



T.C.

**ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**ÇİMENTO ÜRETİM SÜREÇLERİNDEKİ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN TESPİTİ
VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Arife Duygu TOPÇU

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

ANKARA-2016

T.C.

**ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**ÇİMENTO ÜRETİM SÜREÇLERİNDEKİ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN TESPİTİ
VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Arife Duygu TOPÇU

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

Tez Danışmanı

Berk ATLI

ANKARA-2016

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

O N A Y

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı **Arife Duygu TOPÇU** 'nun, **Berk ATLI** danışmanlığında başlığı "**Çimento Üretim Süreçlerindeki İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri**" olarak teslim edilen bu tezin savunma sınavı 05/10/2016 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından "**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**" olarak kabul edilmiştir.

Dr. Serhat AYRIM
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
Müsteşar Yardımcısı
JÜRİ BAŞKANI

Tarkan ALPAY
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür V.
ÜYE

İsmail GERİM
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.
ÜYE

Doç. Dr. Pınar BIÇAKÇIOĞLU
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd. V.
ÜYE

Prof. Dr. Yasin Dursun SARI
Öğretim Üyesi
ÜYE

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Tarkan ALPAY
İSGGM Genel Müdür V.

TEŞEKKÜR

İş Sağlığı ve G¼venlięi Uzman Yardımcılığım boyunca kıymetli bilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen M¼steőar Yardımcım Sayın Serhat AYRIM ve Genel M¼d¼r¼m Sayın Tarkan ALPAY başta olmak ¼zere, İş Sağlığı ve G¼venlięi eski Genel M¼d¼r¼ Sayın Kasım ÖZER'e, İş Sağlığı ve G¼venlięi Genel M¼d¼r Yardımcısı Sayın İsmail GERİM'e, İş Sağlığı ve G¼venlięi Genel M¼d¼r Yardımcısı Sayın Sedat YENİD¼NYA'ya, İş Sağlığı ve G¼venlięi Genel M¼d¼r Yardımcısı Sayın Doç. Dr. Pınar BIÇAKÇIOğLU'na, eski Genel M¼d¼r Yardımcısı Sayın Dr. H.N. Rana G¼VEN'e ve Yetkilendirme Daire Başkanı Sayın Furkan YILDIZ'a teőekk¼rlerimi sunarım. Danıőmanım İş Sağlığı ve G¼venlięi Uzmanı Sayın Berk ATLI'ya, çalıőmam boyunca desteklerini benden esirgemeyen İş Sağlığı ve G¼venlięi Uzmanı Sayın Ahmet CANKURTARAN ve İş Sağlığı ve G¼venlięi Uzmanı Sayın Fatih DEğER başta olmak ¼zere t¼m değerli çalışma arkadaőlarıma, yapmıő olduğum teknik ziyaretler sırasında g¼stermiő oldukları misafirperverliklerinden dolayı t¼m işletme y¼neticileri ve çalıőanlarına ve bu s¼re boyunca sonsuz sabır ve ilgilerini benden esirgememiő olan değerli aileme teőekk¼r¼ borç bilirim.

ÖZET

Arife Duygu TOPÇU

Çimento Üretim Süreçlerindeki İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi

Ankara, 2016

Bu çalışma ile çimento üretim süreçlerinde iş kazalarına ve meslek hastalıklarına neden olabilecek tehlikelerin tespit edilmesi ve bu tehlikelerden kaynaklanan risklerin giderilmesi için çözüm önerileri getirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Türkiye'de faaliyet gösteren 7 entegre çimento fabrikası ve 1 çimento öğütme-paketleme tesisine saha ziyareti yapılmış, ana üretim sahalarında iş sağlığı ve güvenliği yönünden gözlem ve incelemelerde bulunulmuştur. Bu saha ziyaretleri ışığında, sektördeki üretim süreçlerine ilişkin risk etmenleri belirlenmiştir. Çalışmanın uygulama kısmında, inceleme yapılan işletmelerden Ankara'da faaliyet gösteren entegre bir çimento fabrikasında ve fabrikanın hammadde ocağında, Fine-Kinney Metodu kullanılarak çimento üretim süreçlerini kapsayan risk değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma neticesinde 414 adet risk tespit edilmiştir. Bu risklerin ana üretim sahalarına, faaliyetlerine, düzeylerine ve risk etmenlerine göre dağılımı incelenmiştir. “Çok yüksek”, “Yüksek” ve “Önemli” düzeyde tespit edilen riskleri barındıran üretim faaliyetlerinde güvenli çalışma yapılmasına ve bu düzeydeki risklere sebep olan etmenlerin etkisinin azaltılmasına yönelik çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fine-Kinney, çimento fabrikası, klinker, çimento üretimi

ABSTRACT

Arife Duygu TOPÇU

**Determination of Occupational Health and Safety Risks in Cement Manufacturing
Process and Solution Offers**

**Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational Health
and Safety**

Thesis for Occupational Health and Safety Expertise

Ankara, 2016

This study aims at determining the hazards which can cause occupational accidents and diseases in cement manufacturing processes and introducing solution offers to eliminate the risks resulting from these hazards. Within this framework, 7 integrated cement plants and 1 grinding-packaging plant in Turkey have been visited and their major production sites have been observed and examined in terms of occupational safety and health. In the light of the field visits, the risk factors engaged in manufacturing process of cement have been determined. In the application part of the study, risk assessment by means of Fine-Kinney Method has been conducted through an integrated cement plant and its quarry, located near Ankara, covering the manufacturing process. As a result of the application study, 414 risk have been identified. Distribution of these risks according to main production areas, activities, risk levels and risk factors have been elaborated. Solution offers for safe work at productive activities including risks which are scored as “very high”, “high” and “significant” have been introduced to minimize the effect of the factors causing these risks.

Keywords: Fine-Kinney, cement plant, clinker, cement manufacturing

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
RESİMLEMELER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
GRAFİKLER LİSTESİ	x
SİMGE VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. DÜNYADA ÇİMENTO SEKTÖRÜ	5
2.2. TÜRKİYE'DE ÇİMENTO SEKTÖRÜ	7
2.2.1. Türkiye'de Çimento Sektörünün Tarihsel Gelişimi	7
2.2.2. Türkiye'de Çimento Sektörü Çatı Kuruluşları	10
2.3. ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ MEVZUAT	12
2.4. ÇİMENTONUN KİMYASAL YAPISI	15
2.4.1. Klinker Hammaddeleri	15
2.4.2. Çimento Katkıları	16
2.5. ÇİMENTO TİPLERİ	18
2.6. ÇİMENTO ÜRETİM SÜRECİ	18
2.6.1. Hammadde Hazırlama Süreci	20
2.6.2. Isıl İşlem Süreci	29
2.6.3. Çimento Hazırlama Süreci	34
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	37

3.1. ARAŞTIRMA SÜRECİ	37
3.2. RİSK DEĞERLENDİRMESİ	40
3.3. FINE-KINNEY METODU	43
3.4. İŞYERİ SEÇİMİ.....	45
3.5. ÜRETİM SÜREÇLERİNİN VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ SAHALARININ TANIMLANMASI.....	46
3.6. RİSK ETMENLERİNİN TANIMLANMASI	49
4. BULGULAR	51
4.1. ÇİMENTO HAMMADDE OCAKLARI VE FABRİKALARINDAKİ ÜRETİM SÜREÇLERİNDEKİ İSG RİSKLERİ ETMENLERİ.....	51
4.1.1. Kazalara Yol Açabilecek Risk Etmenleri.....	51
4.1.2. Çalışma Ortamındaki Fiziksel Risk Etmenleri.....	55
4.1.3. Çalışma Ortamındaki Kimyasal Risk Etmenleri	58
4.1.4. Yapılan İşten Kaynaklanan Ergonomik Risk Etmenleri	59
4.2. RİSK DEĞERLENDİRMESİ BULGULARI	60
4.2.1. Üretim Sahalarına Göre Risklerin Sayısal Dağılımı	61
4.2.2. Düzeylerine Göre Risklerin Sayısal Dağılımı	62
4.2.3. Etmenlerine Göre Risklerin Sayısal Dağılımı.....	64
4.2.4. Üretim Sahalarındaki Risklerin Analiz Edilmesi.....	68
4.2.5. Risk Düzeylerinin Ana Üretim Sahalarına Göre Sayısal Dağılımı	87
5. TARTIŞMA.....	91
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	97
KAYNAKLAR.....	101
ÖZGEÇMİŞ.....	105
EKLER	107

RESİMLEMELER LİSTESİ

Resim 2.1. Türkiye'deki çimento fabrikaları haritası.....	8
Resim 2.2. Kalker ocağı	23
Resim 2.3. Kalker kırıcı bunkerini	24
Resim 2.4. Kamyonun kırıcı bunkerine hammadde dökmesi.....	24
Resim 2.5. Valsli farin değirmeni.....	27
Resim 2.6. Farin homojene silosu	27
Resim 2.7. Döner Fırın	29
Resim 2.8. Klinker soğutma ünitesi	31
Resim 2.9. Paketleme ünitesi.....	34

TABLULAR LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1. 2014 yılı itibariyle 4,3 milyar ton olan Dünya çimento üretiminin ana üretici ülke ve bölgelere göre dağılımı	6
Tablo 2.2. Klinkeri oluşturan bileşikler ve temel kaynakları	15
Tablo 2.3. Çimento üretiminin ana süreçleri, süreçlerin altında yer alan faaliyetler ve faaliyetlerin gerçekleştirildiği ana üretim sahaları	19
Tablo 3.1. Yaygın olarak kullanılan risk değerlendirmesi metodlarının karşılaştırılması	42
Tablo 3.2. Fine-Kinney metodu olasılık skalası	43
Tablo 3.3. Fine-Kinney metodu frekans skalası	44
Tablo 3.4. Fine-Kinney metodu şiddet skalası	44
Tablo 3.5. Fine-Kinney metodu risk düzeyi değerleri ve risk düzeyine göre uygulanacak eylemler	44
Tablo 3.6. Çimento üretim süreçlerinin gerçekleştirildiği ana üretim sahaları ve her ana üretim sahasında gerçekleştirilen ana üretim faaliyetleri	46
Tablo 3.7. Risk etmenleri	49
Tablo 4.1. Toplam risklerin üretim sahalarına ve risk düzeylerine göre dağılımı.....	64
Tablo 4.2. Açık ocak sahasındaki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı	70
Tablo 4.3. Konkasör ünitesindeki risklerin, bu ünite de gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı	72
Tablo 4.4. Stokholdeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı	74
Tablo 4.5. Ön harmanlama sahasındaki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı	76
Tablo 4.6. Farin değirmenindeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı	78
Tablo 4.7. Döner fırındaki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı	80
Tablo 4.8. Kömür değirmenindeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı	82

Tablo 4.9. Çimento değirmenindeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı	84
Tablo 4.10. Paketleme ünitesindeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı	86

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Delme-patlatma yöntemiyle üretim.....	22
Şekil 2.2. Hammadde hazırlama süreci akış şeması.....	28
Şekil 2.3. Isıl işlem süreci akış şeması	33
Şekil 2.4. Çimento hazırlama süreci akış şeması	35
Şekil 3.1. Tez akış şeması.....	39

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 2.1. Yıllara göre küresel çimento üretimi ve küresel kentleşme hızı	4
Grafik 2.2. 2014 yılı itibariyle 4,3 milyar ton olan Dünya çimento üretiminin ana üretici ülke ve bölgelere göre yüzdesel dağılımı	6
Grafik 2.3. Türkiye'deki çimento fabrikalarının faaliyet gösterdikleri coğrafi bölgelere göre yüzdesel dağılımı.....	9
Grafik 4.1. Risklerin üretim sahalarına göre yüzdesel dağılımı	62
Grafik 4.2. Risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı	63
Grafik 4.3. Risklerin etmenlerine göre yüzdesel dağılımı.....	65
Grafik 4.4. Ana üretim sahalarındaki risklerin etmenlerine göre karşılaştırmalı yüzdesel gösterimi.....	66
Grafik 4.5. Kazalara yol açabilecek risk etmenlerinin (A grubu risk etmenleri) toplama risklere göre yüzdesel dağılımı.....	67
Grafik 4.6. Açık ocak sahasındaki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı	69
Grafik 4.7. Konkasör ünitesindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı	71
Grafik 4.8. Stokholdeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı	73
Grafik 4.9. Ön harmanlama sahasındaki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı	75
Grafik 4.10. Farin değirmenindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı.....	77
Grafik 4.11. Döner fırındaki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı.....	79
Grafik 4.12. Kömür değirmenindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı.....	81
Grafik 4.13. Çimento değirmenindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı	83
Grafik 4.14. Paketleme ünitesindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı	85
Grafik 4.15. Çok yüksek düzeydeki risklerin ana üretim sahalarına göre yüzdesel dağılımı ..	87
Grafik 4.16. Yüksek düzeydeki risklerin ana üretim sahalarına göre yüzdesel dağılımı	88
Grafik 4.17. Önemli düzeydeki risklerin ana üretim sahalarına göre yüzdesel dağılımı	89

SİMGE VE KISALTMALAR

Al_2O_3	Alumina
$CaCO_3$	Kalsiyum Karbonat
CaO	Kireç
$CaSO_4$	Kalsiyum Sülfat
CEMBUREAU	European Cement Association (Avrupa Çimento Birliği)
CO_2	Karbon Dioksit
ÇEİS	Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası
Fe_2O_3	Demir Oksit
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
OHSAS 18001	Occupational Health and Safety Assessment Series (İş Sağlığı ve Güvenliği Değerlendirme Sistemi)
SiO_2	Silisyum Dioksit
TÇMB	Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerin ekonomisinde önemli bir yere sahip olan çimento endüstrisi, üretim süreçlerindeki faaliyetlerin yapısı ve çeşitliliği sebebiyle iş sağlığı ve güvenliği yönünden bir çok riski barındırmaktadır. Bu çalışması ile çimento endüstrisine ait üretim süreçlerindeki söz konusu risklerin tespit edilmesi ve bunların etkisinin azaltılmasına yönelik önleyici tedbirler getirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, bu çalışma kapsamında entegre bir çimento fabrikasının hammadde ocağı ile ana üretim sahaları incelenmiş ve bu sahalarda gerçekleştirilen ana üretim faaliyetleri esas alınarak risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde; çimento sektörünün Dünyada ve ülkemizdeki durumu ile yıllara göre gelişimi üzerinde durulmuş ve çimento sektörü ile ilgili yerli ve yabancı mevzuat hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca, çimentonun kimyasal bileşimi, çimento üretim süreçleri ve çimento tipleri bu bölümde ele alınmıştır.

Gereç ve yöntemler bölümünde, risk değerlendirmesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından gerekliliği ve önemine değinilmiş; imalat sanayiinde yaygın olarak kullanılan risk değerlendirme yöntemleri kıyaslanmıştır. Çalışmada yer alan risk değerlendirmesi uygulaması metodu olarak belirlenen Fine-Kinney Metodu hakkında teorik bilgi verilmiş ve metodun uygulanış biçimi anlatılmıştır. Risk değerlendirmesi uygulamasının sistematik biçimde gerçekleştirilebilmesi için yapılan ana üretim sahaları, ana üretim faaliyetleri ve iş kazası ve/veya meslek hastalığına sebep olabilecek risk etmenlerinin tasnifi bu bölümde ele alınmıştır.

Risk değerlendirmesi uygulamasında edinilen bulgulara dördüncü yer verilmiştir. Uygulamanın gerçekleştirildiği çimento fabrikasında tespit edilen risklerin, ana üretim faaliyetlerine, düzeylerine ve etmenlerine göre dağılımı analiz edilmiştir. Riskler, düzeylerine ve etmenlerine göre sınıflandırılmıştır. Sonuçta elde edilen veriler, grafik ve tablolarla görselleştirilerek sunulmuştur.

Tartışma bölümünde, literatür taramasında incelenen uygulama ve araştırma çalışmaları ile risk değerlendirmesi uygulaması sonucunda elde edilen bulgular karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Son olarak gerçekleştirilen işyeri ziyaretleri, yapılan risk değerlendirmesi çalışmasına dayanan gözlemler ve literatür taramasında bulunan çalışmalar desteğiyle çimento

sektöründe iş sağlığı ve güvenliğinin geliştirilmesine ve iyileştirilmesine yönelik çözümlerinde bulunulmuştur.

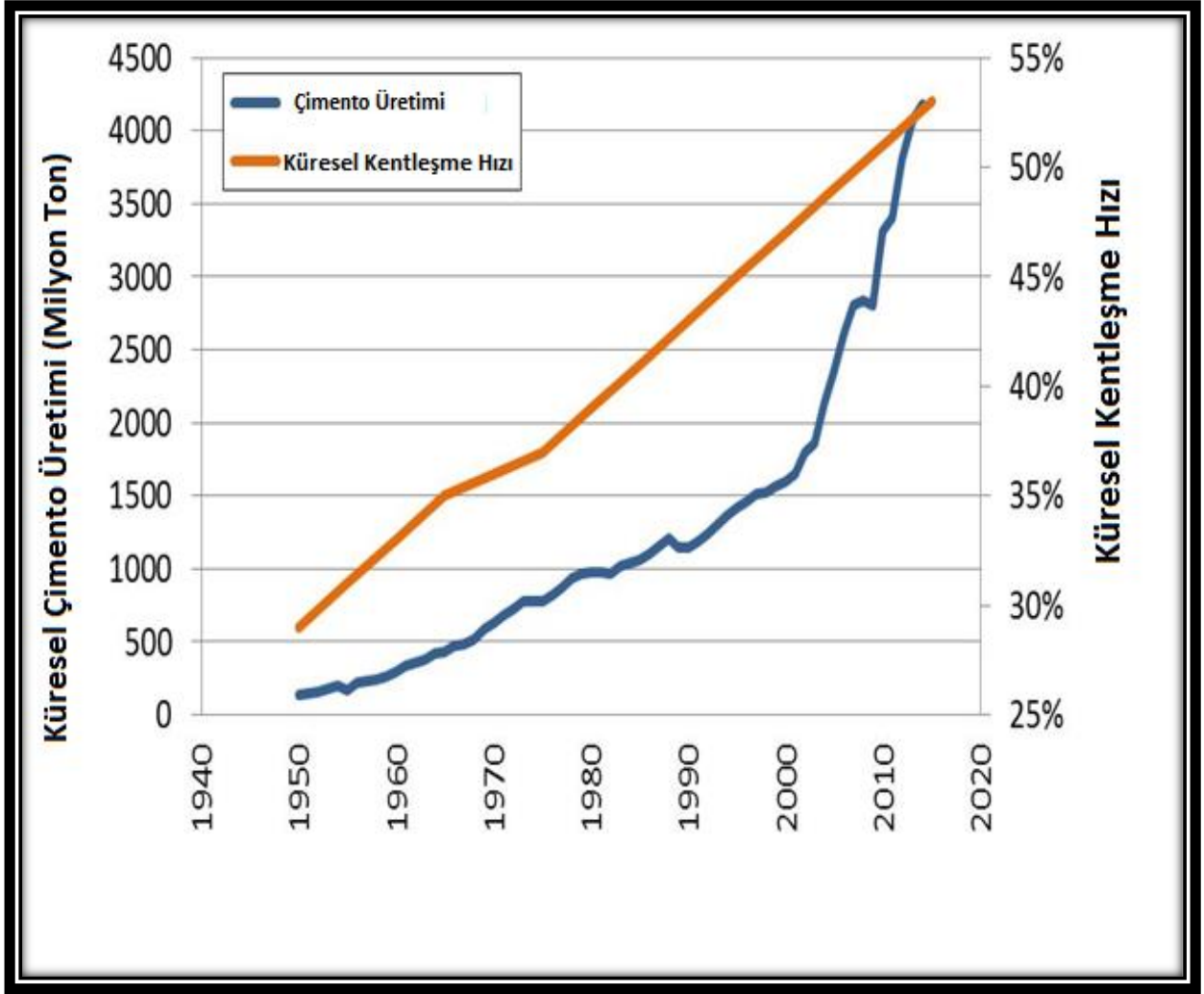
2. GENEL BİLGİLER

Ulaşım, sanayi ve kentleşme başta olmak üzere yaşam ile ilgili her konuda yadsınamayacak bir öneme sahip olan inşaat sektörü; kapsamı, hacmi ve gerekliliği bağlamında dünyadaki en önemli sektörlerden biridir. İnşaat sektörü, yaşam süreci boyunca kendi temel girdilerinden olan çimento, demir-çelik, tuğla, hazır beton gibi yapı malzemesi üreten alt sektörlerle de hayat vermekte ve ekonominin temel dayanaklarından birini oluşturmaktadır. Yapı malzemesi üretmek suretiyle inşaat sektörünün alt sektörlerinden birini teşkil eden çimento sektörünün durumu, inşaat sektörünün durumuna büyük benzerlik göstermektedir. Sektördeki talep ülkelerin ekonomik koşullarına göre değişmekle birlikte inşaat sektöründeki dalgalanmalardan doğrudan etkilenmektedir [1].

Dolayısıyla, tüm dünya pazarları için inşaat yatırımları arttıkça çimento talebinin arttığını, inşaat sektöründe durgunluk yaşandıkça da çimento talebinin düştüğü genellemesini yapmak mümkündür [2].

Çimento sektörünün inşaat sektörüyle olan ilişkisinin yanı sıra, inşaat sektörünün durumu ve inşaat yatırımları ülke genelindeki büyüme, kentleşme ve yatırım planlarıyla doğrudan ilişkilidir. Bu durum, ekonomik büyüme, kentleşme ve inşaat yatırım planlarının çimento talebi üzerinde önemli etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir [3].

İlk kez 1800'lü yılların başında üretilen çimentoya olan 20. yüzyılın başlarındaki ciddi talep artışı endüstriyel gelişme ve kentleşmenin bir sonucudur. Bununla birlikte, yıllara göre dünya çimento tüketimi ile küresel kentleşme hızı Grafik 2.1.'de [4] gösterilmektedir. Buradan, kentleşme hızı ile çimento tüketiminin benzer artış eğilimleri gösterdiği sonucuna varılabilir. Tüm insanlık için yıkıcı sonuçları olan 2. Dünya Savaşı'nı takip eden yeniden yapılanma döneminden günümüze kadar olan süreçte çimento tüketimi toplamda 6-8 kat artmıştır [5].



Grafik 2.1. Yıllara göre küresel çimento üretimi ve küresel kentleşme hızı [4].

Yapı malzemesi olarak henüz teknolojik bir alternatifi bulunmayan çimento, özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde önemli bir yere sahiptir. Gelişmekte olan ülkelerde hızla artan nüfus, köyden kente göç, altyapı eksikliği, hızlı ve çarpık kentleşme gibi sorunlar inşaat sektörünün ülke içindeki dinamizmini artırmakta ve bunun mukabilinde çimentoya olan talebi artırmakta ve sektöre önem kazandırmaktadır [6].

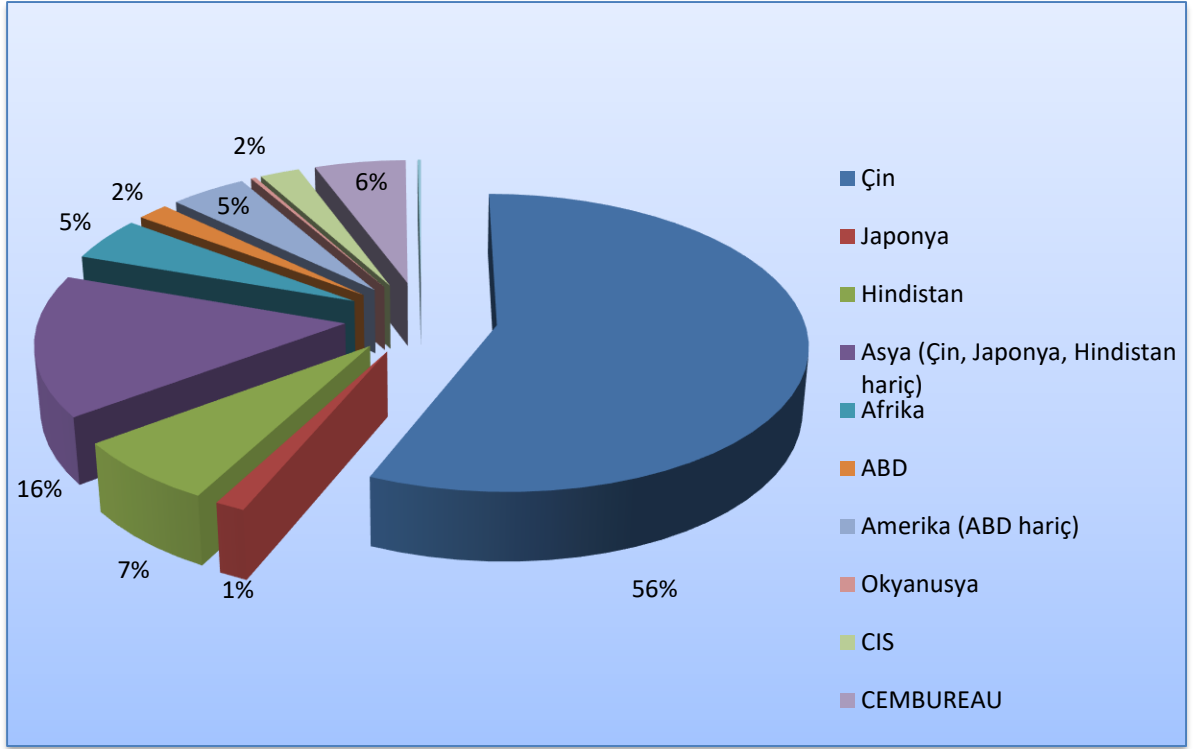
2.1. DÜNYADA ÇİMENTO SEKTÖRÜ

2014 yılı rakamlarına göre, global çimento üretimi bir önceki yıla göre artış göstererek 4,3 milyar ton seviyesini yakalamıştır [5]. Grafik 2.2.'de 2014 yılı Dünya çimento üretiminin ana üretici ülke ve bölgelere göre yüzdesel dağılımı; Tablo 2.1.'de ise bu bölgelerde üretilen çimento hacmi milyon ton cinsinden gösterilmektedir. Buna göre;

- Küresel çimento üretiminin %56'sını (24 295,0 milyon ton) gerçekleştiren Çin, Dünyadaki lider çimento üreticisi konumundadır.
- Küresel üretimin %7'si (301,0 milyon ton) Hindistan'da; %1 'i (60,2 milyon ton) Japonya'da yapılmaktadır. Çin, Hindistan ve Japonya dışında kalan Asya ülkeleriyle küresel çimento üretiminde toplam %16 'lık (666,5 milyon ton) paya sahiptir.

Bununla birlikte 2014 yılı verilerine göre, çimento sektöründeki en yüksek büyüme oranlarını gösteren ülkeler Hindistan, Arjantin, Suudi Arabistan ve Güney Afrika Cumhuriyeti iken; en ciddi daralmayı gösteren ülke ise Endonezya'dır. G7 ülkelerinden ABD' nin %4,1, Japonya'nın %4,2, Kanada'nın ise bir önceki yıla oranla %3,2 'lik daralma yaşadığı göze çarpmaktadır [1].

Global çimento tüketimine bakıldığında yapılaşma faaliyetlerinin yoğunlaştığı, gelişmekte olan bölgelerde çimento tüketiminin daha fazla olduğunu söylemek mümkündür. Grafik 2.1. 'de ifade edildiği gibi kentleşme oranı ile çimento tüketimi benzer eğilimler göstermektedir. Buna göre, dünyada üretilen çimentonun %6'sı Batı Avrupa'da, %3'ü Orta ve Doğu Avrupa'da, %3 'ü Kuzey Amerika'da, %4'ü Güney ve Orta Amerika'da, %5'i Afrika'da,%8'i Hindistan'da, %5'i Orta Doğu'da, %5'i Güney Asya'da, %60'ı Kuzey Asya'da ve %1'i Avustralya'da tüketilmektedir [1].



Grafik 2.2. 2014 yılı itibariyle 4,3 milyar ton olan Dünya çimento üretiminin ana üretici ülke ve bölgelere göre yüzdesel dağılımı [7].

Tablo 2.1. 2014 yılı itibariyle 4,3 milyar ton olan Dünya çimento üretiminin ana üretici ülke ve bölgelere göre dağılımı

Ana Üretici Bölge/Ülke	Üretim Hacmi (milyon ton)
Çin	24 295,0
Japonya	60,2
Hindistan	301,0
Asya (Çin, Japonya, Hindistan hariç)	666,5
Afrika	206,4
ABD	81,7
Amerika (ABD hariç)	850,0
Okyanusya	12,9
CEMBUREAU	103,2
Avrupa (CEMBUREAU hariç)	236,5

2.2. TÜRKİYE’DE ÇİMENTO SEKTÖRÜ

2.2.1. Türkiye’de Çimento Sektörünün Tarihsel Gelişimi

Türkiye’de ilk çimento fabrikası 20 000 ton/yıl kapasite ile üretim yapmak üzere 1911 yılında İstanbul Darıca’da kurulmuştur. Cumhuriyet tarihinin ilk çimento fabrikalarıysa, 1926 yılında İstanbul’da kurulan 14 000 ton/yıl kapasiteli Kurt Çimento Fabrikası ve Ankara’da kurulan 18 000 ton/yıl kapasiteli Ankara Çimento fabrikasıdır [8].

1929 Ekonomik buhranı, Dünya ekonomilerini olduğu gibi Türk ekonomisini de derinden etkilemiştir. Özel sermaye birikiminin sağlanamamasına ve ekonomik gelişimin gerçekleşmemesine neden olmuştur. Dolayısıyla, 1930’lu yıllar çimento fabrikalarının kurulması açısından durgun geçmiştir. Ayrıca, bu dönemin sonunda 2. Dünya Savaşı’nın başlamasıyla dünya ekonomisinde yaşanan çöküş, Türkiye’nin kalkınmasını sekteye uğratmış; inşaat sektörünü ve onunla iç içe olan çimento sektörünü olumsuz etkilemiştir [9]. 1943 yılında tamamen devlet sermayeli, 90 000 ton/yıl kapasiteli Sümerbank Sivas Çimento Fabrikası kurulmuştur [8].

1950-1960 yılları arasında mevcut fabrikaların kapasitelerinin artırılmasının yanında 13 yeni çimento fabrikası kurulmuş ve 1970’in sonlarına gelindiğinde sektör çimento ihraç eder duruma gelmiştir. Çimento sektörünün 1989 yılında başlayan özelleştirme süreci, 1997 yılında tamamlanmış ve devletin sahip olduğu son çimento fabrikası da özel sektöre satılmıştır [9].

Günümüzde, Türk çimento sektörü maliyet düşürücü modernizasyon yatırımları ile AB normlarına uygun üretim yapmakta, hammadde konusunda tamamen yerli kaynakları kullanmakta ve üretimiyle ülkemizin ihtiyacının tamamını karşılayabilmektedir [10].

Resim 2.1.’de ülkemizde çimento üretimi gerçekleştiren elli ikisi entegre, on sekizi öğütme-paketleme tesisi olan yetmiş adet çimento fabrikası buldukları illere göre Türkiye haritası üzerinde gösterilmektedir.

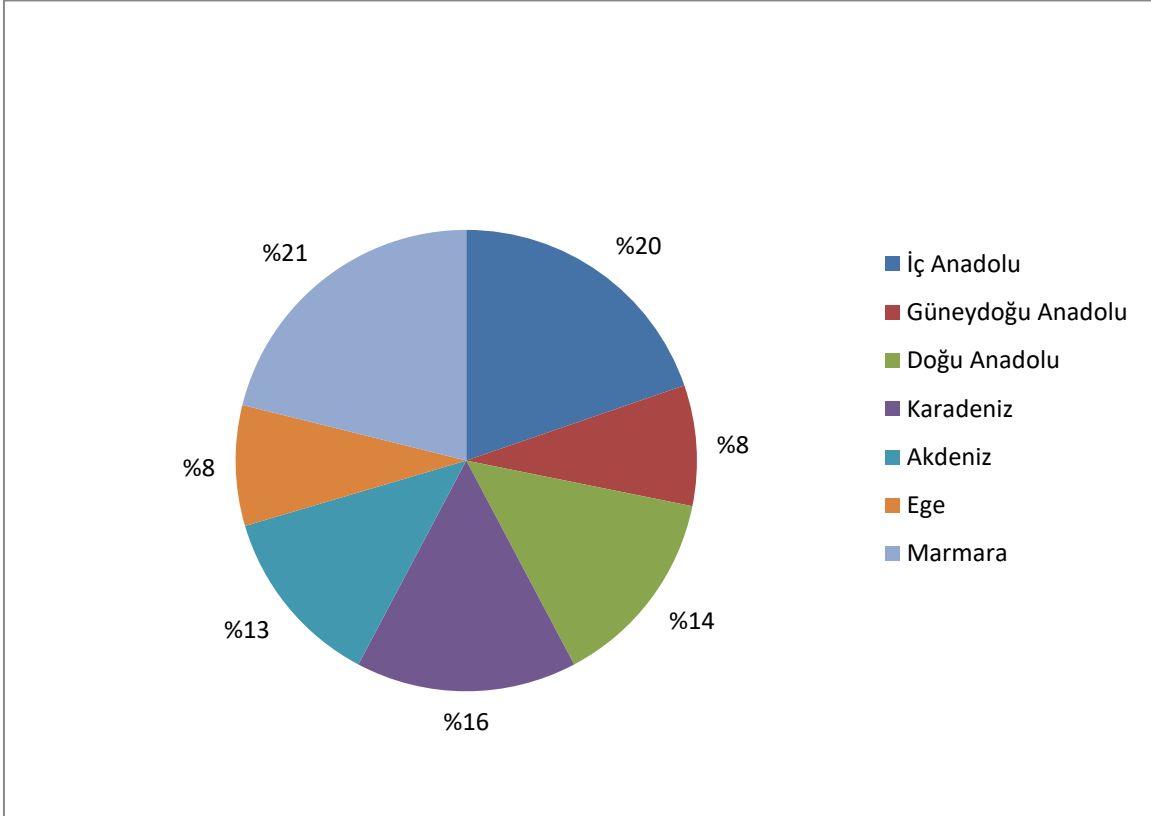


Resim 2.1. Türkiye'deki çimento fabrikaları haritası [11]

Türkiye'de çimento üretimi gerçekleştiren 70 tesisin;

- 14 'ü İç Anadolu Bölgesi'nde,
- 6 'sı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde,
- 10 'u Doğu Anadolu Bölgesi'nde,
- 10 'u Karadeniz Bölgesi'nde,
- 9 'u Akdeniz Bölgesi'nde
- 6 'sı Ege Bölgesi'nde,
- 15 'i Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır.

Grafik 2.3.'te, Türkiye'deki çimento fabrikalarının faaliyet gösterdikleri coğrafi bölgelere göre yüzdesel dağılımı gösterilmiştir.



Grafik 2.3. Türkiye'deki çimento fabrikalarının faaliyet gösterdikleri coğrafi bölgelere göre yüzdesel dağılımı

2014 yılında, Türkiye'de bulunan 70 çimento fabrikası tarafından yapılmış olan toplam çimento üretimi 69,7 milyon tondur. Yıl içerisinde ülkedeki çimento tüketimi ise 61,8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye, çimento endüstrisi bakımından Çin, Hindistan, Avrupa

Birliği üyesi ölkeler, ABD ve Brezilya'dan sonra dünyanın en büyük altıncı çimento üreticisi konumundadır [12]. İhracatta ise dünya pazarında %6,9'luk pay ile birçok önemli üretici ölkeyi geride bırakarak Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır [1].

Türkiye'de çimento sektörü 15 000 kişiye istihdam sağlamaktadır [12]. Oligopol piyasa yapısına sahip olan sektörde üretimin büyük kısmı altı firma tarafından gerçekleştirilmektedir [1].

2.2.2. Türkiye'de Çimento Sektörü Çatı Kuruluşları

Türkiye'de çimento sektöründe etkinlik gösteren iki çatı kuruluş bulunmaktadır. Bunlardan biri, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB); diğeri ise Çimento İşverenleri Sendikası (ÇEİS)'tir.

2.2.2.1. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği

Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Türk çimento sektörünü ulusal ve uluslararası alanda temsil etmek, her türlü mevzuata ilişkin sektör ihtiyaçlarını ortaya koyarak, yetkili mercilere iletmek ve sektör verimliliğinin artması için girişimler yürütmek üzere kurulmuş olan bir çatı kuruluştur.

TÇMB;

- Çimento ve beton ile ilgili araştırma, geliştirme ve tanıtım çalışmalarını yürütür.
- Üye kuruluşlar için çimento üretimi ve teknolojiye ilgili eğitim ve seminerler düzenler.
- Çimento sektörüne ilişkin istatistiki bilgileri işleyerek üyelerine ve kamuoyuna sunmak üzere toplar [13].

2.2.2.2. Çimento İşverenleri Sendikası

Sendika yapısında etkinlik gösteren ÇEİS, üyelerinin çalışma ilişkilerinde; ortak ekonomik ve sosyal hak ve menfaatlerini korumak, geliştirmek, aralarında karşılıklı yardımlaşmalarını sağlamak, işkolunda kurulmuş ve kurulacak olan işyerlerinin verimli ve uyumlu çalışmalarına yardımcı olmak, üyelerini temsil etmek, toplu iş sözleşmesi akdetmek maksadıyla kurulmuştur [14].

ÇEİS, çimento sektöründe etkinlik gösteren işverenlerin İSG konusunda bilinçlendirilmesinde ve işyerlerindeki İSG uygulamalarında önemli rol oynamaktadır. Bu kapsamda, 2003 yılında başlatılan ÇEİS OHSAS 18001 Projesi, tüm ÇEİS üye kuruluşlarının OHSAS 18001 belgesi almasına öncülük etmiştir. Bu gelişme, Türk çimento sektöründe İSG bilincinin artırılması ve İSG risklerinin ciddiyetle ele alınması yönündeki en önemli adımlardan biri olmuştur[15]. ÇEİS OHSAS 18001 Projesi'nin çıktılarını uzun vadeli ve sürdürülebilir kılmak amacı ve üyelere OHSAS 18001 Belgesi'nin alınmasının İSG koşullarının iyileştirilmesinde yalnızca bir başlangıç olduğu düşüncesiyle, sektördeki İSG çalışmalarının yürütülmesi, koordine edilmesi ve yapılacak olan müşterek eğitim ve faaliyetlerin planlanması amacıyla 2005 yılında ÇEİS bünyesinde İSG Kurulu oluşturulmuştur. Yılda en az 4 kez toplanan ÇEİS İSG Kurulu, ÇEİS'e üye çimento fabrikalarında, tüm çalışanları ve işyerinin bütününe kapsamak üzere İSG için yapılan faaliyetleri yakından takip ederek ÇEİS üyesi tüm işyerlerinde uygulanması konusunda çalışmalarda bulunmaktadır [14]. Bu bağlamda, ÇEİS İSG Kurulu 2007 yılından bu yana, üyesi olan çimento fabrikalarına; fabrikalardaki kaza sıklık oranı, kaza ağırlık oranı, kayıt alınan ramakkala olay sayısı, acil durum tatbikatları ve gerçekleştirilen İSG eğitimleri parametrelerini dikkate alarak yıllık İSG Performans Değerlendirmesi yapmakta ve en iyi performans gösteren 3 fabrikayı ödüllendirmektedir. Ödül alan fabrikaların İSG alanındaki iyi uygulamaları yılda iki kez düzenlenen ÇEİS İSG Yönetim Temsilcileri Toplantılarında diğer üye fabrika temsilcileri ile paylaşılmaktadır. Böylece, İSG performansını geliştirmek ve iyileştirmek isteyen fabrikalar söz konusu uygulamaları daha iyi tanıma ve inceleme fırsatı bulmaktadırlar [15].

Bununla birlikte, ÇEİS 2008 yılından bu yana, üyesi bulunan çimento fabrikalarında Davranış Odaklı Saha Denetimleri gerçekleştirmektedir. Çalışanların İSG alanındaki güçlü ve zayıf yönlerinin araştırılarak mevcut durumun ortaya konulması, gerekli iyileştirme çalışmalarının planlanması ve uygulanmasına yönelik yapılan bu denetimler sonrasında elde edilen veriler, fabrikaların risk değerlendirmelerine aktarılmakta; yaklaşan tehlikelerin önceden belirlenmesine ve etkin risk bertaraf yöntemleri kullanılmasına yardımcı olarak İSG kültürünün geliştirilmesine katkı sağlamaktadır [15].

Ayrıca; çimento sektöründeki İSG risklerine yönelik bilinç oluşturulması ve uygun bertaraf yöntemlerinin tanıtılmasına yönelik ÇEİS tarafından hazırlanmış çeşitli kılavuzlar mevcuttur. Bu bağlamda; ÇEİS, "Çimento Sektöründe Endüstriyel Patlamalardan Korunma Kılavuzu",

“Çimento Sektöründe Alt İşveren ve Yüklenici İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları Kılavuzu”, “Çimento Sektöründe Ateşli İşlerde Güvenli Çalışma Kılavuzu”, “Çimento Sektöründe Etiketleme-Kilitleme-Emniyete Alma-Deneme (EKED) Sistemi Kılavuzu”, “Çimento Sektöründe Kapalı Alanlarda Güvenli Çalışma Kılavuzu”, “Çimento Sektöründe Yüksekte Güvenli Çalışma Kılavuzu” yayımlamıştır. Bununla birlikte, çimento fabrikalarında uygulanacak risk değerlendirmesine kapsamlı bir altlık niteliğindeki “Çimento Sektörü Referans Risk Envanteri” çalışması mevcuttur [15].

2.3. ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ MEVZUAT

22/5/2003 tarihli ve 4857 sayılı İş Kanununun uygulanması bakımından hangi işlerin sanayi, ticaret, tarım ve orman işlerinden sayılacağını belirlemeyi amaçlayan, 03/09/2008 tarihli ve 26 986 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Sanayi, Ticaret, Tarım ve Orman İşlerinden Sayılan İşlere İlişkin Yönetmelik Ek-1' e göre, çimento ve hazır beton işleri 67 alt sınıf numarasını alarak sanayiden sayılmaktadır.

19/12/2012 tarihli ve 28 502 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren ve Toplu İş Sözleşmesi Kanunu' nun 4. maddesinde sayılan işkollarına hangi işlerin gireceğini tespit etmeyi amaçlayan İş Kolları Yönetmeliği Ek-1'e göre, 20 ana sınıftan oluşan iş kollarının 11. maddesi "Çimento, Toprak ve Cam" olarak ifade edilmiş olup, çimento imalatı 23.51 alt sınıf numarasını almıştır.

26/12/2012 tarihli ve 28 509 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren “İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği” incelendiğinde “23.51.01” NACE koduna sahip Portland çimentosu imalatının “Çok Tehlikeli” işyerleri sınıfına girdiği görülmektedir.

Ülkemizde, iş sağlığı ve güvenliği alanında çimento sektörü ile ilgili doğrudan hükümlerin bulunduğu bir mevzuat bulunmamaktadır. Ancak, 30/6/2012 tarihli ve 28339 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, çalışma ortamı ile ilgili faktörlerin etkilerini kapsayan genel bir önleme politikası geliştirmeye çalışmış ve benimsediği önleyici yaklaşım ile tüm işyerleri için risk değerlendirmesinin

yapılmasını zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda, ülkemizde bu alanda iş kazasına veya meslek hastalığına sebep olabilecek risk etmenleri ile ilgili, uygulaması ve takibi işverenin sorumluluğunda olan yasal düzenlemeler bulunmaktadır. Bu düzenlemeler aşağıda sıralanmıştır:

- Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 28.07.2013 Sayısı: 28721
- Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 22.08.2013 Sayısı: 28743
- İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları, Resmi Gazete Tarihi: 25.04.2013 Sayısı: 28628
- Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 24.07.2013 Sayısı: 28717
- Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 16.07.2013 Sayısı: 28709
- İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 17.07.2013 Sayısı: 28710
- Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 02.07.2013 Sayısı: 28695
- Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 15.05.2013 Sayısı: 28648
- Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 11.09.2013 Sayısı: 28762
- İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 18.12.2013 Sayısı: 28681
- İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 29.12.2012 Sayısı: 28512

AB mevzuatında, çimento sektöründe iş sağlığı ve güvenliği bağlamında özel yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Ancak, tüm dünyada uygulanan sistematik İSG yönetim sistemlerinin en önemli kaynağı olarak gösterilen mevzuat girişimi, çalışanların işyerindeki güvenliklerini ve sağlıklarını iyileştirmeye teşvik eden önlemler hakkındaki 89/391/EEC sayılı AB İş Sağlığı ve Güvenliği Çerçeve Direktifi'dir. Bu çerçeve direktifinde, hem kamu

sektöründe hem de özel sektörde yer alan tüm işyerleri için İSG yönetiminde geçerli genel ilke ve süreçlere yer verilmiştir. Direktife göre, işletmelerde İSG yönetiminin temel amacı, çalışanların sağlık ve güvenlik koşullarının sürekli olarak iyileştirilmesini sağlamaktır.

Çerçeve Direktifin yanı sıra, çimento sektörünü ilgilendiren İSG ile ilgili diğer AB mevzuat düzenlemeleri aşağıda sıralanmaktadır.

- 2009/104/EC sayılı İş Ekipmanlarının Kullanımındaki Sağlık ve Güvenlik Koşulları Hakkındaki AB Konsey Direktifi
- 99/92/EC sayılı Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkındaki AB Konsey Direktifi
- 92/58/EEC sayılı Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Hakkındaki AB Konsey Direktifi
- 89/654 EEC sayılı Yerüstü ve Yer Altı Maden İşyerlerinde Çalışan İşçilerin Sağlığının Korunması ve İş Güvenliğinin İyileştirilmesine İlişkin Asgari Şartlar Hakkındaki AB Konsey Direktifi
- 89/655 EEC sayılı İş Araç ve Gereçlerinin İşyerinde Çalışanlar Tarafından Kullanılması için Asgari Güvenlik ve Sağlık Gereklere Hakkında AB Konsey Direktifi
- 89/656 EEC sayılı Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanımı Hakkında AB Konsey Direktifi
- 90/269 EEC sayılı Çalışanların Özellikle Sırt İncinmelerine Neden Olabilecek El ile Yükleme ve Boşaltma İşlerinde Asgari Sağlık ve Güvenlik Koşullarının Sağlanması Hakkında AB Konsey Direktifi
- 90/270 EEC sayılı Ekranlı Araçlarla Çalışmalarda Asgari Sağlık ve Güvenlik Koşulları Hakkında AB Konsey Direktifi
- 2006/95/EC sayılı Elektrikli Ekipmanlar Hakkında AB Konsey Direktifi
- 2001/95 EC sayılı Ürün Güvenliği Hakkında AB Konsey Direktifi
- 89/686/EEC sayılı Kişisel Koruyucu Donanımlar Hakkında AB Konsey Direktifi
- 2006/42/EC sayılı Makineler Hakkında AB Konsey Direktifi
- 96/53/EC sayılı Trafikte Yük Taşınması Hakkında AB Konsey Direktifi
- 98/24/EC sayılı İşyerindeki Kimyasallardan Kaynaklı Riskler Hakkında AB Konsey Direktifi
- 90/269/EEC sayılı Elle Taşıma Hakkında AB Konsey Direktifi
- 92/57/EC sayılı İnşaat Alanları Hakkında AB Konsey Direktifi

2.4. ÇİMENTONUN KİMYASAL YAPISI

Çimento, su ile karıştırıldığında hidrasyon reaksiyon ve prosesleri nedeniyle priz alan ve sertleşen ve sertleşme sonrası suyun altında bile dayanımını ve kararlılığını koruyan, inorganik ve ince öğütülmüş hidrolik bir bağlayıcıdır [16]. Su ile tepkimesinde havada veya su altında sertleşerek etrafındaki maddeleri birbirine yapıştırma özelliğine sahip malzemelere hidrolik bağlayıcı adı verilmektedir [17].

Çimento, başlıca kireç (CaO), silisyum dioksit (SiO₂), alumina (Al₂O₃) ve demir oksit (Fe₂O₃) bileşiklerini içeren hammaddelerin homojen ve önceden saptanmış miktarca karıştırılıp, sinterleşme sıcaklığına kadar pişirilmesi ile elde edilen klinkerin çeşitli katkılarla birlikte öğütülmesiyle elde edilir [18]. Klinkeri oluşturan temel bileşikler, kimyasal formülleri ve elde edildikleri ana kaynaklar Tablo 2.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Klinkeri oluşturan bileşikler ve temel kaynakları

BİLEŞİK	FORMÜL	ANA KAYNAK
Kireç	CaO	Kalker (kireçtaşı), marn
Silisyum dioksit	SiO ₂	Kil, kum, kumtaşı, çakıl
Alumina	Al ₂ O ₃	Kil, boksit, kum, şeyl
Demir oksit	Fe ₂ O ₃	Hematit, limonit, pirit külü, demir cürufu

2.4.1. Klinker Hammaddeleri

Klinkeri oluşturan temel bileşikler olan CaO, SiO₂, Al₂O₃ ve Fe₂O₃ doğada saf olarak bulunmazlar; kalker, kil ve marn gibi kayalardan elde edilirler. Bu kayalara aşağıda değinilmiştir.

2.4.1.1. Kalker (kireçtaşı)

Kimyasal bileşiminde %90'a kadar CaCO₃, minerolojik bileşiminde ise, %90'a kadar kalsit bulunduran kayalar yerbilimciler tarafından kalker ya da kireçtaşı olarak adlandırılmaktadır [19].

Çimento üretiminde kullanılan kalker yataklarının kimyasal özelliklerinin yanısıra, fabrikaya yakınlığı, sökülebilirliği, kırılabilirliği, öğütülebilirliği, pişebilir nitelikte olması, içerdiği nem oranı ve homojenliği de çimento üretim maliyetini etkileyen önemli faktörlerdir [20].

2.4.1.2. Kil

Mineralojik bileşiminde %90'a kadar kil mineralleri bulunan kayalar yer bilimciler tarafından kil olarak adlandırılmaktadır. Kil minerallerinin temel özelliği kimyasal bileşimlerinde Al_2O_3 bulunmasıdır. Çimento hammaddesi olarak kullanılacak kil minerallerinin homojen yapı arz etmesi ve kimyasal bileşimindeki Al_2O_3/Fe_2O_3 oranının 2 civarında olması istenir [19].

2.4.1.3. Marn

Kalker ve kilin doğada, %50-70 oranında kalker ve %30-50 oranında kil karışımından oluşmuş kayaca marn adı verilmektedir. Çimento üretiminde, klinkerin kimyasal bileşimine en yakın doğal kayaç olduğu için %70 oranında kalker, %30 oranında kil içeren marnlı kalker kullanılması tercih edilmektedir. Kolay sökülebilir nitelikte ve yumuşak bir malzeme olan marn boyut küçültme ve ısı işlem süreçlerinde enerji tasarrufu sağlamaktadır [18].

2.4.2. Çimento Katkıları

Çimento değirmeninde klinker ile birlikte öğütülerek çimentoyu meydana getiren katkı maddeleri puzolanlar, uçucu küller, alçıtaşı ve demir cevherleri olup bunların özelliklerine aşağıda değinilmiştir.

2.4.2.1. Puzolanik maddeler

Puzolanik maddeler, kendi başlarına hidrolik bağlayıcılık özelliğine sahip olmadıkları halde ince olarak öğütüldüklerinde nemli ortamda ve normal sıcaklıkta bağlayıcı özellik kazanan doğal veya yapay maddelerdir. Puzolanik maddelerin özelliği yüksek miktarda SiO_2 ve Al_2O_3 içermeleridir. Ülkemizde çimento sanayiinde doğal puzolanik katkı maddesi olarak, tras ve doğal curuflar yaygın olarak kullanılmaktadır [19].

2.4.2.2. Uçucu küller

Uçucu küller ya da pulverize yakıt külleri, özellikle elektrik üretim tesislerinin pulverize kömür ile işleyen fırınlarının toz tutma ünitelerinden sağlanan materyallerdir. Küresel

biçimde olup, SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 içerirler. Diğer puzolanik maddeler gibi, ince olarak öğütüldüklerinde nemli ortamda ve normal sıcaklıkta bağlayıcı özellik kazanırlar [17].

2.4.2.3. Alçıtaşı

Alçıtaşı, kimyasal bileşimi kalsiyum sülfat (CaSO_4) olan bir mineraldir. Bileşiminde iki molekül kristalizasyon suyu bulunan türüne jips denir. Susuz CaSO_4 ise anhidrit olarak adlandırılır. Gerek jips, gerekse anhidrit doğada hiçbir zaman saf halde bulunmazlar. Ancak, çimento sanayiinde genellikle maden ocağından çıktığı kalitesi ile hiçbir işleme tabi tutulmaksızın kullanılabilen jips tercih edilmektedir [19].

2.4.2.4. Demir cevheri

Sanayinin en önemli hammaddelerinden birini oluşturan demir, kolayca oksitlendiğinden doğada ender olarak serbest halde bulunur [21]. Çimento sanayiinde kullanılan demir mineralleri, hematit ve limonittir. Bunların mineralojik özelliklerine aşağıda değinilmiştir.

2.4.2.4.1. Hematit

Hematitin bileşiminde %70 oranında demir, %30 oranında oksijen elementleri bulunur. Hematit, hidrotermal, pnömatolitik, metazomatik ve metamorfik olarak bulunur ve magnetitin değişmesinden de oluşur. Ayrıca, hematit toz halinde iken asitlerde çözünür. Hematitin metamorfizmaya uğramasından limonit meydana gelir [21].

2.4.2.4.2. Limonit

Limonit çok yaygın bulunan; ancak nadir olarak büyük yataklar halinde görülen bir mineraldir. Bayağı limonit, sık kütle olarak bulunan limonit olup, başlıca demirli minerallerin değişmesinden oluşur [21]. Çimento sanayiinde kullanılacak olan demir cevherinin mineralojik ve kimyasal bileşiminde çimentoya zarar verecek, rengine etki edebilecek arsenik, serbest silis asidi, fosfor, klor, krom, bakır, nikel, kurşun, manganez ve kobalt maddeler ve zararlı safsızlıklar bulunabilir. Bunların demir cevheri içindeki oranının %1' i geçmemesi istenir [19].

2.5. ÇİMENTO TİPLERİ

TS EN 197-1 “Çimento-Bölüm 1: Genel Çimentolar-Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri”standardına göre, “CEM Çimentosu” olarak adlandırılan genel amaçlı çimentolar, beş ana tip altında toplanmakta (CEM I- Portland Çimentosu, CEM II- Portland Kompoze Çimentosu, CEM III- Portland Yüksek Fırın Cürüflü Çimento, CEM IV- Puzolanik Çimento, CEM V-Kompoze Çimento) ve yirmi yedi tip çimentoyu içermektedir [22].

TS EN 197-1’de sınıflandırılan yirmi yedi çimento tipinden, Türkiye’de üretimi gerçekleştirilen on dört tipin,

- 3’ ü Portland tipi çimento,
- 2’ si Beyaz Portland tipi çimento,
- 1’ i Erken dayanımı yüksek tipte,
- 6’ sı puzolanlı tip,
- 2’ si sülfat dayanımlı tipte çimentodur [23].

Tüm dünyada üretilen çimentoların %90 ’ını CEM-I Portland çimentosu oluşturmaktadır. Portland Çimentosu klinkerinin bir miktar alçı taşı ve uygun oranda katkı maddeleri ile birlikte öğütülmesi sonucu elde edilen çimentodur. Portland çimentosu her çeşit beton ve harç yapımı için bir uygun çimento tipidir ve 28 günlük mukavemet değerleri göz önüne alınarak sınıflandırılır [24].

2.6.ÇİMENTO ÜRETİM SÜRECİ

Çimento hammaddeleri olan kil ve kalkerin belirli oranlarda homojen karışımını elde etmek için uygulanan yaş yöntem ve kuru yöntem olmak üzere iki farklı teknik mevcuttur. Günümüzde bütün modern çimento fabrikaları, yakıt sarfiyatı açısından daha ekonomik olan kuru yöntemi kullanmaktadır. Ayrıca, Dünya çimento üretiminin % 90’ ı kuru yöntemle sağlanmaktadır [25].

Ana hatları ile çimento üretimi “hammadde hazırlama”, “ısıtma işlemi” ve “çimento hazırlama” olmak üzere üç ana süreç halinde incelenebilir. Hammadde hazırlama süreci; hammaddenin açık ocakta üretimi, kırılması, stoklanması, homojenizasyonu ve öğütülmesini; ısıtma işlem süreci hazırlanan hammaddenin sinterleşme sıcaklığına kadar pişirilerek klinker haline

getirilmesini ve döner fırında kullanılacak yakıtın hazırlanmasını ifade eder. Çimento hazırlama süreci ise, üretilmiş olan klinkerin çeşitli çimento katkıları ile birlikte öğütülerek istenen özelliklerde çimento haline getirilmesini ve bu nihai ürünün paketlenip satışa hazırlanmasını ifade eder. Çimento üretiminin bu üç ana süreci, süreçlerin altında yer alan faaliyetler ve faaliyetlerin gerçekleştirildiği ana üretim sahalarını gösterir biçimde Tablo 2.3.'te özetlenmiştir.

Tablo 2.3. Çimento üretiminin ana süreçleri, süreçlerin altında yer alan faaliyetler ve faaliyetlerin gerçekleştirildiği ana üretim sahaları

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	Kömür Değirmeni	Boyut küçültme (kömür öğütme)
ÇİMENTO HAZIRLAMA SÜRECİ		
	ÇALIŞMA SAHASI	FAALİYET
8	Çimento Değirmeni	Çimento Öğütme
9	Paketleme Ünitesi	Paketleme

2.6.1. Hammadde Hazırlama Süreci

2.6.1.1. Açık ocak

Çimento üretiminin ilk aşaması kalker, kil, marn, tras, alçıtaşı gibi çimento hammaddelerinin yer kabuğundan çıkarılmasıdır. Sürekli hammadde akışının sağlanması gereken çimento fabrikaları için yatırım planlaması yapılırken, hammadde kaynaklarına yakınlık ve kullanılabilir nitelikteki hammadde rezervinin fabrikanın en az 20 – 25 yıllık hammadde ihtiyacını karşılayacak olması koşulları aranır [25].

Ülkemizin zengin çimento hammadde rezervlerine sahip olması, açık maden işletme yöntemini hammadde üretiminde ekonomik açıdan uygulanabilir kılmaktadır. Ülkemizde çimento hammadesi üretiminde kullanılan tek yöntem açık işletme yöntemi olmuştur [19].

İşletmesi ekonomik olarak uygun bulunan maden yataklarının, mostra verenlerinin doğrudan kazılarak üretilmesi, ya da üzerini kaplayan örtü tabakasının alınarak açılması ve sonrasında cevherin üretilmesi şeklinde yapılan işletme yöntemi açık işletme olarak tanımlanmaktadır [26].

Açık işletme madencilğinde iki temel işlem cevheri elde edilebilmek için kaya parçalanması ve parçalanmış olan malzemenin yerinden kaldırılarak araçlara yüklenmesi ve üretim noktalarına sevk edilmesidir. Büyük ölçekli kaya kütlelerinin küçültülmesi amacıyla yapılan kaya parçalaması işlemi patlayıcı maddeler yardımıyla yapılabileceği gibi, doğrudan mekanik kazı yöntemiyle de yapılabilir. Uygulanacak kaya parçalama yönteminin seçimi, temel olarak kayanın sökülebilirliği ile ilişkilidir. Sökülebilirliği yüksek olan malzemelerin üretiminde mekanik kazı yöntemi yaygın olarak tercih edilirken, sökülebilirliği düşük olan malzemelerin üretimi için delme-patlatma yöntemi daha uygundur [27].

2.6.1.1.1. Delme-patlatma yöntemiyle kaya parçalama

Bu yöntemde boyut, sayı ve yerleşimleri ocak sahasındaki jeolojik formasyonların yapısına ve üretilecek malzemenin miktarına bağlı olarak belirlenerek açılan delikler patlayıcılarla doldurulur ve ateşlenir.

Vagon drill kompresör ya da truck drill tipi iş makinaları kullanılarak gerçekleştirilen delik delme işleminin tabakalar üzerinde yapılması gerekir; dolayısıyla bu yöntemin uygulanabilmesi için öncelikle açık ocakta işletme basamakları oluşturulur [19]. Patlatma yöntemi olaraksa, serbest yüzeye paralel olarak açılan dik veya dike yakın patlatma deliklerinin patlayıcı ile şarj edilerek patlatılmasına dayanan basamak patlatması kullanılır [18].

Çimento hammaddesi üretiminin gerçekleştirildiği açık işletmelerde, günlük binlerce ton veya metreküp mertebesindeki miktarlarda, iyi parçalanmış cevher temin edilmesi istenir. Daha fazla miktarda cevher temin edebilmek daha fazla miktarda patlayıcının ateşlenmesiyle mümkündür. Ancak fazla miktarda patlayıcı kullanımı meydana gelen yer sarsıntısını ve şevlerde meydana gelebilecek heyelan riskini artırır. Yüksek miktarda ve kalitede cevher üretirken, patlatmanın çevreye, çalışanlara, açılan basamak ve yollara zarar vermeyecek şekilde emniyetle yapılması istenir. Patlatma verimi ve patlatma emniyeti konuları birlikte ele alınarak, günlük üretilecek hammadde miktarına göre bir açık işletmede yapılacak optimum patlatma koşulları belirlenir [28].

Optimum patlatma tasarımını yaparken delinen deliklerin boyutları, delik aralıkları, delik başına patlayıcı şarjı gibi kimi parametreler değiştirilip kontrol edilebilirken, kayacın jeolojik yapısı kullanılan patlayıcı maddenin özellikleri, patlatma alanının fiziksel koşulları ve mevcut su seviyesi gibi kimi parametreler kontrol edilemez [19].

HAMMADE REZERVLERİNİN BELİRLENMESİ

Arama ve etüd çalışmaları yapılarak hammadde rezervlerinin yerleşim ve miktarları belirlenir.

ÜRETİM PLANLAMASI

Çimento fabrikasının üretim kapasitesi ve koşullarına göre, açık ocakta üretilmesi gereken hammadde miktarı ve cevher tane boyutu belirlenir. Üretimin zamansal planlaması yapılır.

DELİK DELME

Üretim planı doğrultusunda, basamak genişliği ve delici makinaların kapasitesine göz önünde bulundurularak günde delinecek delik sayısı, deliklerin boyutları ve sıklıkları belirlenir.

PATLATMA

Üretim planı doğrultusunda, kullanılacak patlayıcı maddenin cinsi, delik başına sarjedilcek patlayıcı madde miktarı ve patlayıcı ateşleme yöntemi belirlenir.

YÜKLEME VE NAKLİYAT



Şekil 2.1. Delme-patlatma yöntemiyle üretim

2.6.1.1.2. Mekanik kazı yöntemiyle kaya parçalama

Çimento hammaddesi üretiminde mekanik kazı yöntemi genellikle ripperli dozerlerle gerçekleştirilir. Ripperin sökme işlemi hidrolik olarak ayarlanmakta olup ripperli dozerler genellikle sökme ve sökülen malzemeyi yükleme platformuna kürüme işlemlerini birlikte yürütürler. Ripperin etkin derinliği formasyon yapısına göre değişmektedir. Sökücü olarak kullanılan dozerlerin kapasiteleri güçlerine göre değişmektedir [29].



Resim 2.2. Kalker ocağı

2.6.1.2. Konkasör ünitesi

Çimento üretiminde kırma işlemi, hammadde ocağında üretilen malzemenin fabrikada mevcut bulunan ön harmanlama ve hammadde öğütme sistemine beslenmeye uygun boyuta getirilmesini ifade eder. Kırılacak malzemenin indirileceği boyut öğütmede kullanılacak değirmenin tipine bağlıdır [30].

Açık ocaklarda üretilmiş olan hammadde kamyonlarla konkasör sahasına taşınır ve Resim 2.4.' de gösterilen kamyonlarla Resim 2.3.'de gösterilen kırıcı bunkerine dökülür. Bunkere dökülen malzeme çelik bantlarla kırıcıya taşınır ve burada çarpma, sürtme, kesme ve basma

kuvvetlerinin biri ya da birkaçının uygulanması suretiyle malzeme boyutunu küçülten kırma faaliyeti tamamlanır [31].



Resim 2.3. Kalker kırıcı bunkerini



Resim 2.4. Kamyondun kırıcı bunkerine hammadde dökmesi

Farklı fiziksel özelliklere sahip olan ve üretimin sonraki aşamalarında farklı miktarlarda ihtiyaç duyulan çimento hammaddeleri olan kalker, kil ve katkı maddeleri (alçıtaşı ve tras) ayrı kırıcılarda kırılır ve boyutları santimetre düzeyine indirilir. Kırılacak malzemenin kimyasal kompozisyonu, homojenliği, sertliği, yoğunluğu, kırılabilirliği, maksimum su içeriği, aşındırma özellikleri ve basınç dayanımıyla birlikte istenilen boyut küçültme oranı, boyut dağılımı ve beslenecek malzemenin maksimum boyutu ve kırıcı kapasitesi ilgili özellikleri göz önünde tutularak optimum kırıcı seçimi yapılır [30].

Çimento sektöründe yaygın olarak darbeli ve çekiçli kırıcılar kullanılır. Klinker bileşiminde yüksek oranda yer alan ve Mohs sertlik skalasına göre sertliği yaklaşık 3 olan kalkerin kırılması için nispeten daha yüksek kapasiteli darbeli ve çekiçli kırıcılara ihtiyaç duyulurken; klinker bileşiminde daha düşük oranda yer alan ve kalkere göre daha yumuşak bir malzeme olan kilin kırılması için nispeten düşük kapasiteli çekiçli kırıcılar tercih edilir [31].

2.6.1.2.1. Darbeli kırıcılar

Orta sertlikteki az aşındırıcı malzemelerin kırılmasında kullanılan darbeli kırıcılarda yüksek boyut küçültme oranlarına erişilir. Darbeli kırıcılar çimento endüstrisinde temel olarak kalker, alçıtaşı ve tras malzemelerinin boyut küçültmesinde kullanılır [30].

Darbeli kırıcıların çalışma prensibi, rotordaki kinetik enerjinin kullanılarak sabit ya da hareketli çekiçlerin çarpma kuvve ile malzemeyi zayıf süreksizlik noktalarından ayırarak küçültmesi esasına dayanmaktadır. Kırma sonucu kübik malzeme üretilmektedir [31].

2.6.1.2.2. Çekiçli kırıcılar

Bir çeşit darbeli kırıcı olan çekiçli kırıcıların kapasiteleri kırıcının fiziksel boyutu ve kullanılan motorun gücüyle ilgilidir. Aşınmaya dayanıklı manganlı çelikten imal edilmiş olan sabit ve hareketli çekiçler rotor üzerinde sıralar halinde dizilmektedir. Kırıcı haznesine düşen malzemelerin çekiçlere çarpması sayesinde kırma işlemi gerçekleşmektedir [31].

Çimento üretiminde kırıcı genellikle 3 vardiya çalışır ve kırıcı kapasitesi tesisin 24 saatlik hammadde ihtiyacını karşılayacak şekilde seçilir. Malzemenin kırılması esnasında ortaya çıkan tozlar ise kırıcının üst tarafındaki delikten vantilatör vasıtasıyla emilerek torbalı filtreye gelir. Filtrelerde tutulan tozlar nakil bandına iletilir. Hava ise filtreden dışarı atılır [31].

2.6.1.3. Stokhol

Hammadde stokholü ve ön harmanlama sahaları; tesis öncesi olası arıza ve bakımların tesisin çalışmasını etkilememesi, yeni kaynak bulmak için gerekli zamanın kazanılması ve değişik kaynaklardan gelen hammaddelerin belirli bir alanda stoklanarak homojenize edilmesi gibi amaçlar için gereklidir. Stok sahasının büyüklüğü fabrikanın üretim kapasitesine göre değişmektedir [31].

2.6.1.4. Ön harmanlama sahası

Açık ocaklarda üretilen ve kırıcılardan geçirilerek boyutu küçültülen hammaddelerin uygun oranlarda karıştırılarak homojen kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip hale getirilmesi işlemine ön harmanlama denmektedir. Malzemenin ön harmanlama işlemine tabii tutularak farin değirmenine beslenmesi, farin öğütme sürecinde hammaddelerin bibiriyle daha iyi karışmasına sebep olmakta ve üretilen farinin düzenliliğini artırmaktadır. Farinin düzenliliği ise, bir kimyasal tepkimeler dizisi olan klinker pişirme sürecinin daha yüksek verimle gerçekleşmesini sağlar. Dolayısıyla üretilen çimentonun kalitesi artar [32].

2.6.1.5. Farin değirmeni

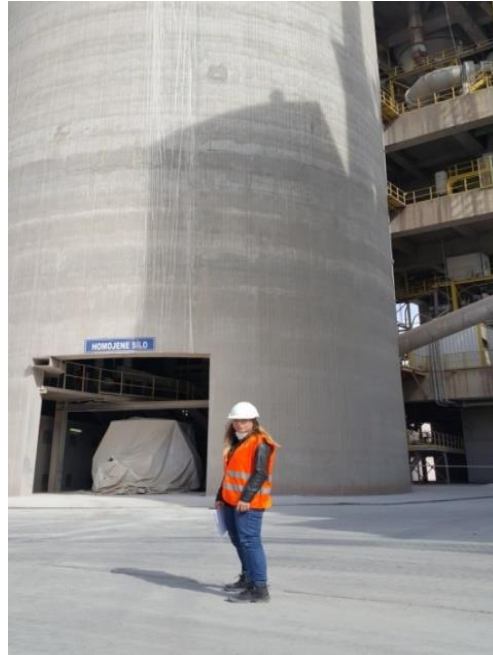
Konkasör ünitesinde boyutu bir miktar küçültülmüş ve ön harmanlama ünitesinde homojenize edilmiş hammadde karışımı farin değirmenine beslenir ve karışım burada öğütülür. Öğütme işlemi malzemenin yüzey alanını artırmak için yapılan bir boyut küçültme işlemidir. Farin, Fransızca kökenli bir sözcük olup; un anlamını taşımaktadır. Farin değirmenine beslenen hammadde karışımı, isimden de anlaşılacağı gibi, un gibi homojen ve küçük taneli bir ürün haline gelir. Mikron boyutlarına indirilmiş bu ürüne farin adı verilmektedir.

İki kompartmandan oluşan farin değirmenin, karıştırma kompartmanında yer alan karışım ve savurma plakaları değirmene beslenen ürünlerin karışmasını ve daha homojen hale gelmesini sağlar. Değirmenin öğütme kompartmanında ise, içerde yer alan çelik bilyeler vasıtasıyla karışım istenilen tane büyüklüğünde öğütülür. Hammaddenin uygun bir şekilde öğütülmemesi, çimento üretiminin ikinci temel aşaması olan ısıtma işlemlerinde meydana gelen kimyasal reaksiyonların süresinin uzamasına ve sinterleşmemiş bir klinkerin oluşmasına, dolayısıyla kaliteli çimento üretilmemesine neden olur. Zira, parça boyutunun küçültülmesi reaksiyona girecek maddelerin yüzey alanını artırmakta ve kimyasal reaksiyonu daha verimli kılmaktadır [33]. Çimento sektöründe farin değirmeni olarak en fazla bilyalı ve Resim 2.5.'da gösterilen dik valsli değirmenler kullanılmaktadır. Üretilen farin, Resim 2.6.'da gösterilen farin homojene silolarında depolanır.

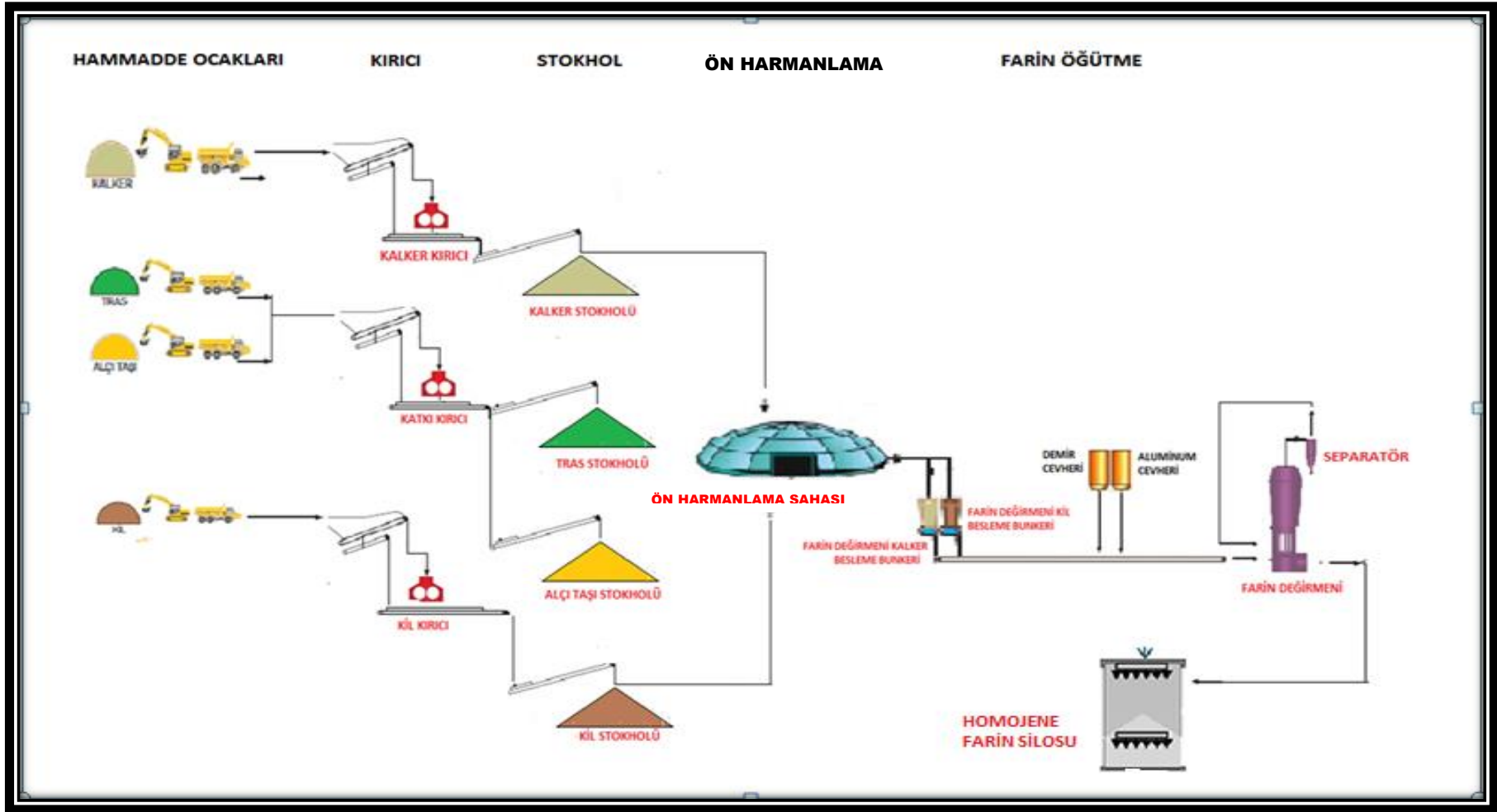
Hammadde hazırlama sürecinin bütünü akış şeması halinde Şekil 2.2.'de gösterilmektedir.



Resim 2.5. Valsli farin değirmeni



Resim 2.6. Farin homojene silosu



Şekil 2.2. Hammadde hazırlama süreci akış şeması [34].

2.6.2. Isıl İşlem Süreci

2.6.2.1. Döner fırın

Farinin pişirilerek klinkere dönüşümü döner fırınlarda olmaktadır. Yavaş dönen silindir şeklinde, %3 – 5 eğimli silindirik bir boru olan döner fırın Resim 2.7’de gösterilmektedir. Pişmekte olan farin, fırının eğiminden ve sergilediği dönme hareketinden ötürü fırın boyunca çıkışa, soğutucu yönüne doğru kendiliğinden ilerler [31].

Döner fırınların dayanıklı olması için, içinin bölgelere göre özel tuğlalarla örülmesi gerekmektedir. Amaç saç gövdeyi yüksek alev ve pişirme maddelerinden korumak, radyasyon ve iletim yoluyla oluşan döner fırının gövde ısı kayıplarını azaltmaktır [31].

Döner fırınlar, kurutma bölgesi, kalsinasyon bölgesi, geçiş bölgesi, sinter bölgesi ve soğutma bölgesi olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır.



Resim 2.7. Döner Fırın

2.6.2.1.1. Kurutma (ön ısıtma) bölgesi

Ön ısıtma kulesinin en üstündeki siklonlarda gerçekleşen kurutma işleminde, farin karışımı neminden arındırılır. Burada, sıcak fırın çıkış havası kullanılmakta olup, gaz akışı ile farin akışı ters yönlü olarak ilerler [31].

- **100 °C** civarında sıcaklıkta hammaddenin yüzey suları buharlaşmaktadır. Sıcaklık artışı ile birlikte buharlaşma artmaktadır.
- **250 °C** civarında sıcaklıkta killer ve minerallerin barındırdığı su buharlaşmaktadır.
- **400 °C** civarında sıcaklıkta magnezyum karbonat bozunmakta ve pirit oksitlenmektedir.
- **600 °C** civarında sıcaklıkta kil dehidrasyona uğramakta ve kristal suyunu yitirmektedir [32].

2.6.2.1.2. Kalsinasyon (dekarbonizasyon) bölgesi

Ön ısıtma sonrasında, farin fırının kalsinasyon bölgesine gelir. Kalsinasyon olayının gerçekleştiği bölge fırın boyunun yaklaşık %75'ini teşkil eder.

- **900°C** civarında sıcaklıkta, kalsinasyon tepkimesi olarak adlandırılan, CaCO_3 'ün CaO ve karbon dioksit (CO_2) ayrışması gerçekleşir [32].

2.6.2.1.3. Geçiş bölgesi

- **600°C- 1000°C** civarında sıcaklıkta, kalsinasyon tepkimesi sonucu oluşan serbest CaO , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 ile tepkimeye girer [32].

2.6.2.1.4. Sinter (klinkerleşme) bölgesi

Döner fırının en önemli bölgesi olan sinter bölgesinde sıcaklık **1400-1500°C** mertebesine çıkar ve klinkerin temel bileşenleri olan alit, belit, ferrit ve aluminat bu safhada oluşur. Döner fırından pişerek çıkan ürüne klinker olarak isimlendirilir [32].

2.6.2.1.5. Soğutma bölgesi

Pişen klinker soğutuculara alınır ve sıcaklığı burada düşürülür. Klinker soğutma işleminin yapılmasının nedenleri sıcak klinkerin nakliyatının zor, öğütmesininse daha masraflı olmasıdır. Ayrıca soğutma klinker kalitesini artırır ve çimentoya mukavemet kazandırır [32].

Soğutucular, her biri %10 eğimli olan üç ızgaradan oluşan sistemlerdir. Her ızgara %10 eğimlidir ve hareketli plaka sıralarından meydana gelmektedir. Klinker doğrudan ızgara üstüne dökülür ve ızgaranın aralıklarından hava üflenir. Klinker döner çekiçli kırıcılardan geçerek soğutucudan çıkar. Klinkere soğuk hava vantilatörlerle verilmektedir [31].



Resim 2.8. Klinker soğutma ünitesi

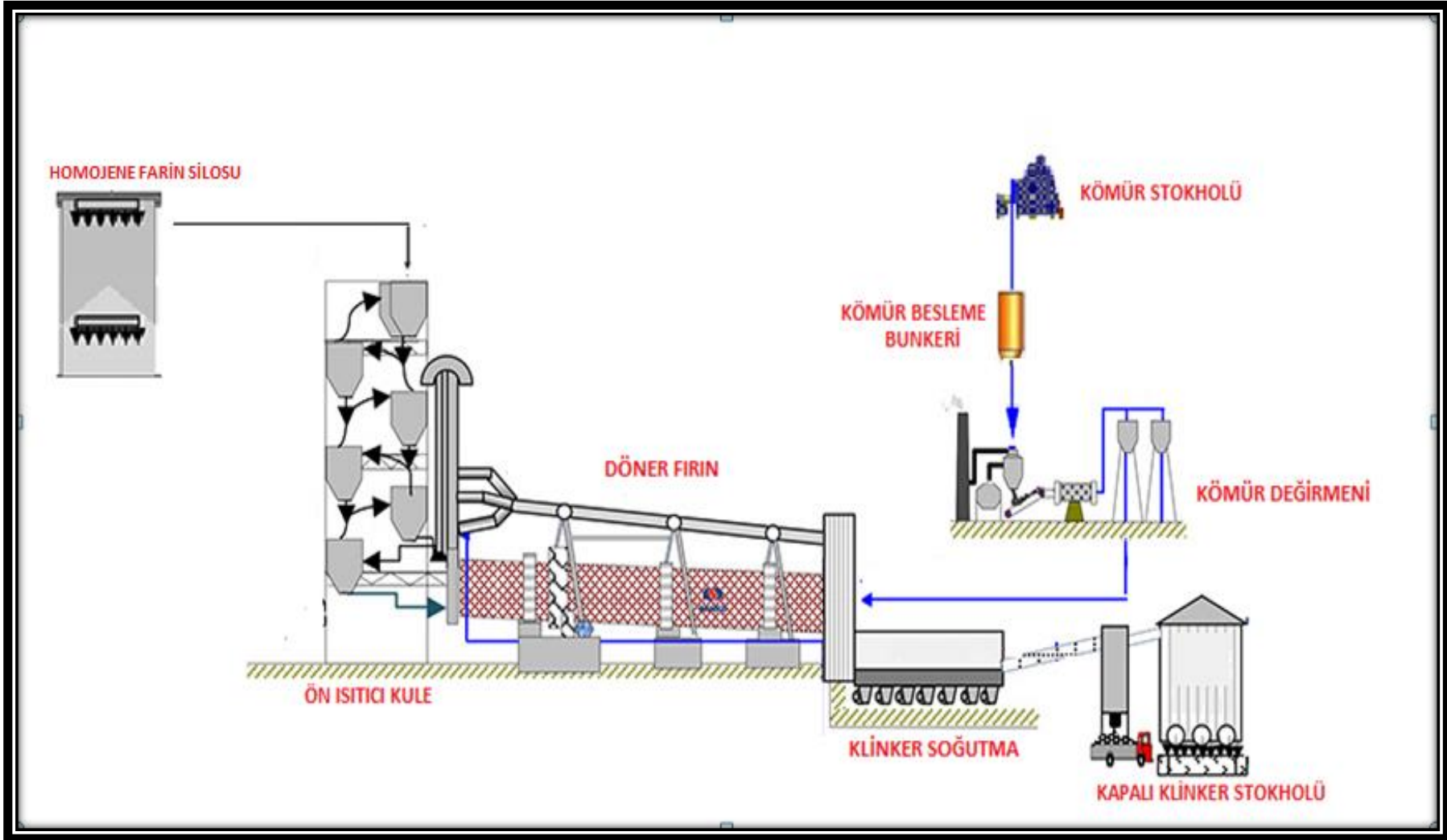
2.6.2.2. Kömür değirmeni

Çimento endüstrisi için en uygun yakıt kömürdür. Fırın için gerekli ısı alev borusu vasıtasıyla toz kömürden elde edilmektedir.

Her döner fırının kendine özgü ayrı bir kömür değirmeni bulunur ve bu değirmenler azami klinker verimi sağlayacak kapasitede kurulmuştur. Genellikle dört kademeli ön ısıtıcı kullanan kuru sistemde havalı bilyalı değirmenler kullanılmakta olup ön ısıtıcılardan çıkan sıcak gazlardan hammaddeyi kurutmak için yararlanılmaktadır. Hammaddenin rutubet miktarının belli sınırlar içinde olması sağlanarak, değirmenin ön ısıtıcısından çıkan gazların sıcaklığına ve miktarlarına bağımlı olmadan çalışmasına imkân verilmelidir [31].

Kömür tozunun yakıt olarak döner fırına gönderilmesi şu şekildedir: Bunkerlerden alınan kömür kantarlarda tartıldıktan sonra nakil vasıtaları ile kurutucuya gelir. Kurutucularda vantilatörlerden alınan sıcak hava ile kurutulan kömür bir elevatör vasıtasıyla değirmene beslenir. Kömür değirmeninde öğütülen kömür, seperatörde ayrıştırılır. İstenen incelikte olan kömür parçaları siklonlar ile tutularak helezon vasıtasıyla kömür stok silolarına gönderilir. İstenen inceliğin üzerindeki parçalar ise değirmene geri döner. Tutulmayan tozlar filtre ile tutularak sistemde kullanılmak üzere stok silosuna aktarılır. Kömür stok silosunda bulunan kömür tozları silo altında bulunan elevatöre, elevatörden de kömür bunkerine beslenir. Kantarda tartılan kömür bir kompresör ile alev borusu yardımıyla döner fırına pulverize edilir.

Isıl işlem sürecinin bütünü akış şeması halinde Şekil 2.3'de gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Isıl işlem süreci akış şeması [34]

2.6.3. Çimento Hazırlama Süreci

2.6.3.1. Çimento değirmeni

Çimento öğütmede bilyalı değirmenler kullanılmaktadır. Modern çimento değirmenleri iki ya da üç kamaralı olarak imal edilmektedir. İki kamaralı değirmende birinci kamara yeterli incelikte mal öğütmek, ikinci kamara da nihai öğütme işini tamamlamak için kullanılmaktadır. Bunu yapabilmek için değirmen plakalarının tasarımının doğru yapılması ve bilya boyutlarının çok dikkatli seçilmesi gerekmektedir. Klinkere katkı maddeleri karıştırılarak öğütülmesi çimento değirmenlerinde yapılmaktadır.

Çimento değirmenlerinde klinker ve alçıtaşının yanı sıra katkı maddeleri de birleşerek öğütülebilmektedir. Değirmenden çıkan çimento seperatöre verilmektedir. Burada istenilen incelikteki çimento, çimento silolarına sevk edilmektedir. İstenenenden daha büyük boyuttaki malzeme ise öğütülmek üzere tekrar değirmene beslenmektedir [31].

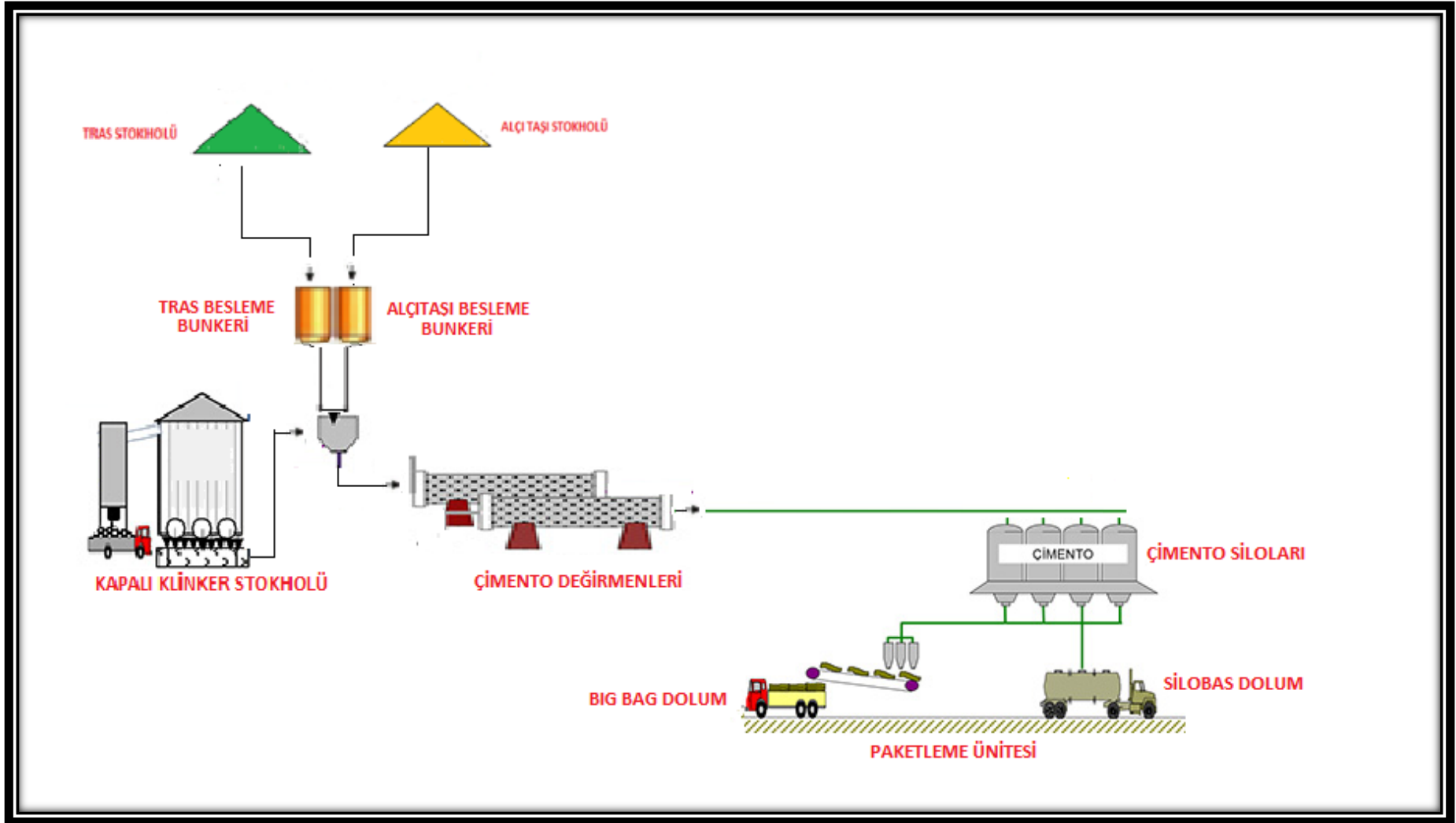
2.6.3.2. Çimento paketleme ünitesi

Çimento değirmenlerinde öğütülerek istenen tane boyutuna getirilen nihai ürün, çimento silolarında depolanır. Silobaslarla kamyonlara doldurulur ya da torbalanarak paketlenir ve satışa hazır hale getirilir. Resim 2.9.'da silobasla dolum ve paketleme ünitesi gösterilmektedir.



Resim 2.9. Paketleme ünitesi

Çimento hazırlama sürecinin bütünü akış şeması halinde Şekil 2.4.'de gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Çimento hazırlama süreci akış şeması [34]

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. ARAŞTIRMA SÜRECİ

Tez konusunun bildirilmesinin ardından bir çalışma planı hazırlanmış ve çimento sektörü hakkında literatür taramasına başlanmıştır. Sektörün dünyada ve ülkemizdeki gelişimi, çimento üretim süreçleri ve bu süreçlere ilişkin İSG tehlikeleri mevcut literatürdeki çalışmalar üzerinden incelenmiştir. Bu incelemeler doğrultusunda, saha ziyaretlerinde kullanılmak üzere kontrol listeleri ve gözlem formları oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında ziyaret edilecek çimento fabrikalarıyla temas kurulmuş ve saha ziyaretleri planlanmıştır. Bu plan doğrultusunda; Ankara'da iki, Yozgat'ta bir, Sivas'ta bir, İstanbul'da bir, Kocaeli'nde bir, Bolu'da bir adet olmak üzere toplam yedi adet entegre çimento fabrikası ve Nevşehir'de bir adet çimento öğütme-paketleme tesisi ziyaret edilmiştir. Saha ziyaretleri gerçekleştirilirken, edinilen bilgi ve gözlemler oluşturulmuş olan kontrol listeleri ve gözlem formlarına kaydedilmiştir. Bunun neticesinde çimento üretim süreçlerindeki İSG tehlike ve riskleri tespit edilmiş ve elde edilen veriler düzenlenerek raporlanmıştır.

Saha ziyaretlerinin gerçekleştirilmesiyle eş zamanlı olarak, imalat sanayiinde faaliyet gösteren işyerlerinde yaygın olarak uygulanan risk değerlendirmesi metodları literatürden taranmış ve birbirleriyle karşılaştırılarak raporlanmıştır.

Sahada yapılan gözlemler ve literatürden edinilen bilgiler ışığında çalışma kapsamında uygulanacak risk değerlendirmesi metodu sektörün yapısına uygunluğu nedeniyle Fine-Kinney metodu olarak belirlenmiştir.

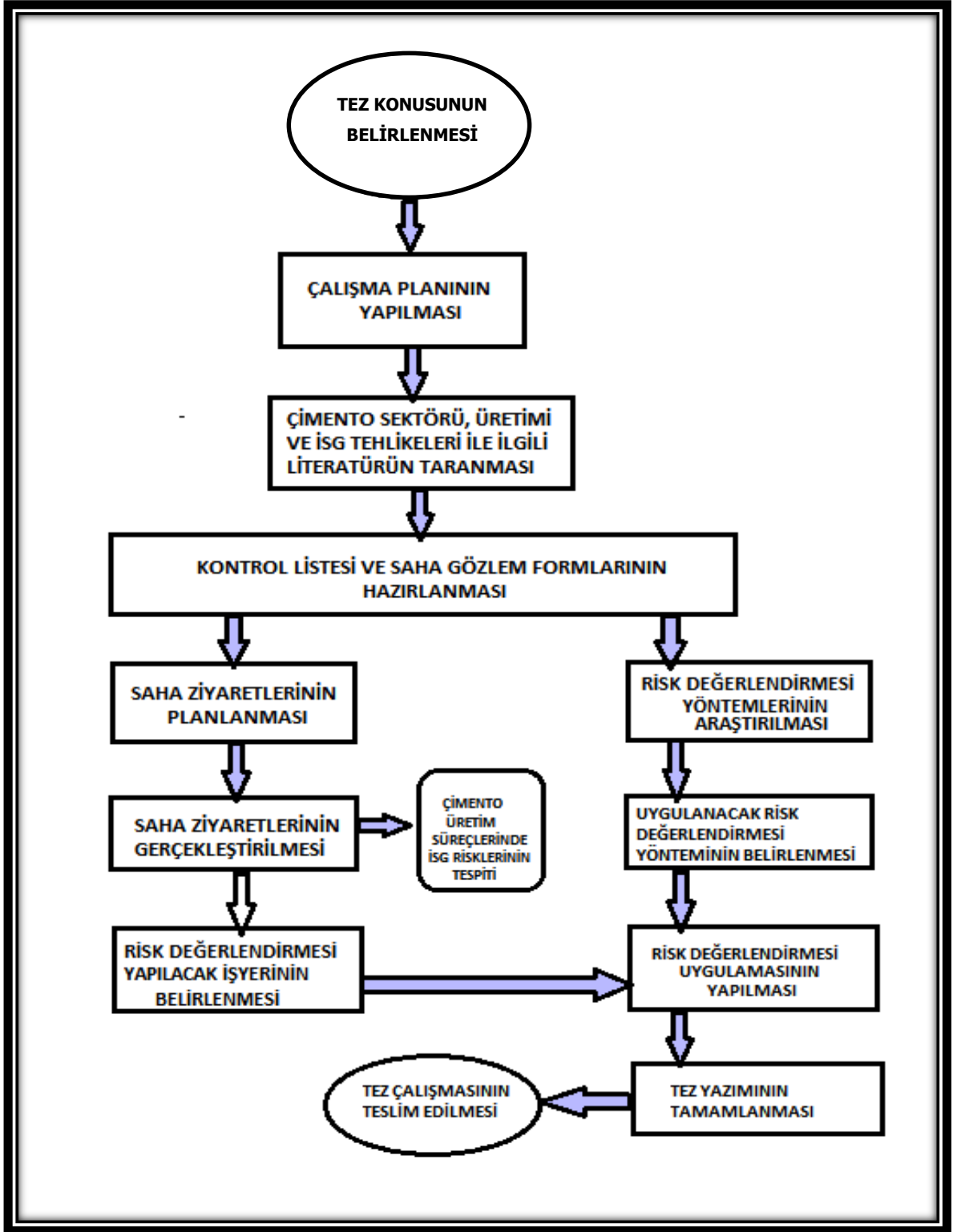
Risk değerlendirmesi uygulamasının gerçekleştirileceği iş yeri ise Ankara ili Hasanoğlan mevkiinde faaliyet gösteren entegre bir çimento fabrikası olarak belirlenmiştir. İş yeri seçimi yapılırken, fabrika yönetiminin ve çalışanlarının işbirliğine gönüllülüğü, fabrikanın fiziksel yakınlığı, ulaşılabilirliği ve entegre üretim yapması gibi parametreler göz önünde tutulmuştur. Seçilen fabrikada fabrikanın tam süreli iş güvenliği uzmanı ile farklı mühendislik dallarından iki İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı ile birlikte saha çalışması yürütülmüştür.

Fabrikanın üretim süreçlerini ilgilendiren ana sahalarına risk değerlendirmesi uygulanırken sorumluluk ve yetki alanlarına göre, fabrikanın hammadde şefi (maden mühendisi), fırın-farin şefi (kimya mühendisi), öğütme-paketleme şefi (kimya mühendisi) ve mekanik bakım şefi (makina mühendisi) de risk değerlendirmesi ekibine katılım sağlamıştır.

Risk değerlendirmesi çalışmasının tamamlanmasının ardından, tespit edilen riskler şiddetlerine ve kendilerini meydana getiren tehlikeli durum/olay sınıflarına göre gruplandırılmış ve analiz edilmiştir. Fabrikadaki mevcut risklerin kabul edilebilir düzeye düşürülmesine yönelik öneriler geliştirilmiş ve raporlanarak fabrika yönetimiyle paylaşılmıştır.

Literatür taraması sonucunda ulaşılan teorik bilgiler, saha ziyaretlerinde edinilen pratik bilgilerle ve gerçekleştirilen risk değerlendirmesi uygulamasının sonuçları ile harmanlanmıştır. Bu şekilde, çimento endüstrisine ilişkin bir İSG profili ortaya koymayı amaçlayan uzmanlık tezinin yazım süreci tamamlanmıştır.

Tez çalışmasına ait tüm süreçlerin gösterildiği tez akış şeması Şekil 3.1.'de ifade edilmektedir.



Şekil 3.1. Tez akış şeması

3.2. RİSK DEĞERLENDİRMESİ

30.06.2012 tarihli ve 28339 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 10. maddesi, tüm işyerlerinde iş güvenliği açısından risk değerlendirmesi yapılması veya yaptırılmasını zorunlu kılmış ve bu sorumluluğu işverene vermiştir. Bu madde uyarınca, risk değerlendirmesi yapılırken çalışanların işyerinde maruz kaldığı risklerin belirlenmesine yönelik kontrol, ölçüm, inceleme ve araştırma çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Risk değerlendirmesi yapılırken, işyerindeki risklerden etkilenecek çalışanların durumu, kullanılacak iş ekipmanı ve kimyasal maddelerin seçimi, işyeri tertip ve düzeni, özel politika gerektiren gruplar ile kadın çalışanların durumu göz önünde tutulur ve risk değerlendirmesi sonucu alınacak iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri ile kullanılması gereken koruyucu donanım veya ekipman belirlenir.

Kanunun bu maddesi gereğince hazırlanan ve işyerlerinde risk değerlendirmesi uygulama esaslarını düzenleyen “İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği” 29.12.2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmi Gazete'deyayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bu yönetmelikte bazı temel kavramlar şu şekilde ifade edilmektedir:

Tehlike: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli,

Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali,

Risk değerlendirmesi: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan etmenler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar ,

Risk değerlendirmesinde kullanılacak sistematik tekniklerin seçilmesi ve kullanılması için kılavuz niteliği taşıyan “TS EN 31010: 2010 Risk Yönetimi-Risk Değerlendirme Teknikleri Standardı”na göre, risk değerlendirmesinde kullanılan yöntemler nitel, yarı-nicel veya nicel olabilir. Nitel yöntemlerde, matematiksel risk değerlendirmesi yerine sözel mantıkla risk değerlendirmesi yapılmakta, uygulamayı yapan uzman kendi tecrübelerine ve sezgilerine

dayanarak riskleri ve risk öncelik değerlerini tahmin etmektedir. Tahmini risk hesaplanırken ve ifade edilirken rakamsal değerler yerine yüksek, tanımlayıcı değerler kullanılmakta, bu tahminler sübjektif değerlendirmelere dayanmakta ve çoğu zaman sistematik bir nitelik göstermemektedir. Bu tür yöntemlerde, değerlendirmeyi yapan uzmanların sezgi ve muhakeme kabiliyeti, yöntemin güvenilirliği açısından önemlidir. Bu nedenle, kritik önemi haiz sistemlerde sadece nitel yöntemlerle risk değerlendirmesi yapmak doğru değildir [34].

Öte yandan, nicel risk değerlendirme yöntemleri riski hesaplarken sayısal yöntemlere başvurmaktadır. Bu yöntemler, olasılık ve güvenilirlik teoremleri gibi basit teknikler olabileceği gibi, simülasyon modelleri gibi karmaşık teknikler de olabilir. Nicel risk analizinde tehlikeli bir olayın meydana gelme ihtimali, tehlikenin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile işlenip risk değeri bulunur .

Daha kesin sonuçlar ortaya koyduğu için bu çalışma kapsamında Hata Ağacı Analizi, Olay Ağacı Analizi, Risk Matrisi, FMEA, HAZOP, Fine-Kinney metodu gibi temel nicel risk değerlendirme metotları incelenmiştir.

Bu yöntemleri birbirinden ayıran en önemli fark, risk değerini bulmak için kullandıkları kendilerine özgü algoritmalarıdır. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanlarının birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Yaygın olarak kullanılan risk değerlendirmesi metodlarının karşılaştırılması

RİSK DEĞERLENDİRME Sİ METODU	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Hata Ağacı Analizi	<ul style="list-style-type: none"> • Yüksek derecede sistematik • İnsan etkileşimleri ve fiziksel olayların analizine imkan tanıyacak ölçüde esnek 	<ul style="list-style-type: none"> • Temel olayların hataya yol açma olasılığı hassas olarak bilinmiyorsa yüksek belirsizlik oranıyla sonuçlanabilir. • Statik bir modeldir ve zaman bağımlılıklarını içermez.
Olay Ağacı Analizi	<ul style="list-style-type: none"> • Zaman, bağımlılık ve domino etkisini hesaba • Hata ağaçlarında grafiksel olarak sunulması mümkün olmayan olayların sıralı olarak gösterimini sağlar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Başlatıcı olayların her zaman atlanma olasılığı vardır. • Sistemin sadece başarı durumuyla ilgilenir; bu durumda ertelenen başarıyı ya da atlanan olayları birleştirmek güçleşir.
Risk Matrisi	<ul style="list-style-type: none"> • Uygulaması kolaydır. • Yarı-nitel risk değerlendirmesi metodudur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sonuçlar uygulayan uzmanların fikirlerine göre değişiklik gösterebilir.
Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA)	<ul style="list-style-type: none"> • Kazaya sebebiyet verebilecek makine-ekipman hatalarını, insan hatalarını ve çevresel faktörleri birlikte değerlendirir. • Hem nitel hem de nicel sonuçlar elde edilir. • Kazaların kök nedenlerini analiz eder. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompleks yapıdır • Uygulaması zor ve zaman alıcıdır
HAZOP	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematik bir metottur. • Sistemin sapmalarını, sapmalar sonucu ortaya çıkabilecek istenmeyen sonuçları ve sapmaların sıklığını azaltmak için çözüm önerilerini ortaya koyar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kullanımı kolay değildir. • Uygulaması zaman alır. • Sadece nitel sonuçlar verir. • Farklı disiplinlerden uzmanların katılımı ile gerçekleştirilir.
Fine-Kinney Metodu	<ul style="list-style-type: none"> • Basit ve anlaşılır. • Kolay uygulanabilir. • Risklerin derecelendirilmesini sağlar. • Matematiksel risk değerlendirme metodudur. • Nicel sonuçlar verir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aynı risk skoruna sahip iki tehlikeli olay önceliklendirilemez. • Somut olmayan (psikososyal riskler vb.) riskler için uygulanamaz. • Sonuçlar uygulayan uzmanların fikirlerine göre değişiklik gösterebilir.

İSG Kanunu ve İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'nde işyerlerinde risklerin değerlendirilmesi zorunluluğu getirilirken, metot olarak herhangi bir zorlama bulunmamaktadır. Bu nedenle bahse konu çalışmada, basit ve anlaşılır yapısı, kolay uygulanabilirliği, risklerin derecelendirilmesini sağlaması, her sektöre uygulanabilmesi, nicel sonuçlar vermesi, sonuçların grafiklerle ifade edilip yorumlanabilir nitelikte olması bakımından avantajları göz önünde bulundurularak risk değerlendirme metodu olarak “Fine-Kinney metodu” seçilerek uygulanmıştır [35,36].

3.3. FINE-KINNEY METODU

Bu çalışmada kullanılan Fine-Kinney metodu, üç parametre dikkate alınarak uygulanır. Bu parametreler; bir zarar veya hasarın zaman içinde meydana gelme olasılığı (O), tehlikeye maruz kalma sıklığı (F) ve tehlikenin meydana gelmesi halinde insan, işyeri ve çevre üzerinde oluşturacağı hasarın ya da zararın şiddetidir (Ş) [37].

Risk değeri bu üç bileşenin çarpımı olarak ifade edilir.

$$\text{Risk Değeri}(R): O \times F \times \text{Ş} \quad (3.1)$$

Fine-Kinney metodu için Tablo 3.2’de “olasılık” skalası, Tablo 3.3’de “frekans” skalası, Tablo 3.4’de ise “şiddet” skalası gösterilmektedir.

Tablo 3.2. Fine-Kinney metodu olasılık skalası [38]

DEĞER	KATEGORİ
0,2	Pratik olarak imkansız
0,5	Zayıf ihtimal
1	Nadir fakat olası
3	Olası
6	Kuvvetle muhtemel
10	Çok kuvvetle muhtemel

Tablo 3.3. Fine-Kinney metodu frekans skalası [38]

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

Tablo 3.4. Fine-Kinney metodu şiddet skalası [38]

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

Tanımlanan her bir tehlike için, yukarıdaki tablolar dikkate alınarak olasılık, frekans ve şiddet değerleri puanlanır ve birbiriyle çarpılır. Bu çarpma işlemi sonucu elde edilen risk puanının aldığı değere göre aksiyon alınır. Risk düzeyi değerleri ve risk düzeyine göre uygulanacak eylemler Tablo 3.5.'te gösterilmektedir.

Tablo 3.5. Fine-Kinney metodu risk düzeyi değerleri ve risk düzeyine göre uygulanacak eylemler

Risk puan	KARAR	EYLEM
$R < 20$	Kabul Edilebilir Risk	Acil tedbir gerekmez
$20 < R < 70$	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

3.4. İŞYERİ SEÇİMİ

Çalışma kapsamında Ankara'da iki, Yozgat'ta bir, Sivas'ta bir, İstanbul'da bir, Kocaeli'nde bir, Bolu'da bir adet olmak üzere toplam yedi adet entegre çimento fabrikası ve Nevşehir'de bir adet çimento öğütme-paketleme tesisi ziyaret edilmiştir. Yapılan ziyaretlerde çimento üretimine ilişkin İSG tehlike ve risklerinin gözlenip raporlanmasının yanı sıra, edilen işletmeler, bu tez çalışması kapsamındaki risk değerlendirmesi uygulamasının gerçekleştirilmesine uygunluk açısından değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmede işletmelerin coğrafi konumu, üretim yapısı, yönetimin işbirliği ve bilgi paylaşımına gönüllülüğü ve şeffaflığı kriterleri göz önünde tutulmuştur. Sözü edilen kriterler doğrultusunda yapılan eleme sonucunda Ankara ili Hasanoğlan mevkiinde entegre üretim yapan; 31'i beyaz yakalı, 83'ü mavi yakalı olmak üzere 114 çalışanı olan ve yılda ortalama 2,5 milyon ton çimento üretim kapasitesine sahip bir çimento fabrikası risk değerlendirmesi uygulaması için seçilmiştir. Seçilen işyeri OHSAS 18001 İSG Yönetim Sistemi Belgesi'ne sahiptir. İş yerinde Fine Kinney Metodu ile yapılmış risk değerlendirmesi uygulaması mevcuttur.

3.5. ÜRETİM SÜREÇLERİNİN VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ SAHALARININ TANIMLANMASI

Çimento üretim süreçlerinin risk değerlendirmesi dokuz ana üretim sahası bağlamında ele alınmıştır. Bu sahalara açık ocak, konkasör ünitesi, stokhol, ön harmanlama sahası, farin değirmeni, döner fırın, kömür değirmeni, çimento değirmeni ve paketleme ünitesidir. Sahaların bu şekilde tasnif edilmesinin ardından, her sahada gerçekleşen ana üretim faaliyetleri tanımlanmıştır. Risk değerlendirmesine temel teşkil eden ana üretim sahaları ve ana üretim faaliyetleri sınıflandırması Tablo 3.6.'da açıkça gösterilmiştir. Risk değerlendirmesi uygulaması gerçekleştirilirken ana üretim faaliyetleri esas alınmış ve bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde ortaya çıkan tehlikeli olay ve durumlar tanımlanmış ve riskler tespit edilmiştir.

Tablo 3.6. Çimento üretim süreçlerinin gerçekleştirildiği ana üretim sahaları ve her ana üretim sahasında gerçekleştirilen ana üretim faaliyetleri

SAHA1: AÇIK OCAK (AO)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
AO1	Patlatma deliklerinin açılması
AO2	Patlayıcıların patlatma sahasına taşınması
AO3	Patlayıcıların deliklere şarj edilmesi
AO4	Patlatma
AO5	Dekapaj
AO6	Hammaddenin kamyonlara yüklenmesi
AO7	Hammaddenin nakliyesi
AO8	Ocak tabanının düzeltilmesi ve temizlenmesi
SAHA 2: KONKASÖR (K)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
K1	Kamyonların bunkerlere hammadde boşaltması
K2	Kırıcının devreye alınması, çalıştırılması, durdurulması
K3	Bant altı temizliği
K4	Bunker temizliği
K5	Kırıcıya gelen metallerin ayıklanması
K6	Konkasör ünitesinin kumanda edilmesi

Tablo 3.6. Çimento üretim süreçlerinin gerçekleştirildiği ana üretim sahaları ve her ana üretim sahasında gerçekleştirilen ana üretim faaliyetleri (devam)

SAHA 3: STOKHOL (S)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
S1	Stokhole hammadde nakliyesi
S2	Stokhole hammadde boşaltılması
S3	Hammadde stoklama
SAHA 4: ÖN HARMANLAMA (ÖH)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
ÖH1	Stokholden kazıyıcı ile hammadde beslenmesi
ÖH2	Tırmığın çalıştırılması ve durdurulması
ÖH3	Kazıyıcının çalıştırılması ve durdurulması
ÖH4	Kazıyıcı, kova, zincir, motor ve halatının kontrolü
ÖH5	Bant kontrol ve temizliği
ÖH6	Tesis içi kaba temizlik yapılması
SAHA 5: FARİN DEĞİRMENİ (FD)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
FD 1	Hammadde bunker kontrol ve temizliği
FD2	Tartılı besleyici kontrol ve temizliği
FD3	Metal separatörünün temizliği
FD4	Çelik bant temizliği
FD5	Değirmen içinin kontrol ve temizliği
FD6	Homojene silo temizliği
FD7	Jet filtre torba değişimi
SAHA 6: DÖNER FIRIN (DF)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
DF1	Tartılı besleyicilerin kontrolü ve temizliği
DF2	Fırın besleme kantar bandı bunker temizliği
DF3	Fırın manto sıcaklığının ölçümü ve tekibi
DF4	Fırın gale yataklarının ve gale yüzeylerinin temizliği
DF5	Döner fırın rölatif hareketlerinin takibi
DF6	Döner fırın kat temizliği
DF7	Siklon tıkanıklıklarının giderilmesi
DF8	Klinker kırıcıya sıkışan büyük parçaların kırılması
DF9	Malzeme nakil sistemlerinde meydana gelen tıkanıklıkların giderilmesi
DF10	Soğutma plakalarının temizliği
DF11	Ateşleme

Tablo 3.6. Çimento üretim süreçlerinin gerçekleştirildiği ana üretim sahaları ve her ana üretim sahasında gerçekleştirilen ana üretim faaliyetleri (devam)

SAHA 7: KÖMÜR DEĞİRMENİ (KD)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
KD1	Kömür hollerinin taranması ve hammadde sevk edilmesi
KD2	Bant yolları temizliği
KD3	Kömür şut temizliği
KD4	Tozsuzlaştırma filtrelerinin kontrolü ve filtre değişimi
KD5	Ham kömür bunkerleri kontrol ve temizliği
KD6	Tartılı besleyici kontrol ve temizliği
KD7	Metal separatörü temizliği
KD8	Değirmen içi kontrol ve temizliği
KD9	Değirmen reject bunkerlerinin traktörle boşaltılması
KD10	Toz kömür silosu temizliği
KD11	Jet filtre torba değişimi
SAHA 8: ÇİMENTO DEĞİRMENİ (ÇD)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
ÇD1	Bunkerlere malzeme alınması
ÇD2	Elevatör ve çelik bantlara malzeme alınması
ÇD3	Zincirli bandın çalıştırılması
ÇD4	Jet filtre kontrolü
ÇD5	Separatör kontrolü
ÇD6	Fan filtrelerinin kontrol ve temizliği
ÇD7	Çelik bilya şarj ve deşarjı
ÇD8	Çelik bilyaların ayıklanması
ÇD9	Separatör gaz kanallarının temizliği
ÇD10	Bant ve bunker tıkanıklıklarının açılması
SAHA 9: PAKETLEME ÜNİTESİ (P)	
FAALİYET KODU	FAALİYET
P1	Çimento silosunun temizliği
P2	Jet filtre torba değişimi ve temizliği
P3	Kağıt torba istif ve dolumu
P4	Kantarların çalıştırılması
P5	Torba tartımı
P6	Kamyonlara torbalı çimento yüklenmesi
P7	Dökme çimento dolumu
P8	Paketleme ünitesinin kumanda edilmesi

3.6. RİSK ETMENLERİNİN TANIMLANMASI

Entegre bir çimento fabrikasının üretim sahaları ve hammadde ocağı için gerçekleştirilen risk değerlendirmesi uygulamasında tespit edilen risklerin analiz edilebilmesi ve bulgular bölümünde sunulabilmesi için riskleri meydana getiren etmenler türlerine göre sınıflandırılmış ve Tablo 3.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. 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

4.1. ÇİMENTO HAMMADDE OCAKLARI VE FABRİKALARINDAKİ ÜRETİM SÜREÇLERİNDEKİ İSG RİSKLERİ ETMENLERİ

Toplam yedi entegre çimento fabrikası ve iki çimento öğütme-paketleme tesisinde yapılan saha gözlem ve incelemeleri sonucunda, işletmelerin ana çalışma sahalarında ve buralarda gerçekleştirilen ana üretim faaliyetlerinde “kazalara yol açabilecek risk etmenleri”, “çalışma ortamından kaynaklanan fiziksel risk etmenleri”, “çalışma ortamından kaynaklanan kimyasal risk etmenleri” ve “yapılan işten kaynaklanan ergonomik risk etmenleri” olarak sınıflandırılan dört ana risk etmen grubuna ve bunların alt kırılımlarına dair aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

4.1.1. Kazalara Yol Açabilecek Risk Etmenleri

4.1.1.1. Giriş-çıkışlar, yollar ve merdivenler

Konkasör ünitelerinin, ön harmanlama sahalarının farin değirmenlerinin, kömür değirmenlerinin, çimento değirmenlerinin ve paketleme ünitelerinin giriş kapılarının çalışanların rahatça girip çıkmasına uygun olmadığı, merdivenlerin basamaklarının eşit boylarda olmadığı ve geçiş yolların dar olduğu tespit edilmiştir.

4.1.1.2. Düzen ve temizlik

Çimento hammadde ocaklarında ve çimento fabrikalarının üretimle ilgili sahalarında çalışma alanının ve çalışma alanına erişim sağlayan yol ve geçitlerin temiz ve düzenli tutulmamasının kazalara sebebiyet veren önemli bir etmen olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Özellikle, bant ve bunker temizliği, jet filtre değişimi gibi dar alanda gerçekleştirilen işlerde temizlik ve düzenin iş güvenliğinin tesis edilmesi açısından büyük önem taşıdığı saptanmıştır.

İş ekipmanlarının belirli bir yerinin olmaması, malzeme ve ekipmanın çalışma sahasına gelişigüzel biçimde bırakılması ya da çalışma yapıldıktan sonra toplanarak yerine kaldırılmamasının malzeme ve insan hareketini kısıtladığı, çarpma, takılma ve düşmelere neden olduğu; bununla birlikte yere dökülen su, yağ gibi sıvıların çalışma zeminini kayganlaştırarak düşmelere yol açtığı ve bu gibi takılma, çarpma ve düşmelerin yaralanmalar, el ve ayak incinmeleri ve burkulmaları gibi riskler ile sonuçlanabileceği öngörülmüştür.

4.1.1.3. Delici, kesici, yırtıcı bölge ve alanlar

Konkasör ünitesi, farin değirmeni, çimento değirmeni ve paketleme ünitesinde delici, kesici ve yırtıcı kenar ve köşeler olduğu, çalışanların bunlara takılma ihtimalinin bulunduğu tespit edilmiştir.

4.1.1.4. İş ekipmanı ve araç kullanımı

Yapılan saha ziyaretlerinde, açık ocaklarda üretilen hammaddenin ve üretimin çeşitli aşamalarında kullanılan yakıtların fabrika sahasına nakliyesinde olduğu gibi üretilen çimentonun fabrikadan çeşitli satış noktalarına nakliyesinde de ağır kamyonların kullanıldığı görülmüştür. Kimi fabrikalarda kamyonların nakliye işinde kullandığı yol ile genel taşıt trafiğinin işlediği yolun ayrılmadığı, kamyon nakliye yollarında uygun fiziksel koşullar ve işaretlemelerin bulunmadığı, kamyon sürücülerinin fabrika içi hız limitlerine uymadığı, emniyet kemeri takmadığı ve sürüş esnasında cep telefonu ile konuşmak, şakalaşmak gibi güvensiz davranışlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Bu gibi durumların kamyonların kayarak ya da hızını alamayarak birbirine veya diğer ekipman, malzeme ve çalışanlara çarpması gibi ağır yaralanma ve ölümlerle sonuçlanabilecek tehlikeli olaylara sebebiyet verebileceği öngörülmüştür. Bununla birlikte, hammadde yükleme ve boşaltması yapan kimi kamyonlarda geri vites sensörünün bulunmadığı ve yükleme-boşaltma sahalarında manevracı çalıştırılmadığı tespit edilmiş ve bu gibi tehlikeli durumların de benzer ağır sonuçlar doğurabileceği çıkarımında bulunulmuştur.

Ayrıca, ziyarette bulunan bazı çimento hammadde ocaklarında kullanılan kepçeler, delici, kazıcı ve yükleyici makinalar; stokhol ve ön harmanlama sahalarında kullanılan kazıyıcı ve tırmıklar ve kaldırma araçlarının da ehliyetsiz kişilerce kullanıldığı, operatörlerin ekipman kullanımı esnasında şakalaşma, cep telefonu ile konuşma gibi konsantrasyon ve iş verimini olumsuz etkileyecek ve iş kazalarına sebebiyet verecek davranışlar sergilediği gözlemlenmiştir.

4.1.1.5. Makineler

Çimento fabrikalarındaki makina kaynaklı kazaların en sık bantlı konveyörler ile taşıma yapılan bölgelerde yaşandığı tespit edilmiş olup, bantlı konveyörlerde dönen aksamın yer aldığı tehlike bölgesinde makina muhafazası bulunmamasının ciddi yaralanmalar, kesilmeler

ve uzuv kayıplarıyla sonuçlanabilecek düzeyde bir risk etmeni olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte; kazıyıcı, tartılı besleyici, metal separatörü ve değirmen üniteleri gibi ekipmanların buldukları döner ve hareketli parçalardan ötürü ciddi birer risk etmeni olarak ele alınması; bu ünitelerde enerji kesilmeden ve gerekli tedbirler alınmadan bakım, onarım ve temizlik çalışmaları yapılmaması gerektiği saptanmıştır.

Ayrıca, saha ziyaretleri boyunca bant altı ve bunker temizliği, konkasör ünitesinin devreye alınması, farin ve çimento değirmenlerinin kontrol ve temizliği, siklon tıkanıklıklarının giderilmesi gibi çimento üretiminin çeşitli faaliyetlerinde tokmak, çekiç, tornavida, falçata, şiş gibi el aletleriyle sıklıkla çalışma yapıldığı ve el aletlerinin ergonomik tasarlanmamış, yapılan işle uyumsuz, bakımsız ve muhafazasız olduğu ve çalışan tarafından bilinçli ve amacına yönelik kullanılmadığı durumlarda yaralanma, ezilme, kesilmeler yol açabilecek birer risk etmeni olarak ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

4.1.1.6. El aletleri

Konkasör ünitesi, farin değirmeni, döner fırın, kömür değirmeni, çimento değirmeni ve paketleme ünitesi sahalarında el aletleri kullandığı saptanmıştır. En çok kullanıldığı gözlemlenen el aleti, siklon ve bunker tıkanıklıklarını açmak için kullanılan şiştir. Şişin doğru kullanılmaması kesilme, batma ve yaralanmalarla sonuçlanabilecek şiş çarpmasına sebep olabileceği öngörülmüştür.

4.1.1.7. Yüksekte çalışma

Bulunulan referans seviyesinin üzerinde gerçekleştirilen ve sağlık ve güvenlik açısından risk arz eden sonuçları olan yüksekte çalışmanın çimento fabrikalarında; temel üretim üniteleri olan öğütme değirmenleri ve döner fırınların üzerlerinde, siklonlarda, bunker ve silolarda, filtrelerde ve gezervinç platformlarında olduğu gibi; hava ve gaz borularında, su tesisat ve elektrik havai hatlarında ve bina dış cephesinde yapılan faaliyetlerde kullanılan iskeleler ve merdivenlerde de gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

Yüksekte çalışmanın yol açtığı tehlike, kot farkına bağlı olarak gerçekleşen düşme eylemidir. Çimento fabrikalarında, referans seviyesinin üzerinde kotlarda yapılan çalışmalarda veya bir kot seviyesinden başka bir kot seviyesine geçerek yapılan çalışmalarda boşlukların korumasız, korkuluk ve tırabzanların zayıf olması; merdivenlerin yanlış kullanılması, kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması veya yanlış kullanılması; aydınlatmanın yetersiz

olması, yüksekte güvenli çalışma eğitimi almamış personelin görevlendirilmesi, elverişsiz hava koşulları gibi faktörlerin çimento üretim süreçlerinde çalışanların düşmesi neden olan temel faktörler olarak belirlenmiştir. Çalışma yapılan yerin yüksekliğine bağlı olarak, yüksekte çalışmaya bağlı düşme tehlikesinin ortaya çıkarması muhtemel risklerin ise yaralanma, uzuv kırıkları, uzuv kaybı ve ölüm olarak öngörülmüştür.

4.1.1.8. Yangın ve patlamalar

Çimento fabrikalarında yangın ve patlamalar açısından en ciddi tehlike unsurunun döner fırında yakıt olarak kullanılacak malzemelerin fabrika sahasında bulundurulması ve kullanıma hazır hale getirilmesi faaliyetlerine ilişkin olduğu tespit edilmiştir. Bu yakıtlardan en sık kullanılanı ve gerek fiziksel, gerekse kimyasal yapısı itibarıyla yanmaya ve patlamaya en meyilli olanı kömürün stokholde depolanması, kömür değirmenlerde öğütülmesi ve yakıt haline getirilerek döner fırında yakılması yangın ve toz patlamalarına sebep olabilecek önemli bir tehlike unsuru olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte LPG, doğalgaz ve/veya sıvılaştırılmış doğalgaz gibi petrol türevlerinin depolanması ve kullanımı ile lastik konveyördeki kömür transferi sırasındaki sıkışma, sürtünmenin sebep olabileceği bant yangınları da yangın ve patlama yönünden tehlike teşkil eden bir başka unsur olarak inceleme konusu olmuştur. Bunlara ek olarak, döner fırınlarda ilk ateşlemenin gecikmesi sonrasında ani yanmanın başlaması ile alev borusunda bulunan hava sağlayıcı ekipmanın bozulmasının da gaz patlamasına yol açabileceği öngörülmüş ve Ek-1'de yer alan risk değerlendirmesine yansıtılmıştır.

4.1.1.9. Elektrik

Çimento fabrikalarında yapılan incelemeler sonucunda; elektrik güç, aydınlatma ve topraklama tesisatının kontrolünün periyodik olarak yapılmadığı ve raporlanmadığı; konkasör ünitesi, döner fırın, kazan dairesi ve paketleme ünitesi gibi bazı bölümlerde açık uçlu kablo ve hatların bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, kimi ünitelerde seyyar aydınlatma kullanımının olduğu gözlemlenmiştir. Tüm bu gözlemlerin çalışanların elektrik tarafından çarpılmasına, yanmasına ve ölmesine yol açabilecek düzeyde birer risk etmeni olduğu öngörülmüştür.

4.1.1.10. Malzeme/ekipman düşmesi ve fırlaması

Açık ocak sahasında malzeme fırlaması sıkılması iyi yapılmamış patlayıcıların patlatılmasından kaynaklanır. Konkasör sahasında, hammadde kırıcı bunkerine hammadde dökümü sırasında, kırıcının çalışması sırasında, bant konveyörlerle malzeme taşınması sırasında malzeme fırlaması tespit edilmiştir. Ayrıca, nakliye kamyonlarından malzeme düşmesi de görülmektedir.

4.1.1.11. Kaygan zemin

Çalışma sahası zemininin düzgün olmaması ve temizliğe yeterince önem verilmemesi kaygan zemin tehlikesinin nedenidir. Açık ocak ve çimento değirmenleri dışında tüm ünitelerde kaygan zemin tespit edilmiştir.

4.1.2. Çalışma Ortamındaki Fiziksel Risk Etmenleri

4.1.2.1. Gürültü

Çimento hammadde ocaklarında gerçekleştirilen sondaj ve patlatma faaliyetleri ile çimento fabrikalarında bulunan kırıcı üniteleri, soğutma fanları, jeneratörler, motorlar, kompresörler farin, kömür ve çimento değirmenleri gibi ekipmanlar çimento üretim süreçlerinde yer alan önemli gürültü kaynakları olduğu gözlemlenmiştir.

Tüm bu sayılan faaliyet ve ekipmanlar arasında, en çok gürültüye neden olanın öğütme ortamı olarak çelik bilyaların kullanıldığı çimento değirmenleri olduğunu söylemek mümkündür.

Çalışanların gürültüye maruz kalmasının; geçici ve sürekli işitme kayıplarına yol açabileceği öngörülmüştür. Bunun yanı sıra, çimento fabrikalarında gürültülü ortamda çalışanların çabuk sıkılma, ani öfkelenme gibi davranış bozukluklarından muzdarip oldukları; konsantrasyon ve dikkat eksikliği çektikleri ve buna bağlı olarak iş verimi ve üretkenliklerinin düştüğü gözlemlenmiştir.

4.1.2.2. Aydınlatma

Yapılan saha ziyaretleri neticesinde, tüm diğer işyerlerinde olduğu gibi çimento hammadde ocakları ve fabrikalarında da çalışanlara uygun bir görüş alanı sağlanmasında ve işyerindeki tehlikelerin görünür kılınarak güvenli bir çalışma ortamı oluşturulmasında en önemli faktörlerden biri olan aydınlatmaya ilişkin yetersizlikler ve yanlış uygulamalar olduğu belirlenmiştir.

Tozlu maddeler nedeniyle yanma tehlikesi barındıran çalışma alanlarında kullanılması gereken aydınlatma aygıtlarının tamamen kapalı tipte, yani etanj olması gerekmesine rağmen; çimento değirmeni, paketleme ünitesi, kazan dairesi, pompa odası gibi kimi bölgelerde aydınlatmanın etanj olmadığı gözlemlenmiş ve bu durumun üretim sahalarındaki mevcut elektriksel tehlikelerin doğurabileceği risklerin şiddetini artırabileceği öngörülmüştür.

Bununla birlikte, yollar, koridorlar, merdivenler gibi insan, ekipman ve malzeme geçiş alanlarıyla; konkasör ünitesi, değirmenler ve döner fırınlar gibi kapalı alanlarda aydınlatmanın yetersiz olduğu gözlemlenmiş ve bu durumun göz yorgunluğu, baş ağrısı, bulantı ve boyun ağrısı gibi sağlık şikayetlerinin yanında çalışanların görüş eksikliğine bağlı olarak çarpma, takılma ve düşmeler yaşaması ve yaralanması ile sonuçlanacağı öngörülmüştür.

4.1.2.3. Termal konfor

Çimento fabrikalarında, yüksek sıcaklık altında klinkerleşme tepkimelerinin meydana geldiği ön ısıtıcı, siklon ve döner fırınlar en önemli ısı kaynağını teşkil etmekte olup; bu üretim bölgelerinde çalışma yapıldığında çalışanların vücut sıcaklıklarının arttığı ve sıcaklığın yükselme hızına bağlı olarak ısı şoku, ısı krampı ve sıcak çarpması gibi risklerle karşı karşıya kalabileceği öngörülmüştür.

Bununla birlikte, açık ocakta, konveyör bantlarında, silo ve siklonlarda çalışanların, açık havada çalışmalarına bağlı olarak, hava durumu ve iklim koşullarından sıklıkla etkilendiği ve kimi zaman aşırı soğuk/sıcak, yağış, rüzgar vb. gibi zorlayıcı hava şartları altında faaliyetler gerçekleştirmek zorunda kaldığı tespit edilmiştir. Bu koşullarda çalışanların hava durumuna

bağlı olarak ıslanma ve üşüme yaşayabileceği ve soğuk algınlığına yakalanabileceği öngörülmüştür.

4.1.2.4. Titreşim

Çimento hammadde ocakları ve fabrikalarında çalışan kişilerin maruz kaldığı gözlemlenen bir diğer tehlike etmeni titreşimdir. Kamyon gibi ağır taşıma araçlarını, kazıcı, delici, yükleyici, kepçe, forklift gibi ekipmanları kullanan sürücü ve operatörlerin tüm vucut titreşimine maruz kaldığı ve bu maruziyetin bel ve sırt ağrılarına yol açtığı görülmüştür.

Bunun yanında, hilti, matkap gibi el aletleri kullanarak çalışanların el-kol titreşimine maruz kaldığı ve bu maruziyetin uzun süreli olması durumunda çalışanların elde dolaşım bozuklukları, hipersensitivite ve uyuşma yaşaması ve beyaz parmak hastalığına yakalanma ihtimalinin artacağı öngörülmüştür.

4.1.2.5. Kapalı alanlar

Çimento fabrikalarında kırıcılar, separatörler, değirmenler, siklonlar, döner fırınlar, fan ve gaz boruları gibi sürekli çalışma için tasarlanmamış, serbest harekete imkan tanımayan, giriş-çıkışları sınırlı, havalandırması yetersiz ve içinde tehlike unsuru oluşturan gazlar barındırabilen kapalı alanlarda sıklıkla çalışma yapıldığı gözlemlenmiştir.

Bu gibi alanlardan özellikle ısıl işlemlerin gerçekleştirildiği üniteler olan siklonlar, döner fırınlar, fan ve gaz borularında yanma ve ölüm gibi ciddi sonuçlara yol açabilecek patlama tehlikesi tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, çalışanın vücut sıcaklığını yükseltmek suretiyle bilincini yitirmesine yol açabilecek; zehirlenmesine ya da boğulmasına neden olabilecek gaz, duman ve buhar çıkışlarının olabileceği öngörülmüştür.

4.1.2.6. Sıcak ve soğuk nesnelere

Çimento fabrikalarında, özellikle klinkerin pişirildiği ısıl işlem süreçlerinde çalışanların sıcak nesnelere ve sıcak farin, klinker ve çimento tozu ile gibi materyallerle temas etmesinin ciddi yanık ve ölüm vakaları ile sonuçlanabilecek türden bir tehlike oluşturduğu saptanmıştır. Çalışanların bu gibi sıcak nesne ve materyallerle temasının muhtemel olduğu noktalardan

birinin, farin tozu sıcaklığının yaklaşık 900 °C 'ye kadar çıktığı ön ısıtıcı kuleler olduğu; ön ısıtıcılarda meydana gelen tıkanmayı yok etmek için yapılan siklon şişlemesi sırasında izolasyonu iyi olmayan bölümlerden toz sızması ve malzemenin şişleme kapağından dışarı püskürerek aşağı katlara yayılmasının siklon şişlemesini yapan çalışanların yanmasına veya ölümüne sebep olabileceği öngörülmüştür.

Çimento üretim süreçlerinde gözlenen bu türden bir başka tehlike unsuru ise, soğutucu çıkışı kovalı bantlarda klinker numunesi alan çalışanın dengesinin yitirip sıcak klinker taşıyan kovalı banda düşmesi ve klinker soğutucusundaki kırıcı içerisinde topak kırma sırasında sıcak malzemenin çalışanın üzerine düşmesidir. Bu tehlikelerin çalışanın yanmasına ve ölümüne yol açabileceği öngörülmüştür.

4.1.3. Çalışma Ortamındaki Kimyasal Risk Etmenleri

4.1.3.1. Toz

Çimento üretim süreçlerinde, hammadde ocaklarından başlamak üzere, hammaddelerin kamyonlara taşınması, kırıcılarda kırılması, silolarda stoklanması, daha ince tane boyutuna ulaşmak için farin değirmenlerinde öğütülmesi, fırında pişirilerek klinker haline getirilmesi, katkı maddeleriyle birlikte çimento değirmeninde öğütülmesi, paketlenmesi aşamalarında ve malzeme taşıma, aktarma ve boşaltma işlerinin yapıldığı tüm diğer sahalarda tozumaya bağlı olarak çalışma ortamına ve çevreye hammadde, farin, klinker, çimento, kömür, alçı ve katkı tozları yayıldığı gözlemlenmiştir.

Bu tozlardan kömür tozu akciğerde dokusal değişime sebep olurken, portland çimentosu tozu akciğer üzerinde birikir; ancak dokusal değişime sebep olmamaktadır. Bununla birlikte, çimento işkolunda, en çok episemi ve kronik bronşit gibi solunum yolları ile ilgili meslek hastalıklarının görüldüğü bilgisine erişilmiştir.

4.1.3.2. Solunum yolu ile kimyasal maddeye maruziyet

Çimento endüstrisinde, döner fırınlarda gerçekleşen ısıl işlemlerde kömür gibi fosil yakıtların kullanılması, tehlikeli atıkların yakılması ve atık yağların yakıt olarak kullanılması

neticesinde ortaya çıkan ve atmosfere yayılan SO_x ve NO_x gazlarının hava kirliliğine sebep olduğu bilinmektedir. Buna ek olarak; elektrik kesintisi ve karbonmonoksit düzeyinin yükselmesi gibi nedenlerden ötürü elektrostatik filtrelerin çalışmayı durdurmasının da hava kirliliğini artırdığı görülmüştür. Ayrıca, açık ocak sahasında ve tüm diğer malzeme nakliye işlerinde kullanılan iş makinası ve nakliye araçlarının atmosfere yaydığı egzoz gazının hava kirliliğine neden olduğu gözlemlenmiş ve bu durumun çalışanlar üzerinde baş ağrısı, yorgunluk, solunum yolu hastalıkları gibi olumsuz etkiler doğurabileceği öngörülmüştür.

4.1.3.3. Deri/ağız yolu ile kimyasal maddeye maruziyet

Açık ocak sahasında, patlayıcı maddelerin patlatma deliklerine şarj edilmesi esnasında patlayıcı kimyasallara deri ve ağız yolu ile maruz kalınabileceği tespit edilmiştir.

4.1.4. Yapılan İşten Kaynaklanan Ergonomik Risk Etmenleri

4.1.4.1. Elle kaldırma ve taşıma

Çimento üretiminde, özellikle paketleme ünitesi çalışanlarının kağıt torba istifi, dolumu ve tartımı sırasında fiziksel yüklemeyi gerektiren görevler yerinde getirmek zorunda olduğu ve bu sebeple elle ağır yükler kaldırdığı, taşıdığı ve zorlamalı hareketler sergilediği görülmüştür. Ayrıca bu ünite çalışanları ile yapılan görüşmelerde, sıklıkla bel incinmesi yaşadıkları, sırt, boyun ve bel ağrılarından muzdarip oldukları öğrenilmiştir.

4.1.4.2. Sabit duruşta çalışma

Çimento fabrikalarında bant, bunker, silo, separatör ve döner fırın kat temizliği yapan; filtre kontrol ve değiştirme işlerinde çalışanların gün içerisinde gerçekleştirdikleri üretim faaliyetleri boyunca ayakta çalışma yaptıkları gözlemlenmiş ve bu çalışanlarla yapılan görüşmelerde bacaklarda kan dolaşımını bozan ve varis oluşumuna yol açabilen şiddetli kan toplanmaları, damar iltihaplanmaları gibi sağlık sorunlarından muzdarip oldukları öğrenilmiştir.

Hammadde ocaklarında delici makina, kepçe, kazıcı, yükleyici gibi iş makinalarının operatörlerinin, hammadde nakliyatında çalışan kamyon sürücülerinin ve fabrikanın üretim ünitelerini kumanda eden operatörlerin uzun süre oturarak çalışma yaptığı, genel oturuş pozisyonlarının ergonomik olmadığı ve bu çalışanların kalp ve nefes sorunları, mide

hastalıkları, sırt ağrıları, omuz şikayetleri ve bacaklarda kan hareketinin aksamasına bağlı sağlık sorunlarından şikayetçi olduğu öğrenilmiştir.

4.1.4.3. Tekrarlayan hareketler yaparak çalışma

Çimento fabrikalarında özellikle siklon ve bunkerlerdeki tıkanıklıkların açılması, jet filtrelerin değişimi ve temizlik işlerinde çalışanların tekrarlayan hareketler yaparak çalışmak durumunda kaldığı görülmüştür. Bu çalışanlarla görüşüldüğünde eklem ve kas ağrılarından şikayetçi oldukları öğrenilmiştir.

4.1.4.4. Araç gereç ergonomisi

İş yaparken kullanılan alet ve ekipmanların ergonomik prensiplerine göre dizayn edilmiş olması önemlidir. Yapılan saha ziyaretlerinde, çimento üretim süreçlerinde kullanılan kimi ekipmanların kolay ve güvende çalışmaya imkan tanımayacak kadar ağır olduğu, tutma yerlerinin keskin olduğu ve el bileklerinin dinlenmesine uygun dizayn edilmediği gözlemlenmiştir. Bu araç ve ekipmanları kullanan çalışanların bel ve eklem ağrısı şikayetleri olduğu öğrenilmiştir.

4.1.4.5. Ekranlı araçlarla çalışma

Konkasör, değirmen üniteleri, döner fırın ve paketlenme ünitelerinin operatörleri bilgisayar karşısında uzun süre çalışma yapmaktadırlar. Bu çalışanlarla yapılan görüşmelerde bel ve boyun ağrılarından şikayetçi oldukları öğrenilmiştir.

4.2. RİSK DEĞERLENDİRMESİ BULGULARI

Tez çalışmasının bu kısmında, bir çimento hammadde ocağı ve bir entegre çimento fabrikasının üretim süreçleri için yapılan risk değerlendirmesinin sonuçları sunulmaktadır.

Çimento üretim faaliyetleri göz önünde bulundurularak risk değerlendirmesi;

- Açık Ocak,
- Konkasör Ünitesi,
- Stokhol,
- Ön Harmanlama Sahası,
- Farin Değirmeni,

- Döner Fırın,
- Çimento Değirmeni,
- Kömür Değirmeni,
- Paketleme Ünitesi

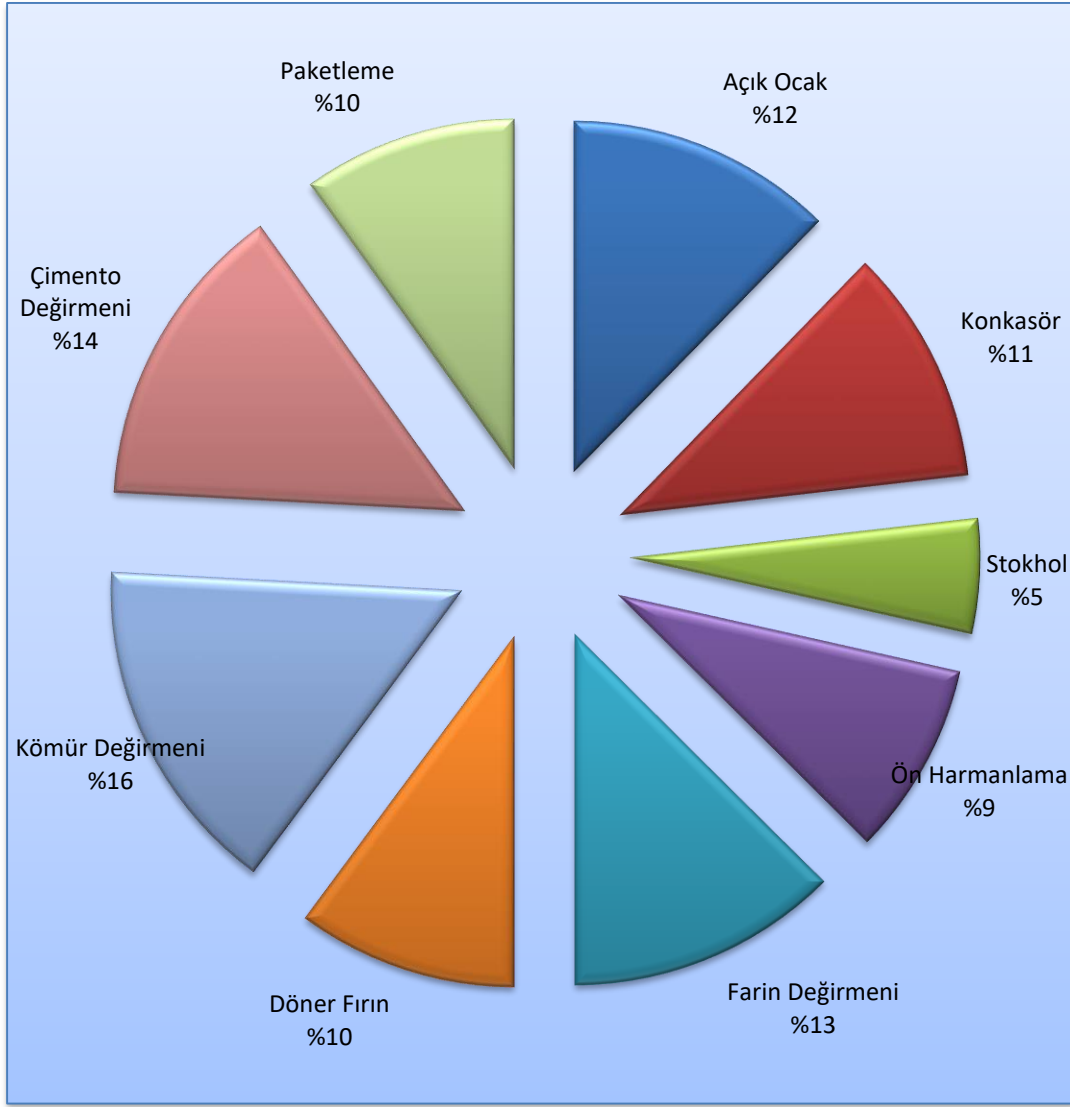
olmak üzere dokuz ana üretim sahasında yapılmıştır. Bu dokuz ana üretim sahasının her birinde gerçekleştirilen temel üretim faaliyetleri tanımlanmış, faaliyetlerin gerçekleştirilmesi esnasındaki tehlikeler belirlenmiş ve bu doğrultuda risk değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda toplam 414 adet risk tespit edilmiştir.

4.2.1. Üretim Sahalarına Göre Risklerin Sayısal Dağılımı

Risk değerlendirmesi sonucunda tespit edilmiş olan risklerin ana üretim sahaslarına göre genelde dengeli bir sayısal dağılım gösterdiği söylenebilir. Bununla birlikte, tespit edilen 414 adet riskin, 9 ana üretim sahasına göre yüzdesel dağılımını ifade eden Grafikl 4.1.'de görüleceği üzere toplam risklerin 65 tanesini, yani %16'sını bünyesinde barındıran kömür değirmeninin sayıca en fazla riski taşıyan üretim ünitesi olduğunu söylemek mümkündür. Öte yandan, toplam risklerin 22 tanesini, yani %5'ini içeren stokhol sayıca en az riski barındıran üretim ünitesidir.

Diğer üretim sahaslarının durumuna bakılacak olursa,

- Çimento değirmeni 59 risk ile toplam risklerin %14'ünü,
- Farin değirmeni 52 risk ile toplam risklerin %13'ünü,
- Konkasör ünitesi 45 risk ile toplam risklerin %11'ini,
- Açık ocak 51 risk ile toplam risklerin %12'sini,
- Döner fırın 42 risk ile toplam risklerin %10'unu,
- Paketleme ünitesi 41 risk ile toplam risklerin %10'unu,
- Ön harmanlama sahası 37 adet risk ile toplam risklerin %10'unu barındırmaktadır.



Grafik 4.1. Risklerin üretim sahalarına göre yüzdesel dağılımı

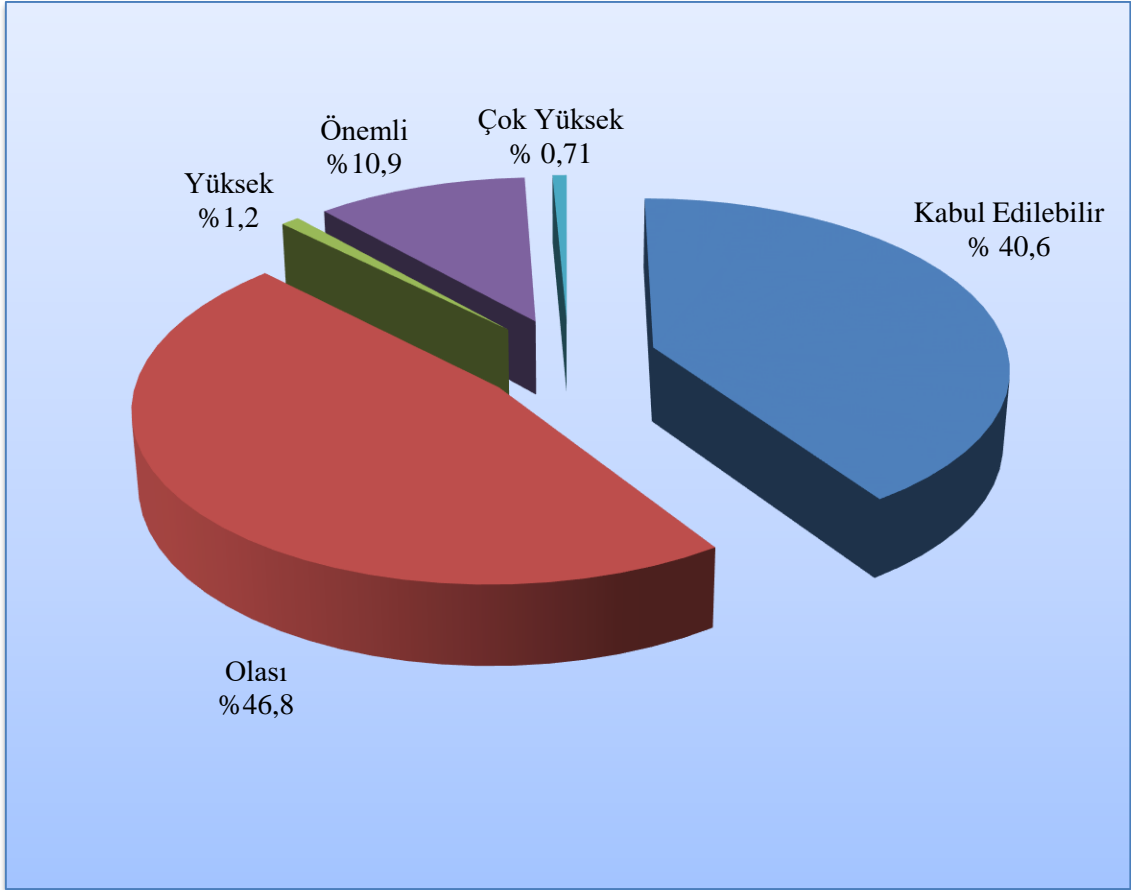
4.2.2. Düzeylerine Göre Risklerin Sayısal Dağılımı

Çalışmada elde edilen 414 adet riskin düzeylerine göre dağılımı Grafik 4.2.'de incelendiğinde, sayısal olarak en fazla riskin, risk skoru 20 ile 70 arasında yer alan ve “olası risk” olarak sınıflandırılan riskler düzeyinde olduğu görülmüştür. Ayrıca,

Toplam risklerin;

- 3’ü çok yüksek risk olup toplam risklerin %0,7’sini,
- 4’ü yüksek risk olup toplam risklerin %1’ini,
- 45’i önemli risk olup toplam risklerin %10,9’unu,

- 194 ü olası risk olup toplam risklerin %46,8'ini,
- 168 i ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin %40,6'sını oluşturmaktadır.



Grafik 4.2. Risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Ayrıca, Grafik 4.2.'de görüleceği üzere; toplam risklerin %87,4'ünün 70 ve daha altında risk skoru aldığı; "kabul edilebilir" ve "olası" risk düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Düzeylerine göre risklerden "çok yüksek" riskler için ivedilikle, "yüksek" riskler için kısa vadede, "önemli" riskler için ise orta vadede iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. Bu durumda, toplam risklerin %12,6' sını için çözüm üretilip uygulanması söz konusu olmaktadır.

Tablo 4.1. Toplam risklerin üretim sahalarına ve risk düzeylerine göre dağılımı

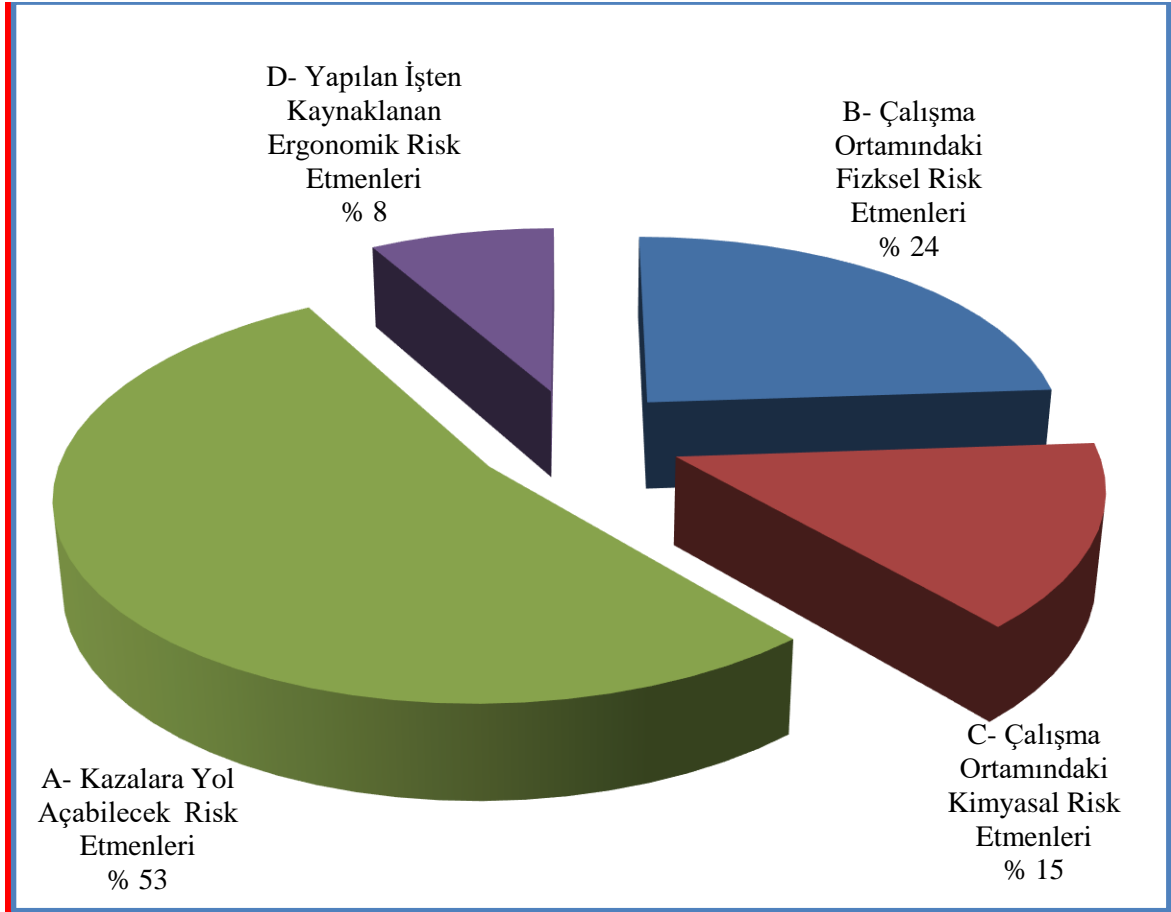
ÜRETİM SAHASI	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
Açık Ocak	7	29	12	1	2	51
Konkasör	12	30	3	0	0	45
Stokhol	1	8	13	0	0	22
Ön Harmanlama	8	22	7	0	0	37
Farin Değirmeni	35	14	0	3	0	52
Döner Fırın	20	18	3	0	1	42
Kömür Değirmeni	36	27	2	0	0	65
Çimento Değirmeni	35	24	0	0	0	59
Paketleme	14	22	5	0	0	41

Bununla birlikte, yapılan risk değerlendirmesi uygulaması neticesinde belirlenen tüm risklerin üretim sahalarına ve düzeylerine göre dağılımı Tablo 4.1.'de gösterilmektedir. Bu tablodan da görüleceği üzere, sayıca en fazla riski barındıran iki ünite olan kömür değirmeni ve çimento değirmeninde kısa vadede ve ivedilikle iyileştirilmesi gereken "çok yüksek" ve "yüksek" düzey riskler bulunmazken; "çok yüksek" ve "yüksek" düzeydeki riskler sayıca daha az riskin bulunduğu açık ocak, farin değirmeni ve döner fırın sahalarında yoğunlaşmıştır. Ek-1' de sunulan risk değerlendirmesinde detaylı görüleceği gibi bunun nedeni, açık ocak sahasında kaya parçalama faaliyeti için kullanılan patlayıcı maddelerin çeşitli nedenlerden ötürü kontrolsüz patlaması; farin değirmeni ve döner fırın sahalarında yüksek sıcaklık ve basınç altında çalışma yapılırken sıcak mal göçmesi, zehirli gazların teneffüs edilmesi ve havasız kalınması gibi neticesi ölüm, tam maluliyet ve ağır çevresel etkiler olan tehlikelerin mevcudiyetidir.

4.2.3. Etmenlerine Göre Risklerin Sayısal Dağılımı

Risk değerlendirmesi çalışmasında tespit edilen riskler Tablo 3.7.'de gösterildiği şekilde risk etmenlerine göre sınıflandırılmıştır. Buradan hareketle, toplam risklerin kendilerini oluşturan etmenlere göre dağılımını gösteren Grafik 4.3. elde edilmiştir. Grafik 4.3 incelendiğinde

çalışma sahalarının düzeni ve temizliği, iş ekipmanı ve araç kullanımı, makine hareketleri, el aleti kullanımı, yüksekte çalışma, yangın ve patlamalar, elektrik, malzeme ve ekipman düşmeleri gibi kazalara yol açabilecek risk etmenlerini barındıran A grubunun yol açtığı risklerin toplam risklerin %53'üne sebep olarak, tüm risk etmen grupları arasında ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

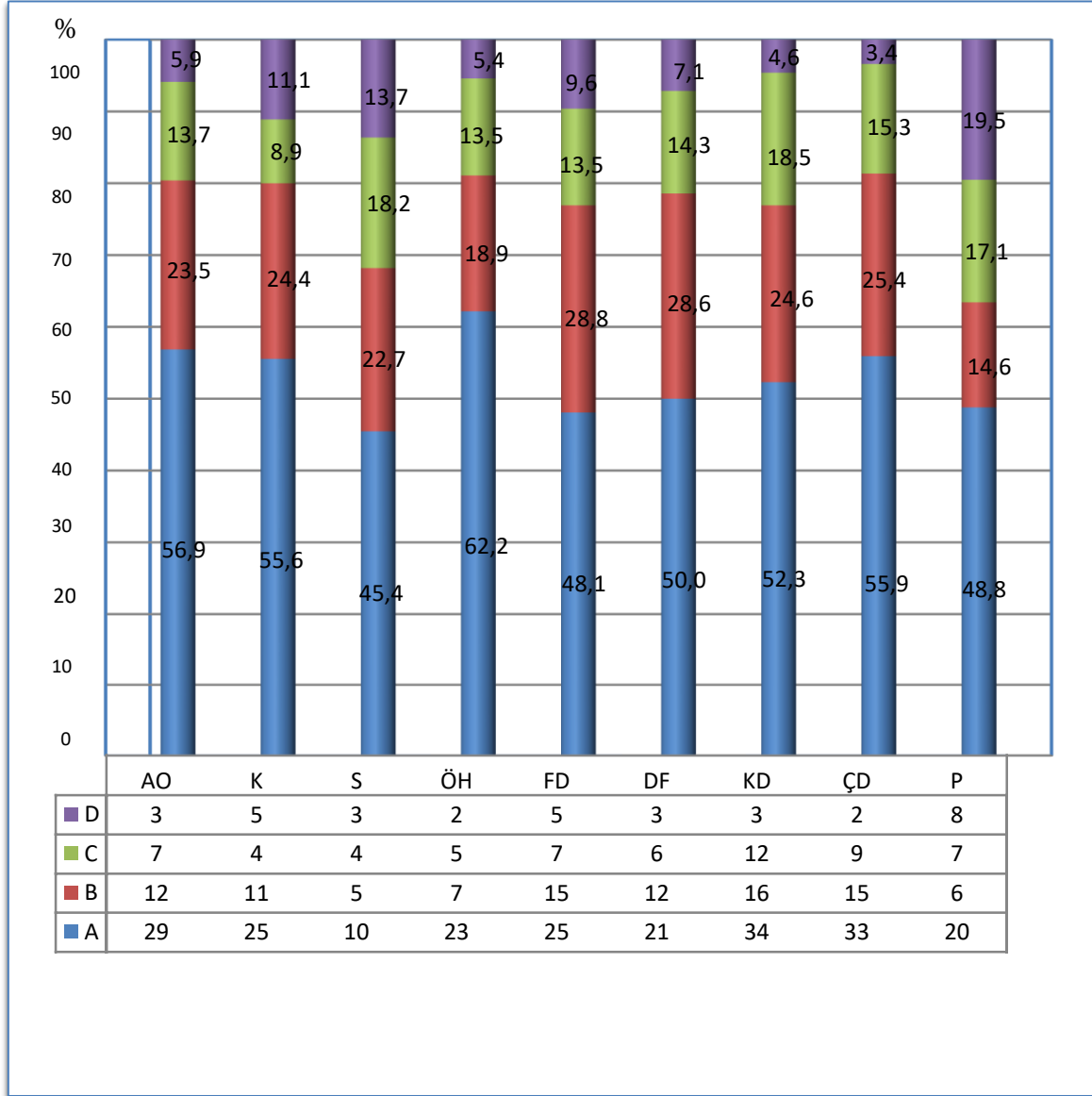


Grafik 4.3. Risklerin etmenlerine göre yüzdesel dağılımı

Kazalara yol açabilecek risk etmenlerinden müteşekkil A grubunun ardından, belirlenen tüm risklerin % 24'üne sebep olan; gürültü, aydınlatma, termal konfor, titreşim, kapalı alanlar, sıcak ve soğuk nesnelere gibi çalışma ortamına ait fiziksel risk etmenlerini içeren B grubunun geldiği söylenebilir.

Toz, hava kirliliği, ağız ve deri yolu ile kimyasal madde maruziyeti gibi risk etmenlerini barındıran C grubu, toplam risklerin %15'inin sebebini oluşturarak üçüncü sırada yer alırken

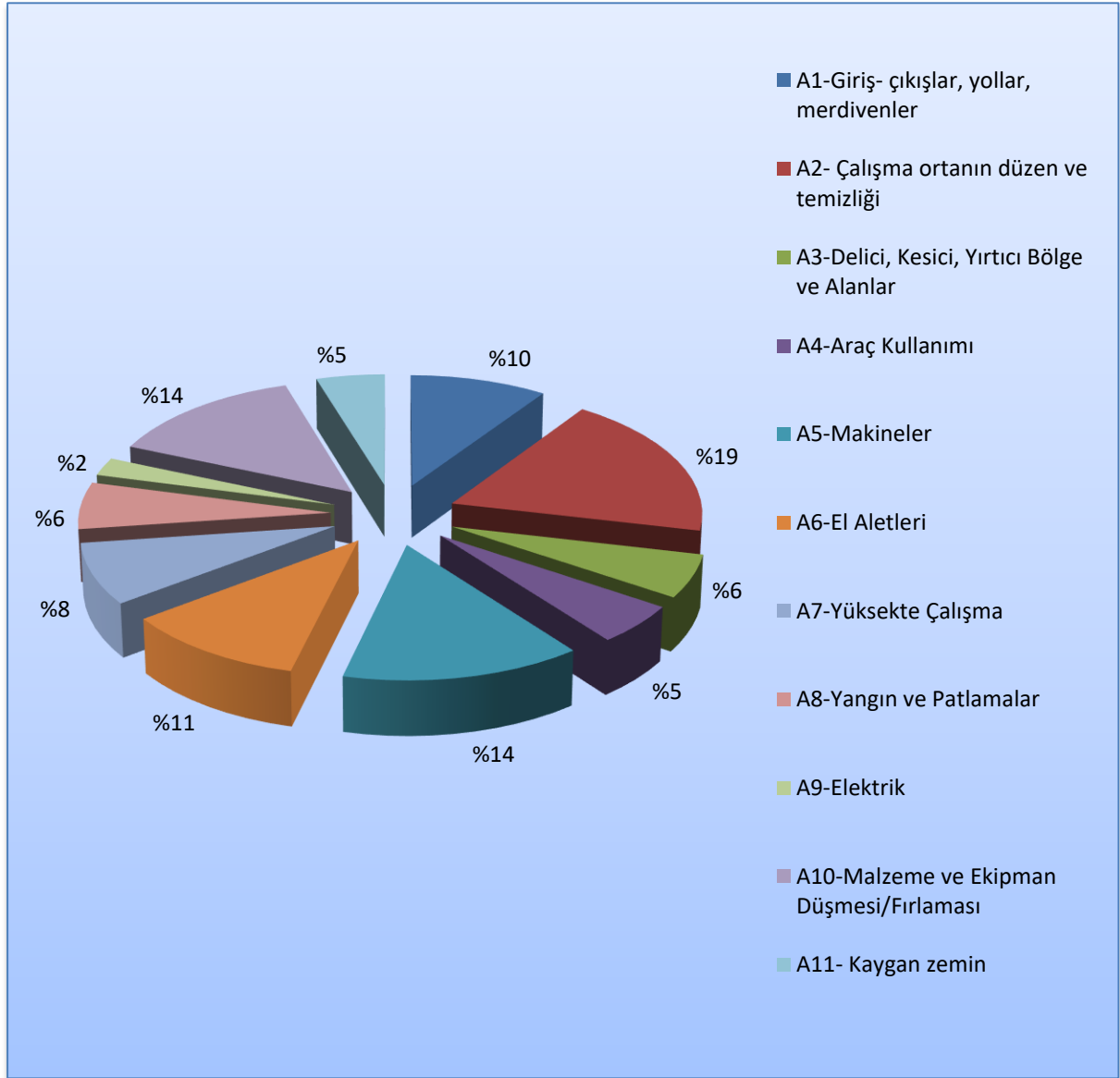
yapılan işlerden kaynaklanan ergonomik risk etmenleri olan D grubu toplam risklerin %8'ini meydana getirerek son sıraya yerleşmektedir.



Grafik 4.4. Ana üretim sahalarındaki risklerin etmenlerine göre karşılaştırmalı yüzdesel gösterimi

Grafik 4.4'de ana üretim sahalarında tespit edilen risklerin, risk etmenlerine göre yüzdesel dağılımı karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir. Buna göre, tüm üretim ünitelerinde risklerin meydana gelmesinde, en etkili olan risk etmenlerinin A grubuna mensup olduğu görülmektedir. A grubu risk etmenlerinin yüzdesel olarak en fazla olduğu ana üretim sahası %62,2'lik oranla önharmanlama sahasıdır. Çalışma ortamındaki fiziksel tehlikelerden müteşekkil B grubu risk etmenleri ise, %28'lik oran ile en fazla farin değirmeninde

görülmektedir. Çalışma ortamındaki kimyasal tehlikelerden müteşekkil C grubu risk etmenleri ise, %18,5'lik oran ile en çok, kömür tozu maruziyetinin yaşandığı, kömür değirmeni sahasında görülmektedir. Ergonomik risk etmenlerinden müteşekkil D Grubu Risk etmenleri incelendiğinde ise; uzun süre ayakta çalışmaların ve tekrarlayan hareketlerin yapıldığı paketleme ünitesinin %19,5'luk oranla ilk sırada yer aldığı görülmektedir.



Grafik 4.5. Kazalara yol açabilecek risk etmenlerinin (A grubu risk etmenleri) toplma risklere göre yüzdesel dağılımı

A grubu risk etmenleri “kazalara yol açabilecek risk etmenleri” dir. Riskler etmenlerine göre gruplandırıldığında, etmeni A grubuna mensup olan risklerin, risk değerlendirmesinin gerçekleştirildiği üretim sahalarında muhtemel kaza sebepleri olacağını söylemek mümkündür. Gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde elde edilen 414 riskin, 210 tanesinin etmeni A grubudur. Bu 210 adet riskin, A grubu risk etmenlerinin alt kırılımlarına göre dağılımı incelenmiştir. Bahsedilen dağılım yüzdesel olarak Şekil 4.5’te gösterilmiştir.

Buna göre kazalara yol açabilecek risk etmenlerinin;

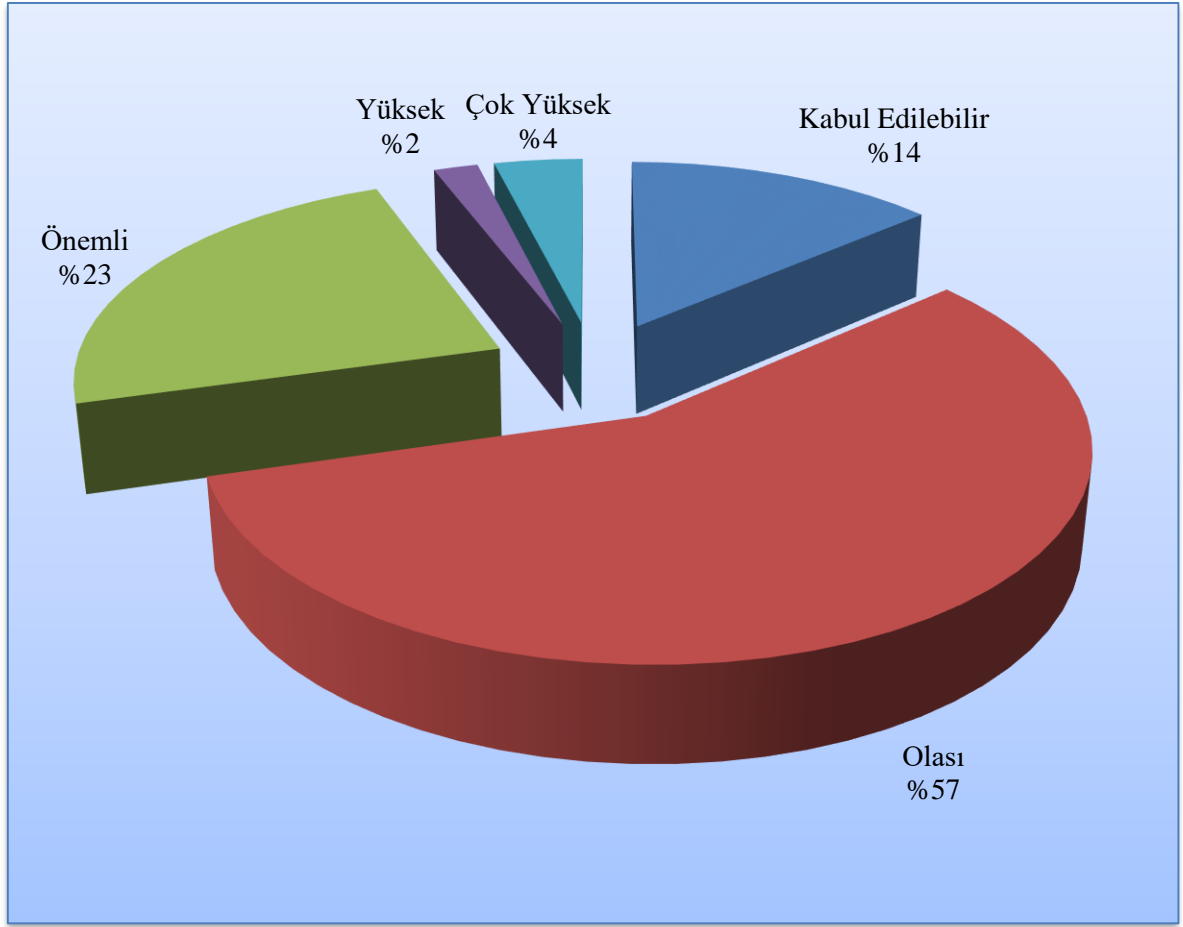
- %19’u çalışma ortamının düzen ve temizliği,
- %14’ü malzeme ve ekipman düşmesi/fırlaması,
- %14’ü makineler,
- %11’i el aletleri,
- %10’u giriş-çıkışlar, yollar, merdivenler,
- %8’i yüksekte çalışma,
- %6’sı yangın ve patlamalar,
- %6’sı delici, kesici, yırtıcı bölge ve alanlar,
- %5’i araç kullanımı,
- %5’i kaygan zemin,
- %2’si elektrik kaynaklıdır.

4.2.4. Üretim Sahalarındaki Risklerin Analiz Edilmesi

9 ana üretim sahası halinde incelenen entegre çimento fabrikasında her bir sahanın riskleri incelenerek derecelendirilmiş olup risk değerlendirmesinin bütünü Ek-1’de görülmektedir. Ayrıca, her ana üretim sahası için tespit edilen risklerin düzeylerine ve temel üretim faaliyetlerine göre dağılımı aşağıdaki şekillerde yer almaktadır.

4.2.4.1. Açık ocak sahasındaki riskler

Açık ocak sahasında gerçekleştirilen 8 temel üretim faaliyeti için toplam 51 adet risk belirlenmiştir. Bu risklerin, düzeylerine göre yüzdesel dağılımı Grafik 4.6.’da ifade edilmektedir.



Grafik 4.6. Açık ocak sahasındaki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.6.'da görüleceği üzere, açık ocak sahası için belirlenmiş olan 51 adet riskin,

- 2'si çok yüksek risk olup toplam risklerin %4'ünü,
- 1'i yüksek risk olup toplam risklerin %2'sini,
- 12'si önemli risk olup toplam risklerin %23'ünü,
- 29'u olası risk olup toplam risklerin %57'sini,
- 7'si ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin %14'ünü oluşturmaktadır.

Sayısal olarak en fazla risk skoru 20 ile 70 arasında "olası risk" düzeyinde tespit edilmiş olup bu aralık uygulamada açık ocak sahası için en çok riskin çıktığı aralıktır.

Açık ocak sahası için tespit edilen 51 adet riskin, bu sahada gerçekleştirilen 8 temel üretim faaliyetine göre, risk düzeyleri bazındaki dağılımı ise Tablo 4.2.'de görülmektedir.

Tablo 4.2. Açık ocak sahasındaki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı

FAALİYET NO	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
AO1	1	2	5	0	0	8
AO2	1	0	0	0	1	2
AO3	1	2	0	0	0	3
AO4	0	3	2	1	1	7
AO5	1	2	0	0	0	3
AO6	1	8	2	0	0	11
AO7	1	9	2	0	0	12
AO8	1	3	1	0	0	5
Toplam	7	29	12	1	2	51

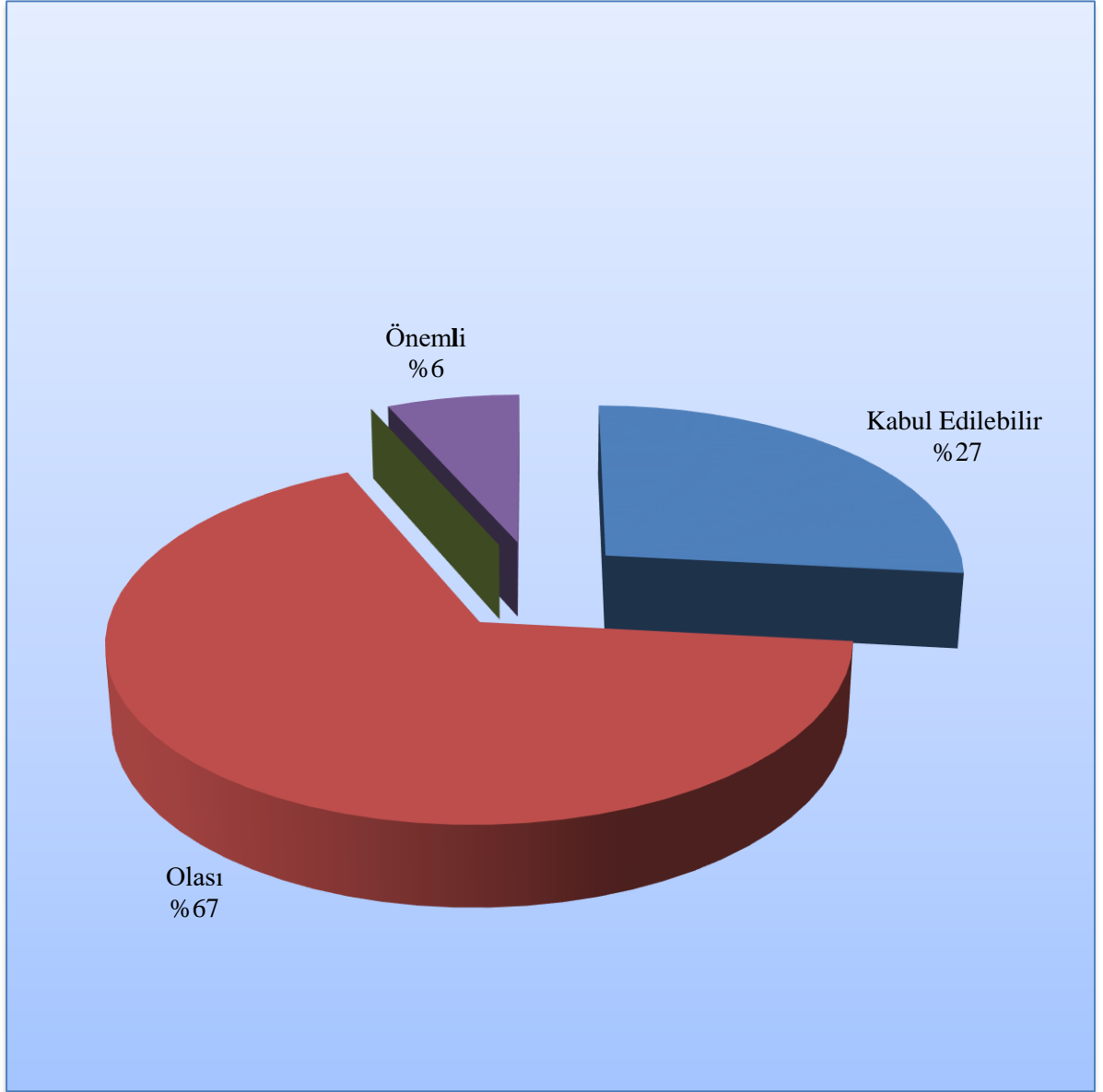
Açık ocak sahası için tespit edilen risklerin;

- 8'i AO1 faaliyetinde,
- 2'si AO2 faaliyetinde,
- 3'ü AO3 faaliyetinde,
- 7'si AO4 faaliyetinde,
- 3'ü AO5 faaliyetinde,
- 11'i AO6 faaliyetinde,
- 12'si AO7 faaliyetinde,
- 5'i AO8 faaliyetinde yoğunlaşmaktadır.

Bununla birlikte, AO2 (Patlayıcıların Patlatma Sahasına Taşınması) ve AO4 (Patlatma) faaliyetlerinin sayıca daha az riski barındırmasına rağmen; açık ocak sahasında tespit edilmiş olan "çok yüksek" ve "yüksek" risklerin bu faaliyetlerde toplandığı göze çarpmaktadır. Bunun temel nedeni, kaya parçalama işlemi için kullanılan patlayıcıların kontrolsüz patlamasına neden olabilecek çeşitli tehlikelerin sözü edilen faaliyetler altında yer almasıdır.

4.2.4.2. Konkasör ünitesi riskleri

Konkasör ünitesinde gerçekleştirilen 6 temel üretim faaliyeti için toplam 45 adet risk belirlenmiştir. Bu risklerin, düzeylerine göre yüzdesel dağılımı Şekil 4.6.'da ifade edilmektedir.



Grafik 4.7. Konkasör ünitesindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.7.'de görüleceği üzere, konkasör ünitesi için belirlenmiş olan 45 adet riskin,

- 3'ü önemli risk olup toplam risklerin %6'sını,
- 30'u olası risk olup toplam risklerin %67'sini,

- 12'si ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin %27'sini oluşturmaktadır.
- Konkasör ünitesi için belirlenmiş "yüksek" ve "çok yüksek" risk bulunmamaktadır.

Konkasör sahası için tespit edilen 45 adet riskin, bu sahada gerçekleştirilen 6 temel üretim faaliyetine göre, risk düzeyleri bazındaki dağılımı ise Tablo 4.3.'de görülmektedir.

Tablo 4.3. Konkasör ünitesindeki risklerin, bu üniteye gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı

FAALİYET NO	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
K1	0	4	2	0	0	6
K2	2	11	0	0	0	13
K3	3	4	0	0	0	7
K4	3	7	1	0	0	11
K5	2	2	0	0	0	4
K6	2	2	0	0	0	4
Toplam	12	30	3	0	0	45

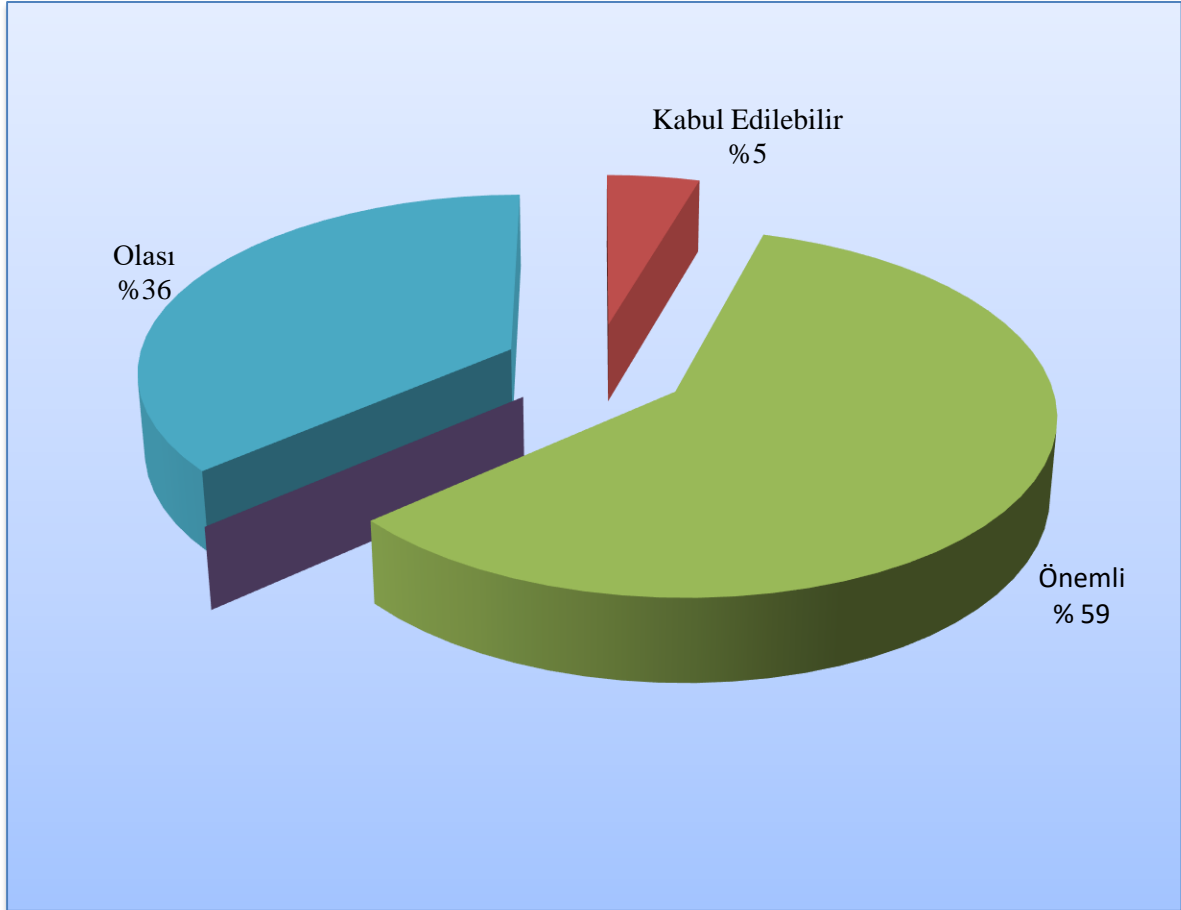
Konkasör ünitesi için tespit edilen risklerin;

- 6'sı K1 faaliyetinde,
- 13'ü K2 faaliyetinde,
- 7'si K3 faaliyetinde,
- 11'i K4 faaliyetinde,
- 4'ü K5 faaliyetinde,
- 4'ü K6 faaliyetinde yoğunlaşmaktadır.

Yapılan risk değerlendirmesi sonucunda, konkasör ünitesi için enyüksek puanlı riskler; 70-200 puan aralığında olup, "önemli risk" sınıfına girmektedir. Bu riskler, K1(Kamyonların Bunkerlere Hammadde Boşaltması) ve K4 (Bunker Temizliği) faaliyetleri altında yer almaktadır.

4.2.4.3. Stokhol riskleri

Stokholde gerçekleştirilen 3 temel üretim faaliyeti için toplam 22 adet risk belirlenmiştir. Bu risklerin, düzeylerine göre yüzdesel dağılımı şekil 4.8' de ifade edilmektedir.



Grafik 4.8. Stokholdeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.8.'de görüleceği üzere, stokhol için belirlenmiş olan 22 adet riskin,

- 13'ü önemli risk olup toplam risklerin %59'unu,
- 8'i olası risk olup toplam risklerin %36'sını,
- 1'i ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin %5'ini oluşturmaktadır.
- Stokhol için belirlenmiş "yüksek" ve "çok yüksek" risk bulunmamaktadır.

Stokhol için tespit edilen 22 adet riskin, bu sahada gerçekleştirilen 3 temel üretim faaliyetine göre, risk düzeyleri bazındaki dağılımı ise Tablo 4.4' de görülmektedir.

Tablo 4.4. Stokholdeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı

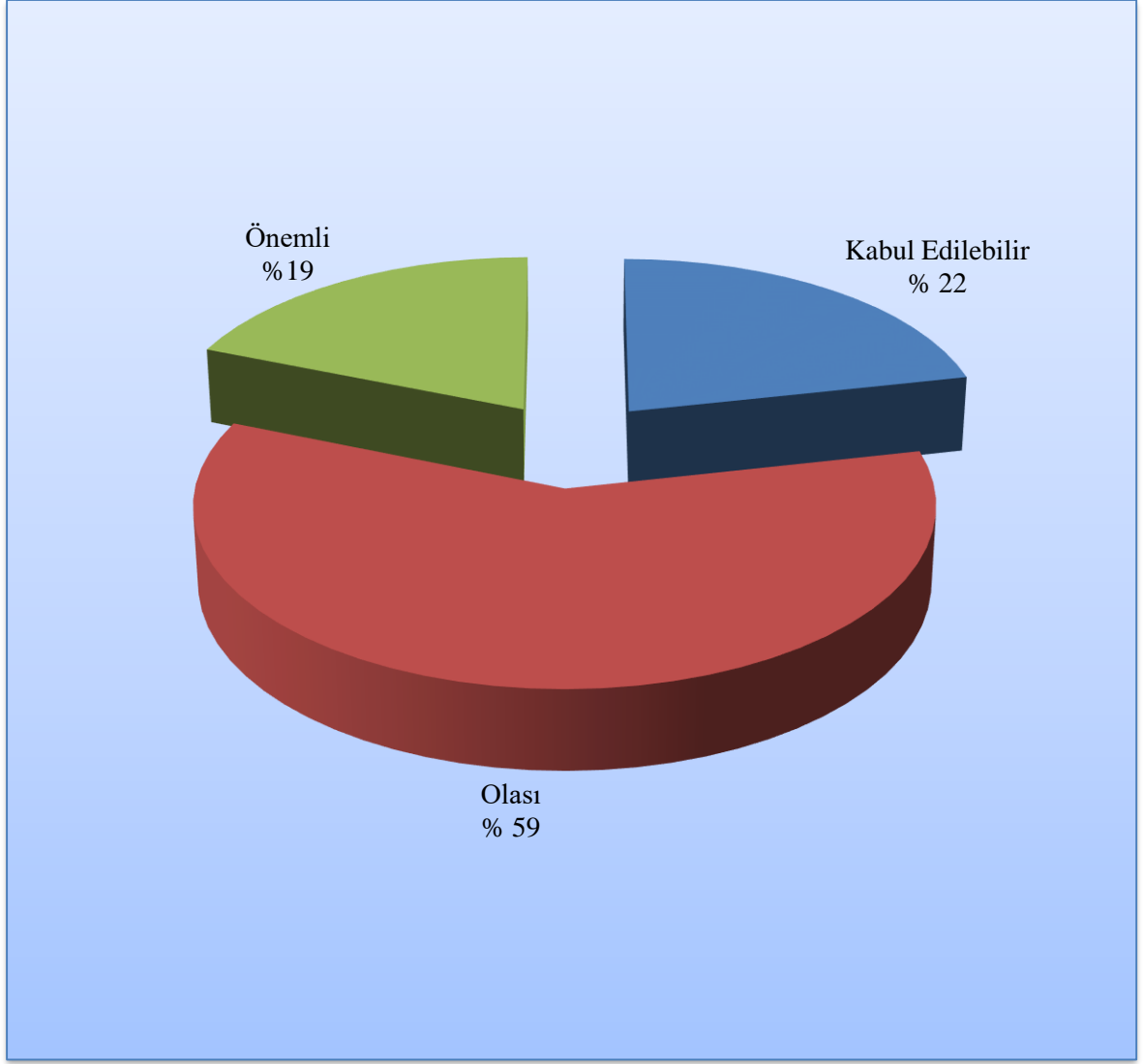
FAALİYET NO	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
S1	1	2	3	0	0	6
S2	0	0	8	0	0	8
S3	0	6	2	0	0	8
Toplam	1	8	13	0	0	22

Tablo 4.4' de ifade edildiği üzere, stokhol için tespit edilen risklerin;

- 6'sı S1 faaliyetinde,
- 8'i S2 faaliyetinde,
- 8'i S3 faaliyetinde yoğunlaşmaktadır.

4.2.4.4. Ön harmanlama sahası riskleri

Ön harmanlama sahasında gerçekleştirilen 6 temel üretim faaliyeti için toplam 37 adet risk belirlenmiştir. Bu risklerin, düzeylerine göre yüzdesel dağılımı Grafik 4.9.'da ifade edilmektedir.



Grafik 4.9. Ön harmanlama sahasındaki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.9'da görüleceği üzere, ön harmanlama sahası için belirlenmiş olan 37 adet riskin,

- 8'i önemli risk olup toplam risklerin %19' unu,
- 22'si olası risk olup toplam risklerin %59' unu,
- 8'i ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin %22' sini oluşturmaktadır.
- Ön harmanlama sahası için belirlenmiş "yüksek" ve "çok yüksek" risk bulunmamaktadır.

Ön harmanlama sahası için tespit edilen 37 adet riskin, bu sahada gerçekleştirilen 6 temel üretim faaliyetine göre, risk düzeyleri bazındaki dağılımı ise Tablo 4.5'de görülmektedir.

Tablo 4.5. Ön harmanlama sahasındaki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı

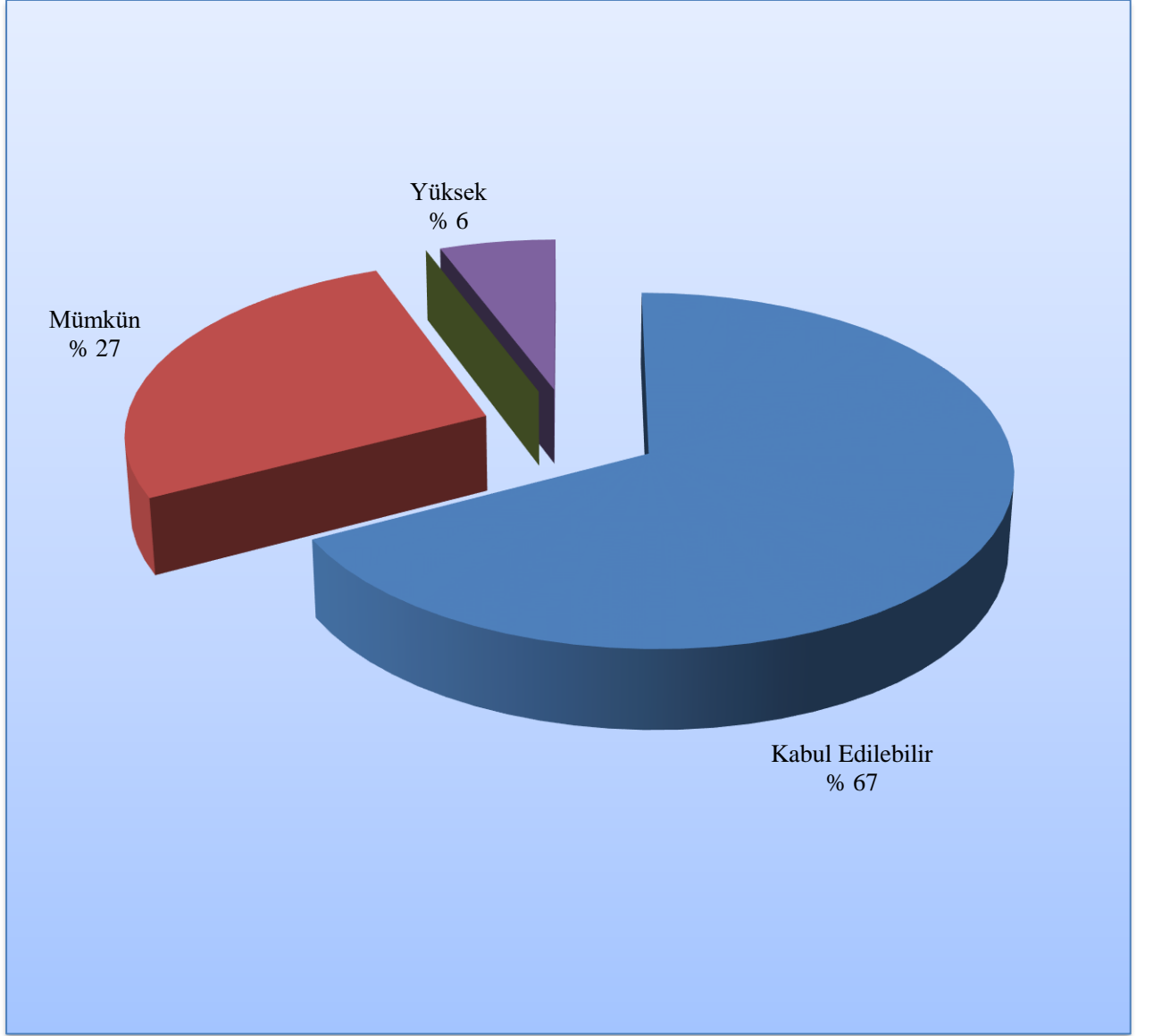
FAALİYET NO	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
ÖH1	0	2	5	0	0	7
ÖH2	0	4	2	0	0	6
ÖH3	3	2	0	0	0	5
ÖH4	2	5	0	0	0	7
ÖH5	2	4	0	0	0	6
ÖH6	1	5	0	0	0	6
Toplam	8	22	7	0	0	37

Tablo 4.5'de ifade edildiği üzere, ön harmanlama ünitesi için tespit edilen 37 riskin;

- 7'si ÖH1 faaliyetinde,
- 6'sı ÖH2 faaliyetinde,
- 5'i ÖH3 faaliyetinde,
- 7'si ÖH4 faaliyetinde,
- 6'sı ÖH5 faaliyetinde,
- 6'sı ÖH6 faaliyetinde yoğunlaşmaktadır.

4.2.4.5. Farin değirmeni riskleri

Farin değirmeninde gerçekleştirilen 7 temel üretim faaliyeti için toplam 52 adet risk belirlenmiştir. Bu risklerin, düzeylerine göre yüzdesel dağılımı Şekil 4.10.'da ifade edilmektedir.



Grafik 4.10. Farin değirmenindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.10.'da görüleceği üzere, farin değirmeni için belirlenmiş olan 52 adet riskin,

- 3'ü yüksek risk olup toplam risklerin % 6'sını,
- 14'ü olası risk olup toplam risklerin % 27'sini,
- 35'i ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin % 67'sini oluşturmaktadır.
- Farin değirmeni için belirlenmiş "önemli" ve " çok yüksek" risk bulunmamaktadır.

Farin değirmeni için tespit edilen 52 adet riskin, bu sahada gerçekleştirilen 7 temel üretim faaliyetine göre, risk düzeyleri bazındaki dağılımı ise Tablo 4.6.'da görülmektedir.

Tablo 4.6. Farin değirmenindeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı

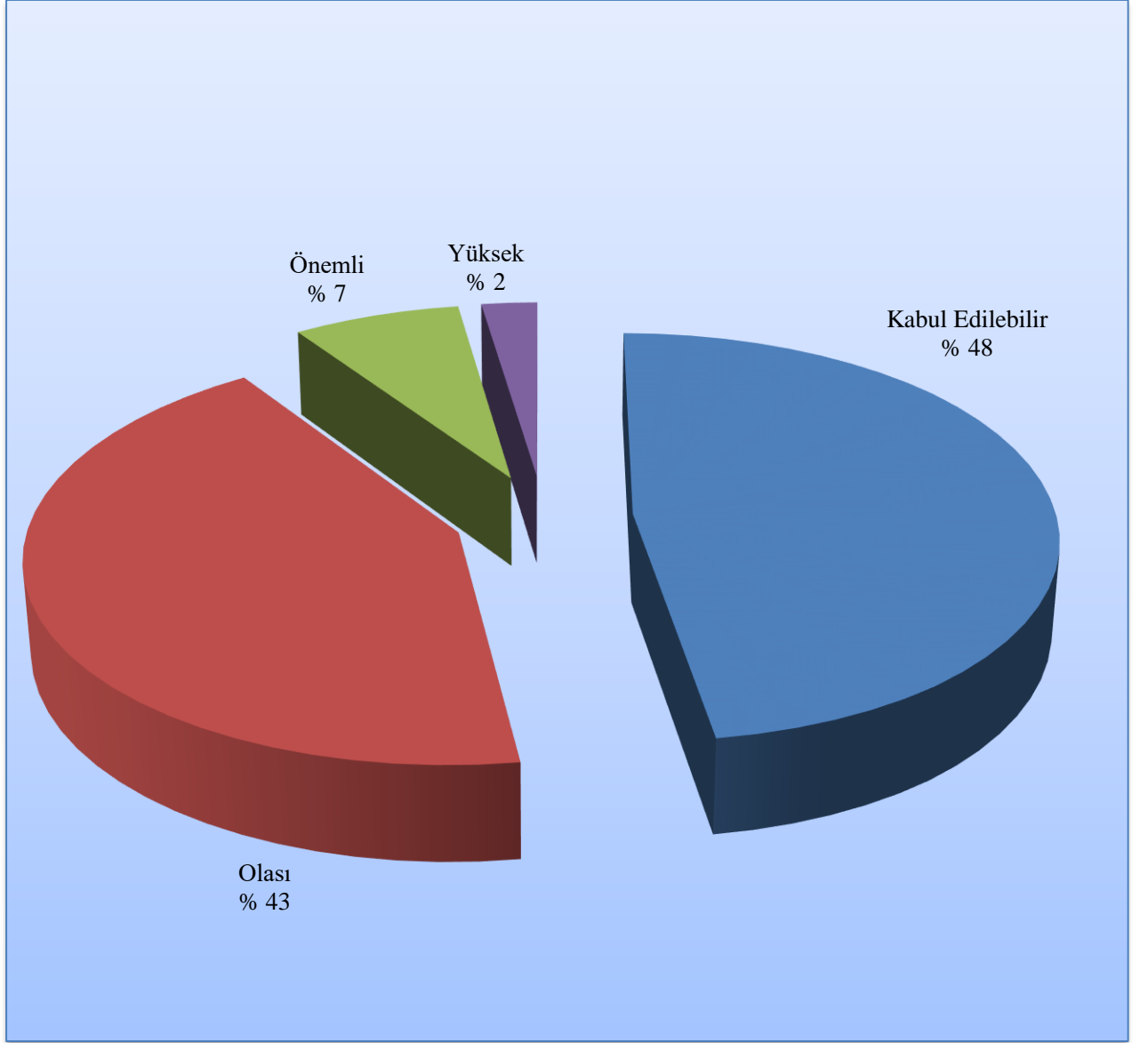
FAALİYET NO	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
FD1	7	1	0	0	0	8
FD2	0	4	0	0	0	4
FD3	4	4	0	0	0	8
FD4	3	0	0	0	0	3
FD5	6	1	0	3	0	7
FD6	3	4	0	0	0	7
FD7	12	0	0	0	0	12
Toplam	35	14	0	3	0	52

Tablo 4.6.'da ifade edildiği üzere, farin değirmeni için tespit edilen 52 riskin;

- 8'i FD1 faaliyetinde,
- 4'ü FD2 faaliyetinde,
- 8'i FD3 faaliyetinde,
- 3'ü FD4 faaliyetinde,
- 7'si FD5 faaliyetinde,
- 7'si FD6 faaliyetinde,
- 12'si FD7 faaliyetinde yoğunlaşmaktadır.

4.2.4.6. Döner fırın riskleri

Döner fırında gerçekleştirilen 11 temel üretim faaliyeti için toplam 42 adet risk belirlenmiştir. Bu risklerin, düzeylerine göre yüzdesel dağılımı Grafik 4.11'de ifade edilmektedir.



Grafik 4.11. Döner fırındaki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.11’de görüldüğü üzere, döner fırın için belirlenmiş olan 42 adet riskin,

- 1’i yüksek risk olup toplam risklerin %2’sini,
- 3’ü önemli risk olup toplam risklerin %7’sini,
- 18’i olası risk olup toplam risklerin %43’ünü,
- 20’si ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin %48’ini oluşturmaktadır.
- Döner fırın için belirlenmiş "çok yüksek" risk bulunmamaktadır.

Döner fırın için tespit edilen 42 adet riskin, bu sahada gerçekleştirilen 11 temel üretim faaliyetine göre, risk düzeyleri bazındaki dağılımı ise Tablo 4.7.’de görülmektedir.

Tablo 4.7. Döner fırındaki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı

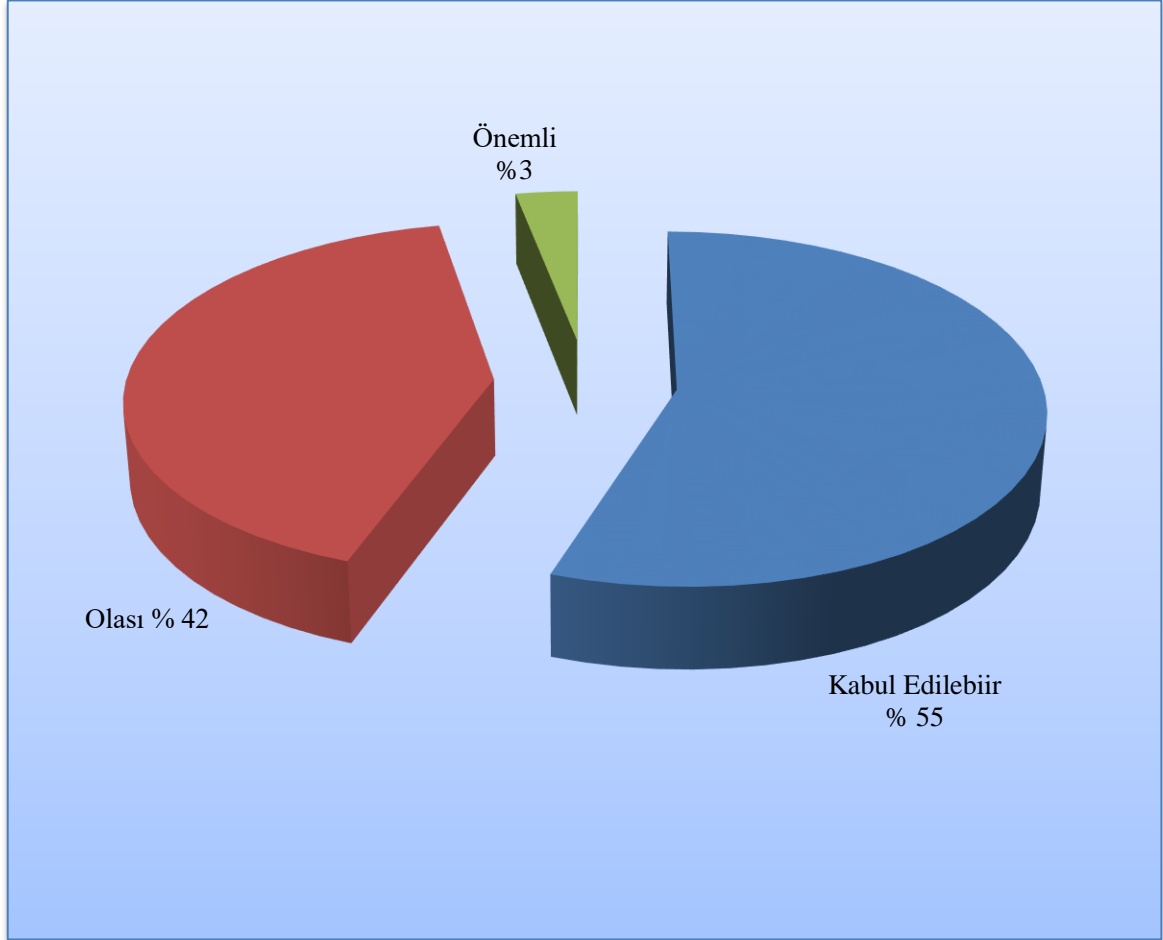
FAALİYET NO	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
DF1	0	4	0	0	0	4
DF2	5	0	0	0	0	5
DF3	0	2	1	0	0	3
DF4	0	3	0	0	0	3
DF5	0	2	0	0	0	2
DF6	0	3	1	0	0	4
DF7	0	3	1	1	0	5
DF8	4	0	0	0	0	4
DF9	5	0	0	0	0	5
DF10	3	0	0	0	0	3
DF11	3	1	0	0	0	4
Toplam	20	18	3	1	0	42

Tablo 4.7.'de ifade edildiği üzere, döner fırın için tespit edilen 42 riskin;

- 4'ü DF1 faaliyetinde,
- 5'i DF2 faaliyetinde,
- 3'ü DF3 faaliyetinde,
- 3'ü DF4 faaliyetinde,
- 2'si DF5 faaliyetinde,
- 4'ü DF6 faaliyetinde,
- 5'i DF7 faaliyetinde,
- 4'ü DF8 faaliyetinde,
- 5'i DF9 faaliyetinde,
- 3'ü DF10 faaliyetinde,
- 4'ü DF11 faaliyetinde yoğunlaşmıştır.

4.2.4.7. Kömür değirmeni riskleri

Kömür değirmeninde gerçekleştirilen 11 temel üretim faaliyeti için toplam 65 adet risk belirlenmiştir. Bu risklerin, düzeylerine göre yüzdesel dağılımı Şekil 4.12'de ifade edilmektedir.



Grafik 4.12. Kömür değirmenindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.12'de görüleceği üzere, kömür değirmeni için belirlenmiş olan 65 adet riskin;

- 2'si önemli risk olup toplam risklerin %3'ünü,
- 27'si olası risk olup toplam risklerin %42'sini,
- 36'sı ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin %55'ini oluşturmaktadır.
- Kömür değirmeni için belirlenmiş "yüksek" ve "çok yüksek" risk bulunmamaktadır.

Tablo 4.8. Kömür değirmenindeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı

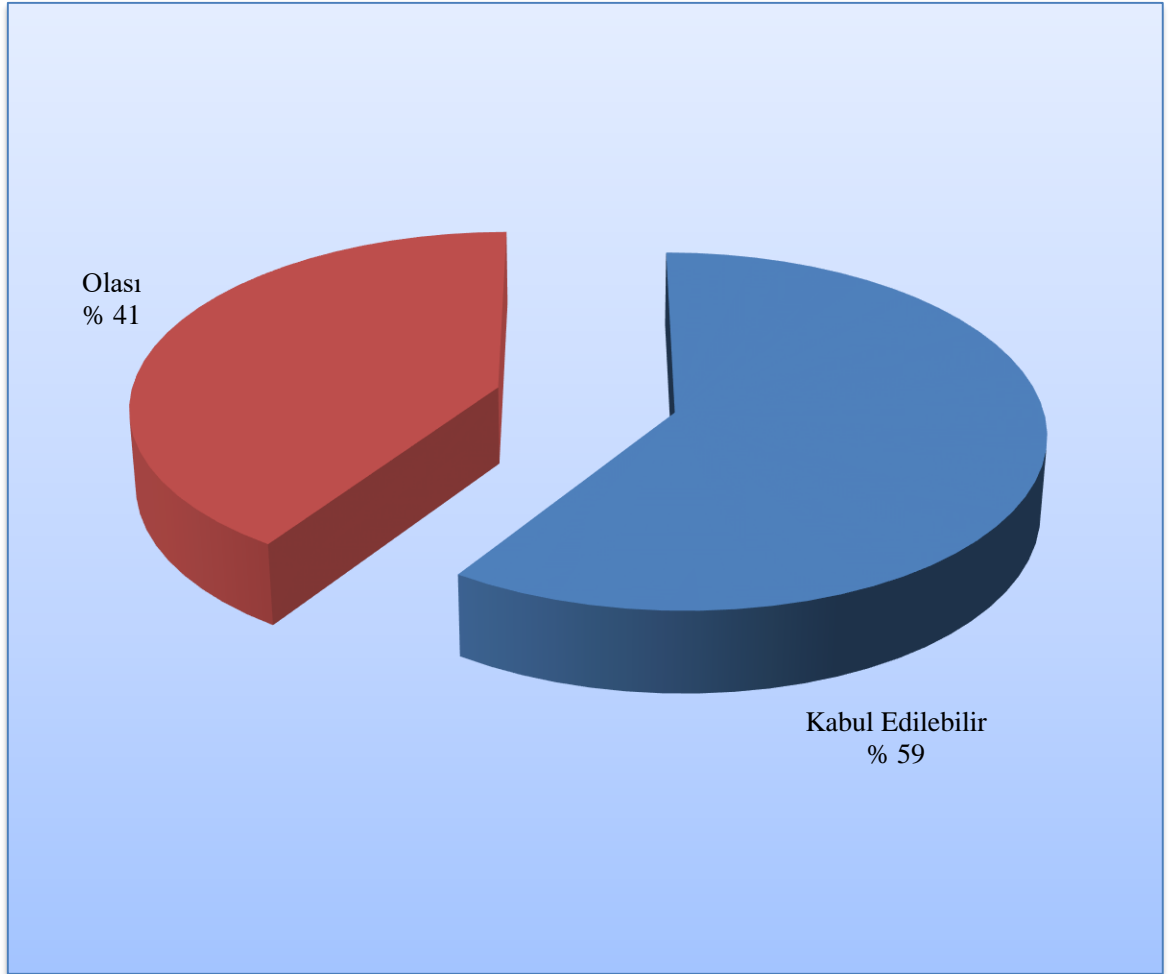
FAALİYET NO	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
KD1	3	4	0	0	0	7
KD2	4	3	0	0	0	7
KD3	0	5	0	0	0	5
KD4	3	1	0	0	0	4
KD5	6	1	0	0	0	7
KD6	0	4	0	0	0	4
KD7	3	3	0	0	0	6
KD8	6	1	2	0	0	9
KD9	5	3	0	0	0	8
KD10	5	1	0	0	0	6
KD11	1	1	0	0	0	2
Toplam	36	27	2	0	0	65

Tablo 4.8'de ifade edildiği üzere, kömür değirmeni için tespit edilen 65 riskin;

- 7'si KD1 faaliyetinde,
- 7'si KD2 faaliyetinde,
- 5'i KD3 faaliyetinde,
- 4'ü KD4 faaliyetinde,
- 7'si KD5 faaliyetinde,
- 4'ü KD6 faaliyetinde,
- 6'sı KD7 faaliyetinde,
- 9'u KD8 faaliyetinde,
- 8'i KD9 faaliyetinde,
- 6'sı KD10 faaliyetinde,
- 2'si KD11 faaliyetinde yoğunlaşmıştır.

4.2.4.8. Çimento değirmeni riskleri

Çimento değirminde gerçekleştirilen 10 temel üretim faaliyeti için toplam 59 adet risk belirlenmiştir. Bu risklerin, düzeylerine göre yüzdesel dağılımı Grafik 4.13'te ifade edilmektedir.



Grafik 4.13. Çimento değirmindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.13'de görüleceği üzere, çimento değirmeni için belirlenmiş olan 59 adet riskin,

- 24'ü olası risk olup toplam risklerin %41'ini
- 35'i ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin %59'unu oluşturmaktadır.
- Çimento değirmeni için belirlenmiş "önemli", "yüksek" ve "çok yüksek" risk bulunmamaktadır.

Tablo 4.9. Çimento değirmenindeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı

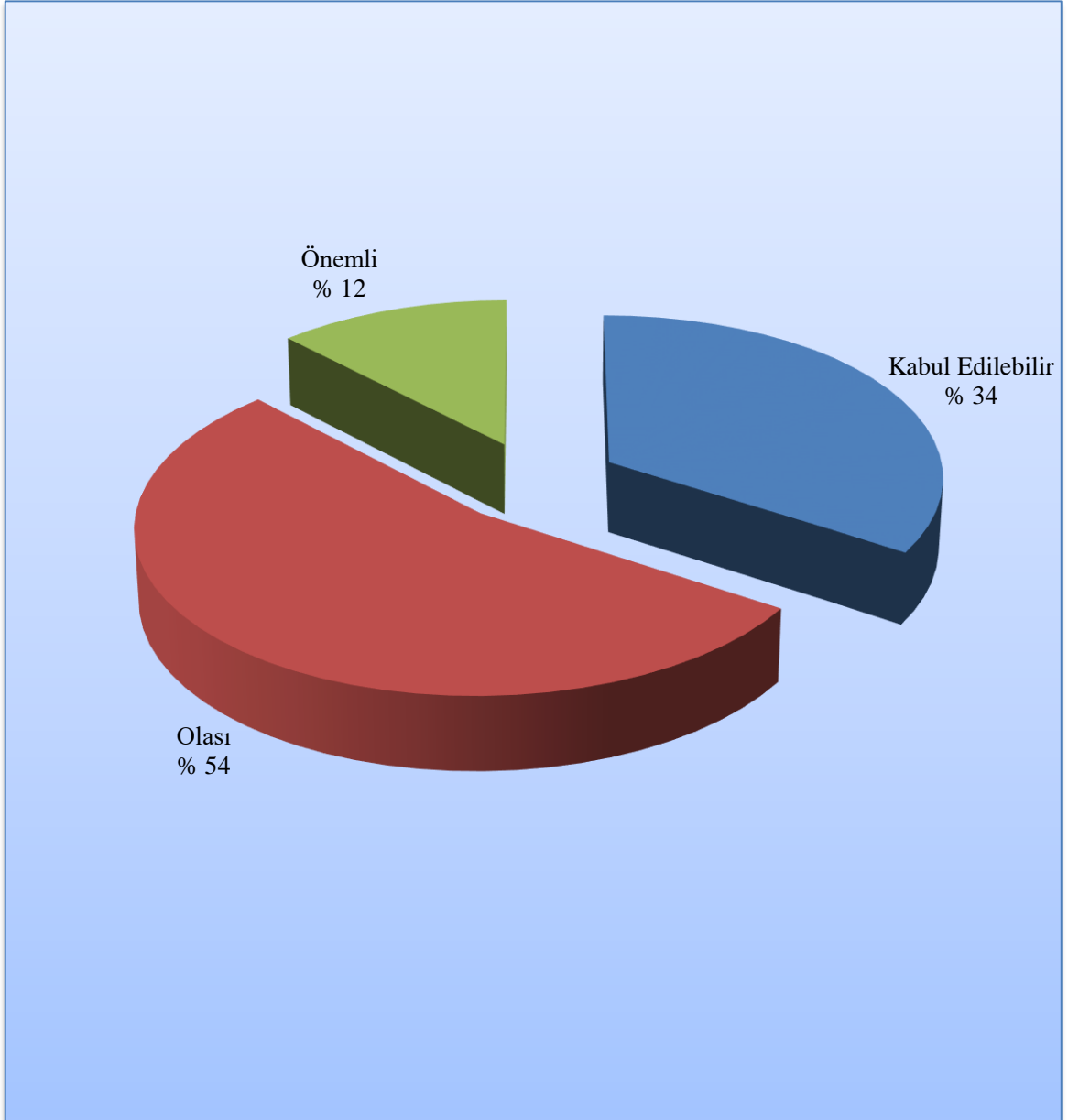
FAALİYET NO	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
ÇD1	0	5	0	0	0	5
ÇD2	4	2	0	0	0	6
ÇD3	3	0	0	0	0	3
ÇD4	1	6	0	0	0	7
ÇD5	7	0	0	0	0	7
ÇD6	4	1	0	0	0	5
ÇD7	5	5	0	0	0	10
ÇD8	1	1	0	0	0	2
ÇD9	3	4	0	0	0	7
ÇD10	7	0	0	0	0	7
Toplam	35	24	0	0	0	59

Tablo 4.9'da ifade edildiği üzere, kömür değirmeni için tespit edilen 59 riskin;

- 5'i ÇD1 faaliyetinde,
- 6'sı ÇD2 faaliyetinde,
- 3'ü ÇD3 faaliyetinde,
- 7'si ÇD4 faaliyetinde,
- 7'si ÇD5 faaliyetinde,
- 5'i ÇD6 faaliyetinde,
- 10'u ÇD7 faaliyetinde,
- 2'si ÇD8 faaliyetinde,
- 7'si ÇD9 faaliyetinde,
- 7'si ÇD10 faaliyetinde yoğunlaşmıştır.

4.2.4.9. Paketleme ünitesi riskleri

Paketleme ünitesinde gerçekleştirilen 8 temel üretim faaliyeti için toplam 41 adet risk belirlenmiştir. Bu risklerin, düzeylerine göre yüzdesel dağılımı aşağıda ifade edilmektedir.



Grafik 4.14. Paketleme ünitesindeki risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.14'de görüleceği üzere, paketleme ünitesi için belirlenmiş olan 42 adet riskin,

- 5'i önemli risk olup toplam risklerin %12'sini,
- 22'si olası risk olup toplam risklerin %54'ünü,
- 14'ü ise kabul edilebilir risk olup toplam risklerin %34'ünü oluşturmaktadır.
- Paketleme ünitesi için belirlenmiş "yüksek" ve " çok yüksek" risk bulunmamaktadır.

Tablo 4.10. Paketleme ünitesindeki risklerin, bu sahada gerçekleştirilen temel üretim faaliyetlerine ve risk düzeylerine göre dağılımı

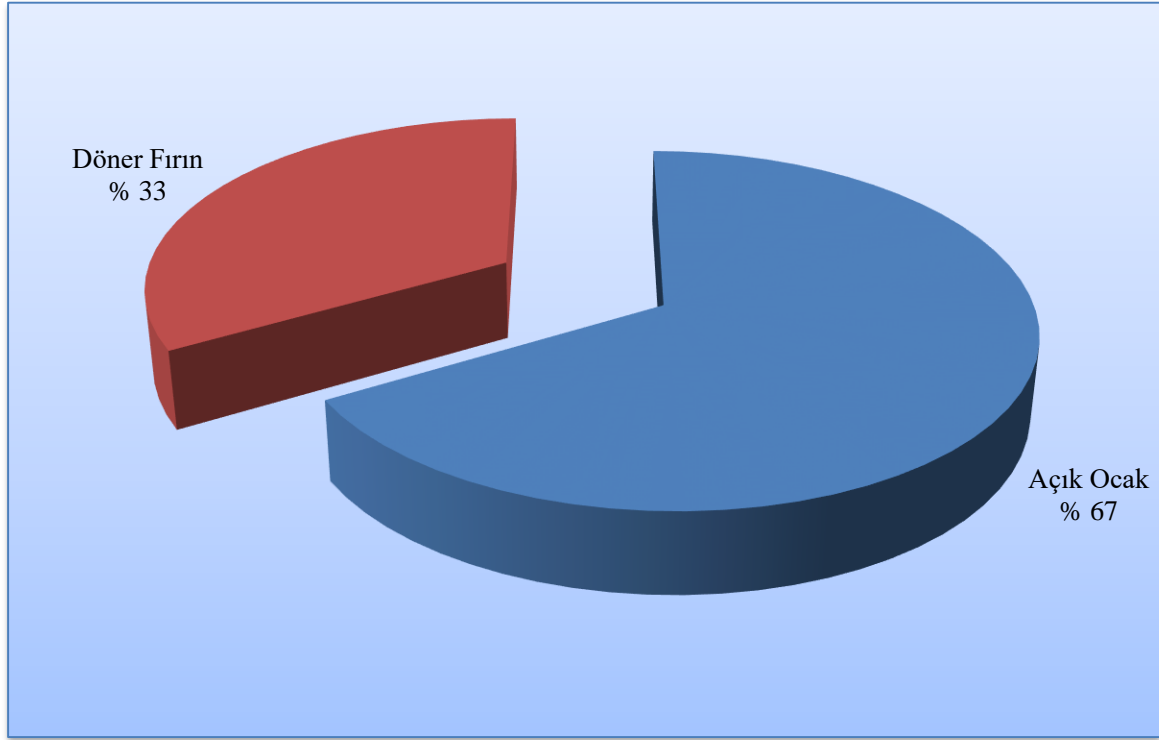
FAALİYET NO	Kabul Edilebilir	Olası	Önemli	Yüksek	Çok Yüksek	Toplam
P1	0	6	3	0	0	9
P2	3	1	0	0	0	4
P3	1	5	0	0	0	6
P4	1	4	1	0	0	6
P5	3	0	0	0	0	3
P6	3	3	1	0	0	7
P7	0	2	0	0	0	2
P8	3	1	0	0	0	4
Toplam	14	22	5	0	0	41

Tablo 4.10. 'da ifade edildiği üzere, paketleme ünitesi için tespit edilen 42 riskin;

- 9' u P1 faaliyetinde,
- 4' ü P2 faaliyetinde,
- 6' sını P3 faaliyetinde,
- 5' i P4 faaliyetinde,
- 3' ü P5 faaliyetinde,
- 7' si P6 faaliyetinde,
- 2' si P7 faaliyetinde,
- 4' ü P8 faaliyetinde yoğunlaşmıştır.

4.2.5. Risk Düzeylerinin Ana Üretim Sahalarına Göre Sayısal Dağılımı

Bu bölümde, Tablo 3.5'den görülebileceği üzere risk skoru 70'den fazla olan ve aralıklarına göre önemli risk, yüksek risk ve çok yüksek risk olarak üç kategoriye ayrılan riskler ele alınmıştır. Risk düzeyinin çok yüksek çıkması halinde üst yönetimin bilgilendirilmesi, gerekiyorsa işin tehlike giderilinceye kadar durdurulması ve ivedilikle önlem alınması gerekmektedir. Risk düzeyinin yüksek risk çıkması durumunda iyileştirmelerin kısa vadede tamamlanması gerekmektedir. Risk düzeyinin önemli risk çıkması durumunda ise uzun vadede iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. Buna göre, bu çalışmada tespit edilen 414 riskin 52 tanesi, 70 ve üzerinde risk skoru almıştır. Bu 52 riskin; üç tanesi "çok yüksek", dört tanesi "yüksek", 45 tanesi ise "önemli" düzeydedir.

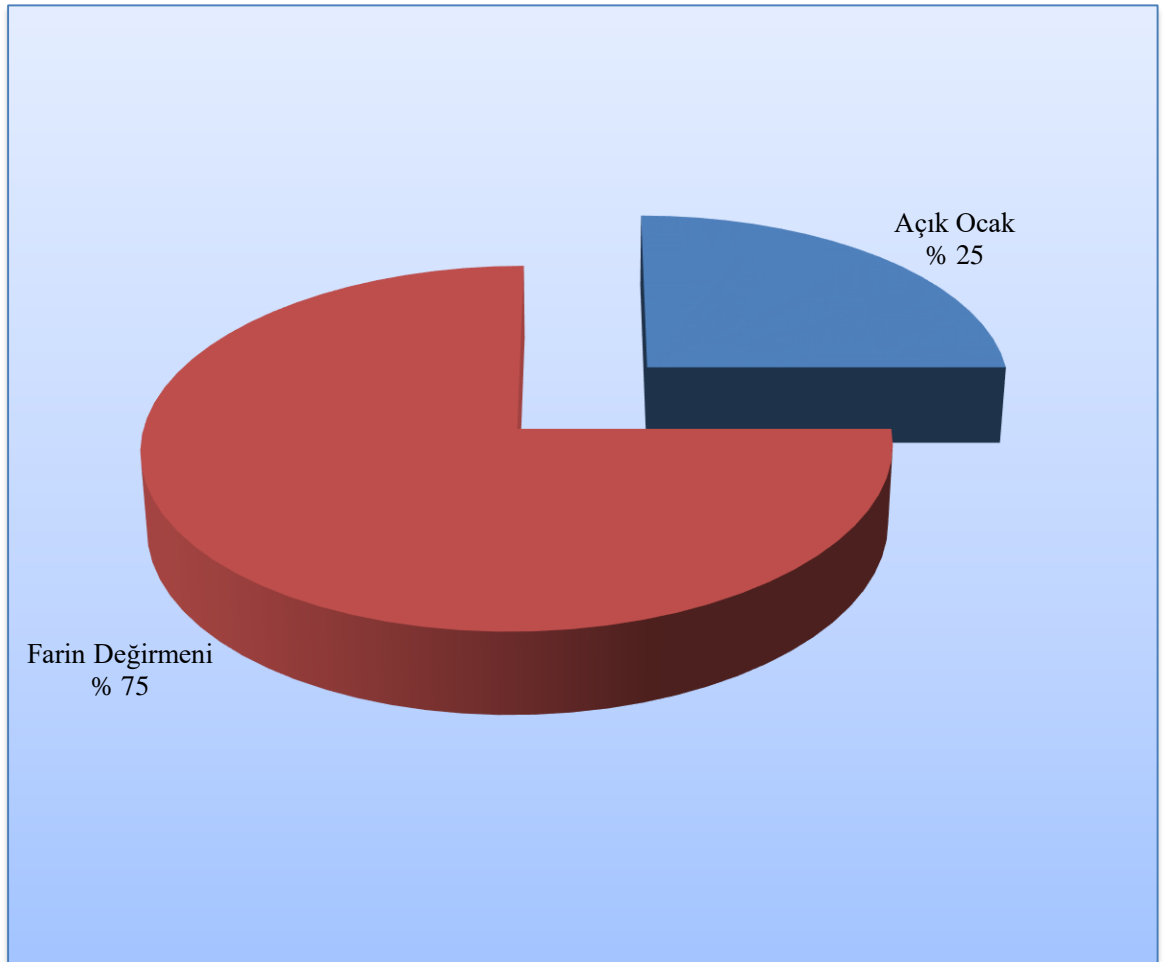


Grafik 4.15. Çok yüksek düzeydeki risklerin ana üretim sahalarına göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.15'de çok yüksek düzeydeki risklerin toplamının %67'si olan ikisinin açık ocak sahasında; %33'ü olan birininse döner fırın sahasında gerçekleştirilen üretim faaliyetleriyle alakalı olduğu görülmektedir. Çok yüksek düzeydeki risklere sebep olan risk etmenlerinin türleri incelediğinde, toplam üç adet olan çok yüksek riskin iki tanesinin etmeninin çalışma

ortamındaki yangın ve patlamalar; bir tanesinin ise sıcak ve soğuk nesnelere temas olduğu görülmüştür.

Yangın ve patlama riskinin çok yüksek düzeyde görüldüğü yer açık ocak sahasıdır. Bu risk, patlayıcıların patlatma sahasına taşınması ve patlatma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Öte yandan, sıcak yüzeye temas ederek yanma, yapışma riskinin çok yüksek düzeyde görüldüğü yer döner fırın sahasıdır. Bu risk, döner fırın sahasında siklon tıkanıklıklarının giderilmesi faaliyeti için tespit edilmiştir.



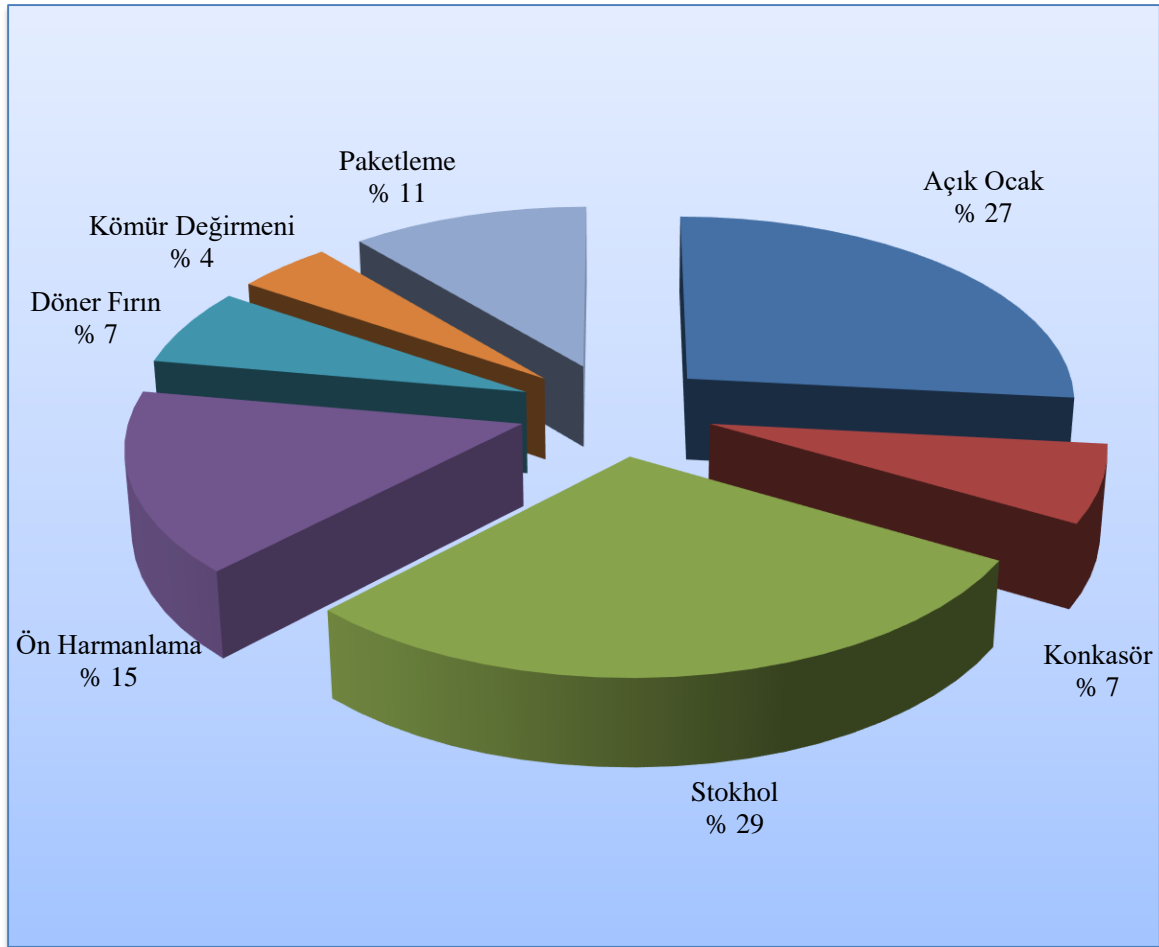
Grafik 4.16. Yüksek düzeydeki risklerin ana üretim sahalarına göre yüzdesel dağılımı

Grafik 4.16'da yüksek düzeydeki risklerin toplamının %75'i olan üçünün farin değirmeninde; %25'i olan birininse açık ocakta gerçekleştirilen üretim faaliyetleriyle alakalı olduğu görülmektedir. Bu risklere sebep olan risk etmenlerinin türleri incelendiğindeyse, toplamda

dört adet olan yüksek riskin birinin etmeninin yangın ve patlamalar, birinin kapalı alanlarda yapılan çalışmalar, birinin sıcak ve soğuk nesnelere temas, birininse deri ve ağız yolu ile kimyasal madde maruziyeti olduğu görülmektedir.

Yangın ve patlama riskinin yüksek düzeyde görüldüğü yer açık ocak sahasıdır. Bu risk, patlatma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Diğer riskler olan kapalı alanda çalışmaya bağlı havasız kalma, boğulma, zehirlenme, sıkışma; deri ve ağız yoluyla kimyasal maddelere maruz kalarak zehirlenme, sıcak yüzeylerle temas ederek yanma farin değirmeni sahasında değirmen içinin kontrol ve temizliğinin yapılması için tespit edilmiştir.

Önemli düzeydeki risklerin ana üretim sahalarına göre yüzdesel dağılımı Grafik 4.17’de ifade edilmiştir.



Grafik 4.17. Önemli düzeydeki risklerin ana üretim sahalarına göre yüzdesel dağılımı

Buna göre, toplam 45 tane olan önemli düzeydeki riskin;

- 12'si açık ocak sahasındaki üretim faaliyetleri kaynaklı olup; tüm önemli risklerin %27'sini,
- 3'ü konkasördeki üretim faaliyetleri kaynaklı olup; tüm önemli risklerin %7'sini,
- 13'ü stokholdeki üretim faaliyetleri kaynaklı olup; tüm önemli risklerin %29'unu,
- 7'si ön harmanlama sahasındaki üretim faaliyetleri kaynaklı olup; tüm önemli risklerin %15'ini,
- 3'ü döner fırındaki üretim faaliyetleri kaynaklı olup; tüm önemli risklerin %7'sini,
- 2'si kömür değirmenindeki üretim faaliyetleri kaynaklı olup; tüm önemli risklerin %4'ünü,
- 5'i paketleme ünitesindeki üretim faaliyetleri kaynaklı olup; tüm önemli risklerin %11'ini oluşturmaktadır.

Önemli düzeydeki risklerin etmenleri incelendiğinde, 18 farklı risk etmeni türü tespit edilmiştir. Bu risk etmenlerinin sayıca en fazla tekrarlayan dokuz tane önemli riske sebep olan "araç kullanımı"dır. Bunun dışında,

- Malzeme/ekipman düşmesi ve fırlaması 5,
- Makineler 4,
- Toz maruziyeti 4,
- Yüksekte çalışma 3,
- Gürültü 3,
- Delici, kesici, yırtıcı bölge ve alanlar 2,
- Yangın ve patlamalar 2,
- Sıcak ve soğuk nesnelere temas 2,
- Sabit duruşlarda çalışma 2,
- Tekrarlayan hareketler yaparak çalışma 2,
- Deri ve ağız yolu ile kimyasal maddelere maruziyet 1,
- Giriş-çıkışlar, yollar, merdivenler 1,
- Çalışma ortamının düzen ve temizliği 1,
- Titreşim 1,
- Termal konfor 1,
- Aydınlatma 1 riske sebep olmaktadır.

5. TARTIŞMA

Çimento üretim süreçlerindeki tehlikeler ile riskleri iş sağlığı ve güvenliği yönünden irdelemeyi, bunların ortaya çıkış sebeplerini araştırarak çözüm önerileri sunmayı amaçlayan bu çalışmanın yöntemi, sonuçları ve çalışma kapsamında Fine-Kinney Metodu ile yapılan risk değerlendirmesi uygulamasının bulguları daha önce yapılmış olan benzer nitelikli akademik çalışmaların bulgu ve sonuçları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Rachid ve ark. [39] ile Iqbal ve ark. [40], çimento sektöründe görülen iş kazalarına yönelik önleyici tedbirler geliştirmek adına, iş kazası sebeplerini analiz etmeyi amaçlayan çalışmalar ortaya koymuş ve bunu yaparken kaza frekanslarını dikkate almışlardır. Bu çalışma, sözü edilen her iki çalışmayla da benzer amaçlar taşımakta; ancak yöntem olarak halihazırda gerçekleşmiş olan kazaların analiz edilmesine dayanan kaza araştırması yöntemini değil; mevcut tehlikelerin tespit edilip, meydana gelebilecek risklerin öngörülmesine ve belirli parametreler doğrultusunda skorlanmasına dayanan risk değerlendirmesi yaklaşımını kullanmaktadır. Aynı amaç doğrultusunda, çimento üretimine ait boyut küçültme süreçlerini kapsayan çalışmasında risk değerlendirmesi yaklaşımı Füzün [41] tarafından da benimsenmiş ve risk değerlendirmesi yöntemi olarak bu çalışmada olduğu gibi Fine-Kinney Metodu kullanılmıştır.

Füzün'ün [41] çalışması, çimento üretiminin yalnızca boyut küçültme süreçlerini ele almakta iken; bu çalışma çimento üretim süreçlerinin tamamını kapsamaktadır. Benzer olarak, her iki risk değerlendirmesi uygulaması da seçilen ana üretim sahaları özelinde faaliyet temelli olarak gerçekleştirilmiştir. Öte yandan, Rachid ve ark. [39] ile Iqbal ve ark.'ın [40] çalışmalarının odağı gerçekleştirilen üretim faaliyetleri değil; meydana gelmiş olan iş kazalarıdır. Bu bağlamda, Rachid ve ark. çalışmalarının evreni olarak Cezayir'de, Iqbal ve ark. ise Bangladeş'te entegre üretim yapan çimento tesislerini tanımlamışlardır. Benzer olarak, bu çalışmada da risk değerlendirmesi uygulaması Ankara'da entegre üretim yapan bir tesiste gerçekleştirilmiştir.

Füzün [41] tarafından, Fine-Kinney Metodu kullanılarak gerçekleştirilen risk değerlendirmesi uygulamasında konkasör sahası için 22 adet faaliyet, 71 adet risk bulunmuştur. Bu faaliyetlerin 14 'ü bakım, 8'i üretim ile ilgili olup; tespit edilen risklerin 21'i, yani % 30'u

"kabul edilebilir risk", 50'si, yani %70'i, "olası risk" düzeyindedir. Bu sonuç, konkasör sahası için tespit edilen risklerin "olası risk" düzeyinde yoğunlaştığını göstermektedir. Benzer olarak, bu çalışmada konkasör ünitesi için belirlenen risklerin düzeylerine göre yüzdesel dağılımı incelendiğinde, "kabul edilebilir" düzeydeki risklerin %27, "olası" düzeydeki risklerin %67, "önemli" düzeydeki risklerinse %6 oranında olduğu görülmektedir.

Füzün'ün [41] konkasör sahası için yaptığı çalışmada, en yüksek skorlu riski barındıran üretim faaliyetinin "hammadde kırıcı bunkerinde askıda kalan malzemenin şişlenerek temizlenmesi" olduğu görülmektedir. Bu faaliyetin yapılmasından kaynaklı "yüksekte çalışmaya bağlı düşme", "toz maruziyeti", ve "şiş çarpması" tehlikeli olayları tespit edilmiş ve Fine-Kinney risk skalasına göre sırasıyla 54, 54, 42 olarak puanlanarak "olası risk" aralığında değerlendirilmiştir. Bu çalışmada da söz konusu faaliyet altında aynı tehlikeli olaylar tespit edilmiş ve ilgili riskler sırasıyla 90, 42, 42 olarak puanlanarak "önemli" ve "olası risk" aralığında değerlendirilmiştir. Öte yandan, bu tez çalışmasında konkasör sahasında gerçekleştirilen "kamyonların bunkerlere hammadde boşaltması" faaliyetine ilişkin, "bunkere kamyon düşmesi" ve "sevkiyat araçlarının birbirlerine veya çalışanlara çarpması" olmak üzere iki adet tehlikeli olay tespit edilmiş ve bu tehlikeli olaylara ilişkin riskler sırasıyla 120 ve 200 olarak puanlanarak "önemli risk" aralığında değerlendirilmiştir.

Füzün'ün [41] çalışmasında farin değirmeni için elde edilen sonuçlar incelendiğinde, 10'u üretim, 15'i bakım faaliyeti olmak üzere toplam 25 faaliyet ve 169 adet risk bulunduğu; bu risklerin % 48'i olan 81'inin "kabul edilebilir risk" düzeyinde, % 51'i olan 86'sının "olası risk" düzeyinde, %1' i olan birininse "önemli risk" düzeyinde olduğu görülmüştür. Öte yandan, bu çalışmadaki bulgular, farin değirmeni için elde edilen risklerin % 67'sinin "kabul edilebilir" düzeyde, %27'sinin "olası"; %6'sının ise "yüksek" düzeyde olduğunu göstermektedir. İki çalışma arasındaki dağılım farkının temel nedeni, söz konusu çalışmada risk değerlendirmesi yapılırken çimento üretim faaliyetlerinin yanı sıra, ekipman bakım faaliyetlerine ilişkin İSG risklerinin de değerlendirilmesidir. Bakım faaliyetlerine ilişkin risklerin genellikle "olası risk" düzeyinde olduğu; dolayısıyla iki risk değerlendirmesi çalışmasının üretim faaliyetleri bazında benzerlik taşıdığı görülmektedir. Füzün'ün çalışmasında farin değirmeni için belirlenen en yüksek puanlı tek "önemli" düzeydeki riski meydana getiren tehlikeli olay, "değirmen içinin kontrol ve temizliği" faaliyeti sırasında "sıcak gaz ve materyalin tepmesi" olarak tanımlanmış ve 126 olarak puanlanarak "önemli risk" aralığında değerlendirilmiştir. Benzer şekilde,

çalışmada farin değirmeni için yapılan risk değerlendirmesinde de tespit edilen en yüksek skorlu risk, “farin değirmeni içinin temizliği ve kontrolü” faaliyetinin gerçekleştirilmesi sırasındaki “sıcak gaz ve materyal tepmesi” dir. Ancak, bu çalışmada ilgili risk 240 olarak puanlanmış ve “önemli risk” aralığında değil, “yüksek risk” aralığında değerlendirilmiştir.

Çimento değirmeni için elde edilen sonuçlarda ise 15'i bakım, 13'ü üretimle ilgili olan 28 faaliyet için toplam 88 adet risk tanımlandığı görülmektedir. Bu risklerin % 49'unu oluşturan 43 adet riskin "kabul edilebilir" düzeyde, % 50'sini oluşturan 44 adet riskin "olası" düzeyde ve % 1'ini oluşturan 1 adet riskin "önemli" düzeyde olduğu görülmüştür. İlgili riske sebep olan tehlikeli olay bir bakım faaliyeti olan “gaz hattı temizliği”nin gerçekleştirilmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Söz konusu faaliyet, bakım faaliyetlerinin ele alınmadığı bu çalışmada bulunmamaktadır ve risk değerlendirmesi bulgularında çimento değirmeni sahası için önemli düzeyde risk yer almamaktadır. Öte yandan, bu tez çalışmasında çimento değirmeni için tespit edilen toplam 59 adet riskin % 59'u "kabul edilebilir" düzeydeki risklerden; % 41'i ise "olası" düzeydeki risklerden oluşmaktadır.

İki çalışmada ortak olarak ele alınan üniteler incelendiğinde Füzün'ün [40] çalışmasında sayıca daha fazla risk çıkmasının sebebi, üretim faaliyetleri ile birlikte bakım faaliyetlerinin de ele alınmış olmasıdır.

Çimento fabrikalarında görülen kazaların sebepleri incelendiğinde “yüksekte çalışma”nın önemli bir etmen olarak öne çıktığı görülmektedir. Rachid ve ark. [39] inceleme yaptıkları fabrikada meydana gelen kazaların %11'inin, Iqbal ve ark. [40] ise meydana gelen yaralanmalı iş kazalarının %8'inin “yüksekte çalışmaya bağlı düşme” kaynaklı olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada yapılan risk değerlendirmesi uygulamasında ise, “kazalara neden olabilecek risk etmenleri” sınıfına ait toplam 220 riskin, 17'sinin etmeninin “yüksekte çalışmaya bağlı düşme olduğu” ve bunun söz konusu etmen sınıfının % 8'ine tekabül ettiği görülmektedir. Risk değerlendirmesi sonucunda elde edilen bulguların Rachid ve ark. ve Iqbal ve ark. bulgularını destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

Yüksekte çalışmanın yanı sıra, malzeme/ekipman düşmeleri ve fırlamaları çimento üretim süreçlerinin barındırdığı yadsınamaz bir risk etmenidir. Hem Rachid ve ark.'nın [39], hem de Iqbal ve ark.'nın [40] inceleme yaptıkları fabrikalarda meydana gelen kazaların %11'i

“malzeme/ekipman düşmesi ve fırlaması” kaynaklıdır. Bu oran, çimento fabrikasındaki üretim faaliyetleriyle birlikte açık ocaktaki üretim faaliyetlerinin de ele alındığı ve birlikte analiz edildiği bu tez çalışmasında % 14’tür. Malzeme/ekipman düşmesi ve fırlaması kaynaklı risklerin bu çalışmada, diğer çalışmalardakilerden sayıca fazla olması; açık ocak sahasında gerçekleştirilen patlatma, yükleme ve nakliye faaliyetlerinde taş fırlaması, kaya düşmesi/uçması gibi tehlikeli olayların sıklıkla görülmesi ile ilişkilidir.

Çimento üretim süreçlerinde çalışanların gürültü maruziyetine ilişkin çalışmalar literatürde önemli yer tutmaktadır. Bu bağlamda, Canfeng ve ark. [42] entegre bir çimento fabrikasının sekiz ana üretim sahasında gürültü ölçümü gerçekleştirmiş ve gürültünün kontrolüne yönelik çözüm önerileri getirmişlerdir. Sekhavati ve ark. [43] ise, bu çalışmayı bir adım öteye götürerek, İran'da faaliyet gösteren entegre bir çimento fabrikasında on dört ana üretim sahasında gürültü ölçümü gerçekleştirmiş ve bu ölçüm doğrultusunda William Fine Metodunda yer alan parametrelere göre her bir saha için gürültü kaynaklı riskleri puanlamışlardır. Canfeng ve ark.'nın bulguları en yüksek gürültü düzeyinin konkasör ünitesinde ölçüldüğünü, bunu sırasıyla farin değirmeni, kömür değirmeni ve çimento değirmeninin takip ettiğini; Sekhavati ve ark.'nın bulguları ise en yüksek gürültü düzeyinin farin değirmeninde ölçüldüğünü, bunu sırasıyla çimento değirmeni, konkasör ünitesi ve döner fırının takip ettiğini göstermektedir. Sözü edilen çalışmaların yapıldığı çimento fabrikalarında hem gürültü ölçümlerinin sayısal sonuçları hem de en yüksek düzeyde gürültünün ölçüldüğü sahalar büyük benzerlik taşımaktadır. İki çalışma arasındaki temel fark, yalnızca gürültü ölçümlerinin yapıldığı Canfeng ve ark.'nın çalışmasının salt gürültünün şiddeti hakkında bilgi sağlıyor olmasıdır. Öte yandan, Sekhavati ve ark.'nın çalışmasında gürültü ölçümüne ek olarak, uygulanan tehlikeye maruz kalma sıklığının da hesaba katıldığı William Fine metodunun "gürültü maruziyeti" sebebiyle ortaya çıkan riskin şiddeti hakkında bilgi vermesidir. Sözü edilen çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada gürültü ölçümü gerçekleştirilmemiş, gürültü maruziyetinin skorlanmasında, tesiste halihazırda yapılmış olan gürültü ölçümlerinin sonuçları esas alınmıştır. Sekhavati ve ark. kullandığı yöntemde olduğu gibi, bu çalışmada uygulanan Fine-Kinney Metodu da risklerin değerlendirilmesinde tehlikeye maruz kalma sıklığını hesaba katmaktadır. Ayrıca, Sekhavati ve ark.'nın çalışması, her bir üretim ünitesi için gürültü özelinde risk değerlendirmesi gerçekleştirmekte ve en riskli üniteler olarak sırasıyla farin değirmeni, çimento değirmeni, konkasör ünitesi ve döner fırını işaret etmekte ve bu üniteleri "yüksek riskli" olarak sınıflandırmaktadır. Bu çalışmadaki risk

değerlendirmesi uygulaması kapsamında ele alınan dokuz ana üretim sahasında değerlendirilen "gürültü maruziyeti" kaynaklı riskler arasında en yüksek puanlıların "Ek-1 Risk Değerlendirmesi" nde görüleceği gibi konkasör ünitesinde yer aldığı, bunu sırasıyla çimento değirmeni, döner fırın ve farin değirmeninin takip ettiği görülmektedir. Gürültü açısından en yüksek riskleri barındırdığı tespit edilen üretim sahaları hem Canfeng ve ark. hem de Sekhavati ve ark.'nın bulgularını destekler nitelikte olup, en yüksek gürültü düzeyinin boyut küçültme işlemlerinin yapıldığı konkasör, farin değirmeni ve çimento değirmeninde olduğuna işaret etmektedir. Ancak Sekhavati ve ark.'nın çalışmasında farin değirmeni sahasına ait "gürültü maruziyeti" kaynaklı risk "yüksek düzey" de bulunurken bu tez çalışmasında "olası" düzeyde tespit edilmiştir. Bunun temel nedeni ise, bu çalışmada konu olan çimento fabrikasında kullanılan farin değirmeninin Sekhavati ve ark.'nın çalışmasına konu olan Larestan fabrikasındakinin aksine bilyalı değil; dik valsli değirmen olup, daha az gürültüye yol açmasıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çimento üretim aşamalarının gerçekleştiği hammadde ocakları ve çimento fabrikaları çalışan sağlığını ve güvenliğini ciddi düzeyde etkileyebilecek işyerleridir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen risk değerlendirmesi uygulamasında tespit edilen riskler, sebeplerinin araştırılması ve bunlara yönelik etkin çözüm önerileri sunulması adına, uygulamanın gerçekleştirildiği işyerinin mevcut risk değerlendirmesinden farklı olarak, etmenlerine göre kodlanmıştır. Buna göre:

- En fazla sayıda risk kömür değirmeninde tespit edilmiştir.
- En fazla sayıda risk "olası risk" düzeyinde tespit edilmiştir.
- En fazla sayıda riskin "kazalara yol açabilecek risk etmenleri" kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla "çalışma ortamındaki fiziksel risk etmenleri", "çalışma ortamındaki kimyasal risk etmenleri" ve "yapılan işten kaynaklanan ergonomik risk etmenleri" izlemektedir.
- Toplam risklerin %12,8'si 70 üzerinde puan almıştır. Bu düzeydeki riskler için öncelikli olarak önlem alınması gerekmektedir.
- "Çok yüksek" düzeydeki riskler açık ocak ve döner fırın sahalarında tespit edilmiştir. Bu düzeydeki risklere sebep olan etmenler "yangın/patlama" ve "sıcak nesnelere"dir.
- "Yüksek" düzeydeki riskler açık ocak ve farin değirmeni sahalarında tespit edilmiştir. Bu düzeydeki risklere sebep olan etmenler "yangın/patlama", "sıcak nesnelere", "kapalı alanda çalışma" ve "deri/ağız yolu ile kimyasal maddeye maruziyet"tir.

Üretim faaliyetlerinin ayrı ayrı ele alınmasıyla; "önemli", "yüksek" ve "çok yüksek" düzeyde risklere yol açabilecek tehlikeli olay ve durumlar belirlenmiştir. Tespit edilen riskler için işyerinde uygulanmakta olan mevcut kontrol önlemleri belirlenmiş ve her bir risk için ayrı ayrı iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur. Tehlikeli olay/durumlar mukabilinde, hem çalışmanın yapıldığı işletmeye özel hem de benzer üretim yapan diğer işletmelere örnek olacak şekilde muhtemel tehlikeli olay/durumların ve eksikliklerin bertaraf edilmesine veya bu olay/durumların ortaya çıkması halinde oluşacak hasarın minimize edilmesine yönelik çözüm önerileri sıralanmıştır. Çalışma sahasındaki tehlike veya maruziyet düzeyine göre kullanılması gereken KKD'ler hakkında aşağıdaki tavsiyelerde bulunulmuştur ve çalışma

sonunda risk değerlendirmesi, elde edilen özet sonuçlar ve çözüm önerileri teknik incelemelerin yapıldığı işyerlerinin yöneticileriyle paylaşılmıştır.

Teknik incelemeler neticesinde, Türk çimento sektörünün İSG alanında Türkiye'deki diğer sektörlerle nazaran çok daha fazla iyi uygulama örneği barındırdığı ve bu sektörde asıl işveren bünyesindeki çalışanlarının İSG konusunda yüksek bilinç düzeyine sahip olduğu görülmüştür. Ancak; çimento endüstrisinde alt işverenler tarafından yürütülen üretim faaliyetlerinde iş sağlığı ve güvenliği koşulları nispeten zayıftır ve endsütride meydana gelen iş kazalarının önemli bölümü alt işveren çalışmaları esnasında yaşanmaktadır. Bu sebeple, asıl işveren tarafından alt işverenle yapılacak sözleşmelerde İSG ile ilgili şartlara yer verilmelidir. Asıl işveren tarafından alt işverenin İSG yönetim prosedürleri incelenmeli ve firmaların İSG konusundaki bilgi ve yetkinliği değerlendirilmelidir. Asıl işveren tarafından görevlendirilen İSG profesyonellerinin alt işverenin yürüttüğü faaliyetleri İSG açısından gözetlemesine ilişkin mevzuat değişikliği yapılmalıdır. Bu çerçevede asıl işverenin görevlendirdiği İSG profesyoneline ilave görevler verilmeli, bu kişilerin görevlendirilmesindeki asgari çalışma süreleri alt işverenlerin çalışan sayıları da göz önünde tutularak yeniden düzenlenmelidir.

Bununla birlikte, ülkemizde çimento sektöründe kaza sıklık oranı düşük olmakla birlikte; yaşanan kazaların önemli kısmı ölümlüdür. Bu durum; hem çimento üretimi faaliyetlerinin ile bu faaliyetlerin gerçekleştirildiği çalışma ortamlarının bir çok ölümcül tehlikeli durum ve olayın vuku bulmasına zemin hazırlayan yapıda olması; hem de ülkemizdeki diğer sektörlerde olduğu gibi çimento sektöründe de İSG'nin yeni anlaşılmaya başlayan bir kavram olması ile ilgilidir. Çimento üretim süreçlerinde çalışanların sağlık ve güvenliğini temin etmek adına sektördeki İSG kültürünü geliştirmek ve özellikle alt işveren firmaların çalışanlarının konuya ilişkin bilinç düzeyini artırmaya yönelik uygulamalara ağırlık vermek meydana gelen kazaları ve bunların sonuçlarındaki şiddeti azaltacaktır. Bu bağlamda;

- İSG prosedürlerine uygun davranmaları, KKD kullanımına riayet etmeleri ve güvenli davranışlar sergilemelerini temin etmek adına, çalışanlar öncelikle İSG konusunun gerekliliği ve önemi konusunda ikna edilmelidirler. İşyerinde maruz kaldıkları riskler ve bunların gelecekte doğurabileceği sonuçlar hakkında amirleri tarafından bilgilendirilmelidirler. Her ünite için ihtiyaç doğrultusunda eğitim planları oluşturulmalıdır.
- Çalışma alanının temizlik ve düzenine ilişkin yazılı prosedürler oluşturulmalı, bu prosedürlere ilişkin can alıcı noktalar dinlenme yerleri, sosyal ve idari binalardaki

panolara asılmalıdır. Birim amirleri ve İSG departmanı tarafından saha gözetimi sağlanmalıdır. Saha gözetiminde takınılan tutum zorlayıcı değil, çalışanların katılımını teşvik edici olmalıdır.

Buna ek olarak, sektörde tespit edilen tehlikeli olay/durumların ve eksikliklerin bertaraf edilmesine veya bu olay/durumların ortaya çıkması halinde oluşacak hasarın minimize edilmesine yönelik teknik çözüm önerileri aşağıda sıralanmıştır:

- Açık ocak sahasında patlayıcı madde kaynaklı kontrolsüz patlama tehlikesine karşı, dinamit ve kapsüller patlatma sahasına ayrı ayrı taşınmalıdır.
- Patlamamış deliklerin yanında yeni patlatma deliği açılmamalıdır.
- Ateşleyici ehliyeti olmayan kişilerce ateşleme yapılmasına izin verilmemelidir.
- Çalışanlar patlatma öncesinde, patlatmanın yapılacağına dair bilgilendirilmeli ve güvenli noktalara çekilmelidir.
- Yağmurlu ve elektrik yükünün fazla olduğu havalarda patlatma yapılmamalıdır.
- Oluşturulan patlatma planına harfiyen uygun davranılmalıdır.
- Konkasör bunkerine hammadde boşaltan kamyonun bunkere düşmesine karşı; kamyon sürücülerine güvenli sürüş eğitimi verilmeli ve bu alanda manevracı eşliğinde çalışma yapılmalıdır.
- Çimento üretiminin tüm aşamalarında hammadde/farin/klinker/çimento parçacıklarının tozumasına sıkça rastlanır. Tozumanın ve çalışanların toza maruziyetinin minimize edilmesi adına mühendislik önlemlerine başvurulmalıdır.
- Su püskürtme ve ön harmanlama sistemleri kullanılmalı, stok sahasının bant besleme noktalarında ve paketleme ünitesinin silo altı döner kantarında filtreli toz emiş sistemleri ve jet filtreler bulundurulmalıdır.
- Stok sahasında çalışan gezervinçlerin kabin izolasyon kontrolleri yapılmalıdır.
- Çimento dolumu yapan başlıkların bakımı düzenli yapılmalıdır.
- Hangi ünite çalışanın hangi tip solunum koruyucu kullanacağına, ünitelerde yapılan toz maruziyet ölçümlerine göre karar verilmelidir.
- Kömür değirmeni, farin değirmeni, döner fırın ve paketleme ünitesi gibi kapalı alanlarda patlama ve yangına karşı gaz detektörleri bulundurulmalı, patlayıcı gaz konsantrasyonları sürekli ölçülmeli ve gaz alarmlarıyla izlenmelidir.

- Patlamaya neden olabilecek gazların ortaya çıkması halinde gazların uygun bir bölgeye yönlendirilmesini sağlayan basınç tahliye vanaları sistemde hazır bulunmalıdır.
- Yangın algılama ve ihbar sistemleri ile sulu yangın söndürme sistemleri kullanılmalıdır. Bu sistemlerin güç kaynağına bağlı olduğundan emin olunmalıdır.
- Yanıcı olması sebebi ile, torba paketleme bölümünde ihtiyaçtan fazla kağıt torba bulundurulmamalıdır.
- İş makinalarının ve fırın manto soğutucu fanların çalışması, açık ocakta yapılan patlatmalar ile konkasör ünitesi, farin değirmeni, kömür değirmeni ve çimento değirmeninde gerçekleşen kırma ve öğütme işlemlerinden kaynaklanan gürültünün tesisin diğer bölümlerine yayılarak çalışan sağlığını olumsuz etkilemesini engellemek adına; bu üniteler gürültü emici örtülerle perdelenmelidir.
- Tüm tesisi kapsayan gürültü haritası çıkarılmalıdır.
- Gürültü seviyesinin en yüksek olduğu ünitelerde çalışanlar özel sağlık gözetimine tabi tutulmalıdır.
- Hangi ünite çalışanın hangi gürültü azaltma değerine sahip kulak koruyucusu kullanacağına, o üniteye yapılan gürültü maruziyet ölçümü neticesinde karar verilmelidir.
- Ağır kaldırma ve taşıma işleri mümkün olduğunca kaldırma araçlarıyla yapılmalıdır.
- Çimento paketlemesinde kullanılan 50 kg'lık torbalar, taşıma kolaylığı sağlaması açısından daha küçük ebatlı torbalar ile ikame edilmelidir.
- Olası malzeme/ekipman düşme ve fırlamaları sebebiyle oluşabilecek yaralanmaları, uzuv kayıplarını ve ölümleri bertaraf edebilmek adına, çalışanlara TS EN ISO 20345 standardına uygun çelik burunlu güvenlik ayakkabısı, TS 2429 EN 397 standardına uygun baret, TS 5560 EN 166 standardına uygun göz koruyucular temin edilmelidir.
- Döner fırın, farin değirmeni ve siklon sahalarında sıcak nesnelere temas ve sıcak materyalin göçmesi sebebiyle ortaya çıkabilecek yanma-yapışma, uzuv kaybı ve ölüm vakalarını bertaraf edebilmek adına çalışanlara TS EN 407 standardına uygun koruyucu eldivenler ve TS EN 340 standardına göre koruyucu giyecekler temin edilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü, *Çimento Sektörü Raporu (2015/1)*, <http://sanayipolitikalari.sanayi.gov.tr/Public/DownloadSectorReport/1104?pid=58&yid=7>, (Erişim Tarihi: 26/01/2016).
- [2] Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, *Türkiye Çimento ve Çimento Ürünleri Meclisi Sektör Raporu 2012*, <http://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/VI%20TURKIYE%20SEKTOREL%20EKONOMI%20SURASI%20RAPORU.pdf>, (Erişim Tarihi: 28/01/2016).
- [3] Arıöz Ö, Yıldırım K, Türkiye'de Çimento Sektöründeki Belirsizlikler ve Türk Çimento Sektörünün SWOT Analizi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32(2); 173-190, 2012.
- [4] <http://cornerstonemag.net/category/strategic-analysis/>, (Erişim Tarihi: 28/01/2016).
- [5] <http://www.cembureau.be/about-cement/cement-industry-main-characteristics>, (Erişim Tarihi: 28/01/2016).
- [6] Aydın G, İpek S, *Türk Çimento Sektörünün Gelişimi ve Sektöre Yönelik Özelleştirme Uygulamaları*, Çimento İşverenleri Sendikası Dergisi, Mayıs 2009.
- [7] http://www.cembureau.be/sites/default/files/World%20Cement%20production_2.pdf, (Erişim Tarihi: 28/01/2016).
- [8] Sey Y, *Türkiye Çimento Tarihi*, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, İstanbul, 2003.
- [9] Türkiye'de Mesleki ve Teknik Eğitimin Kalitesinin Artırılması (METEK) Hibe Programı İş Sağlığı ve Güvenliği Mesleki Eğitim Etkinliğinin Artırılması Projesi, *Çimento Sektöründe İSG Yaklaşımı ve Genel İSG Uygulamaları*, Erzurum, 2015 <http://www.isgegitimkalitesi.com/dosyalar/2.kitap.pdf>, (Erişim Tarihi: 28/01/2016).
- [10] T.C. Ekonomi Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü, Kimya Ürünleri ve Özel İhracat Daire Başkanlığı, *Çimento Sektörü 2014*, <http://www.kutso.org.tr/wp-content/uploads/2014/11/cimento.pdf>, (Erişim Tarihi: 29/01/2016).
- [11] <http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&cntID=204>, (Erişim Tarihi: 29/01/2016)
- [12] Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı, *TR 63 Bölgesi Çimento Sektör Raporu 2015*, http://www.dogaka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.dogaka.gov.tr_626_KN2F58CG_cimento-Sektor-Raporu-2015.pdf (Erişim Tarihi: 24/02/2016).
- [13] <http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=46> (Erişim Tarihi: 28/01/2016).

- [14] <http://www.ceis.org.tr/1/kategori/1/ceis.html> (Erişim Tarihi: 28/01/2016).
- [15] Akın L, Őardan, H.S, *Çimento Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği İyi Uygulamaları*, Çimento Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği, (Editör: Akın, L.), Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası; 201-216, İstanbul, 2011.
- [16] TS EN 197-1, *Çimento- Bölüm 1: Genel çimentolar- Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri*, 2002.
- [17] Çavdar, A, *Trabzon Yöresi Tüflerinin Çimentoda Tras Olarak Kullanılabilirliği, Çimento İnceliği ve Tras Oranının Traslı Çimentonun Özelliklerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 2004.
- [18] Yalnız H, *Çimento Sanayii Hammadde Ocağı Üretim Planlaması*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2006.
- [19] Devlet Planlama Teşkilatı, *8. Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Toprak Sanayii Hamaddeleri IV (Çimento Hammaddeleri) Çalışma Grubu Raporu*, Ankara, 2001.
- [20] İstanbul Ticaret Odası, *Çimento Sektör Araştırma Raporu 2003*, <http://www.ito.org.tr/itoyayin/0010266.pdf>, (Erişim Tarihi: 06/02/2016).
- [21] Eken E, *Mağarabeli (Mansurlu-Feke Havzası, Adana) Demir Yatağının Maden Jeolojisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 2012.
- [22] Yeğinobalı A, *Çimentoda Yeni Standartlar ve Mineral Katkılar*, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 427; 56-61, 2003.
- [23] Erdoğan T.Y, *Türkiye'de Üretilen Çimentolar, Özellikleri ve Kullanımları*, <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/12317.pdf>, (Erişim Tarihi:26/01/2016).
- [24] Kapkaç F, *Çimento Çeşitleri, Özellikleri, Hammaddeleri ve Üretim Aşamaları* http://www.mta.gov.tr/v2.0/birimler/redaksiyon/ekonomibultenleri/2012_16/223.pdf, (Erişim Tarihi: 26/01/2016).
- [25] Kökipek B, *Suni Alçının Çimentoda Kullanılabilirliği*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2010.
- [26] Karpuz C, Hindistan, M.A, *Açık İşletmelerde Üretim Yöntemleri*, Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı, (Editörler: Eskikaya Ő, Karpuz C, Hindistan M. A, Tamzok N), TMMOB Maden Mühendisleri Odası; 115-170, Ankara, 2012.

- [27] Alemdağı S, Kaya A, Gürocak Z, Dağ S, *Farklı Ayırma Derecesine Sahip Kaya Kütlelerinin Kazılabilirlik Özellikleri: Gümüşhane Granitoyidi Örneği*, Türkiye Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 35; 133-150, 2011.
- [28] Bilgin H.A, *Açık Ocak ve Taşocaklarında Patlatma*, Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı, (Editörler: Eskikaya Ş, Karpuz C, Hindistan M.A, Tamzok N.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası; 231-314, Ankara, 2012.
- [29] Yonar İ, *Çimento Hammaddelerinde Sürekli Yüzey Kazıcıların Uygulanabilirliğinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Kazı Mekanizasyonu Programı, İstanbul, 2003.
- [30] Ergin H, Kuzu C, *Çimento Hammaddeleri İçin Optimum Kırıcı Seçilmesi ve İşletilmesi*, 3. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul, 2003.
- [31] Yıldız N, *Çimento Üretimi*, Ertem Basım Ltd. Şti, Ankara, 2012.
- [32] Kuleli Ö, *Çimento Mühendisliği El Kitabı*, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Ankara, 2010.
- [33] Karakoç H, Oktay Z, Söğüt Z, *Kuru Tip Çimento Üretiminde Farin Değirmeninin Termodinamik Analizi*, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 1(30); 59-72, 2010.
- [34] http://www.bursacimento.com.tr/akis_sema.pdf Erişim Tarihi: (26/01/2016).
- [35] Gemenib V, Koulouriotisb D, Marhavilasa P.K, *Risk Analysis and Assessment Methodologies in the Worksites: On a Review, Classification and Comparative Study of the Scientific Literature of the Period 2000-2009*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 24; 477-523, 2011.
- [36] Reniers G. L. L, Dullaert W, Ale B. J. M, Soudan K, *Developing an External Domino Accident Prevention Framework*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 18; 127–138, 2005.
- [37] Özçelik A, *İş Sağliğı ve Güvenliğinde Fine-Kinney Yöntemiyle Risk Yönetimi: Mermer İşletmesi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden İşletme Bilim Dalı, Eskişehir, 2013.
- [38] Babut G.B, Mararu R.I, Cioca L.I, *Kinney-Type Methods: Usefultool Harmful Tools in the Risk Assessment and Management Process ?*, International Conference on Manufacturing Science and Education, Sibiu, 2011.

- [39] Rachid C, Ion V, Irina C, Mohamed B, *Preserving and Improving the Safety and Health at Work: Case of Hamma Bouziane Cement Plant (Algeria)*, Safety Science, 76; 145-150, 2015.
- [40] Iqbal S. A, Iqbal M, Taufiq Z, Ahmed S, *Identification of Occupational Injury Among the Workers of Selected Cement Industries in Bangladesh-A Case Study*, Journal of Chemical Engineering, 1(25); 22-28, 2010.
- [41] Füzün M, *OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Standardı ve Çimento Sektöründen Bir Firmada Risk Değerlendirmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı İnsan Kaynakları Programı, İzmir, 2008.
- [42] Canfeng Z, Dong L, Shujie Y, *Comprehensive Control of the Noise Occupational Hazard in Cement Plant*, International Symposium on Safety Science and Engineering in China, 2012.
- [43] Sekhavati E, Mohammadizadeh M, Mohammadfam M, Zarandi A.F, *Noise Pollution Risk Assessment in Cement Factory of Larestan Using William Fine Method*, Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 8(5); 208-213, 2015.

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Arife Duygu TOPÇU

Doğum Yeri: Ankara

Doğum Tarihi: 02.03.1989

Yabancı Dili : İngilizce (YDS 2016: 95) Fransızca (KPDS 2012: 70)

Eğitim Durumu :

2013- halen Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri, Yüksek Lisans

2013 – halen Anadolu Üniversitesi
İktisat, Lisans

2006 – 2010 Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Maden Mühendisliği, Lisans

2003 – 2006 TED Ankara Koleji
Fen Bilimleri, MEB Lise Diploması
Uluslararası Bakalorya (International Baccalaureate), Lise Diploması

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :

2013 – halen T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İSG Uzman Yrd.

2011 – 2013 Güney Marmara Kalkınma Ajansı, Uzman

2010 – 2011 Yıldızlar SSS Holding, Maden Mühendisi

Mesleki İlgi Alanları: Risk Değerlendirmesi Metotları, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Proje Yönetimi

Hobiler: Dilbilim, edebiyat, seyahat

İletişim Bilgileri :

E-posta: arife.topcu@csgb.gov.tr

Tel: 0312 296 73 29

EKLER

Ek-1 Risk Değerlendirmesi