortaya çıkabilecek çok tehlikeli durumlar ve olaylar belirlenmiş, bunların riskleri tespit edilmiştir.

Tablo 6. Ana retim sahaları ve faaliyetleri

SAHA 1: AÇIK OCAK (AO)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
AOF1	Patlatma deliklerinin açılması
AOF2	Patlayıcıların patlatma sahasına taşınması
AOF3	Patlayıcıların deliklere şarj edilmesi
AOF4	Patlatma
AOF5	Dekapaj
AOF6	Hammaddenin kamyonlara yüklenmesi
AOF7	Hammaddenin nakliyesi
AOF8	Ocak tabanının düzeltilmesi ve temizlenmesi
SAHA 2: KONKASÖR (K)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
KF1	Kamyonların bunkerlere hammadde boşaltması
KF2	Kırıcının devreye alınması, çalıştırılması, durdurulması
KF3	Bant altı temizliği
KF4	Bunker temizliği
KF5	Kırıcıya gelen metallerin ayıklanması
KF6	Konkasör nitesinin kumanda edilmesi
SAHA 3: STOKHOL (S)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
SF1	Stokhole hammadde nakliyesi
SF2	Stokhole hammadde boşaltılması
SF3	Hammadde stoklama
SAHA 4: ÖN HARMANLAMA (ÖH)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
ÖHF1	Stok holden kazıyıcı ile hammadde beslenmesi
ÖHF2	Tırımığın alıştırılması ve durdurulması
ÖHF3	Kazıyıcının alıştırılması ve durdurulması
ÖHF4	Kazıyıcı, kova, zincir, motor ve halatının kontrolü
ÖHF5	Bant kontrol ve temizliği
ÖHF6	Tesis içi kaba temizlik yapılması

Tablo 6. (Devam)

SAHA 5: FARİN DEĞİRMENİ (FD)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
FDF1	Hammadde bunkerı kontrol ve temizliği
FDF2	Tartılı besleyici kontrol ve temizliği
FDF3	Metal separatörünün temizliği
FDF4	Çelik bant temizliği
FDF5	Değirmen içinin kontrol ve temizliği
FDF6	Homojene silo temizliği
FDF7	Jet filtre torba değişimi
SAHA 6: DÖNER FIRIN (DF)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
DFF1	Tartılı besleyicilerin kontrolü ve temizliği
DFF2	Fırın besleme kantar bandı bunker temizliği
DFF3	Fırın manto sıcaklığının ölçümü ve terkibi
DFF4	Fırın gale yataklarının ve gale yüzeylerinin temizliği
DFF5	Döner fırın rölatif hareketlerinin takibi
DFF6	Döner fırın kat temizliği
DFF7	Siklon tıkanıklıklarının giderilmesi
DFF8	Klinker kırıcıya sıkışan büyük parçaların kırılması
DFF9	Malzeme nakil sistemlerinde meydana gelen tıkanıklıkların giderilmesi
DFF10	Soğutma plakalarının temizliği
DFF11	Ateşleme
SAHA 7: KÖMÜR DEĞİRMENİ (KD)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
KDF1	Kömür hollerinin taranması ve hammadde sevk edilmesi
KDF2	Bant yolları temizliği
KDF3	Kömür şut temizliği
KDF4	Tozsuzlaştırma filtrelerinin kontrolü ve filtre değişimi
KDF5	Ham kömür bunkerleri kontrol ve temizliği
KDF6	Tartılı besleyici kontrol ve temizliği
KDF7	Metal separatörü temizliği
KDF8	Değirmen içi kontrol ve temizliği
KDF9	Değirmen reject bunkerlerinin traktörle boşaltılması
KDF10	Toz kömür silosu temizliği
KDF11	Jet filtre torba değişimi

Tablo 6. (Devam)

SAHA 8: ÇİMENTO DEĞİRMENİ (ÇD)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
ÇDF1	Bunkerlere malzeme alınması
ÇDF2	Elevatör ve çelik bantlara malzeme alınması
ÇDF3	Zincirli bandın çalıştırılması
ÇDF4	Jet filtre kontrolü
ÇDF5	Separatör kontrolü
ÇDF6	Fan filtrelerinin kontrol ve temizliği
ÇDF7	Çelik bilya şarj ve deşarjı
ÇDF8	Çelik bilyaların ayıklanması
ÇDF9	Separatör gaz kanallarının temizliği
ÇDF10	Bant ve bunker tıkanıklıklarının açılması
SAHA 9: PAKETLEME ÜNİTESİ (PÜ)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
PÜF1	Çimento silosunun temizliği
PÜF2	Jet filtre torba değişimi ve temizliği
PÜF3	Kâğıt torba istifi ve dolumu
PÜF4	Kantarların çalıştırılması
PÜF5	Torba tartımı
PÜF6	Kamyonlara torbalı çimento yüklenmesi
PÜF7	Dökme çimento dolumu
PÜF8	Paketleme ünitesinin kumanda edilmesi

3.4. Risk Etmenlerinin Tanımlanması

Gümüşhane ilinde faaliyet gösteren çimento fabrikasında gerçekleştirilen risk değerlendirmesi uygulamasında, fabrikadaki üretim sahalarındaki riskler analiz edilerek, bu riskleri meydana getiren etmenler türlerine göre 4 ana kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler, risklerin daha kolay anlaşılabilir ve yönetilebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Belirlenen kategoriler;

- A. Kazalara Yol Açabilecek Risk Etmenleri
 - B. Çalışma Ortamındaki Fiziksel Risk Etmenleri
 - C. Çalışma Ortamındaki Kimyasal Risk Etmenleri
 - D. Yapılan İsten Kaynaklanan Ergonomik Risk Etmenleri
- şeklinde belirlenmiş ve Tablo 7’ de detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

Tablo 7. Risk etmenleri

A. KAZALARA YOL AÇABİLECEK RİSK ETMENLERİ
A1. Giriş-çıkışlar, yollar ve merdivenler
A2. Çalışma ortamının düzen ve temizliği
A3. Delici, Kesici, Yırtıcı Bölge ve Alanlar
A4. Araç kullanımı
A5. Makineler
A6. El aletleri
A7. Yüksekte çalışma
A8. Yangın ve patlamalar
A9. Elektrik
A10. Malzeme/Ekipman Düşmesi/Fırlaması
A11. Kaygan Zemin
B. ÇALIŞMA ORTAMINDAKİ FİZİKSEL RİSK ETMENLERİ
B1. Gürültü
B2. Aydınlatma
B3. Termal Konfor
B4. Titreşim
B5. Kapalı Alanlar
B6. Sıcak/ Soğuk Nesneler
C. ÇALIŞMA ORTAMINDAKİ KİMYASAL RİSK ETMENLERİ
C1. Toz
C2. Solunum Yolu ile Kimyasal Maddeye Maruziyet
C3. Deri/Ağız Yolu ile Kimyasal Maddeye Maruziyet
D. YAPILAN İŞTEN KAYNAKLANAN ERGONOMİK RİSK ETMENLERİ
D1. Elle Kaldırma ve Taşıma
D2. Sabit Duruşta Çalışma
D3. Tekrarlayan Hareketler Yaparak Çalışma
D4. Araç-Gereç Ergonomisi
D5. Ekranlı Araçlarla Çalışma

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Fine-Kinney risk analizi metodu uygulaması ve saha gözetimi ile silisyum maddesinin çimento fabrikasında genel olarak kullanıldığı çalışma üniteleri ile bu ünitelerdeki ortam toz ölçüm raporları incelenmiştir. Bu çalışma üniteleri; kömür değirmeni, farin değirmeni, çimento değirmeni, döner fırın, stokhol, konkasör ünitesi ve paketleme ünitesidir. Çimento fabrikasındaki genel toz ölçüm raporları Tablo 8, Tablo 9 ve Tablo 10 da bu ünitelerde gerçekleştirilen fine kinney risk değerlendirme analizi ise Tablo 11’ de belirtilmiştir.

Tablo 8. Sevkiyat cem ii a-l 42,5r toz ölçümü

	SEVKİYAT CEM II A-L 42,5R																					
N	176	176	176	176	176	186	176	176	186	186	187	187	163	187	187	186	187	187	178	185	170	159
SS	0,33	0,11	0,11	0,54	0,29	0,24	0,06	0,06	0,00	0,42	1,20	283,10	179,3	0,02	0,47	0,42	10,9	14,9	1,74	1,73	2,32	1,90
Ortalama	18,14	4,68	3,16	61,89	2,02	3,10	0,92	0,28	0,0122	5,39	9,4	23,55	4077	3,04	26,9	1	164	222	14,0	25,8	39,7	48,5
Min.	17,50	4,12	2,75	60,63	1,43	2,32	0,79	0,04	0,0053	4,45	6,7	1,30	3618	2,94	26,0	0	135	190	10,0	21,4	34,4	43,8
Maks.	19,48	4,97	3,40	63,45	2,75	3,72	1,09	0,39	0,0212	6,96	14,2	3874,00	4507	3,06	28,5	1	195	275	5	32,9	45,6	54,0
	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% CaO	% MgO	% SO ₃	% K ₂ O	% Na ₂ O	% Cl	% K.K	32 Mikron	45 Mikron	Blaine cm ² /gr	Özgöl Ağırlık	% SU	H.GEN (mm)	P.BAS. (dk)	P.SONU (dk)	1 GÜN (Mpa)	2 GÜN (Mpa)	7 GÜN (Mpa)	28 GÜN (Mpa)

Tablo 9. Sevkiyat cem i 42,5r toz ölçümü

	SEVKİYAT CEM I 42,5R																							
N	307	307	307	307	307	324	307	307	324	324	324	324	325	325	300	325	325	324	325	325	324	323	318	297
SS	0,48	0,11	0,14	0,73	0,27	0,24	0,07	0,06	0,00	0,67	0,21	0,44	1,18	0,37	208,7	0,02	0,76	0,42	13,4	17,7	2,14	2,15	2,51	2,17
Ortalama	18,79	4,80	3,30	62,44	1,94	3,13	0,94	0,27	0,0113	3,87	0,62	0,02	10,3	2,68	3854	3,06	27,0	1	165	224	15,4	27,1	41,0	50,3
Min.	17,78	4,12	2,96	56,94	1,44	2,24	0,80	0,04	0,0053	2,32	0,13	0,00	7,5	1,40	3391	3,04	25,7	0	140	190	10,4	20,5	34,3	44,4
Maks.	22,10	5,66	3,61	63,98	2,70	3,90	1,30	0,41	0,0212	4,98	3,38	7,87	13,7	3,90	4557	3,08	29,5	2	220	305	22,0	34,0	47,8	59,8
	% SiO2	% Al2O3	% Fe2O3	% CaO	% MgO	% SO3	% K2O	% Na2O	% Cl	% K.K	% Ç.K	% TRAS	32 µ	45 µ	Blaine cm2/gr	Özgöl Ağırlık	% SU	H.GEN (mm)	P.BAS. (dk)	P.SONU (dk)	1 GÜN (Mpa)	2 GÜN (Mpa)	7 GÜN (Mpa)	28 GÜN (Mpa)

Tablo 10. Farin ortalama toz ölçümü

FARİN ORTALAMA													
N	283	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	120
SS	0,24	0,31	0,16	0,15	0,42	0,24	0,03	0,08	0,05	3,04	0,08	0,11	0,05
Ortalama	35,45	12,94	3,26	2,21	43,28	1,44	0,08	0,73	0,14	104,34	2,37	1,48	0,17
Min.	34,80	12,11	2,50	1,92	41,88	0,56	0,03	0,07	0,00	96,65	2,13	0,87	0,05
Maks.	36,19	13,77	3,87	3,03	44,19	2,34	0,30	1,01	0,25	113,02	2,64	1,77	0,32
	K.K	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	LSF	MS	MA/F	RUTUBET

Tablo 11. Fine kinney risk değerlendirme analizi

RİSK DEĞERLENDİRME TABLOSU						RİSK DEĞERLENDİRME					ÖNLEMLER BÖLÜMÜ		
						O	F	Ş	OxFxŞ				
No	Faaliyet Alanı	Faaliyet	Tehlike	Risk	Etkilenenler	Olasılık	Frekans	Şiddet	Mevcut Risk	Riskin Tanımı	Önlem	Sorumlu	Termin Süresi
1	Kömür Değirmeni	Kömür Madeni Taşınması	Kömür Tozu	Silis Minerallerinin Havaya Karışması Sonucu; Akciğer Kanseri, Kömür Tozu Pnömozozu	Ünite Çalışanları	3	1	15	45	Olası Risk	1- Toz oluşumunu azaltan alternatif malzemeler kullanılmalıdır. 2- Toz toplama ve filtreleme sistemlerinin düzenli olarak bakımı ve kontrolü, hava sirkülasyonunun yönetimi ve işlemler kapalı sistemlerde gerçekleştirilmelidir. 3- Çalışanların sağlık durumları izlenmeli ve düzenli sağlık taramaları yapılmalıdır (mesela sonuna şunu da ekleyebilirsiniz. 4- Çalışanların solunum yoluyla maruziyeti azaltmak için uygun KKE (yüksek kaliteli solunum maskeleri veya tıbbi solunum cihazları) sağlanmalıdır. 5- Çalışanlar, silis minerallerinin tehlikeleri hakkında bilgilendirilmeli ve doğru koruyucu önlemlerin nasıl uygulanacağı konusunda eğitilmelidir	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak

Tablo 11. (Devam)

2	Kömür Değirmeni	Kömür Madeni Öğütülmesi	Kömür Tozu	Toz Toplama veya Filtreleme Sistemlerinin Düzgün Çalışmaması Sonucunda; Solunum Yolu Rahatsızlıkları, Astım Ve Akciğer Hastalıkları	Ünite Çalışanları	10	2	40	800	Çok Yüksek Risk	Toz toplama ve filtreleme sistemlerinin düzgün çalışması için mühendislik kontrolleri uygulanmalıdır. Bu, sistemlerin düzenli bakımının yapılması, filtrelerin zamanında değiştirilmesi ve gerekli iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. Çalışanlara solunum yoluyla maruziyeti azaltmak için uygun solunum maskeleri ve diğer koruyucu ekipmanlar temin edilmelidir. İşyerinde bilinçlendirme ve eğitim programları uygulanmalıdır. Çalışanlar, tozun solunmasıyla ilgili tehlikeler konusunda bilgilendirilmeli ve doğru koruyucu önlemlerin nasıl uygulanacağı konusunda eğitilmelidir. Periyodik sağlık taramaları ve izleme programları, çalışanların solunum yolu rahatsızlıkları açısından takip edilmelidir.	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacaktır.
3	Farin Değirmeni	Ham Malzemelerin Taşınması veya Transferi	Silis Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucu; Slikozis Meslek Hastalığı	Ünite Çalışanları	1	1	7	7	Kabul Edilebilir Risk	Emiş ve filtreleme sistemleri kullanılarak, tozun oluştuğu noktada tozun toplanması ve işlenmesi sağlanmalıdır. Tozu oluşturan işlemler yeniden düzenlenmeli, toz oluşumunu azaltan alternatif işlemler değerlendirilmelidir. Silisyum tozuna maruziyeti azaltmak için kişisel koruyucu ekipmanlar (KKE) sağlanmalıdır. Çalışanlar, silisyum tozuna maruziyetin tehlikeleri hakkında bilgilendirilmeli ve koruyucu önlemlerin nasıl uygulanacağı konusunda eğitilmelidir.	İşveren	6 Ayda Bir
4	Farin Değirmeni	Malzemenin Öğütülmesi	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucu; Slikozis Meslek Hastalığı	Ünite Çalışanları	3	2	7	42	Olası Risk	Emiş ve filtreleme sistemleri kullanılarak, tozun oluştuğu noktada tozun toplanması ve işlenmesi sağlanmalıdır. Tozu oluşturan işlemler yeniden düzenlenmeli, toz oluşumunu azaltan alternatif işlemler değerlendirilmelidir. Silisyum tozuna maruziyeti azaltmak için kişisel koruyucu ekipmanlar (KKE) sağlanmalıdır. Çalışanlar, silisyum tozuna maruziyetin tehlikeleri hakkında bilgilendirilmeli ve koruyucu önlemlerin nasıl uygulanacağı konusunda eğitilmelidir.	İşveren	6 Ayda Bir

Tablo 11. (Devam)

5	Kirici Ünitesi	Hammaddelerin Kırılması	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucu; Slikozis Meslek Hastalığı	Ünite Çalışanları	3	1	7	21	Olası Risk	Toz oluşumunu azaltmak için işlemlerin vakumlu veya sulu sistemlerle yapılması, işlem alanlarında emiş ve filtreleme sistemlerinin kurulması ve tozun havada asılı kalmasını önleyici önlemlerin alınması gerekmektedir. Daha az toz oluşumuna neden olacak alternatif işlemler veya ekipmanlar kullanılabilir. Çalışanların solunum yoluyla maruziyeti azaltmak için uygun KKE (yüksek kaliteli solunum maskeleri veya tıbbi solunum cihazları) sağlanmalıdır. Çalışanlar, silisyum tozunun sağlık üzerindeki etkileri hakkında bilgilendirilmeli ve doğru koruyucu önlemlerin nasıl uygulanacağı konusunda eğitilmelidir.	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak
6	Döner Firinlar	Silisyum Minerallerinin Döner Firinda İşlenmesi	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucu; Slikozis Meslek Hastalığı	Ünite Çalışanları	1	0,5	7	3,5	Kabul Edilebilir Risk	Toz oluşumunu minimum düzeye indirmek için vakumlu sistemler veya sulu sistemler kullanılabilir. Ayrıca, işlemlerin kapalı sistemlerde gerçekleştirilmesi ve tozun emilmesi için emiş ve filtreleme sistemlerinin kurulması gerekebilir. Tozun olduğu noktalarda tozun hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlayacak proses değişiklikleri yapılabilir. Çalışanlar, silisyum tozunun sağlık üzerindeki etkileri hakkında bilgilendirilmeli ve doğru koruyucu önlemlerin nasıl uygulanacağı konusunda eğitilmelidir. Ayrıca, doğru kullanım ve bakım teknikleri konusunda düzenli eğitimler verilmelidir.	İşveren	3 Ayda Bir

7	Öğütme Üniteleri	Klinkerin Öğütülmesi	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucu; Slikozis Meslek Hastalığı	Ünite Çalışanları	3	1	7	21	Olası Risk	Klinker öğütülmesi gibi işlemlerin gerçekleştirildiği alanlarda toz oluşumunu minimum düzeye indirmek için vakumlu sistemler veya sulu sistemler kullanılmalıdır. Ayrıca, işlemlerin kapalı sistemlerde gerçekleştirilmesi ve tozun emilmesi için emiş ve filtreleme sistemlerinin kurulması gerekmektedir. Klinker öğütme işlemi için toz emilmesi sağlayan özel ekipmanlar kullanılabilir veya işlemler kapalı bir ortamda gerçekleştirilebilir. Çalışanların solunum yoluyla maruziyeti azaltmak için uygun KKE sağlanmalıdır. çalışanlar, silisyum tozunun sağlık üzerindeki etkileri hakkında bilgilendirilmeli ve doğru koruyucu önlemlerin nasıl uygulanacağı konusunda eğitilmelidir. Ayrıca, doğru kullanım ve bakım teknikleri konusunda düzenli eğitimler verilmelidir.	İşveren	3 Ayda Bir
8	Paketleme Ünitesi	Çimentonun Paketlenmesi	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucu; Slikozis Meslek Hastalığı	Ünite Çalışanları	3	0,5	15	22,5	Olası Risk	Paketleme işlemi sırasında toz oluşumunu minimum düzeye indirmek için toz emilmesi sağlayan vakumlu veya sulu sistemler kullanılmalıdır. Ayrıca, işlem alanlarında tozun havada asılı kalmasını önleyici önlemler alınmalıdır. Toz oluşumunu azaltan paketleme malzemeleri veya ambalajlama teknikleri tercih edilmelidir. Çalışanların solunum yoluyla maruziyeti azaltmak için uygun KKE (yüksek kaliteli solunum maskeleri veya toz maskeleri) sağlanmalıdır. Çalışanlar, silisyum tozunun sağlık üzerindeki etkileri hakkında bilgilendirilmeli ve doğru koruyucu önlemlerin nasıl uygulanacağı konusunda eğitilmelidir. Ayrıca, doğru kullanım ve bakım teknikleri konusunda düzenli eğitimler verilmelidir. Çalışanların sağlık durumlarının izlenmesi ve düzenli sağlık taramalarının yapılması gerekmektedir.	İşveren	6 Ayda Bir
9	Çimento Değirmeni	Klinkerin Çimento Değirmenine Taşınması	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucu; Slikozis Meslek Hastalığı	Ünite Çalışanları	6	2	40	480	Çok Yüksek Risk	Klinkerin çimento değirmenine taşınması sırasında toz oluşumunu minimum düzeye indirmek için toz emilmesi sağlayan vakumlu veya sulu sistemler kullanılmalıdır. Ayrıca, taşıma sürecinde kapalı sistemler veya tozun emilmesi için emiş ve filtreleme sistemlerinin kurulması gerekmektedir. Klinkerin taşınması için toz oluşumunu minimize eden taşıma ekipmanları tercih edilmelidir. Çalışanların solunum yoluyla maruziyeti azaltmak için uygun KKE sağlanmalıdır. Ayrıca, cilt temasını önlemek için uygun eldivenler ve koruyucu giysiler de gerekmektedir. Çalışanlar, silisyum tozunun sağlık üzerindeki etkileri hakkında bilgilendirilmeli ve doğru koruyucu önlemlerin nasıl uygulanacağı konusunda eğitilmelidir. Ayrıca, doğru kullanım ve bakım teknikleri konusunda düzenli eğitimler verilmelidir. Çalışanların sağlık durumlarının izlenmesi ve düzenli sağlık taramalarının yapılması gerekmektedir.	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacaktır

Tablo 11. (Devam)

10	Çimento Değirmeni	Klinkerde Bulunan Silisyum Minerallerinin İşlenmesi ve Öğütülmesi	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucu; Slikozis Meslek Hastalığı	Ünite Çalışanları	3	0,5	100	150	Önemli Risk	Klinkerin işlenmesi ve öğütülmesi sırasında ortaya çıkabilecek tozun toplanması ve uygun şekilde bertaraf edilmesi için emiş ve filtreleme sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, işlemlerin gerçekleştirildiği alanlarda yangın ve patlama riskini azaltmak için uygun havalandırma sistemleri ve yangın söndürme ekipmanları kurulmalıdır. Klinkerin işlenmesi ve öğütülmesi sırasında kullanılan ekipmanların düzenli bakımı ve kontrolü sağlanmalıdır. Çalışanlar, yangın ve patlama risklerine karşı bilinçlendirilmeli ve gerekli güvenlik önlemlerini nasıl alacakları konusunda eğitilmelidir. Ekipmanların düzenli bakımının yapılması ve izlenmesi gerekmektedir. Sürekli olarak yangın ve patlama riskleri gözden geçirilmeli ve risk değerlendirmesi yapılmalıdır	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak
11	Konkasör Ünitesi	Hammaddelerin Kırılması	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucu; Slikozis Meslek Hastalığı	Ünite Çalışanları	3	1	7	21	Olası Risk	Silis tozunun yayılmasını önlemek için emiş ve filtreleme sistemleri kullanılmalıdır. Toz oluşumunu azaltan veya önleyen özel konkasörler tercih edilebilir. İşlemlerin belirli saatlerde veya düzenli aralıklarla yapıldığı bir program oluşturarak, işçilerin maruziyet süresi sınırlandırılmalıdır. Çalışanlara yüksek kaliteli solunum maskeleri veya toz maskeleri sağlanmalıdır. Ayrıca, göz koruması için uygun güvenlik gözlükleri ve gerekirse kulak koruyucuları gibi diğer kişisel koruyucu ekipmanlar da sağlanmalıdır. Çalışanlar, silis tozunun sağlık üzerindeki etkileri hakkında bilgilendirilmeli ve koruyucu önlemlerin önemi konusunda eğitilmelidir. Çalışanların sağlık durumları düzenli olarak izlenmeli ve solunum yolu hastalıkları veya diğer tozla ilişkili sağlık sorunları açısından düzenli sağlık taramaları yapılmalıdır	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak

Tablo 11. (Devam)

12	Konkasör Ünitesi	Hammaddelerin Kırılması	Silisyum Tozu	Patlama	Ünite Çalışanları	1	0,5	100	50	Olası Risk	Silis tozunun yayılmasını önlemek için emiş ve filtreleme sistemleri kullanılmalıdır. toz oluşumunu azaltan veya önleyen özel konkasörler tercih edilebilir. Konkasör ünitelerinde, ATEX (Patlayıcı Ortamlarda Kullanılan Ekipmanlar Direktifi) standartlarına uygun patlama korumalı ekipmanlar kullanılmalıdır. Mümkün olduğunca işlemler kapalı sistemlerde yapılmalı, böylece tozun iş ortamına yayılması engellenmelidir. Toz yönetimi için belirlenmiş prosedürler olmalı ve bu prosedürlere uyulmalıdır. Tozun temizlenmesi ve kontrol edilmesi için düzenli kontroller yapılmalıdır. Tozlu işlemlerin yoğun olduğu zaman dilimlerinde personel sayısını azaltarak riskler minimize edilebilir. alışımlara toz patlaması riskleri ve bu risklere karşı alınacak önlemler konusunda düzenli eğitimler verilmelidir. Patlama durumunda nasıl davranacaklarına dair acil durum prosedürleri öğretilmelidir. Çalışanlara yüksek kaliteli toz maskeleri veya solunum maskeleri sağlanmalıdır. Uygun göz koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Çalışanların düzenli sağlık kontrolleri yapılmalı ve solunum yolu hastalıkları açısından taramalar gerçekleştirilmelidir. Çalışma ortamında toz konsantrasyonu düzenli olarak izlenmeli ve güvenli sınırlar içinde tutulduğundan emin olunmalıdır.	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacaktır
13	Stokhol	Hammaddelerin Taşınması ve Depolanması	Silisyum Mineralleri ve Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucunda; KOAH ve Solunum Yolu Hastalıkları	Ünite Çalışanları	3	1	7	21	Olası Risk	Hammaddelerin taşınması ve depolanması işlemleri kapalı sistemlerde gerçekleştirilmelidir. Güçlü endüstriyel emiş ve filtreleme sistemleri kurulmalıdır. İyi bir havalandırma sistemi kurularak tozun havada asılı kalması önlenir. Ayrıca, temiz hava girişi ve çıkışının düzenli olması sağlanmalıdır. Hammaddelerin taşınması sırasında toz oluşumunu azaltmak için su püskürtme sistemleri kullanılmalıdır. Toz yayan ekipmanların çevresi izole edilerek tozun yayılması sınırlandırılmalıdır. Toz oluşturan faaliyetlerin yoğun olduğu zamanlarda çalışan sayısını azaltarak maruziyeti azaltmak mümkündür. Ayrıca, işlerin zamanlaması ve sıralaması dikkatlice planlanmalıdır. Çalışanlar, silisyum tozunun sağlık üzerindeki etkileri ve alınacak önlemler konusunda düzenli olarak eğitilmelidir. Doğru çalışma teknikleri ve koruyucu ekipman kullanımı konusunda bilgilendirilmelidir. Çalışanlara uygun solunum maskeleri sağlanmalıdır. Bu maskeler, yüksek kaliteli ve silisyum tozuna karşı koruma sağlayan tipte olmalıdır. Tozun gözlere zarar vermesini önlemek için uygun koruyucu gözlükler veya yüz siperlikleri kullanılmalıdır. Çalışanların düzenli sağlık kontrolleri yapılmalıdır. Özellikle solunum yolu hastalıkları açısından periyodik taramalar gerçekleştirilmelidir.	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacaktır

Tablo 11. (Devam)

14	Stokhol	Hammaddelerin Depolanması	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucunda; Göz ve Cilt Tahrişi	Ünite Çalışanları	10	3	3	90	Olası Risk	Hammaddelerin taşınması ve depolanması işlemleri kapalı sistemlerde yapılmalıdır. Güçlü endüstriyel emiş ve filtreleme sistemleri kurulmalıdır. İyi bir havalandırma sistemi kurularak tozun havada asılı kalması önenebilir. Ayrıca, temiz hava giriş ve çıkışının düzenli olması sağlanmalıdır. Hammaddelerin taşınması sırasında toz oluşumunu azaltmak için su püskürtme sistemleri kullanılmalıdır. Toz oluşturan faaliyetlerin yoğun olduğu zamanlarda çalışan sayısını azaltarak maruziyeti azaltılmalıdır. Çalışanlar, silisyum tozunun göz ve cilt üzerindeki etkileri ve alınacak önlemler konusunda düzenli olarak eğitilmelidir. İşyerinde toz seviyeleri düzenli olarak izlenmeli ve kontrol altında tutulmalıdır. Çalışanlara, tozun gözlere zarar vermesini önlemek için uygun koruyucu gözlükler veya yüz siperlikleri sağlanmalıdır. Çalışanlara, tozun ciltle temasını önlemek için uygun koruyucu giysiler, eldivenler ve uzun kollu kıyafetler sağlanmalıdır.	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacaktır
15	Ön Harmanlama Ünitesi	Hammaddelerin Depolanması	Silisyum Tozu	Silisyum Tozuna Maruziyet Sonucunda; KOAH ve Silikosiz gibi Hastalıkları	Ünite Çalışanları	1	0,5	7	3,5	Kabul Edilebilir Risk	Hammaddelerin taşınması ve depolanması işlemlerinin kapalı sistemlerde gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır. Güçlü endüstriyel emiş ve filtreleme sistemleri kurulmalıdır. Toz oluşumunu azaltmak için su püskürtme sistemleri kullanılmalıdır. Toz üreten işlemlerin yoğun olduğu zamanlarda personel sayısını azaltarak maruziyeti azaltılmalıdır. Çalışanlara silis tozunun sağlık üzerindeki etkileri ve korunma yöntemleri hakkında düzenli eğitim verilmelidir. Çalışanların düzenli sağlık taramaları yapılmalıdır. Çalışma ortamında toz seviyeleri düzenli olarak izlenmeli ve kontrol altında tutulmalıdır. Çalışanlara yüksek kaliteli, uygun filtreleme özelliklerine sahip toz maskeleri sağlanmalıdır. Tozun gözlere zarar vermesini önlemek için uygun koruyucu gözlükler veya yüz siperlikleri kullanılmalıdır. Çalışanların düzenli sağlık kontrolleri yapılmalıdır. Özellikle solunum yolu hastalıkları ve silikozis açısından periyodik taramalar gerçekleştirilmelidir.	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacaktır

Tablo 11. (Devam)

16	Ön Harmanlama Ünitesi	Hammaddelerin Depolanması	Silisyum Tozu	İş Kazası ve Yaralanma	Ünite Çalışanları	10	2	40	800	Çok Yüksek Risk	Hammaddelerin taşınması ve işlenmesi kapalı sistemlerde yapılmalıdır. Endüstriyel toz toplama ve filtreleme sistemleri kurulmalıdır. Hammaddelerin taşınması ve işlenmesi sırasında toz oluşumunu azaltmak için su püskürtme sistemleri kullanılmalıdır. Toz yayan makineler ve işlemler için izolasyon kabinleri kullanılabilir. Tozlu işlerin yoğun olduğu zamanlarda çalışan sayısını azaltarak maruziyet azaltılabilir. Düzenli temizlik yapılmalı ve birikmiş tozlar hemen temizlenmelidir. Tozlu alanlar açıkça işaretlenmeli ve çalışanlar bu alanlarda dikkatli olmaları konusunda uyarılmalıdır. Çalışanlara, yüksek kaliteli solunum maskeleri sağlanmalıdır. Tozun ciltle temasını önlemek için uygun koruyucu giysiler, eldivenler ve uzun kollu kıyafetler giyilmelidir. Çalışanların düzenli sağlık kontrolleri yapılmalıdır. Özellikle solunum yolu hastalıkları açısından periyodik taramalar gerçekleştirilmelidir.	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak
17	Ön Harmanlama Ünitesi	Hammaddelerin Depolanması	Silisyum Tozu	FİBROZİS Hastalığı (Yara dokusu oluşumu)	Ünite Çalışanları	1	1	7	7	Kabul Edilebilir Risk	Hammaddelerin taşınması ve işlenmesi kapalı sistemlerde yapılmalıdır. Güçlü endüstriyel toz toplama ve filtreleme sistemleri kurulmalıdır. Hammaddelerin taşınması ve işlenmesi sırasında toz oluşumunu azaltmak için su püskürtme sistemleri kullanılmalıdır. Toz yayan makineler ve işlemler için izolasyon kabinleri kullanılabilir. Toz oluşturan işlerin yoğun olduğu zamanlarda çalışan sayısını azaltarak maruziyeti minimize edilmelidir. Düzenli temizlik yapılmalı ve birikmiş tozlar hemen temizlenmelidir. Çalışanlara, silisyum tozunun sağlık üzerindeki etkileri ve korunma yöntemleri hakkında düzenli eğitim verilmelidir. Tozlu alanlar açıkça işaretlenmeli ve çalışanlar bu alanlarda dikkatli olmaları konusunda uyarılmalıdır. Çalışma ortamında toz seviyeleri düzenli olarak izlenmeli ve kontrol altında tutulmalıdır. Çalışanlara yüksek kaliteli, uygun filtreleme özelliklerine sahip solunum maskeleri sağlanmalıdır. Tozun gözlere zarar vermesini önlemek için koruyucu gözlükler veya yüz siperlikleri kullanılmalıdır. Çalışanların düzenli sağlık kontrolleri yapılmalıdır. Özellikle solunum yolu hastalıkları ve fibrozis açısından periyodik taramalar	İşveren	Sürekli Rutin Kontroller yapılacak

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında, Gümüşhane ilinde faaliyet gösteren bir çimento fabrikasında kullanılan silisyum maddesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi ele alınmıştır. Yapılan değerlendirmelerde, silisyumun işçi sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin özellikle uzun süreli maruziyetlerde daha belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir. Silika tozuna maruz kalmak, özellikle silikozis, akciğer rahatsızlıkları ve diğer solunum yolu hastalıklarına yol açabilmektedir. Yapılan risk değerlendirmesi, fabrikanın mevcut iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin silika tozu maruziyetini yeterince azaltmakta etkili olmadığını ortaya koymuştur.

Çimento fabrikasında silisyum maddesiyle ilgili yapılan iş sağlığı ve güvenliği değerlendirmesinde, çalışanların silika tozuna maruz kalma düzeylerinin kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğu çalışma alanları saptanmıştır. Bunun yanı sıra, kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı, toz emisyon kontrolü ve havalandırma sistemlerinin etkinliği konusunda iyileştirmeler yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, işçiler arasında farkındalık yaratmak, düzenli sağlık taramaları yapmak ve acil durum planlarını gözden geçirmek, bu tür riskleri daha etkili bir şekilde yönetmek için kritik adımlar olarak belirlenmiştir.

5.2. Öneriler:

1. Silika Tozu Maruziyeti Azaltma:

- Silika tozunun havaya yayılmasını engellemek için, çimento üretim süreçlerinde kapalı sistemler kullanılmalı ve otomatikleştirilmiş toz toplama cihazları ile toz emisyonları kontrol altına alınmalıdır.
- Çalışanlar için daha verimli havalandırma sistemleri kurulmalı ve iş yerindeki hava kalitesinin düzenli olarak izlenmesi sağlanmalıdır.
- Toz emisyonlarını kontrol etmek için işyerinde hava temizleme sistemleri ve yüksek verimli filtreler kullanılmalıdır.

2. Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanımı:

- Çalışanların silika tozuna karşı korunmasını sağlamak için, kaliteli maskeler ve diğer kişisel koruyucu donanımlar (gözlük, koruyucu giysiler vb.) kullanılmalıdır.
 - KKD'lerin etkinliği düzenli olarak kontrol edilmeli ve personel bu konuda eğitilmelidir.
3. Eğitim ve Farkındalık Programları:
- Çalışanlar, silika tozunun sağlık üzerindeki etkileri hakkında bilinçlendirilmeli ve silika tozuna karşı alınacak önlemler hakkında düzenli eğitimler verilmelidir.
 - Farkındalık artırma programları, işçilerin sağlığını korumak adına önemli bir adım olarak uygulanmalıdır.
4. Sağlık İzleme ve Tarama:
- Çalışanlar, silika tozuna maruz kalma durumlarına göre düzenli sağlık kontrollerine tabi tutulmalıdır. Özellikle akciğer hastalıkları için erken teşhis amacıyla tarama programları oluşturulmalıdır.
 - Maruziyet düzeyine göre periyodik sağlık taramaları yapılmalı ve gerekli durumlarda erken müdahale edilmelidir.
5. Risk Değerlendirmelerinin Güncellenmesi:
- Risk değerlendirmeleri, mevcut durumun ve teknolojik gelişmelerin ışığında periyodik olarak güncellenmeli ve yeni riskler değerlendirilmeli, önlemler tekrar gözden geçirilmelidir.
 - Silika tozu maruziyetinin sürekli izlenmesi için daha hassas ölçüm cihazları kullanılmalı ve veriler düzenli olarak raporlanmalıdır.
6. İş Kazaları ve Acil Durum Planları:
- İş kazalarını ve acil durumları önlemek amacıyla iş güvenliği protokolleri yeniden düzenlenmeli ve çalışanlar acil durumlar konusunda eğitilmelidir.
 - Yangın ve diğer acil durum senaryolarına karşı kapsamlı hazırlık planları oluşturulmalı ve tatbikatlar düzenlenmelidir.

Sonuç olarak, çimento fabrikalarında çalışanların silika tozuna maruz kalma risklerinin azaltılması ve iş sağlığı güvenliği standartlarının iyileştirilmesi, hem çalışanların sağlığını korumak hem de iş kazalarını en aza indirmek için önemlidir. Bu tezin bulguları, silika tozunun potansiyel zararlarını göz önünde bulundurularak, Gümüşhane ilindeki çimento fabrikasında uygulamalı önlemler alınmasını önermektedir.

KAYNAKÇA

- Alkan, E. (2017). *Meslek lisesi öğrencilerinin iş güvenliği kültürü ve bilinci üzerine bir çalışma* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Yeniüzyıl Üniversitesi, İstanbul.
- Altıkayanak, M. (2014). Bir Çimento Fabrikasında Döner Fırın Prosesinin Enerji Analizi. *SDU International Technologic Science*, 6(1), 1-12.
- Anlar, H. G., Bacanlı, M. ve Başaran, N. (2019). Silikanın Kullanım Alanları ve Silika Maruziyetine Bağlı Olası Toksik Etkiler. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 39(1), 17-29.
- Apay, A. C. (2011). Alternatif Yakıt Ürünlerinin Klinker Üretiminde Kullanımına Bir Örnek:Akçansa Büyükçekmece Çimento Fabrikası. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 6(4), 1A0261.
- Avrupa Birliği. (2003). 30 Kasım 1989 tarihli, işyeri için asgari güvenlik ve sağlık gerekliliklerine ilişkin 89/654/EEC sayılı Konsey Direktifi (89/391/EEC Direktifinin 16 (1) maddesi anlamında ilk bireysel direktif. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:31989L0654> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.
- Bıyıkçı, E. T. (2010). *İş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasında iş güvenliği uzmanlığı*. [Yüksek lisans tezi]. Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Bilgin, Ö. (2013). Çimento Üretim Teknolojisinde Kullanılan Ana Ekipmanlar. *Yer Altı Kaynakları Dergisi*. 2(4), 31-40.
- Birgören, B. (2017). Fine Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları Ve Çözüm Önerileri. *Uluslararası Mühendislik Araştırma Ve Geliştirme Dergisi*, 9(1), 19-25.
- Bozkurt, A. M. (2019). *Yüksek Performanslı Çimento Harç Özelliklerine Nano- Silis Ve Farklı Puzolan Malzeme Katkısının Etkileri*. [Yüksek lisans tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.

Ceylan, H. ve Başhelvacı, V. S. (2011). Risk değerlendirme tablosu yöntemi ile risk analizi: Bir uygulama. *International Journal of Engineering Research and Development*, 3(2), 25-33.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. (2016). Çimento sektöründe tozla mücadele rehberi. <https://ceis.org.tr/isg-yayinlar/cimento-sektorunde-tozla-mucadele-rehberi/> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Çimen, A. ve Çimen, S. (2020). İş Sağlığı Ve İş Güvenliğinin Önemi. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 3(2), 81-85.

Çoban, G. S. (2021). Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşisi Kendini Gerçekleştirme Basamağında Gizil Yetenekler. *European Journal of Educational and Social Sciences*, 6(1), 111-118.

Demir, İ. Ve Uzun, İ. (2007). Kırşehir-Kaman Yöresi Granitlerin Kırmataş Agrega Olarak Kullanılabilirlik Özellikleri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 22(3).

Dündar, M. (2017). Cam Bilya Ve Silisyum Partikül Ile Takviye Edilmiş Polipropilen Kompozit Malzemenin İşlenebilirliğinin Araştırılması. [Yüksek lisans tezi]. Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Ergüçlü, M. E. (2016). Alternatif Yakıt Kullanılarak Üretilen Çimentodan Mamul Betonarme Su Yapılarında Eser Element Özütleme Karakteristiklerinin İncelenmesi. [Yüksek lisans tezi]. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

European Union. (1989). Council Directive 89/654/EEC of 30 November 1989 concerning the minimum safety and health requirements for the workplace (first individual directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:31989L0654>
01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (1989). Council Directive 89/391/EEC of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31989L0391&qid=1615985898418> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (1990). Council Directive 90/269/EEC of 29 May 1990 on the minimum health and safety requirements for the manual handling of loads where there is a risk particularly of back injury to workers (fourth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31990L0269> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (1990). Consolidated text: Council Directive of 29 May 1990 on the minimum safety and health requirements for work with display screen equipment (fifth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC) (90/270/EEC). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:01990L0270-20190726> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (1992). Council Directive 92/57/EEC of 24 June 1992 on the implementation of minimum safety and health requirements at temporary or mobile construction sites (eighth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:31992L0057> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (1996). Council Directive 96/53/EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1996/53/oj/eng> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (2001). Directive 2001/95/EC of the European Parliament and of the Council of 3 December 2001 on general product safety (Text with EEA relevance). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2001/95/oj/eng> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (2006). Directive 2006/95/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the harmonisation of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits (codified version) (Text with EEA relevance). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/95/oj/eng> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (2006). Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast) (Text with EEA relevance). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/42/oj> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (2007). Directive 1999/92/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 1999 on minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres (15th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1999/92/oj/eng> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Union. (2009). Directive 2009/104/EC of the European Parliament and of the Council of 16 September 2009 concerning the minimum safety and health requirements for the use of work equipment by workers at work (second individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) (Codified version) (Text with EEA relevance). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/104/oj/eng> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

European Agency For Safety And Health And Work. (2022). Personal protective equipment. <https://oshwiki.osha.europa.eu/tr/themes/ppe> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Gürbüz, H. ve İbrakovic, H. (2017). İşletmelerde İş Güvenliği, Güvenlik Performansı Ve İş Güvenliği Kültürü. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 11, 442-469.

Gürsel, A. P. ve Meral, Ç. (2012). Türkiye’de Çimento Üretiminin Karşılaştırmalı Yaşam Döngüsü Analizi. 2. *Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü*, 1-13.

- Eruş, H. Ö., Taşkiran, G. ve Bayazıt, M. (2015). Silis İçeren Malzemelerle Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği. 9. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu. 115-122.
- Kahraman, E. (2022). Adana Çimento Çaldağ Hammadde Sahasında Yapılan Basamak Patlatmalarının Çevresel Etkilerinin İncelenmesi . *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(3), 1453-1467.
- Kalelioğlu, Ö. ve Köse, E. (2021). Çimento Fabrikasında Gürültü Düzeylerinin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25), 43-49.
- Kalelioğlu, Ö. (2021). *Çimento Fabrikasında Gürültü Düzeylerinin İş Sağlığı Ve Güvenliği Kapsamında Analiz Edilmesi*. [Yüksek lisans tezi]. Tarsus Üniversitesi, Mersin.
- Keramydas, D., Bakakos, P., Alchanatis, M., Papalexis, P., Konstantakopoulos, I., Tavernaraki, K., ... ve Lazaris, A. C. (2020). *Investigation Of The Health Effects On Workers Exposed To Respirable Crystalline Silica During Outdoor And Underground Construction Projects*, 20(2), 882-889.
- Koçak, D. (2014). *Demiryolu Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliği Vagon Bakım Onarım Atölyesi Risk Değerlendirmesi Örneği Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Eğitim Ve Araştırma Merkezi*.
- Kol, İ. (2016). *İş Sağlığı Ve Güvenliğinde Operasyonel Disiplin*. [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Gedik Üniversitesi, İstanbul.
- Korkmaz, A. V. (2019). Çimento Üretiminde Kil Ham Maddesine Alternatif Olarak Çamurtaşının Kullanılabilirliği. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 58(1), 7-15.
- Korkmaz, A. V. (2021). Hammadde Rutubetinin Çimento Üretim Prosesine Etkisinin Araştırılması . *Yer Altı Kaynakları Dergisi*, 10(19), 33-49.
- Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). *Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin usul ve esasları hakkında yönetmelik*.
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18371&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). Sağlık ve güvenlik işaretleri yönetmelik.
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18829&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat.Gov.Tr. (2013). İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmelik.
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16925&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik.

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18647&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmelik.

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18318&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). Sağlık kuralları bakımından günde azami yedi buçuk saat veya daha az çalışması gereken işler hakkında yönetmelik.
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18588&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik.

<https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=18759&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). Elle taşıma işleri yönetmelik.

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18627&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). *İşyeri bina ve eklentilerinde alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin yönetmelik.*
<https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=18592&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). *Kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik.*
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18540&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2013). *İşyerlerinde acil durumlar hakkında yönetmelik.*
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18493&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.

Oral, T. Y. ve Bekman, F. B. (2021). İnsan Sağlığı Hizmetleri Çalışanlarının Maruz Kaldığı Meslek Hastalığı Etkenlerinin İsg Kapsamında İncelenmesi. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 160-178.

Özkan, T. ve Yıldız, Z.(2022). Bir Çimento Fabrikasında Toz Seviyelerinin Belirlenmesi Ve Çalışan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Sağlık Akademisi Kastamonu (SAK)*, 7 (3), 548-563.

Öztürk, T. (2022). ILO Üyesi Ülkelerin İş Kazası Sonucu Oluşan Ölüm Oranı Bakımından Kümeleme Yöntemi ile Sınıflandırılması . *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 12(1), 35-52.

Seyhan, A. (2019). Yüksek Verimli Kristal Silisyum (C-Si) Heteroeklem Güneş Hücreleri Üretimi Ve Karakterizasyonu. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(2), 1307-1314.

Solmaz, M. ve Solmaz, T. (2017). *Hastanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 147-156.

Şahin, F. (2009). *Çimento Hammadde Ve Üretim Sürecinde Esnek Hesaplama Yöntemlerinin Kullanımı*. [Yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Şahin, S. (2015). Yeni Bir Yaklaşım: İş Sağlığı Ve Güvenliği'nde Mobbing Faktörünün Önemi ve Etkisi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 9(9), 489-505.
- Topçu, A. D. (2016). *Çimento Üretim Süreçlerindeki İş Sağlığı Ve Güvenliği Risklerinin Tespiti Ve Çözüm Önerileri*. [İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi]. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. Ankara.
- TÜBİTAK Bilim Genç. (2021). Silisyum. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/periodik-tablo/silisyum> 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.
- Üçok, U. (2022). *Al₂O₃ Ve ZrO₂ Katkılı Silisyum Karbürün Sinterlenme Davranışlarının İncelenmesi Ve Karakterizasyonu*. [Yüksek lisans tezi]. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik.
- Ünalın, L. (2021). *Türkiye Çimento Sektöründe Optimal Dağılım Ulaştırma Probleminin Bulanık Doğrusalprogramlama İle Çimento Fabrikalarına Programlama İle Çimento Fabrikalarına Uygulanması*. [Yüksek lisans tezi]. Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Wikipedia. (2018). Directive 89/391/EEC. https://en.wikipedia.org/wiki/Directive_89/391/EEC 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.
- Wikipedia. (2019). Directive 92/58/EEC. https://en.wikipedia.org/wiki/Directive_92/58/EEC 01.02.2025 tarihinde erişim sağlandı.
- Yüçetürk, G. ve Barut, H. B. (2017). Hafifletilmiş Silisyum Harcının Değerlendirilmesi. *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 7-14.
- Zeynelgil, A., Dündar, M. Ş. ve Caner, C. (2024). Fine Kinney Risk Analiz Metodu İle Pvc Geri Dönüşüm Tesisi Yangın Riskinin Değerlendirilmesi. *Mühendislikte Yakıtlar, Yangın Ve Yanma Dergisi*, 12(1), 66-83.

ÖZGEÇMİŞ

Muhammet ERDOĞAN Sırasıyla Aktaş İlköğretim Okulu, Ali Fuat KADİRBEYOĞLU Anadolu Lisesi'nden mezun oldu.2017 yılında Gümüşhane Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Mülkiyet Koruma ve Güvenlik bölümüne girdi ve 2019'da mezun oldu. Aynı yıl içinde DGS ile Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümüne girdi ve 2021'de mezun oldu.2021 yılında Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı ve öğrenimine devam etmektedir.

