



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

***Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında
Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım
Projesi***

Sözleşme N° 2007TR16IPO001.3.06/SER/42

ÇİMENTO ÜRETİMİ SEKTÖRÜ



Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

Proje Adı	Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
Proje Değeri	€ 1.099.000,00
Başlangıç Tarihi	Şubat 2017
Hedeflenen Son Tarih	Aralık 2017
Sözleşme Makamı	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Avrupa Birliği Yatırımları Dairesi Başkanlığı
Daire Başkanı	İsmail Raci BAYER
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 474 03 51
Faks	+ 90 312 474 03 52
e-mail	ab@csb.gov.tr
Faydalanıcı	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Genel Müdür	Mehmet Mustafa SATILMIŞ
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 410 10 00
Faks	+ 90 312 419 21 92
e-mail	cedproje@csb.gov.tr
Danışman	NIRAS IC Sp. z o.o.
Proje Direktörü	Bartosz Wojciechowski
Proje Yöneticisi	Kira Kotulska-Kozłowska
Adres	ul. Pulawska 182, 02-670, Warsaw, Poland
Telefon	+48 22 395 71 16
Faks	+48 22 395 71 01
e-mail	eiaturkey@niras.com
Yardımcı Proje Direktörü	Rast Mühendislik Hizmetleri Ltd.'yi temsilen Fazıl Baştürk
Proje Takım Lideri	Radim Misiacek
Adres (Proje Ofisi)	ÇŞB Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278 Çankaya Ankara
Telefon	+90 312 410 18 55
Faks	+90 312 419 0075
e-mail	r.mis@seznam.cz
Raporlama Dönemi	Uygulama Aşaması
Raporlama Tarihi	Aralık 2017

**ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI'NIN
ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ (ÇED) ALANINDA
KAPASİTESİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ İÇİN TEKNİK YARDIM
PROJESİ**



**Faaliyet 1.2.3
ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER KILAVUZU –
ÇİMENTO ÜRETİMİ SEKTÖRÜ**

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

Proje Adı	Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
Faydalanıcı	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 410 10 00
Faks	+ 90 312 419 21 92
Tarih	Aralık 2017
Hazırlayan	Prof. Dr. Ülkü Yetiş
Kontrol Eden	Radim Misiacek

Bu yayın Avrupa Birliği'nin mali desteğiyle hazırlanmıştır. Bu yayının içeriği Niras IC Sp. z o.o. sorumluluğu altındadır ve hiçbir şekilde AB Yatırımları Dairesi Başkanlığı ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtır şekilde ele alınamaz

İçindekiler

ÖNSÖZ	8
KISALTMALAR VE TERİMLER	9
I. GİRİŞ	11
II. SEKTÖRÜN ÇED YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDAKİ YERİ	12
III. ÇİMENTO ÜRETİMİ SEKTÖRÜ, UYGULANAN PROSES VE YARDIMCI İŞLETMELER	13
III.1. Çimento Fabrikaları	13
III.1.1. Taş Ocağı	14
III.1.2. Ham Madde Hazırlama	14
III.1.3. Yakıt Hazırlama	16
III.1.4. Klinker Üretimi	17
III.1.5. Mineral Ekleme	19
III.1.6. Çimento Öğütme	20
III.1.7. Paketleme ve Sevkiyat	20
III.2. Hazır Beton, Çimento veya Diğer Bağlayıcı Maddeler Kullanılarak Şekillendirilmiş Malzeme, Ön Gerilimli Beton Elemanı, Gaz Beton, Çimento Esaslı Levha ve Benzerlerinin Üretimi	21
III.2.1. Hazır Beton Üretimi	21
III.2.2. Çimento veya Diğer Bağlayıcı Maddeler Kullanılarak Şekillendirilmiş Malzeme Üretimi	22
III.2.3. Ön Gerilimli Beton Elemanı, Gaz Beton, Çimento Esaslı Levha ve Benzerlerinin Üretimi	22
III.3. Asfalt Plant Tesisleri	26
III.3.1. Harman Tipi Plant	26
III.3.2. Drum-Miks Tipi Plant	26
III.4. Kireç ve Alçı Fabrikaları	28
III.4.1. Kireç Üretimi	28
III.4.2. Alçı Üretimi	29
III.5. Manyezit İşleme	30
III.6. Perlit ve Benzeri Maden Genleştirme Tesisleri	30

III.7. Yardımcı İşletmeler	31
III.7.1. Kompresör Dairesi.....	31
III.7.2. Enerji Üretim Tesisleri	31
III.7.3. Kömür Değirmeni	31
III.7.4. Katkı Kırıcı.....	31
III.7.5. Alternatif Yakıt.....	31
III.7.6. Su Yumuşatma Tesisleri	32
IV. ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER	33
IV.1. Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması	33
IV.1.1. Toprak ve Jeoloji.....	33
IV.1.2. Gürültü ve Titreşim.....	34
IV.1.3. Hava Kalitesi	34
IV.1.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyo-ekonomik etkiler	35
IV.1.5. Yüze ve Yeraltı Sularına Etkiler	35
IV.1.6. Peyzaj ve Korunan Alanlar Üzerine Etkiler	36
IV.1.7. Atıklar.....	36
IV.2. İşletme Aşaması	37
IV.2.1. Çimento Üretimi	37
IV.2.2. Hazır Beton, Çimento veya Diğer Bağlayıcı Maddeler Kullanılarak Şekillendirilmiş Malzeme, Ön Gerilimli Beton Elemanı, Gaz Beton, Çimento Esaslı Levha ve Benzerlerinin Üretimi	42
IV.2.3. Asfalt Plent Tesisleri	45
IV.2.4. Kireç ve Alçı Fabrikaları	47
IV.2.5. Manyezit İşleme	50
IV.2.6. Perlit ve Benzeri Maden Genleştirme Tesisleri.....	51
IV.3. Faaliyet Sonrası.....	54
IV.3.1. Toprak ve Jeoloji.....	54
IV.3.2. Gürültü ve Titreşim.....	54

IV.3.3. Hava Kalitesi	55
IV.3.4. Atıklar	55
V. ALTERNATİFLER	56
V.1. Proje Yeri Alternatifleri	56
V.2. Proje Teknoloji/Proses Alternatifleri	56
VI. İZLEME	58
VII. UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR	62
VIII. KAYNAKLAR	63

ÖNSÖZ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 25 Kasım 2014 tarih ve 29186 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'ni uygulamak için yetkili makam olup Yönetmelik Ek II kapsamında listelenen projeler için görevlerinin bir kısmını Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerine devretmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, projelerin çevresel etkilerini ve bu etkilere azaltmak için gerekli önlemleri belirlemek üzere geçmişte belirli sektörler için kılavuzlar hazırlamış olup, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi kapsamında ÇED Yönetmeliği'nde yer alan tüm sektörler için kılavuzlar yerli ve yabancı teknik uzmanlar tarafından güncellenmiştir.

Yukarıda bahsi geçen proje kapsamında, aşağıdaki ana sektörler için toplam 42 adet kılavuz hazırlanmıştır;

- Atık ve Kimya
- Tarım ve Gıda
- Sanayi
- Petrol ve Metalik Madenler
- Agregat ve Doğaltaş
- Turizm ve Konut
- Ulaşım ve Kıyı
- Enerji

Bu kılavuzların genel amacı, çevresel etki değerlendirme çalışmalarının incelenmesine veya ÇED Raporlarının ve/veya Proje Tanıtım Dosyalarının hazırlanmasına dahil olan ilgili taraflara arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapatma aşamaları boyunca çimento üretimi projelerinden kaynaklı çevresel etkileri ve alınması gereken önlemler hakkında bilgi vermektir.

Bu kılavuz yasal olarak bağlayıcı bir belge olmayıp ve sadece tavsiye niteliğindedir.

KISALTMALAR VE TERİMLER

ACQ kazanlar	Çimento fabrikalarında enerji üretimi için klinker soğutma ünitelerine entegre edilen ve soğutma prosesinden kaynaklanan atık sıcak gazları kullanarak buhar üreten kazanlar
ADP	Acil durum planı
AlO₃	Alumintum oksit
ATY	Atıktan türetilmiş yakıt
Bypass Gazı	Uçucu bileşenlerin birikimini önlemek için, çimento döner fırınlarının besleme yuvasından ayrılan gazlar
CaCO₃	Kalsiyum karbonat
CaO	Kalsiyum oksit
CBPB	Çimentolu yonga levha
CEM Çimento	Hidrolik sertleşmesi öncelikle kalsiyum silikatların hidratasyonu sonucu meydana gelen ve içindeki reaktif CaO ve reaktif SiO ₂ toplamının kütlece en az %50 olması gereken çimento
CO₂	Karbon dioksit
Çimento Esaslı Levha	Çimentoya çeşitli katkı maddeleri eklenerek üretilen levha
De Novo Sentezi (PCDD/PCDF Oluşumu)	Karbonlu yapılardan klorlama ve oksidasyonla PCDD/PCDF oluşumu
Farin	Hammadde değirmenlerde, öğütme ve kurutma işlemleri yapılarak, tane boyutu ortalama 20 mikrona indirilen hammadde karışımı
FCB	Çimentolu lif levha
Fe₂O₃	Ferrik oksit
HCl	Hidroklorik asit
HF	Hidroflorik asit
Hidrolik Bağlayıcı	Su ile reaksiyonu sonucu sert bir kütle oluşturduktan sonra su içerisinde dağılmayan, sertliğini ve mukavemetini muhafaza eden veya artıran bağlayıcı maddeler
İSG	İş sağlığı ve güvenliği

İstavroz	Uzun fırında ısı transferini iyileştirici haç şeklinde iç donanım
Kalsinasyon	Kireçtaşının (CaCO_3) kirece (CaO) dönüşmesi
Klinker	Çimento üretimi sırasında yüksek sıcaklıkta kil ve kalkerin bileşiminden oluşan iri taneli malzeme
MgO	Magnezyum oksit
NO_x	Azot oksitler
ÖTL	Ömrünü tamamlamış lastik
PCB	Poliklorlu bifeniller
PCDD	Poliklorlu dibenzodioxinler
PCDF	Poliklorlu dibenzofuranlar
PM₁₀	Çapları 10 µm'den küçük partikül madde
Priz	Beton bileşiklerinin karıştırıldıktan belli bir süre sonra plastik özelliğini kaybederek sertleşmeye başlaması
SiO₂	Silika
SKHKKY	Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği
SO₂	Sülfür dioksit
SO_x	Sülfür oksitler
SP Kazanlar	Çimento fabrikalarında enerji üretimi için ön ısıtma kulelerine entegre edilen kazanlar
TAT	Taşıma-ayırma-toplama
VOC	Uçucu organik bileşikler
WHR	Çimento fabrikalarında enerji üretmek amacı ile kullanılan atık ısı geri kazanımı sistemleri
WSCB	Çimentolu odun teli levhalar
WWCB	Çimentolu odun yünü levhalar

I. GİRİŞ

Bu ÇED kılavuzu, çimento üretiminin neden olduğu çevresel etkileri en aza indirmek / önlemek için çevresel etkileri ve etki azaltma tedbirlerini ele almak üzere hazırlanmış olup, ÇED çalışmalarını geliştirmek ve bu faaliyetleri standartlaştırmak için ÇED sürecinde yer alan tüm ilgili tarafların kullanımına yönelik olarak hazırlanmıştır.

Bu kılavuzların ana hedef grubu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı personelinin yanı sıra, ÇED sürecine dahil olan Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü çalışanları, her bir proje için seçilen inceleme ve değerlendirme komisyonu üyeleri, proje sahipleri ve Yönetmeliğe göre ilgili dokümanların hazırlanmasına aktif olarak katılım gösteren danışmanlardır.

Kılavuz, çimento üretim tesislerinin çevresel etkilerini üç aşamada değerlendirmektedir; inşaat, işletme ve işletme sonrası kapatma.

Ayrıca hazır beton tesisleri, çimento veya diğer bağlayıcı maddeler kullanılarak şekillendirilmiş malzeme üreten tesisler, ön gerilimli beton elemanı, gaz beton, çimento esaslı levha ve benzeri üretim yapan tesisler, (Üretim kapasitesi 100 m³/saat ve üzeri); klinker öğütme tesisleri; asfalt plant tesisleri; kireç fabrikaları ve/veya alçı fabrikaları; manyezit işleme tesisleri; perlit ve benzeri maden genişletme tesisleri de bu kılavuzda incelenmiştir.

Her sektörel kılavuz aşağıdaki bölümleri içermektedir:

- Sektörün ÇED Yönetmeliği Kapsamındaki Yeri
- Sektörde Uygulanan Prosesler
- Çevresel Etkiler ve Alınacak Önlemler
- Alternatifler
- İzleme
- Uygulamada Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

II. SEKTÖRÜN ÇED YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDAKİ YERİ

ÇED Yönetmeliği'nin "Çevresel etki değerlendirmesine tabi projeler" başlıklı 7 no'lu maddesi, aşağıdaki projelere ÇED Raporu hazırlanmasını zorunlu kılmaktadır:

- Ek-1 listesinde yer alan projeler
- "ÇED gereklidir" kararı verilen projeler
- Kapsam dışı değerlendirilen projelere ilişkin kapasite artırımı ve/veya genişletilmesinin planlanması halinde, mevcut proje kapasitesi ve kapasite artışları toplamı ile birlikte projenin yeni kapasitesi Ek-1 listesinde belirtilen eşik değer veya üzerinde olan projeler.

ÇED Yönetmeliği'nin Ek-1 Listesi'nde çimento üretimine ilişkin olarak verilen tanımlama Kutu 1'de sunulmaktadır. Görüldüğü gibi, çimento fabrikaları için ÇED gerekmektedir.

Kutu 1 ÇED Yönetmeliği Ek I'deki Çimento Üretimi Projeleri

30 – Çimento fabrikaları

ÇED Yönetmeliği'nin Ek-2 Listesi'nde klinker öğütme, asfalt plant, kireç ve alçı üretimi, manyezit işleme, perlit ve benzeri maden genleştirme tesislerine ilişkin olarak verilen tanımlama ise Kutu 2'de sunulmaktadır. Görüldüğü gibi; hazır beton, çimento veya diğer bağlayıcı maddeler kullanılarak şekillendirilmiş malzeme, ön gerilimli beton elemanı, gaz beton, çimento esaslı levha vb üreten tesisler, klinker öğütme tesisleri, kireç ve alçı fabrikaları, manyezit işleme tesisleri ve perlit ve benzeri maden genleştirme tesisleri "Çevresel etki değerlendirmesi gereklidir veya çevresel etki değerlendirmesi gerekli değildir" kararı verilmesi gereken faaliyetler olarak tanımlanmaktadır. Bu faaliyetler, Seçme ve Eleme Kriterleri'ne tabi tutulması gereken projeler olup, 2014/24 sayılı Genelge ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bu projeler için yetkisini Valiliklere devretmiştir. Bu çerçevede, bu faaliyetler için Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinin "ÇED Gereklidir" veya "ÇED Gerekli Değildir" kararı vermesi gerekmektedir.

Kutu 2. ÇED Yönetmeliği Ek II'deki Üretim Projeleri

18 – Hazır beton tesisleri, çimento veya diğer bağlayıcı maddeler kullanılarak şekillendirilmiş malzeme üreten tesisler, ön gerilimli beton elemanı, gaz beton, betopan ve benzeri üretim yapan tesisler, (Üretim kapasitesi 100 m³/saat ve üzeri)

21 – Klinker öğütme tesisleri

22 – Asfalt plant tesisleri

52 – Kireç fabrikaları ve/veya alçı fabrikaları

53 – Manyezit işleme tesisleri

54 – Perlit ve benzeri maden genleştirme tesisleri,

III. ÇİMENTO ÜRETİMİ SEKTÖRÜ, UYGULANAN PROSES VE YARDIMCI İŞLETMELER

Çimento, yapı malzemeleri içinde bağlayıcı olarak kullanılan, hidrolik bağlayıcı özelliklere sahip, metalik olmayan, inorganik bir maddedir. Doğal kalker taşları ve kil karışımının yüksek sıcaklıkta ısıtılması, öğütülmesi ve ardından bir veya daha fazla kalsiyum sülfat formunun eklenmesi ile üretilen genellikle gri renkte ince bir tozudur. Suyla karışınca mineral hidratlarının oluşması nedeniyle sertleşen bir macun oluşturur. Çimento; mineral agrega, çimento ve sudan oluşan betondaki ana bağlayıcı madde olup [1], CaO, MgO gibi alkalin öğeler ve SiO₂, Al₂O₃ ve Fe₂O₃ gibi hidrolik öğelerden oluşur. Alkalin ve hidrolik öğelerin oranları, çimentonun niteliğini belirler [2].

Çimento üretiminde ilk olarak kireç taşı (CaCO₃), kil (alüminyum silikatlar), kum (silika oksit) ve demir cevherinden oluşan hammaddeler kullanılarak klinker üretilir. Daha sonra, klinker; alçı taşı, kireç taşı vb. ile öğütülerek çimento üretilir [3].

Çimento üretimi, hazır beton, çimento veya diğer bağlayıcı maddeler kullanılarak şekillendirilmiş malzeme, ön gerilimli beton elemanı, gaz beton, çimento esaslı levha ve benzeri maddelerin üretimi, klinker öğütme tesisleri, asfalt plant tesisleri, kireç fabrikaları ve/veya alçı fabrikaları, manyezit işleme tesisleri ve perlit ve benzeri maden genleştirme tesisleri süreçleri aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

III.1. Çimento Fabrikaları

Çimento üretimi CaCO₃'ün ön kalsinasyonu ile başlar. Bu işlem sırasında CaO oluşurken CO₂ açığa çıkar. Devamında CaO, yüksek sıcaklıkta (1400-1500°C) silis, alüm ve demir oksitle reaksiyona girerek silikatları, aluminatları ve kalsiyum ferritleri içeren klinker oluşturur. Daha sonra klinker, alçı taşı ve diğer katkı maddeleri ile birlikte öğütülerek çimento elde edilir (Şekil 1).

Çimento üretiminde kullanılan dört farklı yöntem vardır [4, 5];

- Kuru-işlem üretim prosesi: Ham maddeler öğütülerek akışkan bir toz haline getirilip kurutulur. Kurutulan bu malzeme ön ısıtıcıya veya ön kalsinasyon fırınına veya doğrudan döner fırına beslenir.
- Yarı kuru-işlem üretim prosesi: Toz halindeki ham maddeler, suyla pelet haline getirilerek ızgaralı ön ısıtıcıya veya istavroz ile donatılmış döner fırına beslenir.
- Yarı yaş-işlem üretim prosesi: Çimento harcı filtre preste susuzlaştırıldıktan sonra filtre keki pelet haline getirilerek ızgaralı ön ısıtıcıya veya doğrudan bir kurutucuya beslenir.
- Yaş-işlem üretim prosesi: Hammaddeler pompalanabilir bir harç oluşturmak için su ile öğütülerek doğrudan fırına veya önce bir kurutucuya beslenir.

Bu yöntemlerin tamamı için ortak olan proses aşamaları [4-5];

- taş ocağı,
- hammadde hazırlama,
- yakıt hazırlama,
- klinker üretimi,
- mineral ekleme hazırlığı,
- çimento öğütme,

- sevkiyattır.

Çimento üretiminde kullanılacak olan yöntem, hammaddenin durumuna göre (kuru veya yaş) belirlenmektedir. Farklı üretim yöntemleri arasındaki fark, ekipman tasarımı, çalışma yöntemi ve yakıt tüketimi bakımındandır. Bununla birlikte, tüm Dünya'da en yaygın olarak uygulanan proses, kuru prosestir.

TS EN 197-1 standardına göre CEM çimentoları olarak adlandırılan genel amaçlı çimentolar 5 ana tip içerisinde toplanmaktadır; CEM I - Portland Çimentosu, CEM II - Portland Kompoze Çimentosu, CEM III- Portland Yüksek Fırın Cürüflü Çimento, CEM IV - Puzolanik Çimento, CEM V -Kompoze Çimento [6, 7].

Çimento üretiminde uygulanan prosesler Şekil 1'de gösterilerek aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

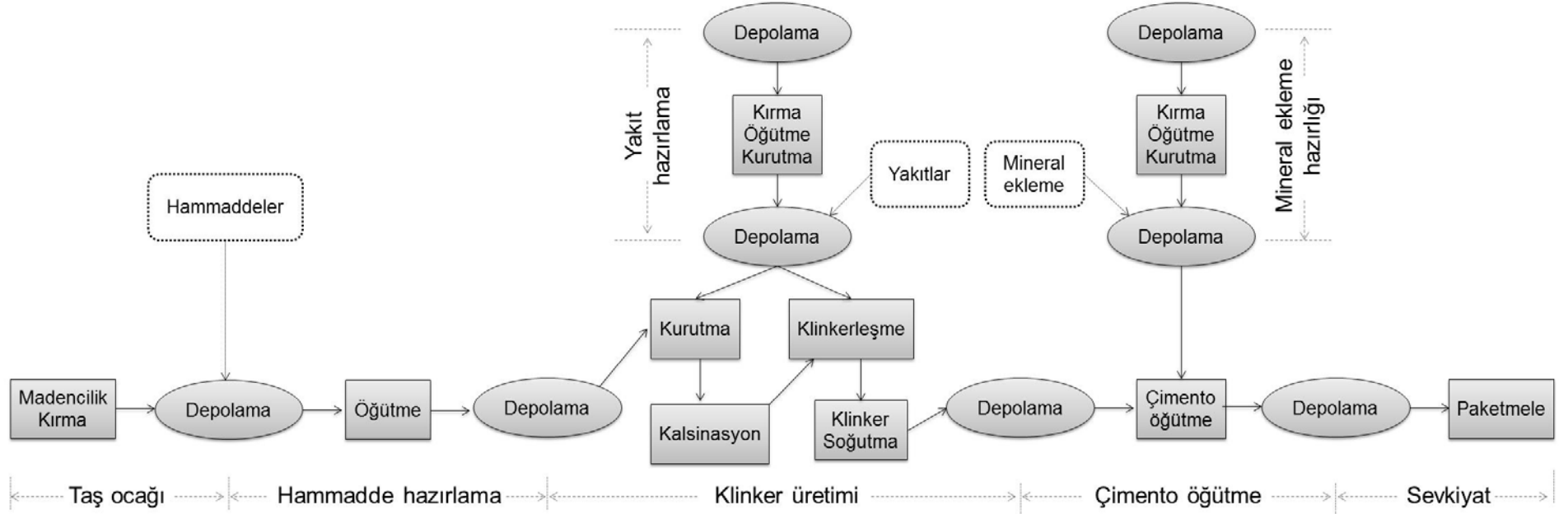
III.1.1. Taş Ocağı

Çimento üretiminin ilk aşaması çimento hammaddelerinin yer kabuğundan çıkarılmasıdır. Çimento üretiminde kullanılan en yaygın hammaddeler kireçtaşı ve kildir. İlave olarak; demir cevheri, boksit, şist, kum v.b. yardımcı malzemeler de kullanılmaktadır. Hammaddelerin ana bileşeni olan kalker ya da kireçtaşı, genellikle çimento tesisine yakın ocaklardan çıkarılır. Ülkemizde çimento hammaddesi üretiminde açık maden işletme yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde cevheri elde etmek için kayalar parçalanarak araçlara yüklenir ve üretim noktalarına sevk edilir. Taş ocaklarında hammadde çıkarma delme patlatma ve mekanik kazı yöntemleri ile yapılır [1].

III.1.2. Ham Madde Hazırlama

Çimento üretiminde başlıcaları kireç taşı (kalker) ve kil olmak üzere otuzdan fazla hammadde kullanılmaktadır [10]. Kireç taşı, gerekli kalsiyum oksiti ve diğer bazı oksitleri sağlarken; kil, şist ve diğer malzemeler, çimentonun imalatı için gerekli silikon, alüminyum ve demir oksitleri sağlar. Silikon oksit veya demir oksitlerin içeriğini yükseltmek için genellikle kuvars kumu ve demir cevheri gereklidir [1]. Çimento üretiminde tercih edilen marn, silis, killi maddeler ve demir oksit içeren bir kalkerdir [11]. Klinkerin bileşimine en yakın doğal kayaç olduğu için çimento üretiminde tercih edilmektedir [8].

Taş ocağından gelen ham maddeler ara depolamada homojenize edildikten sonra, kuru ve yarı kuru prosesler için önceden tanımlanmış oranlarda karıştırılarak değirmenlere beslenir. Değirmenlerde, öğütme ve kurutma işlemleri yapılarak, tane boyutu ortalama 20 mikrona indirilir ve "farin" üretilir (Şekil 2). Çimento hammaddelerinin dikkatle orantılanmış bir karışımı olan farinin ana bileşenleri, kireç ve silistir.



Şekil 1. Çimento üretim süreçleri [8, 9].

Islak ve yarı ıslak proseslerde farine gereken miktarda su eklenir. Yaş proses nem içeriği %20'den fazla olan hammaddeler için tercih edilir. Hammadde bileşenleri çimento harcını oluşturacak şekilde su ilave edilerek yıkama değirmeni beslenir ve döner tırmıkların oluşturduğu kesme ve çarpma kuvvetiyle öğütüldükten sonra depolanır. Yaş öğütme, sadece yaş veya yarı-yaş fırın sistemleri ile birlikte kullanılmaktadır.

Öğütme işlemi ile üretilen farin veya çimento harcının herhangi bir fırın sistemine beslenmeden önce optimum kıvamı elde etmek için tekrar homojenleştirilmesi gereklidir. Homojenleştirilen farin silolarda, çimento harcı ise tanklarda veya silolarda depolanır [5].



Şekil 2. Farin değirmeni [9]

III.1.3. Yakıt Hazırlama

Çimento endüstrisi, üretim maliyetlerinin %30-40'ını enerjinin oluşturduğu enerji yoğun bir endüstridir (sermaye maliyetleri hariç). Çimento fırınlarında yakılan konvansiyonel yakıtlar katı (örn. kömür, petrokok ve linyit ve bazı durumlarda bitümlü şist), sıvı (örn. yüksek viskoziteli fuel oil) ve gaz yakıtlardır. Bu yakıtların ana kül bileşenleri silis ve alümin bileşikleri olmak üzere eser miktarda metal de içerebilirler. Bunlar hammaddelerle birleşerek klinkerin bir parçası haline gelir.

Bu yakıt türlerine ek olarak atıklar çimento fabrikalarında ek yakıt olarak kullanabilmektedir. Avrupa'da çimento endüstrisi 25 yılı aşkın bir süredir ek yakıt olarak çeşitli atık türlerini kullanmaktadır. Ülkemizde ise atıkların klinker üretim prosesinde kullanılması ile ilgili ilk yasal düzenleme 2003 yılında yapılmıştır. Günümüzde atıkların yakıt olarak kullanılması ise 06.10.2010 tarihinde yayınlanan Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik [12] ve 20.06.2014 tarihinde yayınlanan Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği'ne [13] göre yapılmaktadır.

Çimento fabrikalarında yakıt olarak kullanılan atıklar gruplar halinde Tablo 1'de verilmiştir [4, 5].

Tablo 1. Çimento fırınlarında yakıt olarak kullanılan değişik yakıt türleri [4].

No	Atık yakıtların türleri
1	Odun, kağıt, karton
2	Tekstil
3	Plastik
4	İşlenmiş fraksiyonlar (örneğin; atıktan türetilmiş yakıt, ATY)

No	Atık yakıtların türleri
5	Kauçuk/lastikler
6	Endüstriyel çamur
7	Kentsel arıtma çamuru
8	Hayvan atıkları, yağlar
9	Kömür/karbon atığı
10	Zirai atıklar
11	Katı atıklar (emprenye edilmiş talaş)
12	Solventler ve ilgili atıklar
13	Yağlar ve yağlı atıklar
14	Diğerleri

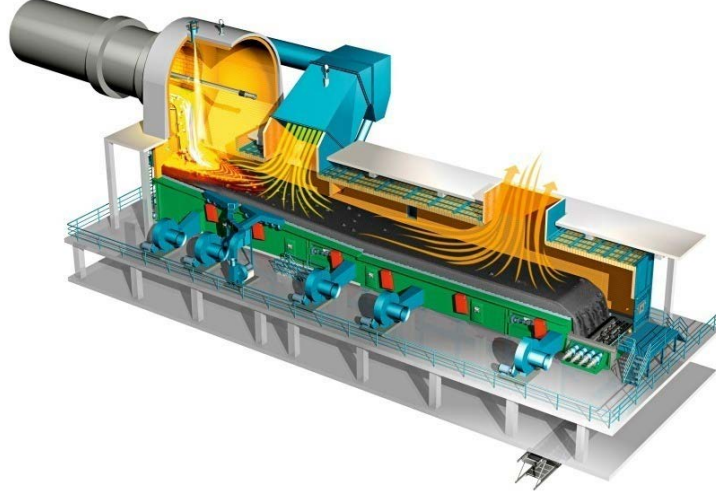
Yakıt hazırlama, diğer bir deyişle kırma, kurutma, öğütme ve homojenleştirme, genellikle tesiste gerçekleştirilir. Katı yakıtlar için kömür değirmeni, silo ve depo, sıvı yakıtlar için tanklar ve fırına taşıma ve besleme sistemleri gibi özel kurulumlar gereklidir [6].

III.1.4. Klinker Üretimi

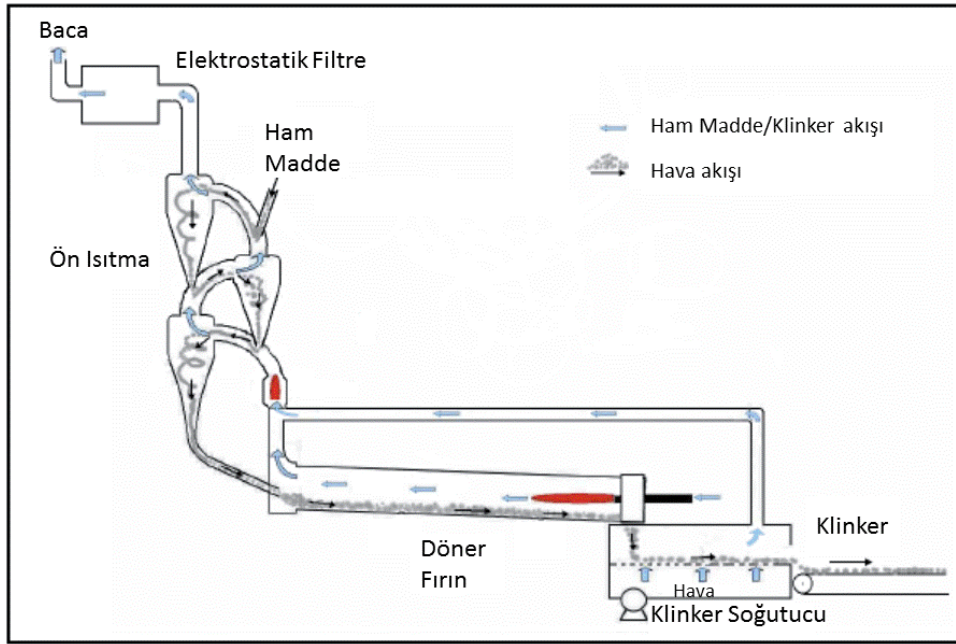
Farin silosunda tartılarak alınan farin, siklonlardan ya da ızgaralardan oluşan bir ön ısıtıcıya beslenir. Birkaç kademedeki oluşan ön ısıtıcıda, farin ile döner fırından gelen sıcak gaz temas ederek ön kalsinasyon işlemi gerçekleşir. Farin, yaklaşık 1000°C'ye kadar ısıtılır ve % 90 oranında kalsine olur ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$). Kalsinasyon, CO_2 salımına neden olur. Oluşan gazlar, baca vantilatörü ile emilir.

Ön ısıtmadan sonra; farin, yakılan yakıt ve klinkerleşme reaksiyonları ile döner fırına girer, burada fırının eğimi sayesinde gravite ile aşağıya doğru hareket eder, yaklaşık 1400-1500°C'ye kadar ısıtılarak pişirilir ve kalsine olur. Fırının çıkış ağzında ısı veren bir alev borusu bulunmaktadır. Bu alev borusuna; yakıt olarak, öğütülmüş kömür, petrokok, doğalgaz, fuel oil, kurutulmuş çamur veya ikincil yakıt toz halde pompalanır ve alev borusu ucunda yanar [14]. Fırına giren hammadde sıcaklığı yükselerek çıkış ağzına doğru ilerler. Sıcaklığı 1400°C'ye ulaştığında klinker meydana gelir

Farin, fırında pişerken hammadde içerisinde bulunan oksitler önce serbest hale gelirler ve sonra sıcaklık yükseldikçe aralarında yeni bileşikler oluştururlar [4, 5]. Fırın içerisinde malzeme çıkışa doğru yaklaştıkça sıvılaşmaya başlar. Döner fırından 1300°C'de çıkan klinker çimentonun sertleşme özelliği için önemli bir bileşen olan alit (trikalsiyum silikat) oluşumunu sağlamak için ani olarak soğutulmuş sıcaklığı 100°C'nin altına düşürülür (Şekil 3) ve klinker stokholünde stoklanır. Hava ile gerçekleştirilen soğutma işleminden çıkan sıcak hava, ön ısıtıcıya geri döndürülerek fırına beslenen ham maddenin ön ısıtılmasında kullanılır. Ön ısıtma – klinker soğutma hava döngüsü Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Klinker soğutma ünitesi



Şekil 4. Ön ısıtma- klinker soğutma hava döngüsü [15]

Döner fırın tipik olarak 3-6 m çapında ve 30-60 metre uzunluktadır. Dönüş hızı yaklaşık dakikada 3-5 kez olan fırın döner fırında yoğun ısı, malzemeyi eriten kimyasal ve fiziksel reaksiyonlara neden olur (Şekil 5).



Şekil 5. Döner fırın [8]

Klinker üretimi için fırına beslenen malzemeler SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO ve MgO olmak üzere beş temel oksit içerir. Bu beş ana oksitin hepsi hammadde içinde oksit formunda mevcut değildir. Hammaddelerde doğal olarak sadece SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 bulunur ve kimyasal reaksiyonlarla oluşan CaO ile birleşerek klinker mineralleri oluştururlar [10].

Çimento fabrikalarında kömür gibi fosil yakıtların yanı sıra artan oranlarda plastikler, çamur vb. alternatif yakıtlar kullanılmaktadır. Fosil yakıtlarla karşılaştırıldığı zaman alternatif yakıtların yakılmasında daha yüksek miktarlarda klorürler açığa çıkmaktadır [16]. Fırın beslemede veya yakıtta K_2O , Na_2O , sülfür veya klorür gibi uçucuların miktarı çok yüksek olursa bunlar yanma bölgesinde buharlaşarak ön ısıtıcıda yoğunlaşarak fırının arka tarafında bir döngü oluşmasına neden olur. Bu durum kanallarda birikmelere ve ön ısıtıcı siklonlarının tıkanmasına neden olur. Uçucu bileşenlerin kaçınılmaz olduğu durumlarda fırın gazlarının bir bölümünü ayırmak ve tozları toplamak için fırın besleme yuvasında bir bypass hattı yapılır. Bypass ile klorür kontrolü için fırın gazlarının %1-5'i, diğer uçucuların kontrolü için %10-70'i alınır. Gaz ayırmayla birlikte önemli miktarda ısı kaybı olacağı için minimum miktarda gaz ile maksimum uçucunun ayrılması için bu ayırma noktası çok önemlidir. Konvansiyonel bypass hatlarında büyük hacimlerde toz da oluşmaktadır [17]. Bypass gazlarının soğutulması sırasında gaz içerisindeki klorürler bypass tozu üzerine çöker. Bu yüksek klorür miktarı nedeni ile bypass tozu genellikle çimentoya geri eklenememektedir [16].

III.1.5. Mineral Ekleme

Çimento klinkerine farklı katkı maddeleri ekleyerek farklı türlerde çimento üretmek mümkündür. Çimento üretimi sırasında klinker ile birlikte öğütülerek çimentoyu meydana getiren katkı maddeleri puzolanlar, uçucu küller ve demir cevheridir. Katkı maddeleri ile hazırlanan bazı çimento türleri aşağıda verilmiştir [18];

- Cürufu çimentolar: Çimento klinkerine (%20-80) alçıtaşı ve granüle yüksek fırın cürufu (%80-20) eklenmesiyle elde edilir.
- Harç çimentosu: Çimento klinkerine (en az %40) alçıtaşı ve puzolanik madde (en çok %60) eklenmesiyle elde edilir.
- Traslı çimento: Çimento klinkerine (%80-60) alçıtaşı ve doğal puzolan (%20-40) eklenmesiyle elde edilir.

- Uçucu küllü çimento: Çimento klinkerine (%90-70) alçıtaşı ve yapay puzolan (%10-30) eklenmesiyle elde edilir.
- Süper sülfat çimentosu: Çimento klinkerine (en çok %5) kalsiyum sülfat ve granüle yüksek fırın cürufu (en az %65) eklenmesiyle elde edilir.
- Katkılı çimento: Çimento klinkerine (en az %81) alçıtaşı ve puzolanik madde (en çok %19) eklenmesiyle elde edilir.

Harmanlanmış çimentoya eklenmesi planlanan doğal veya endüstriyel kaynaklı minerallerin ayrı sistemler kullanılarak kurutulması veya öğütülmesi gerekebilir [6].

III.1.6. Çimento Öğütme

Klinkerin bir miktar alçı taşı ve çimento tipine bağlı olarak puzolan, kalker, uçucu kül v.b. gibi katkıları ile karıştırılarak öğütülmesi sonucu çimento elde edilir (Şekil 6). Belirli miktarda alçı taşı katılarak öğütülen klinkere "Portland Çimentosu" denir. İlave katkı katılarak öğütülen ve "katkılı çimento" olarak isimlendirilen çimentolar, katkı cinsi ve miktarına göre (Portland kompoze çimento, Puzolanik çimento, Kompozit çimento vb.) isimlendirilir [19].

Çimentonun öğütülmesinde yaygın olarak bilyalı değirmenler kullanılır. İnce toz halinde öğütülen çimento, silolarda stoklanır. Bu silolardan çimento boşaltma işlemini başlatmak ve sürdürmek için basınçlı hava kullanılmaktadır.

Sadece mineral katkıları ve harmanlanmış çimentoların işlendiği ayrı "öğütme tesisleri" klinker üretim tesisinden ayrı yerlerde kurulabilir [6].



Şekil 6. Çimento değirmeni [9]

III.1.7. Paketleme ve Sevkiyat

Çimento, dökme çimento olarak veya torba içine paketlenerek sevkiyatı gerçekleştirilebilir. Sevkiyat metodu (karayolu, demiryolu, denizyolu gibi) yerel şartlara bağlıdır [6].

III.2. Hazır Beton, Çimento veya Diğer Bağlayıcı Maddeler Kullanılarak Şekillendirilmiş Malzeme, Ön Gerilimli Beton Elemanı, Gaz Beton, Çimento Esaslı Levha ve Benzerlerinin Üretimi

III.2.1. Hazır Beton Üretimi

Hazır beton, agregası (kum, çakıl, kırma taş), bağlayıcı olarak çimento, su ve gerektiğinde kimyasal (akışkanlaştırıcılar, priz geciktiriciler, priz hızlandırıcılar, antifrizler, hava sürükleyici katkıları, su geçirimsizlik katkıları) ve mineral (silis dumanı, uçucu kül, yüksek fırın cürufu, tras) katkı maddelerinin belli bir üretim teknolojisinde karıştırılmasıyla hazırlanan malzemedir. Başlangıçta plastik ya da akıcı kıvamda olan çimento zamanla sertleşerek mukavemet kazanır [20, 21]. Hazır betonunun bileşenleri; %70 oranında agregası, %10 oranında çimento, %20 oranında sudur. Kimyasal veya mineral katkıları kullanılırsa bunların ağırlığı, çimento ağırlığının %5'ini geçmemelidir [20].

Bağlayıcılar arasında en önemlileri yağlı kireç, çeşitli çimento türleri ve alçıdır. Killi topraklar, kireç, puzolanlar (silis ve silis-alümin kökenli malzemeler), pişirilmiş kil bağlayıcılara örnek olarak verilebilir [22].

Hazır beton, bilgisayar kontrolüyle önceden belirlenmiş miktarlarda gerekli malzemelerin bir araya getirilmesiyle kuru sistem veya yaş sistem olmak üzere iki farklı şekilde üretilebilir. Kuru karışımli sistemde agregası ve çimento beton santralinde veya transmikserde karıştırılırken su ve katkı maddesi (eğer eklenecekse) teslimat sırasında eklenerek karıştırılan bir sistemdir. Yaş karışımli sistemde ise bütün beton bileşenleri, beton santralinde karıştırılarak sevk edilir. Bu sistemle hazırlanan hazır betonun en geç iki saat içerisinde kalıba dökülmesi gerekmektedir [20]. Hazır beton üretim tesisi örneği Şekil 7'de verilmiştir.

Hazır beton üretimi sırasında agregaların hazırlanarak depolanması sırasında gürültü ve toz oluşmaktadır. Ayrıca agregası, su, çimento ve katkının karıştırıldığı mikserde de gürültü ile birlikte mikser yıkamadan kaynaklı atıksu oluşmaktadır. Ek olarak transmikserlerin yıkanması ile de atıksu oluşmaktadır. Bu sular çöktürme havuzunda çöktürüldükten sonra elde edilen su transmikserlerin yıkanması gibi işlemlerde tesiste geri kullanılabilir. Havuzlardan alınan çamur ise kurutulduktan sonra tekrar kullanılabilir veya bertaraf edilebilir [23].



Şekil 7. Hazır beton üretimi [24]

III.2.2. Çimento veya Diğer Bağlayıcı Maddeler Kullanılarak Şekillendirilmiş Malzeme Üretimi

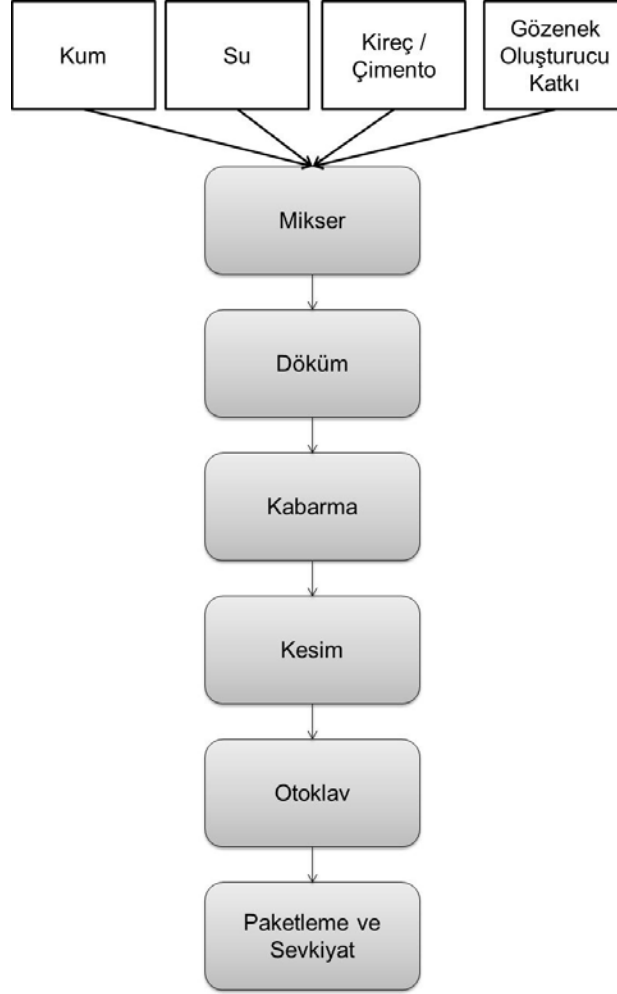
Bağlayıcı maddeler, bağlayıcı özelliği olan ince toz halinde maddeler olup su eklenmesiyle hamur haline gelirler. Zamanla plastikliklerini kaybederek sertleşirler. Karışımın bir süre sonra katılaşmaya başlamasına priz adı verilir. Priz olayının hidrolik bağlayıcılar ve hava bağlayıcılar olmak üzere iki çeşidi vardır. Hidrolik bağlayıcılar hem havada hem suda priz yapma özelliğine sahip olan suda erimeyen bağlayıcılardır (örneğin çimento). Hava bağlayıcılar ise sadece havada priz yapan bağlayıcılardır (örneğin yağlı kireç). Bağlayıcılara alçı, kireç ve puzolanlar (silis ve silis-alümin kökenli malzemeler) örnek olarak verilebilir [25].

III.2.3. Ön Gerilimli Beton Elemanı, Gaz Beton, Çimento Esaslı Levha ve Benzerlerinin Üretimi

Beton, basınç dayanımı yüksek olmakla birlikte çekme dayanımı oldukça düşük olan bir kompozit yapı malzemesidir. Ön gerilimli beton elemanlarında yüksek dayanımlı çelik (öngerme çeliği) belli bir kuvvetle çekilerek bu kuvvet betona aktarılır. Ön germede çeliğin gerilmesi beton dökülmeden önce yapılırken ard germede ise beton dökülüp dayanım kazandıktan sonra çeliğin gerilmesi yapılır. Öngermede ilk olarak çeliğe çekme uygulanarak gerilir ve kilitletir. Daha sonra beton dökülür. Betonun yeterli dayanım kazanmasının ardından öngerme çeliği kesilir ve çeliğin eski haline dönmeyi istemesiyle çelikte varolan gerilme betona aktarılmış olur [26].

Gaz beton, silika (kum veya geri dönüştürülmüş uçucu kül), alçı taşı, çimento, genişleme ajanı ve sudan oluşan gözenekli bir hafif betondur [27, 28]. Gaz beton üretiminde çoğu diğer beton uygulamalarından farklı olarak kumdan daha büyük agrega kullanılmaz. Kuvars kumu, kalsine alçıtaşı, kireç (mineral) ve/veya çimento ve su bağlayıcı madde olarak kullanılır. Alüminyum tozu önceden belirlenmiş yoğunluğa bağlı olarak hacim %0.05-0.08 oranında (hacim) kullanılır. Gaz beton üretim süreçleri Şekil 8'de gösterilmiştir.

Gaz betonun karıştırılıp dökülmesi sırasında hafif olması (beton ağırlığının %20'si) ve termal özelliklere sahip olmasını sağlayan birkaç kimyasal reaksiyon gerçekleşir. Alüminyum tozu hidrojen oluşturmak için kalsiyum hidroksit ve su ile reaksiyona girer. Hidrojen gazı köpükleşir ve çap olarak 3 mm'ye kadar gaz kabarcıkları oluşturarak karışımın hacmini ikiye katlar. Köpükleşme sürecinin sonunda hidrojen atmosfere karışır ve yerini hava alır. Bu malzeme, kalıplardan çıkarıldığında katı halde fakat hala yumuşaktır. Daha sonra bloklar halinde ya da paneller halinde kesilir ve 12 saat boyunca otoklavlanır. Bu buhar basınçlı sertleştirme işlemi sırasında sıcaklık 190°C'ye ve basınç 8 - 12 bar'a ulaştığında kuartz, kalsiyum hidroksit ile reaksiyona girerek kalsiyum silikat hidrat oluşturur. Bu da gaz betona yüksek mukavemet kazandırır. Otoklavlama işleminden sonra, gazbeton paketlenerek sevkedilir (Şekil 8). Yoğunluğuna bağlı olarak, gaz beton bloğunun hacminin % 80'ine kadarını hava oluşturur. Gazbeton, normal betonun basınç dayanımının yaklaşık % 50 fazlasına (8 Mpa) kadar yük taşıyabilir [28, 29].



Şekil 8. Gaz beton üretim süreçleri [30]

Çimento esaslı levhalar çimento, su ve güçlendirici lifler veya taneciklerin karışımından üretilmektedir. Elde edilen karışım levhalar veya sürekli tabakalar halinde üretilerek istenilen ebatlarda kesilir. Dört ana tipte çimento esaslı levha bulunmaktadır: çimentolu lif levha (fiber cement board, FCB), çimetolu yonga levha (cement bonded particle board, CBPB), çimentolu odun yünü levha (wood wool cement board, WWCB) ve çimentolu odun teli levha (wood strand cement board, WSCB) [31, 32]. Bu levhaların resimleri Şekil 9'da gösterilmektedir.

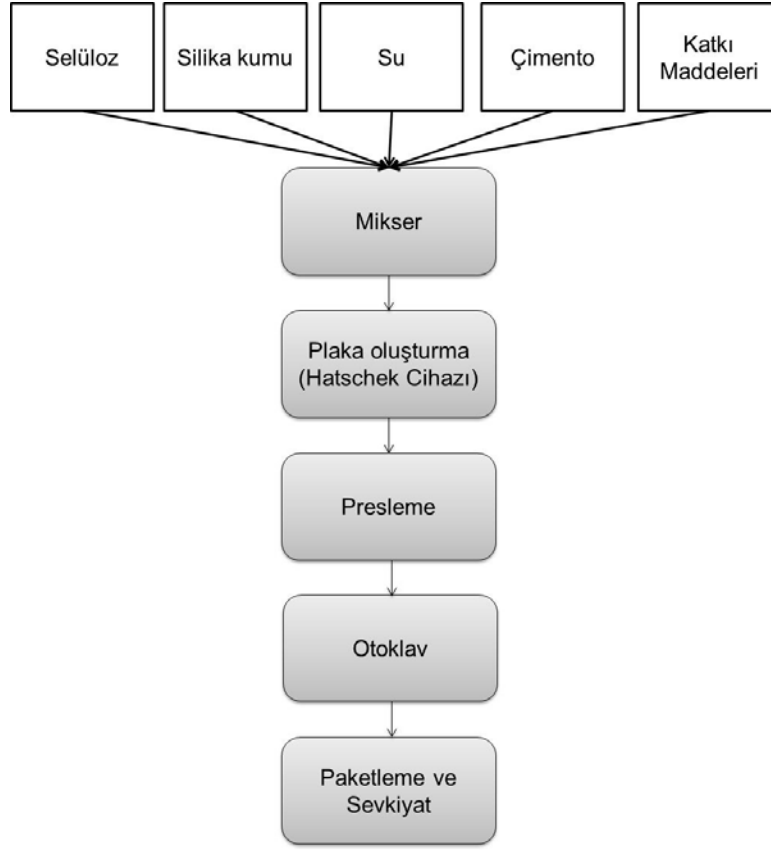


Şekil 9. Çimento esaslı levhalar (a) FCB, (b) CBPB, (c) WWCB [33-35]

FCB, ana hammaddesi çimento, selüloz elyafları ve sudan oluşan bir yapı malzemesidir. En önemli özelliği kırılmaya karşı dayanımı olan FCB, çatı, duvar, döşeme ve dekoratif uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır [36].

Yıllarca FCB üretiminde fiber olarak asbest kullanılmış olmasına rağmen asbestin sağlığa olan etkileri nedeni ile günümüzde kullanılmamaktadır [37]. En sık kullanılan güçlendirici fiberler organik fiberler (akrilik, polivinil alkol, poliolefin), doğal selüloz (sert ve yumuşak ağaç hamurları) ve inorganik fiberlerdir (alkali şartlara dayanıklı cam ve karbon gibi) [38].

FCB üretiminde kullanılan en yaygın metod Hatscheck prosesidir. Bu prosesle FCB üretiminde ilk olarak fiberler sıcak ve alkali suda (pH 11-12.5) hamurlaştırılırlar. Daha sonra bu hamura çimento, silika kumu ve diğer katkıları eklenir. Çimento ve fiber karışımı vakumla susuzlaştırılarak plaka oluşturma rulosuna aktarılır (Hatschek cihazı). İstenilen kalınlığa ulaşıncaya kadar bu işlem tekrar edilerek çok tabakalı plakalar oluşturulmaktadır. Levha haline getirilen kompozit çimento ve silika reaksiyonunu arttırmak için yüksek ısı ve basıncın kullanıldığı otoklavlarda sertleştirilir (Şekil 10) [39, 40].



Şekil 10. FCB üretim süreçleri [41]

WWCB üretiminde ise ilk olarak kuru odunların kabukları soyularak yongalama makinesinde yünlendirme işlemi uygulanır. Elde edilen odun yünü, silolarda nemlendirildikten ve %2-4 sodyum silikat çözeltisine daldırıldıktan sonra kauçuk silindirlerden geçirilerek fazla sıvı alınır. Sertleştirilen odun yünü konveyör bantla karıştırıcıya aktarılır. Sertleştirilmiş ıslak odun yünü ve kuru çimento yatay karıştırıcıda sürekli karıştırılır. Elde edilen homojen karışım kalıp levhaların üzerine serilerek ön sıkıştırma presine gönderilir. Devamında bağları arttırmak presleme işlemi uygulanmaktadır. Bu işlem aynı zamanda odun liflerinin kısmen kırılmasıyla nem direncinin artmasını da sağlar. Levhaların preslemesinde soğuk ve sıcak pres olmak üzere iki yöntem uygulanabilmektedir. Soğuk preste levhalar 10-20 adet bloklar halinde preste sıkıştırılarak 1 gün boyunca baskı altında bekletilir. Sıcak preste ise CO₂ enjeksiyonu altında yaklaşık 10 dakika boyunca basınç altında preslenir. Elde edilen levhalar 2-3 hafta boyunca tam sertleşmenin sağlanması için bekletilir [31, 32].

CBPB üretiminde ilk olarak kabukları soyulan ağaçlar çeşitli boyutlarda kıymık haline getirilir. Bu kıymıklar ince değirmenden geçirilerek homojenize edilir. Eleme ünitesinden ayrılan kıymıklar karışım ünitesinde çimento, kimyevi maddeler ve su ile karıştırılır. Bu karışım pres ünitesinde levha haline getirildikten sonra stapel vasıtası ile paket haline getirilmek üzere germe kafesine alınır. Gerilme ölçeğine göre presle sıkıştırılan levha paketleri ısı tesiri ile sertleştirilmek üzere donma ve sertleşme ünitesine koyulur. Daha sonra olgunlaşma depolarında dinlendirilerek nihai sertliğe ulaşırlar [42].

WSCB yöntemi ile çimento esaslı panel üretimi, dünya çapında 6 adet üretici ile (2014 yılında) pek yaygın değildir. WSCB yönteminde kullanılan karışım WWCB yönteminde kullanılan karışıma benzer şekilde odun lifleri, çimento, su ve çeşitli katkı maddelerinden oluşmaktadır. WSCB yönteminde

kullanılan odun lifleri WWCB yönteminde kullanılanlardan daha incedir. WSCB yöntemi ile çimento üretiminin WWCB yöntemiyle neredeyse aynı olmasına rağmen temel fark bu yöntemde daha yüksek yoğunluk elde etmek için ek preslemeye ihtiyaç duyulmasıdır [31].

Presleme işlemi uygulanan proseslerde çimentolu karışımlara basınç uygulanırken karışımın içindeki su da giderilmektedir. Bu nedenle, bu işlemlerde arıtılarak sistemde yeniden kullanılması veya uygun şartlarda deşarj edilmesi gereken bir proses suyu oluşmaktadır.

Yüksek sıcaklık ve basınç altında çalışan otoklavlarda gerekli olan buhar, farklı yakıtların kullanıldığı kazanlardan elde edilmektedir. Bu nedenle, kullanılan yakıta bağlı olarak baca gazı emisyonları ve kül açığa çıkmaktadır. Doğal gaz kullanıldığında bu etkiler söz konusu olmazken, kömür ve fuel-oil kullanıldığında her iki açıdan da etki söz konusu olmaktadır.

III.3. Asfalt Plant Tesisleri

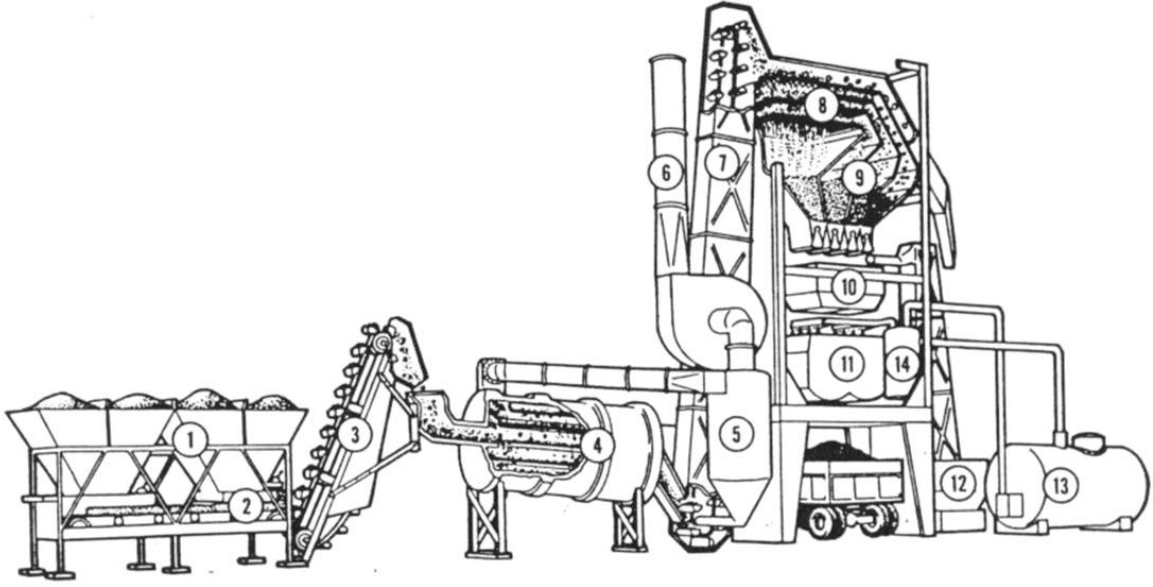
Asfalt 145-160°C sıcaklıkta kurutulmuş ve ısıtılmış yaklaşık %95 agregaya ile yine aynı sıcaklıkta yaklaşık %5 oranında bağlayıcı (bitüm) karıştırılarak üretilir [43]. Asfalt, harman (batch) ve drum-mix olmak üzere iki yöntemle üretilmektedir.

III.3.1. Harman Tipi Plant

Harman tipi plantte soğuk agregaya depolarındaki agregalar (Şekil 11-1) soğuk besleme kapaklarından (Şekil 11-2) eğik bant (Şekil 11-3) yardımıyla döner kurutucuya (Şekil 11-4) aktarılır. Döner kurutucuda agregalar brülörün yardımıyla 160-165°C'ye ısıtılarak kurutulur. Döner kurutucuda oluşan toz, toz toplayıcılarda toplanır (Şekil 11-5), hava ise filtrelenerek bacadan (Şekil 11-6) dışarı verilir. Isıtılarak kurutulan agregalar sıcak taşıyıcı sistemlerle (Şekil 11-7) eleğe (Şekil 11-8) aktarılır. Isıtılmış agregalar elekte ebatlarına göre ayrılarak ayrı bölümlerde (Şekil 11-9) depolanır. Karışım oranlarına göre farklı ebatlardaki agregalar tartılarak (Şekil 11-10) mikser (Şekil 11-11) alınır. Eğer kullanılacaksa mineral dolgu malzemesi de eş zamanlı olarak mineral dolgu deposundan (Şekil 11-12) tartılarak mikser eklenir. Sıcak bağlayıcı (bitüm) (Şekil 11-13) de yine agregaya ve dolgu malzemesi ile eş zamanlı olarak tartılarak (Şekil 11-14) mikser alınır. Mikserde agregaya, dolgu malzemesi ve bitüm karıştırılarak asfalt üretilir. Üretilen asfalt bekleyen nakliye aracına veya sıcak silolara alınır [44, 45].

III.3.2. Drum-Miks Tipi Plant

Drum-miks tipi plantte asfalt üretimi harman tipi plantte göre daha basittir. Drum-miks tipi plantin harman tipi plantten farkı, burada yer alan döner kurutucuda agregaya ısıtılarak kurutulurken aynı zamanda bitüm ile de karıştırılmaktadır. Drum-miks tipi plantte elek, sıcak depo, tartım bunker ve mikser yoktur (Şekil 12).



Şekil 11. Harman tipi plant tesisi şematik gösterimi [45]

Soğuk beslemede tartılan agrega kurutulmak için döner kurutucuya alınırken bağlayıcı da (bitüm) kurutucuya alınır. Kurutucunun dönmesi agrega ve bitümin karışmasını sağlar. Kurutucuda oluşan asfalt silolara aktarılaraq buradan nakliye aracına yüklenir [45]



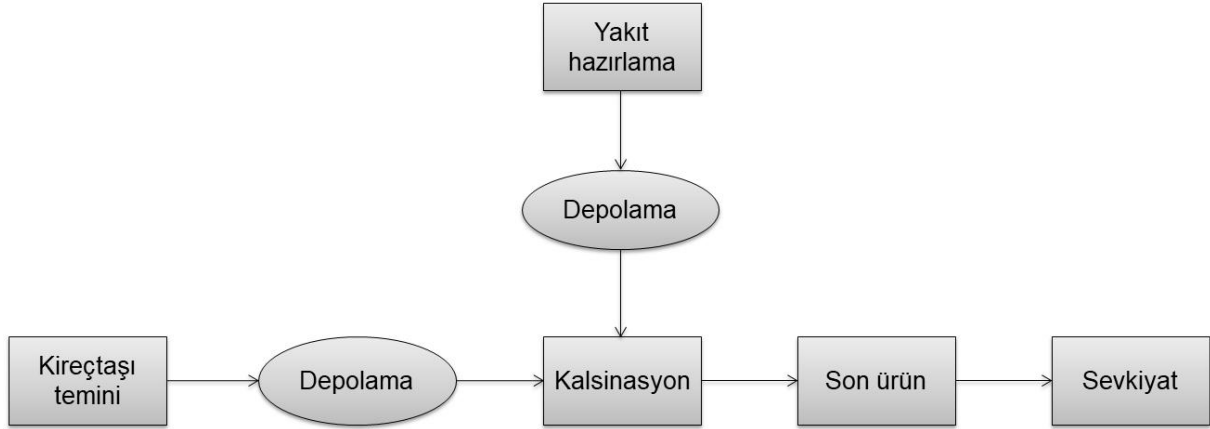
Şekil 12. Drum-miks tipi plant [45]

III.4. Kireç ve Alçı Fabrikaları

III.4.1. Kireç Üretimi

Kireç hazırlama işlemi, 900 – 1500°C arasındaki sıcaklıkta kalsiyum ve/veya magnezyum karbonatın kalsinasyonu ile oluşur. Kireç üretimi işlemleri aşağıdaki temel aşamalardan oluşur (Şekil 13) [4];

- Kireçtaşı temini,
- Depolama,
- Yakıt hazırlığı ve depolanması,
- Kalsinasyon,
- Sönmemiş kireç işleme,
- Sönmemiş kireç hidratasyonu ve söndürme,
- Depolama, taşıma ve sevkiyat.



Şekil 13. Kireç üretim süreçleri [4, 46]

Kireçtaşı, çok sayıda tortul kayayı kapsayan genel bir terimdir. Kireçtaşı, kalsit (CaCO_3), aragonit (kalsitten farklı bir kristal yapıya sahip CaCO_3), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ve manyezit (MgCO_3) olmak üzere dört minerali içerebilir [46]. Kireçtaşı, genellikle kireç fabrikasına yakın taş ocaklarından çıkarılmakla birlikte bazı durumlarda deniz dibinin taranması veya yeraltı madenciliği ile de çıkarılabilir [4].

Kireç üretiminde ilk olarak kireç birincil ve ikincil kırıcılarla küçük parçalara kırılır. Tanecik boyut dağılımı fırın şartlarına uygun olarak belirlenir. Bazen silika, kil ve çok ince kireç taşı parçacıkları gibi doğal safsızlıkları temizlemek için yıkama yapılır. Yıkama taşlar arasında boş alan kalmasını sağlar. Böylece yanma sırasında hava sirkülasyonu meydana gelir ve elektrik enerjisinden tasarruf sağlanır [4].

Yakıt, kireci kalsine etmek için gerekli enerjiyi sağlamak için kullanılır. Fırınlarda katı (örn. kömür), sıvı (örn. fuel oil) ve gaz (örn. doğal gaz) olmak üzere birçok farklı yakıt kullanılabilir. Bazen odun, kullanılmış lastik, plastikler, vb. yakıtlar kullanılabilir [4].

Kireç taşı yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında kireç (CaO) oluşumu ve karbondioksit gazı (CO₂) emisyonu ile sonuçlanan kimyasal bir bozunuma uğrar. Kireç taşının kireç haline getirilmesi için, karbonatların ayrışma sıcaklığına kadar ısıtılması ve bu sıcaklığın belli bir süre muhafaza edilmesi gerekmektedir. Ayrışma sıcaklığı, yakılan kireç taşının türüne bağlı olarak değişir. Örneğin, kalsit, 898°C'de ayrışırken, magnezyum karbonat 402 - 480°C'de ayrışmaktadır. Bu işlem geri dönüşümlü bir kimyasal reaksiyon olduğu için, kalsinasyon sonucu çıkan karbon dioksit, rekarbonasyonu önlemek için uzaklaştırılmalıdır [46].

Kireç, sönmemiş kireç, sönmüş kireç ve ısıya dayanıklı kireç olmak üzere üç temel kategoride üretilmektedir. Kalsinasyon sonucu oluşan kireç, sönmemiş kireçtir. Sönmüş kireç, sönmemiş kirece yavaşça su ilave edilmesiyle elde edilir. Bu işlemde çıkan gaz, buhar ve kireç parçacıkları içerir. Bu gaz tekrar fırına gönderilmeli veya filtrelenerek dışarı verilmelidir [46].

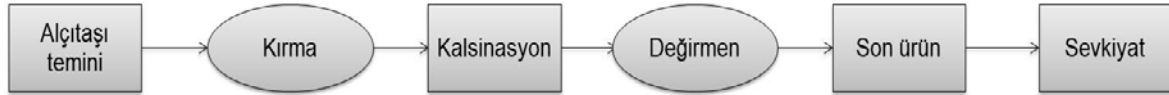
Sönmemiş kireç, havayla sönmelerini önlemek için kuru şartlarda depolanmalıdır. Sönmemiş kirecin suyla karışması sırasında ısı ve genişleme meydana geldiği için suyun tamamen uzaklaştırılmasına özen gösterilmelidir.

Sönmüş kireç atmosferdeki karbon dioksiti absorblayarak kalsiyum karbonat ve su oluşturur. Bu nedenle, kuru, hava akımının olmadığı koşullarda depolanmalıdır [46].

III.4.2. Alçı Üretimi

Alçı, alçıtaşının (CaSO₄.2H₂O) fırınlanıp öğütüldükten sonra ihtiyaca göre çeşitli kimyasal katkıları eklenmesiyle hazırlanır. Alçı üretimi işlemleri aşağıdaki temel aşamalardan oluşur [47] (Şekil 14);

- Alçıtaşı temini,
- Depolama,
- Kalsinasyon,
- Öğütme,
- Paketleme



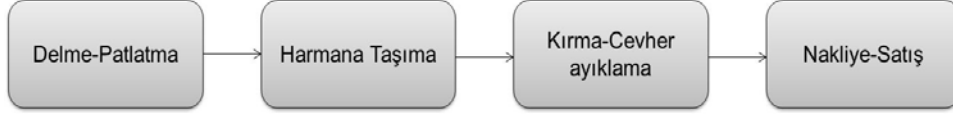
Şekil 14. Alçı üretim aşamaları

Alçı üretiminde ilk olarak alçıtaşı kırılarak küçük parçalara ayrılır. Devamında atmosfer basıncı altında ortalama 160°C sıcaklıkta fırınlanarak dehidratasyona uğrar. Fırından çıkan alçı kurutulmuş ve öğütülür. İstenilen son ürün özelliklerine göre katkı maddeleriyle karıştırılan alçı paketlenerek sevkedilir.

Çimento ve kireç üretiminde 900 – 1300°C sıcaklığa ihtiyaç duyulurken, alçı ortalama 120 – 190°C'de üretilmektedir [47, 48]. Alçı üretiminde uygulanan sıcaklığa bağlı olarak farklı özellikler gösterir. Alçı üretimi sırasında uygulanan sıcaklık 200 °C'nin üzerine çıkarsa alçıtaşı bünyesindeki bütün suyu kaybederek anhidrit (CaSO₄) haline gelir. Anhidrit bağlayıcı özelliği olmayan bir maddedir [48].

III.5. Manyezit İşleme

Manyezit çimento sanayii, ilaç endüstrisi, boya üretimi gibi çok yaygın kullanım alanına sahip bir magnezyum karbonat mineralidir. Manyezit işlemede, delme-patlatma ile elde edilen tüvenan kırılıp ayıklanarak iki ya da üç kademeli triyaj işleminden sonra satılmaktadır [49] (Şekil 15).



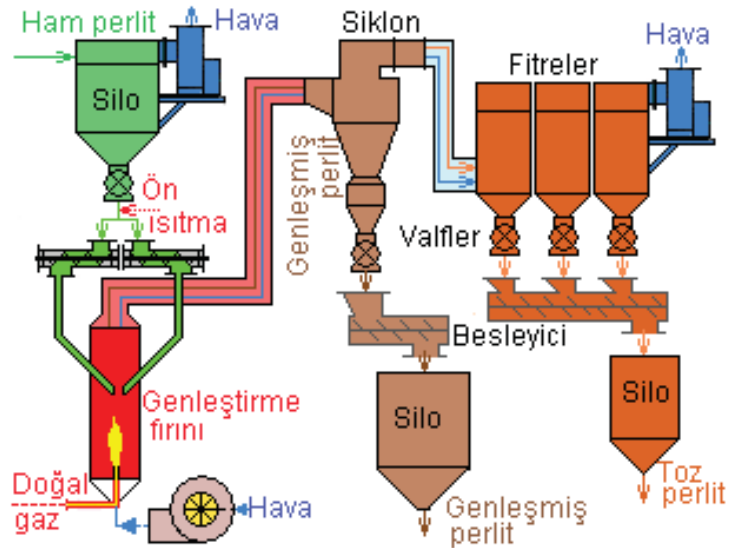
Şekil 15. Manyezit üretim aşamaları

III.6. Perlit ve Benzeri Maden Genleştirme Tesisleri

Perlit, uygun sıcaklığa hızla ısıtıldığı zaman gözenekli bir hale genişleyen bir kayadır. Hem ham ürün hem de genişmesi ile elde edilen ürün "perlit" olarak isimlendirilmektedir.

Ham perlit 750-1200 C° arasında bir sıcaklığa ani olarak ısıtıldığında içindeki suyun buhar olarak çıkmasıyla genişerek camsı tanelerden oluşan bir köpük agregasına dönüşür. Genleşen perlitin hacmi 5-30 kat artar [50, 51]. Genleşen perlit inşaat sektörü, tarım sektörü ve endüstride kullanılmaktadır [50-52].

Perlit cevheri kırma-patlatma ile çıkarıldıktan sonra kırma, öğütme, eleme, boyutlandırma işlemleri yapılmaktadır. Öğütülerek boyutlandırılmış olan perlite ilk olarak ön ısıtma uygulanır. Ön ısıtma sıcaklığı yaklaşık 400°C'dir. Ön ısıtma sonrasında 700 – 1200°C arasında bir sıcaklığa hızla ısıtılarak içindeki suyun buharlaşarak çıkması sağlanır. Bu aşamada perlit genişleyerek hacmi 4 – 30 kat artmaktadır. Genleşme sonrasında perlit, intümesens adı verilen çok gözenekli ve camsı bir yapıya dönüşür. Genleştirilmiş perlit siklonlarında oluşan toz toplanarak üretime geri döndürülebilir, hava ise filtrelenerek dışarı verilmelidir. Perlit genleştirme aşamaları Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. Perlit genleştirme aşamaları [52]

III.7. Yardımcı İşletmeler

Aşağıda ele alınan yardımcı işletmeler, bu kılavuzda ele alınan sektörler için farklılık gösterebilir. Örneğin; buhar üretimi gereken gaz beton ve FCB üretim tesislerinde buhar üretimine yönelik kazanlar ve su yumuşatma tesisleri bulunurken, manyezit işlemede ya da enerji üretimi yapılmayan çimento ve kireç üretiminde bulunmamaktadır.

III.7.1. Kompresör Dairesi

Çimento fabrikalarında üretilen çimentoyu depolamak için boşaltma hunisi olan tek hücreli silolar, merkezi konili tek hücreli silolar, çok hücreli silolar, merkezi konili kubbe silolar kullanılmaktadır. Bu silolardan çimento boşaltma işlemini başlatmak ve sürdürmek için basınçlı hava kullanılmaktadır. Ayrıca baca gazı kontrolü için kullanılan torba filtrelerde de basınçlı hava kullanılmaktadır. Bu ve benzeri kullanımlar için çimento üretiminde ihtiyaç duyulan basınçlı hava, kompresör odasındaki kompresörler tarafından üretilir. Basınçlı hava üretimi için kullanılacak olan kompresörler en son ve verimli teknolojiye sahip olan ürünlerden seçilerek yürürlükteki gürültü emisyon değerlerinin altında bir çalışma sağlanmalıdır.

III.7.2. Enerji Üretim Tesisleri

Çimento fabrikalarında ortaya çıkan atık ısı "Atık Isı Geri Kazanımı" (WHR) sistemleri ile elektrik enerjisine dönüştürülebilir. WHR sisteminde ön ısıtma kulelerine entegre edilen kazanlar "SP kazanlar" ve klinker soğutma ünitelerine entegre edilen ve soğutma prosesinden kaynaklanan atık sıcak gazları kullanarak buhar üreten kazanlar ise "AQC kazanlar" olarak adlandırılmaktadır.

WHR sisteminde atık gazların enerjisinden faydalanarak buhar kazanlarında buhar üretilir. Daha sonra türbine gönderilen bu buhardan jeneratör yardımı ile elektrik enerjisi elde edilir. Türbinde elde edilen soğuk su ise tekrar sistemde kullanılabilir [53].

III.7.3. Kömür Değirmeni

Çimento fırını için gerekli ısı alev borusu vasıtasıyla toz kömürden elde edilmektedir. Kömür değirmeni, çalışma prensibi farin değirmenine benzeyen bir değirmendir. Değirmene giren yaş kömür ön ısıtıcıdan çıkan sıcak gazlarla kurutulurken istenilen inceliğe göre öğütülür. Kömür değirmenlerinde genellikle havalı bilyalı değirmenler kullanılmaktadır [8, 11].

III.7.4. Katkı Kırıcı

Demir cevheri, alçı, tras, kalker, cüruf v.b. hammadde ve katkı malzemelerinin kırılması için kullanılan bir kırıcıdır. Kırılma işleminden sonra bu malzemeler uygun stokhollere nakledilmektedir [11].

III.7.5. Alternatif Yakıt

Ülkemizde çimento fabrikalarında kullanılan alternatif yakıtlar genel olarak; ATY, ahşap, tekstil, plastik gibi bileşenler içeren çeşitli evsel veya endüstriyel atıklar, farklı türlerde uygun kalorifik değere sahip arıtma çamurları, atık yağlar, sintine atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler ve solventlerdir. ATY, ön işlem tesislerinde fiziksel ayrıştırma, sınıflama, boyut küçültme, kurutma gibi işlemlerle üretilir. ATY'nin kalorifik değerinin 2500 kcal/kg'dan büyük, tane boyutunun 50 mm'den küçük, nem oranının %35'ten

az, klor içeriğinin %1'den az, civa içeriğinin 330 µg/MJ'dan az, ağır metal toplamının 2500 mg/MJ'dan az, poliklorlu bifenil (PCB) içeriğinin 5 ppm'den az ve solvent içeriğinin %15'ten az olması gerekmektedir. Atıkların ek yakıt olarak kullanılabilmesi için atık besleme miktarının (atık yağ, sıvı yakıt atıkları, ömrünü tamamlamış lastikler ve kurutulmuş arıtma çamurları hariç) 5000 ton/yıl'ın altında olması gerekmektedir [54].

Çimento fabrikalarında atıkların ek yakıt olarak kullanılması durumunda bu atıkların depolanması, hazırlanması, sevkiyatı ve yakıt olarak fırınlara beslenmesi, ilgili yönetmelik hükümlerine göre yapılmalıdır [55].

III.7.6. Su Yumuşatma Tesisleri

Enerji üretimi yapan çimento fabrikalarında kullanılan kazan suları için gereken yumuşak su ihtiyacının karşılanması amacıyla su arıtma tesisleri işletilmektedir. Bu tesislerde farklı prosesler uygulanması ihtimali söz konusu olmakla birlikte, genellikle iyon değiştirme ve ters ozmoz proseslerinden ibaret arıtma uygulanmaktadır.

İyon Değiştirme

İyon değiştirme prosesinde, suda bulunan sertlik yapıcı Ca ve Mg iyonları, suyun reçine dolu kolonlardan geçirilmesi ile reçine üzerinde tutulur. Reçinenin iyon değiştirme kapasitesi tükendiğinde, rejenere edilmesi gerekir. Rejenerasyon amacıyla, kolonlardan gerektiği kadar tuz çözeltisi geçirilir ve ardından kolonlar yumuşak su ile yıkanır. Dolayısıyla, iyon değiştiriciler; atık tuz çözeltisi ve atık yıkama suları olmak üzere iki tip atıksu üretir. Ayrıca, kullanım ömrü dolduğunda atık reçine şeklinde katı atık da üretilir.

Ters Ozmoz Tesisleri

Ters ozmozda, yoğunluğu fazla olan sert su içerisinde bulunan mineraller, tuzlar ve organik maddeler, membranın bir tarafında bırakılarak diğer tarafa, yoğunluğu daha az, tuzlar ve minerallerden arındırılmış yumuşak sıvı geçirilir. Pratikte, sisteme verilen sert suyun, sadece belli bir yüzdesi membranı geçebilir ve geride içinde mineraller, tuzlar ve organik maddelerin biriktiği yoğunluğu çok daha fazla olan, uygun bir şekilde bertaraf edilmesi gereken konsantre kalır.

Konsantrasyon polarizasyonu olarak bilinen polarize olmuş moleküllerin membran üzerinde birikerek daha fazla akışa geçiş vermemesi, tıkanma sorununun önüne geçilmesi için membranların periyodik olarak basınç altında temiz su ile ve daha seyrek aralıkla kimyasallarla yıkanması gerekir [56]. Dolayısıyla, bu yıkanma süreçleri, bertaraf edilmesi gereken atıksular üretmektedir

IV. ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER

IV.1. Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması

IV.1.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Arazinin inşaat amacıyla düzenlenmesi sırasında, toprak profilinin bozulması ve geçici olarak arazinin kullanım amacının değişikliği,
- Bitki örtüsünün sıyrılması, vb. nedenlerle oluşan toprak erozyonu, dik arazilerde toprak kayması ve heyelanlar,
- Humus katmanının sıyrılarak uzaklaştırılması sonrasında toprağın bozulması,
- İnşaat alanında faaliyet gösteren araç ve ekipmanların temizlenmesi, yağlanması ve yakıt ikmali sırasında yakıt ve yağların kazara dökülmesine bağlı kirlilik,
- İnşaat alanında kimyasalların kazara dökülmesi ve kontrolsüz depolanmış atıklardan kaynaklanan toprak kirliliği,

Alınması Gereken Önlemler

Toprak bozulmalarını ve erozyonunu azaltmak için:

- Doğal bitki örtüsü ile yeniden bitkilendirme amacı ile üst toprak ayrı yığınlar halinde çıkartılıp saklanmalıdır.
- Bitki örtüsü ve toprak, eşyükselti eğrilerine paralel olacak şekilde, yüksek kottan başlanarak sıyrılmalıdır.
- Zemine olan etkileri en aza indirmek için, tesviye işlemleri için uygun makinalar kullanılmalıdır.
- Büyük ölçekli kazı işlerinin yağışlı mevsimlerde yürütülmesi mümkün olduğunca kısıtlanmalıdır.
- Yağmur suyunu yönlendirmek için inşaat alanında drenaj çalışması yapılmalı ve mümkünse çöktürme yolu ile silt yüklemesi azaltılmalıdır.
- Özellikle yamaçlar gibi erozyona yatkın alanlar olmak üzere çalışma sahasında yeniden bitkilendirme çalışmaları yürütülmelidir.

İnşaat alanında kaza ve sızıntı kaynaklı toprak kirliliğini azaltmak için:

- İnşaat faaliyetlerinde kullanılan ekipman ve araçlar için geçirimsiz yüzeyli park alanı teşkil edilmelidir.
- Araç ve ekipmanların bakım, temizlik ve yakıt doldurulma işlemleri, sızıntıların önlenmesi için gerekli tedbirlerin alındığı (örn: geçirimsiz yüzey, yağ tutucu, çöktürme tankı) atölye veya sahalarda yapılmalıdır.
- Yağ, yakıt ve kimyasallar sızdırmaz zemini ve kısıtlı erişimi olan uygun depolama alanlarında saklanmalıdır.
- Akaryakıt tankları sızdırmaz olmalı ve geçirimsiz yüzey üzerine teşkil edilmelidir. Kazara bir sızma durumu için emici malzemeler ve yangın müdahale ekipmanları hazır bulundurulmalıdır.

- İnşaat ve taşıma ekipmanlarının düzenli olarak bakımı yapılmalıdır.
- Ekipmanlar ve kontamine toprak için temizleme prosedürleri önceden hazırlanmış olmalıdır.
- Altyapılarda, zeminin korozif ve bozucu yapısından kaynaklı bozulmaları önlemek için, uygun inşaat malzemeleri seçilmeli ve yine uygun yapım prosedürleri takip edilmelidir.

IV.1.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

- İnşaat çalışmalarında kullanılacak araç ve ekipmanların, çevrede bulunan işçileri, yöre halkını ve hayvanları etkileyebilen gürültüye neden olması,
- Taş ve kaya çıkarma, yapı temellerinin oluşturulması, kazık çakma ve özellikle bozuk zemin üzerindeki kamyon trafiği gibi faaliyetlerin neden olduğu titreşim sebebiyle:
 - Binalarda değişik derecelerde yüzeysel ve/veya yapısal hasarlar oluşması,
 - İnsanlar üzerinde rahatsızlığa veya huzursuzluğa neden olması veya daha yüksek seviyelerde, çalışma becerisini etkilenmesi.

Alınması Gereken Önlemler

- Kullanılacak makine ve ekipmanların bakımları zamanında ve düzenli olarak yapılmalıdır.
- Güzergah üzerindeki inşaat faaliyetlerinin programı etkileri azaltacak şekilde hazırlanmalıdır.
- Konut trafiğini ve yerleşim alanlarındaki geçiş sıklığını sınırlayacak şekilde düzenlemeler yapılmalıdır.
- Yerleşim alanlarından geçen kamyonlar için hız sınırına ve tonaja uyulması sağlanmalıdır.
- Gereken yerlerde geçici ses izolasyon bariyerleri kullanılmalıdır.

IV.1.3. Hava Kalitesi

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Toprak hafriyatı, kazı çalışması, ulaşım trafiği, asfalt ve beton hazırlama tesisleri, malzemelerin yüklenmesi ve boşaltılması, vb. kaynaklı toz oluşumu,
- Nakliye ve inşaat için kullanılan araç ve ekipmanların neden olduğu hava kirletici emisyonları (partikül madde, NO_x, hidrokarbonlar, CO vb.).

Alınması Gereken Önlemler

- Özellikle kuru mevsimlerde, inşaat alanları arazöz ile ıslatılarak toz oluşumu engellenmelidir.
- Kazı malzemesinin taşınması sırasında periyodik olarak su püskürtülmelidir.
- Kazı fazlası malzemeyi taşıyacak kamyonların üzeri branda ile örtülmelidir.
- İnşaat sahasını terk ederken kamyonların tekerlekleri yıkanmalıdır.
- Ulaşım yolları günlük olarak temizlenmelidir.
- Araç ve inşaat ekipmanları düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımları yapılmalıdır.
- Araçların ve inşaat ekipmanlarının yola elverişliliği kontrol edilmelidir.

IV.1.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyo-ekonomik etkiler

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Yerel halkın, yerleşim bölgelerinde geçen inşaat malzemesi nakliye araçlarından rahatsızlık duyması ve kaza riski,
- İnşaat alanında iş sağlığı ve güvenlik sorunları.

Alınması Gereken Önlemler

- Yol güzergahlarının mümkün olduğunca yerleşim bölgelerinden geçmesi engellenmelidir.
- Çalışan personel için işyeri sağlık riskleri azaltılmalıdır.
- Yerel halka yönelik sağlık riskleri azaltılmalıdır.
- İnşaat araç ve ekipmanları için kesin bir güzergah belirlenmeli ve çalışma saatlerine kesin olarak uyulması sağlanmalıdır.
- Servis yolları veya inşaat döneminde kullanılan yolların yakınındaki yerleşimlerde düzenli bilgilendirme toplantıları yapılarak; yerel halk, yürütülmekte olan çalışmalar ve alınması gereken önlemler hakkında bilgilendirilmelidir.

IV.1.5. Yüzey ve Yeraltı Sularına Etkiler

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Yüzeysel su kaynaklarının, şantiye sahası ve çalışma alanından gelen ve uygun olmayan depolama koşulları sebebiyle tehlikeli madde, yakıt, yağ ve atık içeren yağmur suları ile kirlenmesi,
- Uygun olmayan depolama koşulları, yakıt doldurma veya taşıma işlemleri sırasında kaza sonucu oluşan dökülmeler (örn: mazot ve yağ) ile yeraltı suyunun kontamine olması,
- Şantiye tesislerinden kaynaklanan evsel atıksular,
- Hafriyat çalışmaları nedeniyle yeraltı suyu seviyesinde bozulma.

Alınması Gereken Önlemler

- İnşaat malzemeleri, tehlikeli maddeler, yakıt, yağ ve atıkları uygun depolama alanlarında saklanmalı, depolanması ve taşınması için prosedürler oluşturulmalıdır.
- Akaryakıt tankları sızdırmaz olmalı ve geçirimsiz yüzey üzerine teşkil edilmelidir. Acil durumlar için emici malzemeler ve yangın müdahale ekipmanları hazır bulundurulmalıdır.
- Araç ve ekipmanların bakım, temizlik ve yakıt doldurulma işlemleri, sızıntıların önlenmesi için gerekli tedbirlerin alındığı (örn: geçirimsiz yüzey, yağ tutucu, çöktürme tankı) atölye veya sahalarda yapılmalıdır.
- İnşaat malzeme stoklarının üzeri branda veya benzeri bir malzeme ile örtülmelidir.
- Kaza, bozulma, sızıntı, vb. olaylar için acil durum prosedürleri ve müdahale planları önceden hazırlanmış olmalıdır.
- Yakın çevrede kanal bağlantısı mevcut değilse, şantiye içerisine evsel atıksu arıtma tesisi teşkil edilmelidir.
- Yeraltı suyu çıkışı var ise, güvenli bir şekilde pompalanarak drene edilmelidir.

IV.1.6. Peyzaj ve Korunan Alanlar Üzerine Etkiler

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Rekreasyon alanı, turizm bölgesi, yerleşim alanı, vb. gibi bölgelerde oluşan görsel rahatsızlık,
- Araçların neden olduğu titreşimler nedeniyle inşa edilmiş çevrenin hasar görmesi.

Alınması Gereken Önlemler

- Yollara yakın alanlara görüntü perdesi olarak ağaç dikilmelidir.
- Araçların geçiş yolları belirlenirken, kültürel ve arkeolojik sahaların yakınından geçen güzergahlardan mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır.

IV.1.7. Atıklar

Oluşması Muhtemel Etkiler

Hazırlık ve inşaat aşamasındaki faaliyetlerden kaynaklanacak atıklar şunlardır:

- Evsel atıklar,
- Ekipmanlara ait ambalaj atıkları,
- Tehlikeli atıklar (boya ve solventler gibi kimyasal maddeler, kapları, yağlı ambalaj ve bezler, vb.),
- Özel atıklar (atık yağlar, akü ve piller, filtreler, vb.),
- Hafriyat ve inşaat atıkları (ör: hurda metal, ahşap, beton atık, vd.),
- Taş ocağının veya inşaat sahasının üst örtüsünün alınmasıyla oluşan atıklar

Alınması Gereken Önlemler

- Evsel nitelikli atıklar ayrı olarak üstü kapalı olarak konteynirlarda biriktirilmeli ve ilgili belediye tarafından bertarafı sağlanmalıdır.
- Tehlikesiz nitelikteki ambalaj atıkları diğer atıklardan ayrı olarak toplanarak saha içinde ayrılmış geçici bir alanda biriktirilmeli, lisanslı kuruluş/firmalar tarafından toplanması sağlanmalıdır.
- Tehlikeli atıklar, saha içinde oluşturulacak geçici depolama alanında tehlikesiz atıklardan ayrı olarak toplanmalı ve lisansı bulunan araçlarla gönderilerek, lisanslı tesislerde geri kazanılması ya da bertaraf edilmesi sağlanmalıdır.
- Atık miktarını azaltmak için atık yönetim sistemleri uygulanmalıdır.

IV.2. İşletme Aşaması

IV.2.1. Çimento Üretimi

Çimento üretimi ile ilgili en önemli çevresel sorunlar hava emisyonları ve kullanılan enerjidir [4]. Çimento üretimi sırasında ortaya çıkan temel atıklar [6];

- Toz (ham maddenin temini, kırılması, öğütülmesi)
- Toz (baca emisyonları veya kaçaklar),
- Gaz emisyonlar (NO_x, SO₂, CO₂, VOC, vd),
- Diğer emisyonlardır (gürültü, koku, proses suyu, atıklar, vd).

IV.2.1.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Ocaklardan hammadde çıkarılması ile peyzaj estetiğinde bozulma,
- Ocaklarda yetersiz ve uygunsuz patlayıcı kullanımı,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek toprak kirliliği,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek yeraltı suyu kirliliği.

Alınması Gereken Önlemler

- Ocak bölgesinin, çevreleyen bölgeden ayrılması için tampon bölge bırakılmalıdır.
- Ocak işletmesinde delme – patlatma, yükleme – boşaltma ve tesislerdeki kırma, tesis içi nakliye, stoklama ve yükleme evreleri ayrı ayrı planlanmalıdır.
- Yetersiz ve uygunsuz patlayıcı kullanılmamalıdır.
- Ocaklardan hammadde taşınmasında köy – kent yolları kullanılacaksa bu yolların taşıma standartları işletmeciler tarafında üstlenilmelidir.
- Kimyasal, yağ, vb. malzemelerin kullanıldığı ya da depolandığı alanlar, uygun şekilde (beton, vb) kaplanmalı; boru, tesisat, vb. yapılar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Kaza, arıza, kaçak ve dökülme durumları için acil durum müdahale planları hazırlanmış olmalıdır.

IV.2.1.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Hammaddenin çıkartılması ve hazırlanması (kırılması ve depolanması) aşamalarında oluşacak gürültü ve vibrasyon,
- Hammadde, ara ürün ve nihai ürünlerin imalatı aşamalarında oluşacak gürültü,
- Büyük fanların yol açtığı gürültü,
- Dizel jeneratörlerin yol açtığı gürültü,
- Araç hareketleri ve konveyörlerin çalışması, fabrika içi ve dışı paketleme makinelerinden kaynaklanan gürültü

Alınması Gereken Önlemler

- İşletmede kullanılacak cihaz ve ekipmanların düşük gürültü düzeylerinde olanları tercih edilmeli veya akustik muhafaza sağlanmalıdır.
- Dizel jeneratörler için bir akustik muhafaza sağlanmalı veya bulunduğu mekan akustik olarak muamele edilmelidir.
- Dizel jeneratörler, uygun egzoz susturucusu ile donatılmalıdır.
- Çimento fabrikasının yakınında (1 km yarıçapı içerisinde) bulunan yerleşim yerlerinde belli aralıklarla gürültü ve vibrasyon düzeyleri yetkili laboratuvarlara ölçtürülerek, gürültü düzeylerindeki değişimler kaydedilmeli, mevzuattaki limit değerlerde aşımalar görüldüğü takdirde gürültü kontrol önlemleri (mekanik veya bitkisel gürültü perdesi teşkili gibi) alınarak gürültü seviyeleri limit değerlerin altına indirilmelidir.

IV.2.1.3. Hava Kalitesi

Ham madde çıkarma ve hazırlama, kömür öğütme, yanma işlemleri, çimento öğütme, paketleme ve kuru materyalin karıştırılması, taşınması gibi farklı hammadde kullanım ve hazırlama prosedürleri, çimento üretiminde farklı emisyonlara neden olmaktadır [57].

Çimento üretiminde en büyük hacimde ortaya çıkan emisyonlardan biri fırınlardan kaynaklanan tozdur. Tozun ana kaynakları fırınlar, değirmenler ve klinker soğutucularıdır. Bütün bu işlemlerde tozla birlikte büyük hacimde gaz akışı da meydana gelmektedir. Malzemelerin ve katı yakıtların depolanması ve işlenmesi sırasında toz kaçakları meydana gelmektedir. Klinker ve çimentonun sevkiyatı sırasında partikül salınımı da önemli miktardadır. Çimento fabrikalarında meydana gelen toz, yerel toz seviyelerinde artışa neden olurken proses kaynaklı toz salınımları (genellikle yüksek bacalardan) daha geniş bir alanda hava kalitesini etkilemektedir. Çimento fabrikalarından kaynaklanan tozun kimyasal ve mineral bileşimi, doğal kayalarınkine benzediğinden, toksik bir ürün olarak değil "sıkıntı" yaratan bir ürün olarak kabul edilmektedir [6]

Çimento üretiminden kaynaklanan birincil çevresel sorun fırın sisteminden kaynaklanan ve atmosfere salınan gaz emisyonlarıdır. Ana gaz emisyonları NO_x ve SO_2 'dir. Daha az önem taşıyan diğer emisyonlar VOC'lar, CO, amonyak, HCl, HF, poliklorlu dibenzodioxinler ve dibenzofuranlar (PCDD, PCDF) ve ağır metallerdir. Ana sera gazı olarak CO_2 önemli miktarda salınmaktadır [6]. Genel olarak uçucu organik bileşiklerin oluşumu, devreye alma veya anormal işletme koşulları nedeniyle yetersiz yanma ile ilişkilidir ve nadiren meydana gelir.

PCDD/PCDF, yanma prosesinde organik maddelerin varlığında klorun eklenmesiyle oluşabilir. Ayrıca fırın ve proses tasarımı, yanma şartları, besleme özellikleri ve tipi, emisyon kontrol ekipmanlarının türü ve çalışmasına bağlı olarak ta PCDD/PCDF oluşabilir. PCDD/PCDF, hammaddelerde bulunan klor ve hidrokarbon öncülerinin yeterli miktarda olması durumunda ön ısıtıcının içinde veya sonrasında ve hava kirliliği kontrol cihazında oluşabilir [6]. Yanma prosesinde eksik yanma nedeni ile bu bileşikler çok düşük miktarda ortaya çıkabilmektedir [58, 59]. Fakat çimento fabrikalarında ek yakıt kullanımında PCDD/PCDF miktarları artmaktadır [60]. PCDD/PCDF oluşumu de novo sentezi yoluyla ve sıcaklık penceresinde $450^{\circ}C$ 'den $200^{\circ}C$ 'ye soğutma suretiyle oluşmaktadır [4, 5]. Bu nedenle, fırın çıkış gazlarının $200^{\circ}C$ 'nin altına hızla soğutulması sağlanmalıdır.

Çimento fabrikalarında kullanılan hammaddeler ve yakıtlar, konsantrasyonları farklılık göstermekle birlikte her zaman çeşitli metalleri içermektedir. Metal bileşikleri metalin uçuculuğuna ve tuzlarına bağlı olarak üç sınıfa ayrılmaktadır: (1) ateşe dayanıklı veya uçucu olmayan metaller (Ba, Be, Cr, As, Ni, V, Al, Ti, Ca, Fe, Mn, Cu ve Ag); (2) yarı uçucu bileşikler olan veya içeren metaller (Sb, Cd, Pb, Se, Zn, K ve Na); (3) Uçucu bileşikler olan veya içeren metaller (Hg ve Tl). Uçucu olmayan bileşikler genellikle klinker yapısının bir parçası olarak fırından çıkarken yarı uçucu metal bileşikleri kısmi, uçucu metal bileşikleri ise tamamı ile gaz halini alır [6].

Çimento fabrikası emisyonlarının kaynaklandığı işlemler Tablo 2'de ve Avrupa'da işletilmekte olan çimento fabrikalarının ortalama emisyon miktarları Tablo 3'te verilmiştir.

Atıkların ek yakıt olarak kullanıldığı durumlarda bacalarda Hg, Cd, Tl, Sb, As, Pb, Cr, Co, Ni, V ağır metalleri ile dioksin/furan ve poliaromatik hidrokarbonların seviyeleri kontrol edilmelidir.

Çimento fabrikalarında baca gaz kontrolü için çoğunlukla elektrostatik filtre, torba filtre ve siklonlar kullanılmaktadır [61].

Tablo 2. Çimento üretiminden kaynaklanan emisyonlar ve kaynakları [6]

Emisyon	Kaynağı
Toz	Ham maddenin çıkarılması, ufalama işlemleri, fırın sistemleri, ham madde ve çimento depolama, klinker soğutma, paketleme, prosesler arası taşıma, tesise ve tesisten sevkiyat
Gaz emisyonlar	Kalsinasyon ve pişirme işlemleri
PCDD/PCDF	Ön ısıtıcı içi veya sonrası, hava kirliliği kontrol cihazı

Tablo 3. Çimento fırınlarında oluşan ortalama hava emisyonu miktarları [4, 5].

Emisyon	Miktar (mg/Nm ³)
Toz	5 – 200
NO _x	<200 – 3000
SO ₂	<10 – 3500
TOC	5 – 500
CO	500 – 2000
CO ₂	400 – 520 g/Nm ³
HF	<0.4 – 5
HCl	<1 – 25
PCDD, PCDF	<0.1 – 0.5 ng/Nm ³
Metaller	<0.1 - <0.3
Σ (Hg, Cd, Tl)	0.01-0.3 (çoğunlukla Hg)
Σ (As, Co, Ni, Se, Te)	0.001 – 0.1
Σ (Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, Zn)	0.005 – 0.3

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Baca gazı emisyonu (NO_x ve SO₂, VOC, CO, CO₂, amonyak, HCl, HF, PCDD, PCDF, metal ve metal bileşikleri) sebebiyle hava kalitesinin bozulması,
- Üretim, depolama ve nakliye sırasında ortaya çıkan yüksek miktarda tozlar,
- Değirmenler ve klinker soğutucularda oluşan toz,
- Fırınlardan alınan bypass gazı,
- Malzemelerin ve yakıtların depolanması ve işlenmesi sırasında ortaya çıkan toz kaçaqları,
- Hammaddenin çıkarılması, öğütülmesi sırasında ortaya çıkan toz,
- Elektrik kesilmesi veya dalgalanması gibi durumlarda elektrostatik filtrelerin çalıştırılmamasına bağlı meydana gelebilecek hava kirliliği,
- Alternatif yakıt olarak tehlikeli atık (atık yağ vb) kullanılması kaynaklı emisyonlar,
- Tesise hammadde ve yakıt sevkiyatı, tesisten çimento sevkiyatı sırasında kullanılan ağır taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar,
- Ocaklardan hammadde taşınması sırasında stabilize yollardan kaynaklanan toz oluşumu,
- Hammadde çıkarılması sırasında ortaya çıkan tozların yüzey sularını etkilemesi riski,
- Hammadde çıkarılması ile topografyada değişim ve yeraltısuyu yapısında değişim riski.

Alınması Gereken Önlemler

- Baca gazı arıtma sistemi, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi yapılarak, tesisten çıkan emisyonların hava kalitesi ile ilgili tüm mevzuatı ihlal etmediği gösterilmelidir.
- PCDD/PCDF emisyonlarının azaltılması için, fırın çıkış gazlarının 200°C'nin altına hızla soğutulması sağlanmalıdır [62].
- Uçucu külün, hava akımları ile yayılması engellenmeli ve uygun şekilde depolanmalıdır.
- Uçucu külün transferi için uygun taşıma sistemleri kullanılmalı (örn. Pnömatik) veya doğrudan kapalı konteynerlere deşarj edilmelidir.
- Kaçak emisyonların kontrolü için sızıntı tespit ve onarım programı uygulanmalıdır.
- Klinker yakma prosesi optimize edilmelidir (ham madde homojenizasyonu, soğutma işlemi iyileştirme gibi).
- Fırın optimizasyonu yapılmalıdır.
- Yanma sırasında uygulanan oksijen (fazla hava) miktarı kontrol edilmelidir.
- Yakıt ve hammaddeler, emisyonları en aza indirecek şekilde seçilmelidir.
- Tesiste uygulanan işlemlerden kaynaklanan (kıрма, öğütme, fırınlar, klinker soğutucu, yakıt ve malzeme depolama ve paketlenme) tozlar için torba veya elektrostatik filtreler kullanılmalıdır.
- Elektrostatik veya torba filtrelerin çalıştırılmaması durumu için alınacak tedbirlerin belirlenmelidir.
- Ekipmanlardan kaynaklanan toz emisyonlarının önlenmesi gereklidir (konveyörlerin, kırıcıların, malzemelerin, transfer noktalarının, depolama alanlarının, vb. uygun havalandırma ekipmanı ile donatılarak kapatılması, gerekli yerlerde mekanik toz toplayıcıların veya torba filtrelerin kurulması, tesiste kullanılan yolların asfaltlanması, tesisteki yolların vakumla süpürülmesi)
- Yakma işlemlerinden kaynaklanan SO_x ve NO_x emisyonlarının azaltılmasına yönelik önlemler alınmalıdır (yakma sistemlerinin modifikasyonu gibi).

- Tehlikeli atıkların (atık yağ vb) ek yakıt olarak kullanılması durumunda emisyonlar ilgili yönetmelik sınır değerlerine uygun olarak kontrol altında tutulmalıdır.
- Ocaklardan hammadde taşınmasında kullanılan stabilize yollar asfaltlanmalıdır.

IV.2.1.4. Atıklar

Gaz temizleme cihazlarından toplanan fırın tozu son derece alkalidir ve ham maddenin içeriğine bağlı olarak ağır metaller gibi eser elementler içerebilir. Genellikle, fırın tozunun tamamı prosese geri gönderilir, ancak belirli koşullar altında bir kısmı atılmaktadır. Fırın sisteminden alınan atık toz, alkaliler, sülfatlar ve klorürlerce zengin olabilir ve - filtre tozuna benzer şekilde - bazı durumlarda tamamen prosese geri dönüştürülemez. Her iki toz türü için de yer altı suyunun veya toprağın kirlenmesini önleyecek güvenli deşarj yapılması gerekmektedir [6].

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler

- Hammadde temini, işlenmesi, klinker üretimi sırasında çıkan atık taş ve kayalar,
- Fırından çıkan ve tekrar kullanımı sağlanamayan toz (döner fırından bypass gaz çıkışı yapılması durumunda),
- Kimyasal madde ambalajları,
- Atık mamul ambalajları,
- Mutfak vb. birimlerden kaynaklanan evsel atıklar,
- Ofis vb. birimlerden kaynaklanan baskı toneri, atık floresan, pil, vb. atıklar,
- Baca gazı arıtma çamurları,
- Laboratuvar atıkları ve diğer kimyasallar,
- Paketleme şartlarına uymayan ürünler.

Alınması Gereken Önlemler

- Ambalajlama azaltılmalıdır.
- Tesiste toplanan toz mümkün olduğunca prosese geri döndürülmelidir.
- Ek yakıt olarak kullanılmak üzere tesiste depolanan tehlikeli atıklar, tehlikeli atık depolama yönetmeliğine göre depolanmalıdır.
- Ek yakıt olarak kullanılmak üzere tesiste depolanan atıklar, ilgili yönetmeliklere göre depolanmalıdır.
- Tesiste proseslerden kaynaklanan tehlikeli/tehlikesiz atıkların nihai bertaraf/geri kazanıma gönderilinceye kadar ilgili yönetmelikte belirtilen koşullarda depolanmalıdır.

IV.2.1.5. Atıksular

Çimento fabrikalarında su, yarı-kuru işlem üretim proseslerinde kuru farinin pelet haline getirilmesi için ve yağ işlem üretim proseslerinde fırına beslenen çimento harcının hazırlanması için kullanılır [5]. Yakıt olarak kömür kullanılan çimento fabrikalarında baca gazından kükürt gidermek için çoğunlukla sulu yıkayıcılar kullanılmaktadır [4]. Ayrıca, özel uygulamalarda su, klinkeri soğutmak için kullanılır [5]. Yarı ıslak işlemlerde kullanılan filtre preslerinden gelen filtrasyon suyu, askıda katılar içerir ve oldukça alkalidir. Bu suya tesise özel arıtma ve/veya deşarj uygulanmalıdır [5].

Kompresörlerin soğutulması için kullanılan soğutma suyu bir diğer olası atıksu kaynağıdır [63]. Bu sular genellikle soğutma kulelerinden geçirilerek büyük oranda geri kullanılmaktadır. Bu suların bir bölümü belirli periyotlarla "blöf" olarak isimlendirilen atıksular olarak atılmaktadır. Soğutma sularının geri kullanılmaması halinde ise suyun tamamı atıksu olarak atılmaktadır. Bu atıksular yüksek askıda katı içeriği ile karakterize edilmektedir. İlave olarak; geri döndürülen soğutma suları içerisinde, mikrobiyal büyümeye karşı biyosit kullanımı söz konusu olabilmektedir.

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Enerji üretim tesisinden kaynaklanabilecek soğutma suları ve blöfler,
- Kompresörlerin soğutulmasında kullanılan atıksular ve blöfler,
- Yarı ıslak işlemlerde kullanılan filtre preslerden gelen atıksu.
- Sulu yıkayıcılarından kaynaklanan atıksu.

Alınması Gereken Önlemler

- Enerji üretimi yapan çimento fabrikalarında kazan soğutma suları geri kullanılmalıdır.
- Kazan ve kompresörlerde kullanılan soğutma suyu blöfleri deşarj edilmeden önce arıtılmalıdır.
- Uygun şartlarda ekipman yıkama ve diğer proses sularının devamındaki ünitelerde ilave su olarak tekrar kullanılmalıdır.
- Filtre preslerden gelen ve sulu yıkayıcılardan kaynaklanan, askıda katı madde içeren atıksular arıtılmalıdır.
- Proses geri döndürülemeyen endüstriyel atıksular arıtılarak (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Tablo 7.5) deşarj edilmelidir.
- Soğutma sularında mikrobiyal büyümeye karşı biyosit kullanılması durumunda bu atıksuların arıtımında –gerektiğinde- ileri arıtım uygulanması söz konusu olabilir.
- Fırın tozu, hammadde, klinker, kömür ve yığın halinde depolanan diğer maddelerden yağışla kontamine su oluşması ve bunların yüzey veya yeraltı sularına karışması riskine karşı önlemler alınmalıdır.

IV.2.2. Hazır Beton, Çimento veya Diğer Bağlayıcı Maddeler Kullanılarak Şekillendirilmiş Malzeme, Ön Gerilimli Beton Elemanı, Gaz Beton, Çimento Esaslı Levha ve Benzerlerinin Üretimi

IV.2.2.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Kimyasal katkı kullanılan üretimlerde (gaz beton, çimento esaslı levha vb), kimyasalların dökülmesinden kaynaklanabilecek toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirliliği,
- Yağ vb maddelerin depolandığı alanlarda söz konusu olabilecek toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirliliği,
- Yakıt olarak kullanılan fuel-oil, kömür vb malzemenin depolandığı alanlarda söz konusu olabilecek toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirliliği,

- Kimyasal katkı kullanılan üretimlerden (gaz beton, çimento esaslı levha vb) açığa çıkan çamurun uygun olmayan depolanmasından kaynaklanabilecek toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirliliği.

Alınması Gereken Önlemler

- Kimyasal, yağ, vb. malzemelerin kullanıldığı ya da depolandığı alanlar, uygun şekilde (beton, vb) kaplanmalı; boru, tesisat, vb. yapılar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Kimyasal katkı kullanılan üretimlerden (gaz beton, çimento esaslı levha vb) açığa çıkan çamur, yönetmeliğe uygun olarak bertaraf edilmelidir.
- Kaza, arıza, kaçak ve dökülme durumları için acil durum müdahale planları hazırlanmış olmalıdır.

IV.2.2.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Hammadde, ara ürün ve nihai ürünlerin imalatı aşamalarında oluşacak gürültü,
- Araç hareketleri ve konveyörlerin çalışması, fabrika içi ve dışı paketleme makinelerinden kaynaklanan gürültü.

Alınması Gereken Önlemler

- İşletmede kullanılacak cihaz ve ekipmanların düşük gürültü düzeylerinde olanları tercih edilmeli veya akustik muhafaza sağlanmalıdır.

IV.2.2.3. Hava Kalitesi

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Buhar üretimi varsa (FCB, gaz beton gibi otoklavlama işlemi uygulanan üretimler için) baca gazı emisyonu (NO_x ve SO₂, VOC, CO, CO₂) sebebiyle hava kalitesinin bozulması,
- Üretim, depolama ve nakliye sırasında ortaya çıkan yüksek miktarda tozlar
- Malzemelerin depolanması ve işlenmesi sırasında ortaya çıkan toz kaçakları
- Tesise hammadde, tesisten ürün sevkiyatı sırasında kullanılan ağır taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar,

Alınması Gereken Önlemler

- Baca gazı arıtma sistemi, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır (otoklavlama işlemi uygulanan üretimler için),
- Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi yapılarak, tesisten çıkan emisyonların hava kalitesi ile ilgili tüm mevzuatı ihlal etmediği gösterilmelidir.
- Yakıt (otoklavlama işlemi uygulanan üretimler için) ve hammaddeler, emisyonları en aza indirecek şekilde seçilmelidir.
- Tesiste uygulanan işlemlerden kaynaklanan (kıрма, öğütme, otoklav, yakıt ve malzeme depolama ve paketleme) tozlar için torba veya elektrostatik filtreler kullanılmalıdır.

- Elektrostatik veya torba filtrelerin çalıştırılmaması durumu için alınacak tedbirlerin belirlenmelidir.
- Ekipmanlardan kaynaklanan toz emisyonlarının önlenmesi gereklidir (konveyörlerin, kırıcıların, malzemelerin, transfer noktalarının, depolama alanlarının, vb. uygun havalandırma ekipmanı ile donatılarak kapatılması, gerekli yerlerde mekanik toz toplayıcıların veya torba filtrelerin kurulması, tesiste kullanılan yolların asfaltlanması, tesisteki yolların vakumla süpürülmesi)
- Otoklav için gerekli olan enerjinin sağlanmasında kullanılan yakma işlemlerinden kaynaklanan SO_x ve NO_x emisyonlarının azaltılmasına yönelik önlemler alınmalıdır (yakma sistemlerinin modifikasyonu gibi) (otoklavlama işlemi uygulanan üretimler için).

IV.2.2.4. Atıklar

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler

- Kimyasal madde ambalajları,
- Atık mamul ambalajları,
- Mutfak vb. birimlerden kaynaklanan evsel atıklar,
- Ofis vb. birimlerden kaynaklanan baskı toneri, atık floresan, pil, vb. atıklar,
- Laboratuvar atıkları ve diğer kimyasallar,
- Paketleme şartlarına uymayan ürünler,
- Otoklavdan çıkan kuru ıskarta (otoklavlama işlemi uygulanan üretimler için),
- Kullanılmayan hammaddeler,
- Beton mikser taşıma araçları yıkama sularının çöktürülmesinden kaynaklanan çamur.

Alınması Gereken Önlemler

- Ambalajlama azaltılmalıdır.
- Tesiste toplanan toz mümkün olduğunca prosese geri döndürülmelidir.
- Tesiste proseslerden kaynaklanan tehlikeli/tehlikesiz atıkların nihai bertaraf/geri kazanıma gönderilinceye kadar ilgili yönetmelikte belirtilen koşullarda depolanmalıdır.
- Proses çamuru kurutularak geri kullanılmalı veya ilgili mevzuat hükümlerine uygun olarak bertarafı sağlanmalıdır.

IV.2.2.5. Atıksular

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Beton üretimi için kullanılan mikser ve taşıma araçları yıkama suyu.
- Çeşitli üretim proseslerinden kaynaklanan ve prosese geri döndürülemeyen endüstriyel atıksu oluşumu,

Alınması Gereken Önlemler

- Uygun şartlarda ekipman yıkama ve diğer proses sularının devamındaki ünitelerde ilave su olarak tekrar kullanılmalıdır.
- Beton üretimi için kullanılan mikser ve taşıma araçları yıkama suyu çöktürülerek yıkamada tekrar kullanılmalıdır.

- Prosele geri döndürülemeyen endüstriyel atıksular arıtılarak deşarj edilmelidir.
- Hammadde ve yığın halinde depolanan diğer maddelerden yağışla kontamine su oluşması ve bunların yüzey veya yeraltı sularına karışması riskine karşı önlemler alınmalıdır.

IV.2.3. Asfalt Plant Tesisleri

IV.2.3.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek toprak kirliliği,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek yeraltı suyu kirliliği.

Alınması Gereken Önlemler

- Kimyasal, yağ, vb. malzemelerin kullanıldığı ya da depolandığı alanlar, uygun şekilde (beton, vb) kaplanmalı; boru, tesisat, vb. yapılar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Kaza, arıza, kaçak ve dökülme durumları için acil durum müdahale planları hazırlanmış olmalıdır.

IV.2.3.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

- İmalat aşamalarında oluşacak gürültü,
- Araç hareketleri ve konveyörlerin çalışmasından kaynaklanan gürültü.

Alınması Gereken Önlemler

- İşletmede kullanılacak cihaz ve ekipmanların düşük gürültü düzeylerinde olanları tercih edilmeli veya akustik muhafaza sağlanmalıdır.

IV.2.3.3. Hava Kalitesi

Asfalt üretiminde meydana gelen emisyonlar; üretim sırasında ortaya çıkan ve kontrol edilen emisyonlar, üretim sırasında ortaya çıkan kaçak emisyonlar ve ön-işlem sırasında ortaya çıkan kaçak emisyonlar olarak üç grupta toplanabilir.

Ön-işlem sırasında ortaya çıkan kaçak emisyonlar nakliye araçları nedeni ile asfaltlanmış ve asfaltlanmamış yollarda meydana gelen tozdur.

Üretim sırasında ortaya çıkan ve kontrol edilen emisyonların ana kaynağı döner kurutucudur. Döner kurutucu emisyonları su buharı, partiküller, yanma ürünleri (CO₂, NO_x, SO_x), CO, VOC, CH₄, ve çeşitli tehlikeli hava kirleticileridir. CO ve VOC yetersiz yanmadan kaynaklanmaktadır. Döner kurutucu dışındaki emisyon kaynakları ise sıcak taşıyıcı sistemler, ısıtılmış agrega elekleri ve mikserdir. Bu ünitelerde ortaya çıkan emisyonlar döner kurutucu emisyonları ile birlikte toplanabileceği gibi ayrı da

toplanabilir. Bu ünitelerden toplanan emisyonlar çoğunlukla agrega toz olmakla birlikte organik bileşikler ve organik partiküllerden kaynaklı aerosoller de içerebilmektedir. Organik aerosol, mikserde buharlaşan organiklerin soğutma sırasında yoğunlaşmasıyla meydana gelmektedir.

Organiklerden kaynaklanan aerosoller asfaltın kamyonlara yüklenmesi sırasında, sevkiyat sırasında kamyonlardan ve asfalt depolarından kaçarak emisyon olarak direk atmosfere salınmaktadır [64].

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Baca gazı emisyonu (NO_x ve SO_2 , CO, VOC, CO_2 ,) sebebiyle hava kalitesinin bozulması,
- Agreganın depolanması ve elenmesi sırasında ortaya çıkan toz kaçakları,
- Tesise hammadde, tesisten asfalt sevkiyatı sırasında kullanılan ağır taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar,
- Kurutucuda meydana gelen yanma gazları,
- Sıcak taşıyıcı sistemler, ısıtılmış agrega elekleri ve mikserde meydana gelen toz,
- Sıcak taşıyıcı sistemler, ısıtılmış agrega elekleri ve mikserde meydana gelen aerosoller.

Alınması Gereken Önlemler

- Baca gazı arıtma sistemi, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Yakıt ve hammaddeler, emisyonları en aza indirecek şekilde seçilmelidir.
- Tesiste uygulanan işlemlerden kaynaklanan (kıрма, öğütme, yakıt ve malzeme depolama) tozlar için torba veya elektrostatik filtreler kullanılmalıdır.
- Kurutucuda meydana gelen partikül emisyonları için torba filtre, gaz yıkayıcı veya mekanik toplayıcılar kullanılmalıdır.
- Torba filtrelerin veya gaz yıkayıcıların çalıştırılmaması durumu için alınacak tedbirler belirlenmelidir.
- Ekipmanlardan kaynaklanan toz emisyonlarının önlenmesi gereklidir (konveyörlerin, kırıcıların, malzemelerin, transfer noktalarının, depolama alanlarının, vb. uygun havalandırma ekipmanı ile donatılarak kapatılması, gerekli yerlerde mekanik toz toplayıcıların veya torba filtrelerin kurulması, tesiste kullanılan yolların asfaltlanması, tesisteki yolların vakumla süpürülmesi)
- Yakma işlemlerinden kaynaklanan SO_x ve NO_x emisyonlarının azaltılmasına yönelik önlemler alınmalıdır (yakma sistemlerinin modifikasyonu gibi).

IV.2.3.4. Atıklar

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Kurutucudan çıkan ve tekrar kullanımı sağlanamayan toz,
- Kimyasal madde ambalajları,
- Atık mamul ambalajları,
- Mutfak vb. birimlerden kaynaklanan evsel atıklar,
- Ofis vb. birimlerden kaynaklanan baskı toneri, atık floresan, pil, vb. atıklar,
- Baca gazı arıtma çamurları,

Alınması Gereken Önlemler

- Ambalajlama azaltılmalıdır.
- Tesiste toplanan toz mümkün olduğunca prosese geri döndürülmelidir.
- Tesiste proseslerden kaynaklanan tehlikeli/tehlikesiz atıkların nihai bertaraf/geri kazanıma gönderilinceye kadar ilgili yönetmelikte belirtilen koşullarda depolanmalıdır.

IV.2.3.5. Atıksular

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Sulu yıkayıcılardan kaynaklanan atıksu.
- Kompresörlerin soğutulmasında kullanılan atıksular ve blöfler.

Alınması Gereken Önlemler

- Sulu yıkayıcılardan kaynaklanan, askıda katı madde içeren atıksular arıtılmalıdır.
- Kompresörlerde kullanılan soğutma suyu blöfleri deşarj edilmeden önce arıtılmalıdır.

IV.2.4. Kireç ve Alçı Fabrikaları

Söz konusu projeler kapsamında hammadde ocaklarının dahil olması durumunda ocaklara ilişkin etkiler aşağıda dahil edilmiştir.

IV.2.1.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Ocaklardan hammadde çıkarılması ile peyzaj estetiğinde bozulma,
- Ocaklarda yetersiz ve uygunsuz patlayıcı kullanımı,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek toprak kirliliği,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek yeraltı suyu kirliliği.

Alınması Gereken Önlemler

- Ocak bölgesinin, çevreleyen bölgeden ayrılması için tampon bölge bırakılmalıdır.
- Ocak işletmesinde delme – patlatma, yükleme – boşaltma ve tesislerdeki kırma, tesis içi nakliye, stoklama ve yükleme evreleri ayrı ayrı planlanmalıdır.
- Yetersiz ve uygunsuz patlayıcı kullanılmamalıdır.
- Ocaklardan hammadde taşınmasında köy – kent yolları kullanılacaksa bu yolların taşıma standartları işletmeciler tarafında üstlenilmelidir.
- Kimyasal, yağ, vb. malzemelerin kullanıldığı ya da depolandığı alanlar, uygun şekilde (beton, vb) kaplanmalı; boru, tesisat, vb. yapılar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Kaza, arıza, kaçak ve dökülme durumları için acil durum müdahale planları hazırlanmış olmalıdır.

IV.2.1.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Hammaddenin çıkartılması ve hazırlanması (kırılması ve depolanması) aşamalarında oluşacak gürültü ve vibrasyon,
- Hammadde, ara ürün ve nihai ürünlerin imalatı aşamalarında oluşacak gürültü,
- Büyük fanların yol açtığı gürültü,
- Araç hareketleri ve konveyörlerin çalışması, fabrika içi ve dışı paketleme makinelerinden kaynaklanan gürültü

Alınması Gereken Önlemler

- İşletmede kullanılacak cihaz ve ekipmanların düşük gürültü düzeylerinde olanları tercih edilmeli veya akustik muhafaza sağlanmalıdır.

IV.2.1.3. Hava Kalitesi

Kireç üretimi sırasında meydana gelen en önemli emisyonlar kireç fırınlarından kaynaklanan partikül madde ve yanma ürünleridir. Üretimde kullanılan alçıtaşı tipi ve kömürün kül içeriği (yakıt olarak kömür kullanılan kireç fırınlarında) partikül madde emisyon miktarını etkilemektedir. Kontrol edilemeyen toz emisyonlar en az düzey kireç fırınlarında oluşmaktadır. Bunları döner tabanlı (calcimatic) fırınlar, döner fırınlar ve akışkan yataklı fırınlar izlemektedir. Fırınlarda büyük partiküllerin toplanması için siklon ayırıcılar kullanılırken sulu yıkayıcılar, elektrostatik ve torba filtreler ikincil kontrol için kullanılmaktadır.

Kireç fırınlarında CO, CO₂, SO₂ ve NO_x ortaya çıkmaktadır. SO₂ emisyonu miktarı yakıttaki sülfür içeriğine, üretimde kullanılan alçıtaşının sülfür içeriğine, üretilen kireç kalitesine ve kullanılan fırın tipine bağlıdır.

Kireç üretiminde diğer toz oluşum noktaları ise birincil ve ikincil kırıcılar, değirmenler, depolar, elekler, mekanik ve pinömatik transfer işlemleri ve yollardır [65].

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Baca gazı emisyonu (NO_x ve SO₂, CO, CO₂,) sebebiyle hava kalitesinin bozulması,
- PCDD ve PCDF emisyonu (kireç fabrikalarında),
- Üretim, depolama ve nakliye sırasında ortaya çıkan yüksek miktarda tozlar,
- Değirmenlerde oluşan toz,
- Malzemelerin ve yakıtların depolanması ve işlenmesi sırasında ortaya çıkan toz kaçaqları,
- Hammaddenin çıkarılması, öğütülmesi sırasında ortaya çıkan toz,
- Elektrik kesilmesi veya dalgalanması gibi durumlarda elektrostatik filtrelerin çalıştırılmamasına bağlı meydana gelebilecek hava kirliliği,
- Tesise hammadde ve yakıt sevkiyatı, tesisten kireç ve alçı sevkiyatı sırasında kullanılan ağır taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar,
- Ocaklardan hammadde taşınması sırasında stabilize yollardan kaynaklanan toz oluşumu,
- Hammadde çıkarılması sırasında ortaya çıkan tozların yüzey sularını etkilemesi riski,
- Alternatif yakıt olarak tehlikeli atık (atık yağ vb) kullanılması kaynaklı emisyonlar.

Alınması Gereken Önlemler

- Baca gazı arıtma sistemi, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- İlgili mevzuatta belirtilen kütleli debilerin aşılması halinde Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi yapılarak, tesisten çıkan emisyonların hava kalitesi ile ilgili tüm mevzuatı ihlal etmediği gösterilmelidir.
- PCDD/PCDF emisyonlarının azaltılması için, fırın çıkış gazlarının 200°C'nin altına hızla soğutulması sağlanmalıdır (kireç fabrikalarında)
- Kaçak emisyonların kontrolü için sızıntı tespit ve onarım programı uygulanmalıdır.
- Fırın optimizasyonu yapılmalıdır.
- Yanma sırasında uygulanan oksijen (fazla hava) miktarı kontrol edilmelidir.
- Yakıt ve hammaddeler, emisyonları en aza indirecek şekilde seçilmelidir.
- Tesiste uygulanan işlemlerden kaynaklanan (kıırma, öğütme, fırınlar, yakıt ve malzeme depolama ve paketlenme) tozlar için torba veya elektrostatik filtreler kullanılmalıdır.
- Elektrostatik veya torba filtrelerin çalıştırılmaması durumu için alınacak tedbirler belirlenmelidir.
- Ekipmanlardan kaynaklanan toz emisyonlarının önlenmesi gereklidir (konveyörlerin, kırıcıların, malzemelerin, transfer noktalarının, depolama alanlarının, vb. uygun havalandırma ekipmanı ile donatılarak kapatılması, gerekli yerlerde mekanik toz toplayıcıların veya torba filtrelerin kurulması, tesiste kullanılan yolların asfaltlanması, tesisteki yolların vakumla süpürülmesi)
- Yakma işlemlerinden kaynaklanan SO_x ve NO_x emisyonlarının azaltılmasına yönelik önlemler alınmalıdır (yakma sistemlerinin modifikasyonu gibi).
- Ocaklardan hammadde taşınmasında kullanılan stabilize yollar asfaltlanmalıdır.
- Tehlikeli atıkların (atık yağ vb) ek yakıt olarak kullanılması durumunda emisyonlar ilgili yönetmelik sınır değerlerine uygun olarak kontrol altında tutulmalıdır.

IV.2.1.4. Atıklar

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler

- Hammadde temini ve işlenmesi sırasında çıkan atık taş ve kayalar,
- Kimyasal madde ambalajları,
- Atık mamul ambalajları,
- Mutfak vb. birimlerden kaynaklanan evsel atıklar,
- Ofis vb. birimlerden kaynaklanan baskı toneri, atık floresan, pil, vb. atıklar,
- Baca gazı arıtma çamurları,
- Laboratuvar atıkları ve diğer kimyasallar,
- Paketleme şartlarına uymayan ürünler.

Alınması Gereken Önlemler

- Ambalajlama azaltılmalıdır.
- Tesiste toplanan toz mümkün olduğunca prosese geri döndürülmelidir.
- Tesiste proseslerden kaynaklanan tehlikeli/tehlikesiz atıkların nihai bertaraf/geri kazanıma gönderilinceye kadar ilgili yönetmelikte belirtilen koşullarda depolanmalıdır.

IV.2.1.5. Atıksular

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Kompresörlerin soğutulmasında kullanılan atıksular ve blöfler,
- Sulu yıkayıcılardan kaynaklanan atıksu.

Alınması Gereken Önlemler

- Kompresörlerde kullanılan soğutma suyu blöfleri deşarj edilmeden önce arıtılmalıdır.
- Sulu yıkayıcılardan kaynaklanan, askıda katı madde içeren atıksular arıtılmalıdır.
- Hammadde, kömür ve yığın halinde depolanan diğer maddelerden yağışla kontamine su oluşması ve bunların yüzey veya yeraltı sularına karışması riskine karşı önlemler alınmalıdır.

IV.2.5. Manyezit İşleme

Söz konusu projeler kapsamında hammadde ocaklarının dahil olması durumunda ocaklara ilişkin etkiler aşağıda dahil edilmiştir. IV.2.5.1.Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Ocaklardan hammadde çıkarılması ile peyzaj estetiğinde bozulma,
- Ocaklarda yetersiz ve uygunsuz patlayıcı kullanımı,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek toprak kirliliği,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek yeraltı suyu kirliliği.

Alınması Gereken Önlemler

- Ocak bölgesinin, çevreleyen bölgeden ayrılması için tampon bölge bırakılmalıdır.
- Ocak işletmesinde delme – patlatma, yükleme – boşaltma ve tesislerdeki kırma, tesis içi nakliye, stoklama ve yükleme evreleri ayrı ayrı planlanmalıdır.
- Yetersiz ve uygunsuz patlayıcı kullanılmamalıdır.
- Ocaklardan hammadde taşınmasında köy – kent yolları kullanılacaksa bu yolların taşıma standartları işletmeciler tarafında üstlenilmelidir.
- Kimyasal, yağ, vb. malzemelerin kullanıldığı ya da depolandığı alanlar, uygun şekilde (beton, vb) kaplanmalı; boru, tesisat, vb. yapılar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Kaza, arıza, kaçak ve dökülme durumları için acil durum müdahale planları hazırlanmış olmalıdır.

IV.2.5.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Hammaddenin çıkartılması ve hazırlanması (kırılması ve depolanması) aşamalarında oluşacak gürültü ve vibrasyon,

- Hammadde, ara ürün ve nihai ürünlerin imalatı aşamalarında oluşacak gürültü,
- Araç hareketleri ve konveyörlerin çalışmasından kaynaklanan gürültü.

Alınması Gereken Önlemler

- İşletmede kullanılacak cihaz ve ekipmanların düşük gürültü düzeylerinde olanları tercih edilmeli veya akustik muhafaza sağlanmalıdır.

IV.2.1.3. Hava Kalitesi

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Üretim, depolama ve nakliye sırasında ortaya çıkan yüksek miktarda tozlar,
- Malzemelerin depolanması ve işlenmesi sırasında ortaya çıkan toz kaçakları,
- Hammaddenin çıkarılması, öğütülmesi sırasında ortaya çıkan toz,
- Hammadde çıkarılması sırasında ortaya çıkan tozların yüzey sularını etkilemesi riski,
- Hammadde çıkarılması ile topografyada değişim ve yeraltısuyu yapısında değişim riski.

Alınması Gereken Önlemler

- Ocaklardan hammadde taşınmasında kullanılan stabilize yollar asfaltlanmalıdır.

IV.2.5.4. Atıklar

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler

- Hammadde çıkarılması ve işlenmesi sırasında çıkan atık taş ve kayalar,

Alınması Gereken Önlemler

- Tesiste proseslerden kaynaklanan tehlikeli/tehlikesiz atıkların nihai bertaraf/geri kazanıma gönderilinceye kadar ilgili yönetmelikte belirtilen koşullarda depolanmalıdır.

IV.2.5.5. Atıksular

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Hammadde ve yığın halinde depolanan diğer maddelerden yağışla kontamine su oluşması.

Alınması Gereken Önlemler

- Hammadde ve yığın halinde depolanan diğer maddelerden yağışla kontamine su oluşması ve bunların yüzey veya yeraltı sularına karışması riskine karşı önlemler alınmalıdır.

IV.2.6. Perlit ve Benzeri Maden Genleştirme Tesisleri

Söz konusu projeler kapsamında hammadde ocaklarının dahil olması durumunda ocaklara ilişkin etkiler aşağıda dahil edilmiştir.

IV.2.6.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Ocaklardan hammadde çıkarılması ile peyzaj estetiğinde bozulma,
- Ocaklarda yetersiz ve uygunsuz patlayıcı kullanımı,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek toprak kirliliği,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek yeraltı suyu kirliliği.

Alınması Gereken Önlemler

- Ocak bölgesinin, çevreleyen bölgeden ayrılması için tampon bölge bırakılmalıdır.
- Ocak işletmesinde delme – patlatma, yükleme – boşaltma ve tesislerdeki kırma, tesis içi nakliye, stoklama ve yükleme evreleri ayrı ayrı planlanmalıdır.
- Yetersiz ve uygunsuz patlayıcı kullanılmamalıdır.
- Ocaklardan hammadde taşınmasında köy – kent yolları kullanılacaksa bu yolların taşıma standartları işletmeciler tarafında üstlenilmelidir.
- Kimyasal, yağ, vb. malzemelerin kullanıldığı ya da depolandığı alanlar, uygun şekilde (beton, vb) kaplanmalı; boru, tesisat, vb. yapılar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Kaza, arıza, kaçak ve dökülme durumları için acil durum müdahale planları hazırlanmış olmalıdır.

IV.2.6.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Hammaddenin çıkartılması ve hazırlanması (kırılması ve depolanması) aşamalarında oluşacak gürültü ve vibrasyon,
- Hammadde, ara ürün ve nihai ürünlerin imalatı aşamalarında oluşacak gürültü,
- Araç hareketleri ve konveyörlerin çalışması, fabrika içi ve dışı paketleme makinelerinden kaynaklanan gürültü

Alınması Gereken Önlemler

- İşletmede kullanılacak cihaz ve ekipmanların düşük gürültü düzeylerinde olanları tercih edilmeli veya akustik muhafaza sağlanmalıdır.

IV.2.6.3. Hava Kalitesi

Perlit genleştirme tesislerinde partikül madde emisyonu kaynakları kurutucu ve fırınlardır. Perlit genleştirme ve kurutmadan kaynaklanan NO_x emisyonu ihmal edilebilecek seviyelerdedir. Sülfür içeren yakıtlar kullanıldığı zaman SO₂ emisyonu meydana gelmektedir. Fakat perlit genleştirme fırınlarında ve kurutucularda yakıt olarak genellikle doğal gaz kullanıldığı için SO₂ emisyonu da önemli miktarda değildir.

Perlit genleştirme ve kurutma işlemlerinde ortaya çıkan partikül madde kontrolü için torba filtre veya sulu yıkayıcılar kullanılmalıdır [66].

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Üretim, depolama ve nakliye sırasında ortaya çıkan yüksek miktarda tozlar,
- Fırınlardan, değirmenler ve eleklerde oluşan toz,
- Malzemelerin ve yakıtların depolanması ve işlenmesi sırasında ortaya çıkan toz kaçaqları,
- Hammaddenin çıkarılması, öğütülmesi sırasında ortaya çıkan toz,
- Tesise hammadde ve yakıt sevkiyatı, tesisten çimento sevkiyatı sırasında kullanılan ağır taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar,
- Ocaklardan hammadde taşınması sırasında stabilize yollardan kaynaklanan toz oluşumu,
- Hammadde çıkarılması sırasında ortaya çıkan tozların yüzey sularını etkilemesi riski,
- Hammadde çıkarılması ile topografyada değişim ve yeraltısuyu yapısında değişim riski.

Alınması Gereken Önlemler

- Baca gazı arıtma sistemi, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi yapılarak, tesisten çıkan emisyonların hava kalitesi ile ilgili tüm mevzuatı ihlal etmediği gösterilmelidir.
- Kaçak emisyonların kontrolü için sızıntı tespit ve onarım programı uygulanmalıdır.
- Fırın optimizasyonu yapılmalıdır.
- Yakıt ve hammaddeler, emisyonları en aza indirecek şekilde seçilmelidir.
- Tesiste uygulanan işlemlerden kaynaklanan (kıırma, öğütme, fırınlardan, yakıt ve malzeme depolama ve paketleme) tozlar için torba veya elektrostatik filtreler kullanılmalıdır.
- Torba filtrelerin çalıştırılmaması durumu için alınacak tedbirlerin belirlenmelidir.
- Ekipmanlardan kaynaklanan toz emisyonlarının önlenmesi gereklidir (konveyörlerin, kırıcıların, malzemelerin, transfer noktalarının, depolama alanlarının, vb. uygun havalandırma ekipmanı ile donatılarak kapatılması, gerekli yerlerde mekanik toz toplayıcıların veya torba filtrelerin kurulması, tesiste kullanılan yolların asfaltlanması, tesisteki yolların vakumla süpürülmesi)
- Yakma işlemlerinden kaynaklanan SO_x ve NO_x emisyonlarının azaltılmasına yönelik önlemler alınmalıdır (yakma sistemlerinin modifikasyonu gibi) (Fırınlarda yakıt olarak doğalgaz kullanılmadığı durumlarda).
- Tehlikeli atıkların (atık yağ vb) ek yakıt olarak kullanılması durumunda emisyonlar ilgili yönetmelik sınır değerlerine uygun olarak kontrol altında tutulmalıdır.
- Ocaklardan hammadde taşınmasında kullanılan stabilize yollar asfaltlanmalıdır.

IV.2.6.4. Atıklar

Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler

- Hammadde temini, işlenmesi sırasında çıkan atık taş ve kayalar,
- Fırından çıkan ve tekrar kullanımı sağlanamayan toz,
- Mutfak vb. birimlerden kaynaklanan evsel atıklar,
- Ofis vb. birimlerden kaynaklanan baskı toneri, atık floresan, pil, vb. atıklar,
- Baca gazı arıtma çamurları,
- Laboratuvar atıkları ve diğer kimyasallar,
- Paketleme şartlarına uymayan ürünler.

Alınması Gereken Önlemler

- Ambalajlama azaltılmalıdır.
- Tesiste toplanan toz mümkün olduğunca prosese geri döndürülmelidir.
- Tesiste proseslerden kaynaklanan tehlikeli/tehlikesiz atıkların nihai bertaraf/geri kazanıma gönderilinceye kadar ilgili yönetmelikte belirtilen koşullarda depolanmalıdır.

IV.2.6.5. Atıksular

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Sulu yıkayıcılardan kaynaklanan atıksu.

Alınması Gereken Önlemler

- Sulu yıkayıcılardan kaynaklanan, askıda katı madde içeren atıksular arıtılmalıdır.
- Fırın tozu, hammadde, ve yığın halinde depolanan diğer maddelerden yağışla kontamine su oluşması ve bunların yüzey veya yeraltı sularına karışması riskine karşı önlemler alınmalıdır.

IV.3. Faaliyet Sonrası

IV.3.1. Toprak ve Jeoloji

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Arazi kullanımının kalıcı olarak değişmesi.

Alınması Gereken Önlemler

- Kapatma sonrası tesis oturma alanı rehabilite edilmelidir.
- Faaliyet alanı başka bir amaçla kullanılmayacaksa arazi yeşillendirilmelidir.

IV.3.2. Gürültü ve Titreşim

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Tesis söküm ve arazi rehabilitasyonu faaliyetleri sırasında kullanılacak araç ve ekipmanların, çevrede bulunan işçileri, yöre halkını ve hayvanları etkileyebilen gürültüye neden olması,
- Tesis söküm ve arazi rehabilitasyonunun ve özellikle bozuk zemin üzerindeki kamyon trafiği gibi faaliyetlerin neden olduğu titreşim sebebiyle:
 - Binalarda değişik derecelerde yüzeysel ve/veya yapısal hasarlar oluşması,
 - İnsanlar üzerinde rahatsızlığa veya huzursuzluğa neden olması veya daha yüksek seviyelerde, çalışma becerisini etkilenmesi.

Alınması Gereken Önlemler

- Kullanılacak makine ve ekipmanların bakımları zamanında ve düzenli olarak yapılmalıdır.

- Güzergah üzerindeki tesis söküm ve arazi rehabilitasyonu programı etkileri azaltacak şekilde hazırlanmalıdır.
- Konut trafiğini ve yerleşim alanlarındaki geçiş sıklığını sınırlayacak şekilde düzenlemeler yapılmalıdır.
- Yerleşim alanlarından geçen kamyonlar için hız sınırına ve tonaja uyulması sağlanmalıdır.
- Gereken yerlerde geçici ses izolasyon bariyerleri kullanılmalıdır.

IV.3.3. Hava Kalitesi

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Atıkların ve malzemelerin taşınması sırasında oluşan egzoz gazları, koku ve toz sebebiyle hava kalitesinin bozulması.

Alınması Gereken Önlemler

- İnşaat yıkıntı atıkları mümkün olduğunca geri kazanılmalıdır.
- Yıkıntı atık yığınlarının üstüne belirli aralıklarla su püskürtülmelidir.
- Ulaşım yolları günlük olarak temizlenmelidir.
- Uygun ekipman ve taşıma araçları kullanılmalıdır.
- Araç ve inşaat ekipmanları düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımları yapılmalıdır.
- Malzeme savrulmadan boşaltma ve doldurma işlemleri yapılmalıdır.
- Kamyonlar ve diğer taşıyıcılar branda ile kapatılmalıdır.

IV.3.4. Atıklar

Oluşması Muhtemel Etkiler

- Tesis sökümü sırasında ortaya çıkacak makine ve ekipman atıkları,
- Kirlenmiş temizlik malzemeleri, kullanılmış yağlar ve yağlayıcılar, kullanılmış hidrolik sıvıları, vb.

Alınması Gereken Önlemler

- Makine ve ekipmanların doğru kullanılması,
- Atık oluşumunun azaltılması.

V. ALTERNATİFLER

Yatırımcı tarafından araştırılan çeşitli alternatiflerin incelenmesi ve sunulması, ÇED sürecinin önemli bir şartıdır. ÇED Yönetmeliği Ek-3'te verilen Çevresel Etki Değerlendirmesi Genel Formatı, ÇED raporlarında projenin yeri ve teknolojisi ile ilgili alternatifler hakkında bilgi verilmesini istemektedir.

V.1. Proje Yeri Alternatifleri

Alternatif proje yerleri, planlama çalışmalarının ilk aşamalarında incelenmelidir. Alternatifleri göz önüne alarak proje için doğru yer seçimi, çevresel etkileri önleme ve azaltma için en etkili stratejidir. Değerlendirilen alternatifler proje bağlamı ile ilgili ve makul olmalıdır. Tarım ilacı veya farmasötik üretimi tesisi yapılması uygun olmayan alanlar çıkarıldıktan sonra kalan alternatif sahalarda birbirleriyle karşılaştırılmalıdır. Tesis yeri alternatifleri belirlenirken dikkate alınması gereken kilit hususlar ve kısıtlar, verilenlerle sınırlı olmamakla birlikte aşağıda sunulmuştur:

- Stratejik çevresel değerlendirme, çevre düzeni planı, imar planı vb. çalışmalarda verilen çevresel hedeflere uygunluk,
- Yerleşim yerlerine yakınlık,
- Nüfus yoğunluğu,
- Saha zemini,
- Saha topoğrafyası,
- Sahanın hidrolojik ve hidrojeolojik durumu,
- Koruma bölgelerine yakınlık,
- Su kaynaklarının durumu,
- Atıksu deşarjı için alıcı ortam ve durumu,
- Ortak bir arıtma tesisine deşarj yapılacaksa, kanalizasyon sistemi ve durumu,
- Ekonomik ve sosyo-ekonomik faktörler.

V.2. Proje Teknoloji/Proses Alternatifleri

Proses/teknoloji alternatifleri; çevresel hususları (emisyonlar, gürültü, koku ve atıklardan kaynaklanan çevresel etkilerin en aza indirgenmesi), mevcut su temini ve atık su alımı altyapısını, gelecekte söz konusu olabilecek kapasite artışı, yatırım ve işletme maliyetleri gibi faktörleri göz önünde bulundurarak sunulmalıdır.

Aşağıda, proses/teknoloji alternatifleri ile ilgili örnekler verilmektedir:

- Alternatif baca gazı arıtma sistemleri,
- Alternatif atıksu geri kazanım prosesleri,
- Alternatif fırın teknolojileri,
- Yardımcı tesislerden kaynaklanan atıksuların geri kazanım alternatifleri (enerji üretimi yapan çimento fabrikalarında kazan soğutma sularının geri kullanılması gibi),
- Alternatif kimyasallar (hazır beton üretimi sırasında kullanılan kimyasallar gibi)
- Alternatif su geri kazanım senaryoları (beton üretimi sırasında kullanılan suyun çöktürme uygulanarak beton üretiminde tekrar kullanılması; kompresörlerin soğutulmasında kullanılan

atıksular ve blöfler, sulu yıkayıcılardan kaynaklanan atıksular, vb. arıtıldıktan sonra peyzaj sulama, araç yıkama, vb. amaçlarla kullanılması gibi)

- Alternatif enerji kaynakları, maliyetler, etkileri,
- Alternatif enerji tasarruf yaklaşımları,
- Alternatif su kaynakları, kaliteleri, su arıtma gereksinimleri,
- Alternatif alıcı ortamlar, kaliteleri, hassas alanlar,
- Alternatif arıtma prosesleri,
- Alternatif çamur arıtma ve bertaraf prosesleri,
- Atık ön işlem/bertaraf alternatifleri.

VI. İZLEME

Bu kılavuzda ele alınan üretim tesislerinden kaynaklanan ve yukarıda detayları verilen etkilerin en aza indirilmesi için yürütülen ÇED çalışmalarının önemli ayaklarından bir tanesi de izleme ve kontrol çalışmalarıdır.

Bu kapsamda projelerin arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapanış aşamalarında izleme çalışmalarının yürütülmesi büyük önem arz etmektedir. İzleme programları her bir projeye özgü olarak hazırlanmalı ve mümkün olduğunca ölçülebilir kriterlere (atıksu analizleri, baca gazı analizleri, arka plan gürültü ölçümü vb.) dayandırılmalıdır.

İzleme çalışmaları neticesinde meydana gelen uyumsuzluklar için iyileştirmeler yapılmalı ve uyumsuzluklar ortadan kaldırılmalıdır. Tablo 4'te yapılacak izleme çalışmalarına ilişkin detay sunulmaktadır.

Tablo 4. Bu kılavuzda ele alınan tesislere ilişkin izleme tablosu

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
İNŞAAT DÖNEMİ			
Tarihi, kültürel ve arkeolojik varlıklar	Arazi	Gözlem	Kültür varlığına rastlanıldığında
Toz (PM ₁₀)	Alıcı Ortam	Yetkili Akredite Laboratuvarlarda analiz edilmelidir.	Yoğun toz yayıcı işlemlerde (hafriyat vb)
Evsel atıksu	Şantiye Binasından kaynaklanan atıksu	-Paket arıtma -Mevcut kanalizasyon hattına verilmesi -Sızdırmaz fosseptiğe verilmesi	Sürekli
Hafriyat artığı	Şantiye alanı ve çalışma alanında (geçici depolama-yükleme-taşıma sırasında)	"Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında ilgili Belediyenin göstereceği döküm alanına nakli sağlanmalı	Sürekli
Evsel Atıklar	Çalışma alanında	Ağız kapalı çöp kaplarında torbalar içerisinde biriktirilip ilgili belediyeye teslimi sağlanmalı	Sürekli
Atık Madeni Yağlar	Bakım alanlarında, sızıntının olabileceği şantiye alanı ve çalışma alanındaki iş makinelerinin hepsinde	Gözlemsel olarak bakılacaktır. Atık yağların geçici olarak depolandığına dair kayıtlar kontrol edilecektir. Günlük olarak sızıntı, döküntü olup olmadığı kontrol edilecektir. Sızıntı ve döküntü olması durumunda kayıt tutulacak ve şantiye şefine haber verilerek sızıntı-döküntü acil müdahale planı uygulanmalıdır. Yıllık olarak Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği gereği Ek-2 formlarının doldurularak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne düzenli olarak gönderildiğine dair belgelere bakılacaktır. Yine alınan yağ miktarları kontrol edilmelidir.	Sürekli Yıllık

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
Tehlikeli Atıklar	Çalışma alanında	Yağ, yakıt, boya vb. bulaşmış eldiven, üstüğü, ambalaj vb. tehlikeli atıklar ayrı olarak biriktirilecek ve belirli periyotlarla (180 günü aşmayacak şekilde) lisanslı taşıyıcılar vasıtası ile lisanslı bertaraf tesisine gönderilmelidir. Yıllık olarak Tehlikeli Atık Beyan sistemine atık beyanı yapıldığına dair belgelerin kontrolü yapılmalıdır.	Sürekli Yıllık
Ambalaj Atıkları (Cam, Plastik, Karton, Pet Şişe, Teneke vb.)	Çalışma alanında	TAT (taşıma-ayırma-toplama) lisanslı yetkili firmalara verilmelidir.	Sürekli
Atık Pil ve Akümülatörler	Çalışma alanında	-Atık pillerin uygun şartlarda biriktirilmesi ve lisanslı tesislere verilmelidir. -Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak akülerin, yenisini satın alınırken yetkili satıcıya iade edilmelidir.	Sürekli
Ömrünü Tamamlamış Lastikler (ÖTL)	Çalışma alanında	Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak ÖTL'ler lisanslı kuruluşlara gönderilmelidir.	Sürekli
Gürültü	Alıcı ortamlarda	Yetkili akredite laboratuvar	Gürültünün yoğun olduğu durumlarda
Tıbbi Atık	Sağlık ünitesi	Tıbbi atıklar, belediye tıbbi atık toplama araçlarına veya lisanslı kuruluşlara verilmelidir.	Sürekli
İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)	Çalışma alanında	Şantiyede yasal süresinde, İSG Uzmanı bulundurulacak olup "İSG Uzmanlarının Görev Yetki ve Sorumlulukları Hakkında Yönetmelik" esasları doğrultusunda hareket edilecektir. Periyodik kontrol listeleri doldurularak 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bağlı Yönetmeliklerin gereği kontrol edilecektir. Ayrıca Risk analizi ve Acil Durum Müdahale programına göre kontrol edilecektir. İSG kapsamında ortam ve kişisel maruziyet gürültü ölçümleri yaptırılacak gürültü derecesi sınır değerleri geçmeyecektir. Geçmesi durumunda işçilere baret, kulaklık veya kulak tıkaçları gibi uygun koruyucu araç ve gereçler verilecektir. Toz çıkışı olan işlerde çalışan işçilere, işin özelliğine ve tozun niteliğine göre uygun kişisel korunma araçları ile maskeler verilecektir.	Günlük/Haftalık/Aylık

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
Halkın Güvenliği	Çalışma alanlarında	İkaz panolarının yerinde olup olmadığı, reflektör lambalarının çalışıp çalışmadığı kontrol edilecektir. Güvenlik personeli tarafından çalışma alanına görevliden başkasının girmemesi sağlanmalıdır.	Sürekli
İŞLETME AŞAMASI			
Toz (PM ₁₀)	Tablo 3'de belirtilen hava kirleticilerinin kontrolü doğrultusunda SKHKKY Ek-1'deki ilgili esaslar dikkate alınmalıdır	Faaliyet Sahibi / Akredite Laboratuvar	Sürekli / İlgili mevzuatta belirtilen periyotta
NO _x			
SO ₂			
PCDD, PCDF (Çimento ve kireç fabrikalarında)			
Proses Kaynaklı Atıksular	Tesisin tabi olduğu atıksu deşarj standartları (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Tablo 7.5) çerçevesinde atıksuları analiz edilmelidir.	Faaliyet Sahibi / Akredite Laboratuvar	Sürekli / İlgili mevzuatta belirtilen periyotta
Evsel Nitelikli Atıksular	İdari birimlerden, tesisten, varsa lojman ve mutfaktan kaynaklanan atıksular	-Paket arıtma -Mevcut kanalizasyon hattına verilmesi -Sızdırmaz fosseptiğe verilmesi	Sürekli
Evsel Nitelikli Katı Atıklar	İşletmeden, ofis ve mutfaklardan, varsa lojman vb sosyal tesislerden kaynaklanan atıklar	Ağzı kapalı çöp kaplarında torbalar içerisinde biriktirilip ilgili Belediyeye teslimi sağlanmalıdır.	Sürekli
Ambalaj Atıkları (Cam, Plastik, Karton, Pet Şişe, Teneke vb.)	İşletme	TAT (taşıma-ayırma-toplama) Lisanslı yetkili firmalara verilmelidir.	Sürekli
Atık Yağlar	İşletme	-Gözlemsel olarak bakılması -Atık yağların geçici olarak depolandığına dair kayıtların kontrolü -Yıllık olarak Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği gereği Ek-2 formlarının doldurularak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne düzenli olarak gönderildiğine dair belgelerin kontrolü sağlanmalıdır.	Sürekli
Hafriyat atıkları (atık kaya, taş, vb)	İşletme	Atık Yönetimi Yönetmeliği Madde 9'da tanımlanmış yükümlülükler çerçevesinde atıkların bertarafının sağlanması ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığına beyanda bulunulması temin edilmelidir.	
Baca gazı arıtma çamurları (fırın, kurutma, otoklav bulunan)	İşletme	Atık Yönetimi Yönetmeliği Madde 9'da tanımlanmış yükümlülükler çerçevesinde atıkların bertarafının sağlanması ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığına beyanda	

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
sistemler için)		bulunulması temin edilmelidir.	
Paketleme şartlarına uymayan ürünler	İşletme	Atık Yönetimi Yönetmeliği Madde 9'da tanımlanmış yükümlülükler çerçevesinde atıkların bertarafının sağlanması ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığına beyanda bulunulması temin edilmelidir	
Tıbbi Atık	Sağlık ünitesi	Tıbbi atıkların, belediye tıbbi atık toplama araçlarına veya lisanslı kuruluşlara verilmesi sağlanmalıdır.	Sürekli
Gürültü	Tesis içi / Alıcı ortam	Faaliyet sahibi / Yetkili Akredite Laboratuvar	Sürekli
İş Sağlığı ve Güvenliği	İşletme	-İSG Uzmanı/İşyeri Hekimi ataması -Risk Analizi -ADP ve Ekipleri -İş araçları/ekipmanlar periyodik kontrolleri -İSG izleme planı -Yıllık Çalışma Planı -İSG Eğitimleri -İSG Kurulu/Toplantıları -İSG Ölçümleri	Sürekli

VII. UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Çimento ve kireç fabrikasının kurulması planlanan alternatif alanlarda mevcut hava kalitesi düzeyleri oldukça önemlidir. Eğer mevcut hava kalitesi düzeyi zaten sınırları aşan ya da aşmaya yakın bir tablo sergiliyorsa, bu bölgede çimento fabrikası kurulması uygun değildir. Diğer taraftan mevcutta kurulu olmayan ancak ÇED Kararı olan projeler var ise bu projelere ilişkin kurulacak tesislerin de ÇED sürecindeki hava kalitesi modellemesi çalışmasına dahil edilmesi gerekir.

Diğer taraftan sadece bu kılavuzda ele alınan üretim süreçleri için ÇED çalışması yapmak üretimin genelini çevresel etkilerinin değerlendirilmesini sağlayamaz. Bu nedenle kullanılacak hammadde (kil, marn ve alçıtaşı vb) ocaklarının da ÇED sürecine entegre olarak dahil edilmesinde fayda vardır. ÇED raporunun entegre tüm faaliyetleri kapsayacak şekilde hazırlanması, kurulum ve işletme aşamalarında yatırımcıya zaman kazandıracak ekonomik uygulamalardır.

Hazır beton, çimento veya diğer bağlayıcı maddeler kullanılarak şekillendirilmiş malzeme üretiminin yapıldığı tesislerde tesis kapasitesi olarak hazır beton santralinin m³/saat cinsinden kapasitesi, ön gerilimli beton elemanı, gaz beton, çimento esaslı levha ve benzerlerinin üretimini gerçekleştiren tesislerde tesis kapasitesi olarak tesisin m³/saat cinsinden üretim kapasitesi esas alınmalıdır.

VIII. KAYNAKLAR

- [1] KEMA, Lawrence Berkeley National Laboratory (2005). Industrial Case Study: The Cement Industry. Pacific Gas and Electric Company, San Francisco, California.
- [2] Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Çimento Nasıl Üretilir?. <http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menulD=54>, Erişim tarihi: 27/12/2017
- [3] International Finance Corporation, World Bank Group (2007). Environmental, Health, and Safety Guidelines for Cement and Lime Manufacturing. <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/f74848804951d04eb75cb719583b6d16/Final+-+Cement+and+Lime+Manufacturing.pdf?MOD=AJPERES>, Erişim tarihi: 27/12/2017.
- [4] European Commission (2013). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide. Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau.
- [5] Avrupa Komisyonu (2010). Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit İmalat Sanayilerinde Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanı. <http://webdosya.csb.gov.tr/db/ipcc/icerikbelge/icerikbelge1409.pdf>, Erişim tarihi: 27/12/2017
- [6] Topçu, A.D. (2016). Çimento Üretim Süreçlerindeki İş Sağlığı Ve Güvenliği Risklerinin Tespiti Ve Çözüm Önerileri. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.
- [7] Balcı, S. (2016). Çimento Üretiminde Toz Ve Gürültü Maruziyetinin Değerlendirilmesi. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.
- [8] Cembureau (1999). Best Available Techniques for the Cement Industry. <http://www.coprochem.org/documents/holcim-cembureau-bat-1999.pdf/view>, Erişim tarihi: 27/12/2017.
- [9] Energy Technology Network (2010). Cement Production. IEA ETSAP – Technology Brief I03. https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/I03_cement_June_2010_GS-gct.pdf, Erişim tarihi: 27/12/2017.
- [10] Atasi, L.A. (2013) Environmental Impact Assessment for Sustainable Cement Production. PhD Thesis, Edinburgh Napier University.
- [11] Öztür, E. (2016). Çimento Sektöründe Alternatif Hammadde Ve Alternatif Yakıt Kullanımının Çevresel Yararlarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi.
- [12] Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi: 06.10.2010, Resmi Gazete Sayısı: 27721.
- [13] Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği. Resmi Gazete Tarihi: 20.06.2014 Resmi Gazete Sayısı: 29036

- [14] Nuh Çimento Sanayi A.Ş. (2013). Çimento Fabrikası, Kapasite Artışı (4 Nolu Çimento Üretim Hattı) Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu.
- [15] Understanding Cement. Manufacturing - the Cement Kiln. <https://www.understanding-cement.com/kiln.html>. Erişim tarihi: 28/12/2017.
- [16] ZKG International, Treatment of Bypass Dust in Cement Manufacturing. https://www.google.com.tr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjy6Zm3pvDZAhUJDuwKHfULBcoQFgqgMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bhs-sonthofen.de%2Fno_cache%2Fen.html%3Ftx_z7pressarticlesbhs%255Bdownload%255D%3D313&usq=AOvVaw3FTBlosAhdWu7f0L5lfewt. Erişim tarihi 16/03/2018.
- [17] Alsop, P.A, Chen, H., Tseng, H. 2007. Cement Plant Operations Handbook for Dry-Process Plants. Tradeship Publications Ltd, UK. 5th Edition.
- [18] Bedirhanoğlu, İ. Yapı Malzemesi Ders Notları. Dicle Üniversitesi <http://www.dicle.edu.tr/a/idrisb/webtr/Yapi%20Mlz/YM-3-Bağlayıcı%20Maddeler.pdf>. Erişim tarihi 22/12/2017
- [19] Nuh Çimento. <http://www.nuhcimento.com.tr>, Erişim tarihi: 27/12/2017
- [20] Usta, H. (2005). Hazır Beton Sektörü Araştırması. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-38.pdf>, Erişim tarihi: 27/12/2017
- [21] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (2012). İnşaat Teknolojisi Hazır Beton Üretimi. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Haz%C4%B1r%20Beton%20%C3%9Cretimi.pdf, Erişim tarihi: 27/12/2017
- [22] Yağcı, B. Yapı Malzemesi-Bağlayıcı Malzemeler ve Beton, İnşaat Mühendisliğine Giriş, Balıkesir Üniversitesi. <http://insaat.balikesir.edu.tr/dokumanlar/insm/img6> Erişim tarihi: 06/03/2018
- [23] Tekirdağ İl Çevre ve Orman Müdürlüğü (2011). Beton Santralleri ve Asfalt Plant Tesislerinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Uygulamaları. <https://slidex.tips/download/beton-santraller-ve-asfalt-plant-tesislerinde-su-kirliliği-kontrol-yönetmeliği-uygulamaları#>, Erişim tarihi: 27/12/2017
- [24] Ready Mix Concrete Production. http://olivibra.de/en-GB/OLIDE/SDetail/S13293/SOL_RDM/Ready-Mix-Concrete-Production Erişim tarihi: 06/03/2018.
- [25] Yazıcı, H. Yapı Malzemesi Ders Notları, Bağlayıcı Maddeler. Dokuz Eylül Üniversitesi http://kisi.deu.edu.tr/halit.yazici/YM2/YM-II%232_BAGLAYICI_MADDELER.pdf Erişim tarihi: 22/12/2017.
- [26] Hüsem, M. Öngermeli Beton. Karadeniz Teknik Üniversitesi, <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FZTxsBZtnlwJ:aves.ktu.edu.tr/ImageOfByte.aspx%3FResim%3D8%26SSNO%3D8%26USER%3D3789+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=tr>, Erişim tarihi 22/12/2017
- [27] Tarkin, M. Çevre Dostu Gazbeton. İnşaat Mühendisleri Odası, <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/1004.pdf>, Erişim tarihi 22/12/2017

- [28] Subash, M. Ch. G., Satyannarayana, V.S.V., Srinavas, J. (2016). Aerated Autoclaved Concrete (AAC) Blocks: A Revolution Building Material In Construction Industry. International Journal of Science Technology and Management Vol. No. 5, Special issue No. (01)
- [29] Schnitzler, S. (2006). Applied Research Paper: Autoclaved Aerated Concrete as a Green Building Material. Sustainability and the Built Environment UC Davis Extension
- [30] Uysal, M., Gündoğdu, B.C., Sümer, M. (2012). Gazbetonun Kuruma Rötresine Bağlayıcı Malzeme Miktarı Değişiminin Etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(4):303-308
- [31] Sanders, A., Davidson, E. 2014. Global Cemements: Cement Boards, Global Cement, Cement Boards 101. Global Cement Magazine, 32.
- [32] Kalaycıoğlu, H., Yel, H., Dönmez, A., Çavdar, A.D., 2012. Çimentolu Odun Yünü Kompozitleri ve Kullanım Alanları, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 12 (1) 122-133.
- [33] Indiamart. <https://www.indiamart.com/vinardax-industries/acoustic-boards.html> Erişim tarihi: 16/03/2018
- [34] MGO Board. <http://www.zigleader.com/projects/fiber-cement-board-2/>. Erişim tarihi: 16/03/2018.
- [35] Cement bonded particle boards. <http://www.tamak.ru/en/cementno-struzhechnaya-plita/>. Erişim tarihi: 16/03/2018.
- [36] Sonphuak, W., Rojanarowan, N. (2013). Strength Improvement of Fibre Cement Product. International Journal of Industrial Engineering Computations 4, 505–516
- [37] Moslemi, A. (2008). Technology and Market Considerations for Fiber Cement Composites. 11th Inorganic Bonded Fiber Composites Conference
- [38] Bezerra, E.M., Joaquim, A.P., Savastano, H. (2004). Some Properties of Fiber-Cement Composites with Selected Fibers. Conferência Brasileira de Materiais e Tecnologias Não-Convencionais: Habitações e Infra-Estrutura de Interesse Social Brasil
- [39] Shera. Fiber Cement Technology. <https://www.sheraeu.com/FC-Technology.html>, Erişim tarihi 22/12/2017
- [40] Yunion. How is Fiber Cement Board Manufactured? <http://www.yunionboard.com/2015/02/fiber-cement-board-manufactured/>, Erişim tarihi 22/12/2017
- [41] Jaques, R.A. (2004). Environmental Inventory of Three Common New Zeland Composite Sheet Materials – A Preliminary Study. Branz. https://www.branz.co.nz/cms_show_download.php?id=1a01f97014a33bc4c86fb3922f472c8d128a0bc7 Erişim tarihi: 06/03/2018
- [42] Arslantaş, İ. (2001). Çimentolu Yonga Levha ve Prefabrik Yapı Elemanları Üretim Tesisi Sanayi Profili. Sanayi Ve Ticaret Bakanlığı Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yatırımlar ve Projelendirme Dairesi Başkanlığı, Ankara

- [43] Üretim ve Uygulama. Tamyol Asfalt. http://www.tamyol.com.tr/UserFiles/Content/uretim_ve_uygulama.pdf. Erişim tarihi: 06/03/2018.
- [44] Karayolları 13. Bölge Müdürlüğü, Harmanören Asfalt Plant Tesisi ve Asfalt Depo Tesisi Kapasite Artışı, Isparta İli, Atabey İlçesi, Barla Mevkii Asfalt Plant Tesisi ve Asfalt Depo Tesisi Kapasite Artışı PTD, 2015.
- [45] Asphalt Mixture Plant Operations. http://kidefm.org/wp-content/uploads/2015/08/2.3-chapter_035-3-Asphalt-Mixture-Plant-Operations-sheet.pdf. Erişim tarihi: 06/03/2018.
- [46] Beach, R.H., Bullock, A.M., Heller, K.B., Domanico, J.L., Muth, M.K., O'Connor, A.C., Spooner, R.B. Lime Production: Industry Profile, Final Report. Research Triangle Institute. 2000.
- [47] Felekoglu, B., Alternatif Yapı Malzemeleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, <http://kisi.deu.edu.tr/burak.felekoglu/04.Polipart2.pdf>. Erişim tarihi: 06/03/2018.
- [48] Bağlayıcı Yapı Malzemeleri, Anadolu Üniversitesi. <http://www.insaat.anadolu.edu.tr/muhsiny/MLZ%202004/icerik/2H-1.%20Ba%C4%9Flay%C4%B1c%C4%B1%20malzemeler,%20Al%C3%A7%C4%B1.pdf> Erişim tarihi: 06/03/2018.
- [49] Akkoyun, Ö., Ünver, B., Küçük Ölçekli Manyezit İşletmelerinde Üretim Veriminin Artırılması İçin Öncelikli Ne Yapılabilir? – Bir Örnek. Türkiye 17. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi-TUMAKS 2001.
- [50] Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri III (Pomza-Perlit-Vermikülit-Flogopit-Genleşen Killer) Çalışma Grubu,. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, DPT, 2001.
- [51] Orhun, O. Perlit. Bilimsel Madencilik Dergisi, Sayı 4, Cilt 8, 1969.
- [52] Yıldız, N. Yalıtımda Doğal Çözüm: Perlit. Madencilik Türkiye, 2014. 100-102.
- [53] Alpan, M.E., Çimento Sektöründe Atık Isı Geri Kazanımı Sistemleri Kullanımı. 3. Sanayi Şurası. <http://www.sanayisurasi.gov.tr/pdfs/cimento-sektorunde-atik-isi-geri-kazanimi-sistemleri-kullanimi.pdf>. Erişim tarihi: 27/12/2017.
- [54] Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği, Resmi Gazete Tarihi: 20.06.2014 Resmi Gazete Sayısı: 29036
- [55] Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (2014). Türk Çimento Sektörünün Alternatif Yakıt ve Alternatif Hammadde Kullanımı Yaklaşımı. http://www.tcma.org.tr/images/file/Turk_cimento_sektorunun_alternatif_yakit_hammadde_kullanim_yaklasimi_Kasim_2014.pdf, Erişim tarihi: 27/12/2017
- [56] Yaşa, E. (2010). Ters Ozmoz (TO) Su Artırma Tekniği ve Muhtelif Kullanım Alanları. 9. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 971-986.
- [57] Cammarata, V., Borghesi, R. EIA of a Cement Industry Evaluation of Impact Assessment in Cement Sector. Environmental Impact Assessment (EIA) (for Assessors) Workshop. <http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00001400/1415-eia-of-a-cement-industry.pdf>, Erişim tarihi 22/12/2017

- [58] Kuhlmann, K., Schneider, M., Sollenbohmer, F. (1996). PCDD/F Emissions from German Cement Clinker Kilns. Organohalogen Compounds. Vol. 27, 78-83.
- [59] Abad, E., Martinez, K., Caixach, J., Rivera, J. (2004). Polychlorinated Dibenzo-p-dioxin/Polychlorinated Dibenzofuran Releases into the Atmosphere from the Use of Secondary Fuels in Cement Kilns during Clinker Formation. Environmental Science and Technology 38, 4734-4738.
- [60] Ashiq, M.J. (2013). Influence of Alternative Fuels on the Formation of Dioxins in a Cement Production Plant. Degree Project Thesis. Universitet Umea
- [61] Environmental Protection Agency (1996). Compilation of Air Emission Factors. Portland Cement Manufacturing.
- [62] Karstensen, K.H., Engelsen, C.J., Ng, S., Saha, P.K., Malmedal, M.N. (2016) Cement Manufacturing and Air Quality. in "Comprehensive Analytical Chemistry, Volume 73. The Quality of Air. Editörler: Guardia, M., Armenta, S. Wilson & Wilson's
- [63] Schorcht, F., Kourti, I., Scalet, B.M., Roudier, S., Sancho, L.D. (2013). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide. JRC Refenece Document. European Union.
- [64] EPA, AP-42, Vol. I: Section 11.1 Hot Mix Asphalt Plants. <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch11/final/c11s01.pdf>. Erişim tarihi: 06/03/2018.
- [65] EPA, AP-42, Vol. I: Section 11.17 Lime Manufacturing. https://www3.epa.gov/ttn/chie/old/ap42/ch11/s17/final/c11s17_1995.pdf Erişim tarihi: 06/03/2018
- [66] EPA, AP-42, CH 11.30: Perlite Processing. <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch11/final/c11s30.pdf> Erişim tarihi: 06/03/2018