

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şeyda Yağmur GEYİK

**ÇİMENTO ÜRETİM SEKTÖRÜNDE ISO 14001 ÇEVRE
YÖNETİM SİSTEMİNİN ENERJİ KAZANIMI VE İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2020

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇİMENTO ÜRETİM SEKTÖRÜNDE ISO 14001 ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİNİN ENERJİ KAZANIMI VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Şeyda Yağmur GEYİK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Bülent SARI
Yıl: 2020, Sayfa: 105
Jüri : Doç. Dr. Bülent SARI
: Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN
: Doç. Dr. Mehmet Fatih DİLEKOĞLU

Bu çalışma üç aşamalı olarak yürütülmüştür. İlk aşamada, çimento sektöründe faaliyet gösteren bir endüstriyel kuruluştaki ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi kurulmuş ve uygulamaya geçirilmiştir. İkinci aşamada, ISO 14001 yönetim sisteminin kuruluşun enerji tüketimi ve emisyon salınımında nasıl bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Son olarak ise ISO 14001 uygulanması sonucu elde edilen veriler ile kuruluşun enerji kazanımı ve iklim değişikliğine katkısı ortaya konulmuştur. ISO 14001 kurulumu ve uygulanması amacıyla bir ekip ve bir plan oluşturulmuş, çalışmalar bu plan çerçevesinde yürütülmüştür. ISO 14001 yönetim sistemine enerji tüketimleri ve emisyon salınımlarının eklenmesi ile yanma emisyonlarının 6811,87 ton CO₂ azaldığı hesaplanmıştır ve tesiste kurulu elektrik üretim kapasitesi 9,9 MWh olması planlanan WHR projesi başlamıştır. CO₂ tasarrufuna ek olarak, fosil yakıt kazancı elde edilerek doğal kaynakların verimli kullanımına katkı sağlanmıştır. Çimento endüstrisinde, üretim sürecinde ön ısıtıcının ve soğutucudan çıkan ısının ve atık malzemelerin geri kazanımı ile enerjiden büyük oranda tasarruf edilebileceği bu çalışmada ortaya konulmuştur. Enerji verimliliğinin iyileştirilmesinin, elektrik ve yakıt tüketiminden kaynaklı CO₂ salınımını azalttığı tespit edilmiştir. Kurulan yönetim sistemi ile tesis bünyesinde proaktif çevre kültürü oluşturulmaya başlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevre Yönetim Sistemi, Çimento, Enerji, Çevre, İklim Değişikliği.

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINING THE EFFECTS OF ISO 14001 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM ON ENERGY GAIN AND CLIMATE CHANGE IN CEMENT PRODUCTION SECTOR

Şeyda Yağmur GEYİK

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Bülent SARI
Year: 2020, Pages: 105
Jury: : Assoc. Prof. Dr. Bülent SARI
: Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN
: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fatih DİLEKOĞLU

This study is done in three stages. In the first stage, ISO 14001 in an industrial enterprise operating in the cement sector. In the second stage, it has been determined how the organization has an impact on the energy consumption and usage emission in the ISO 14001 management system. Finally, the organization's contribution to energy gain and climate change has been demonstrated with the objectives obtained as a result of ISO 14001 implementation. A team and a plan were created in the ISO 14001 installation and work, and this work was planned. At the beginning of the WHR project, which is calculated to reduce 6811.87 tons of CO₂ by adding energy consumption and other emissions and combustion uses in the ISO 14001 management system and is planned to be 9.9 MWh under the installed electricity generation at the facility. In addition to CO₂ savings, natural resources are provided to be efficient when fossil fuel gain is achieved. It is therefore demonstrated in the cement industry that energy can be saved to a large extent by the recovery of pre-heater and heat and waste materials from the coolant. It will be determined that improving energy efficiency reduces the CO₂ emission utilizing electricity and fuel consumption. With the established management system, it has not begun to create a proactive environmental culture within the facility.

Keywords: Environmental Management System, Cement, Energy, Environment, ClimateChange

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Çimento, günümüzde en yaygın biçimde kullanılan yapı sistemi olan betonarmenin, girdilerinden birisidir. Çimento bağlayıcı malzeme olarak kullanılır. Başlıca hammaddeleri alüminyum, silisyum, kalsiyum ve demir oksitleri içeren karışımlar olup; hammaddelerin farklı oranlarda karışımı ve katkı maddelerinin eklenmesi ile farklı tipte çimentolar üretilir.

Türkiye’de çimento sektörünün temelleri, 1912 yılında Kocaeli Darıca’daki 20.000 ton/yıl kapasiteli Aslan A.Ş. ile Kocaeli Eskişehir’deki, yine 20.000 ton/yıl kapasiteye sahip Portland Çimento fabrikalarının faaliyete geçmesi ile atılmıştır. Türkiye’de üretilen çimento miktarı iç piyasa talebini karşılamaktan uzun yıllar uzak kalmış, ihtiyacın bir bölümü ithalat yoluyla karşılanmıştır. 1950 yılından itibaren, özel şirketlerin çimento sanayiine ilgisi daha yoğun bir hal almıştır.

Çimento; toplum için güvenilir ve konforlu binalar ile modern altyapı ihtiyacının karşılanmasını sağlayan önemli ürünlerden biridir. Çimento sanayisi birlikte işleme, atıklardan enerji üretimi ve malzeme geri kazanımı bakımından oldukça verimli bir alandır. Yenilenebilir olmayan kaynakların, oldukça sıkı kontroller eşliğinde sosyal atıklar ile ikame edildiği bu sektör; hem toplum ve çevre için, hem de çimento sektörüne yönelik güvenilir ve sürdürülebilir çözümler sunmaktadır.

Hızla artış gösteren nüfusla beraber, sanayinin gelişmesi, doğal kaynakların tüketilmesi ve üretimin hızlı bir şekilde artması çevreye bırakılan katı, sıvı ve gaz formdaki atıkların oluşumu kaçınılmaz bir hale getirmiştir. Türkiye’de çimento sektörü son yıllarda ciddi bir büyüme göstermiştir. Bu da daha fazla hammadde, yakıt ve enerji ihtiyacına neden olmaktadır. Gelecek nesillere ve ekolojik dengeye sorumluluk duyulması nedeniyle sürdürülebilir üretim artık zorunluluk haline gelmiştir.

Çimento sektörü, enerji tüketiminin oldukça yoğun olduğu bir ağır sanayi koludur. Sarf edilen enerjinin büyük bölümünün fosil kaynaklı olmasından ötürü;

CO₂ salımı ve sera gazlarının artışında, dolayısıyla küresel ısınmada, çimento sanayinin önemli bir payı vardır. Yapılan karşılaştırmalar, çimento sektörünün tek başına dünya genelindeki CO₂ salınımının %5'inden sorumlu olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, 2006-2050 yılları arasında, yıllık CO₂ salınım miktarlarında %2,5 oranında bir artış yaşanması beklenmektedir. 2050 yılına gelindiğinde, çimento sektörüne ait CO₂ salınımının toplam miktarının 3.7-4.4 milyar ton olacağı öngörülmektedir. Türkiye çimento sektöründe, enerjinin çimento üretim maliyetleri içerisindeki payı %60-70 oranındadır. 2011 yılına ait 5,3 milyon TEP tüketim miktarı ile, toplam sanayi enerji tüketiminden %17,5 oranında pay alarak, demir-çelik sanayiinin ardından enerji tüketimi en fazla olan ikinci sanayi kolu çimento olmuştur. Enerji, çimento fabrikalarında başlıca yakıt enerjisi ve elektrik enerjisi olarak kullanılır. Toplam enerji tüketimi içerisinde, yakıt %88-90 oranında, elektrik ise %10-12 oranında bir paya sahiptir.

ISO 14001 ÇYS farklı üretim sektörleride dahil, ürünün ilk oluşum aşamasından tüketiciye aktarılmasına kadar geçen her süreçte çevresel etkilerin belirlenerek üretimin sistematik bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan bir sistemdir. 1996'da, ISO'nun uluslararası işbirliği çerçevesinde dünya genelinde en çok kabul gören Çevre Yönetim Sistemi standardı olan ISO 14001 ilan edilmiştir. ISO 14001 standardı, sadece çimento tesislerinde değil işletmelerin tümünde uygulanabilir. Uzun dönemde işletmelerde ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi maliyetlerin azalmasına yardımcı olmaktadır. Uzun dönemde çevre maliyetlerinde, artış olması, müşteri memnuniyeti ve işletmeye duyulan güvenin artması zamanla artış gösterecektir. Bu nedenle sertifika alabilmek için başlangıç maliyetlerine katlanılmalıdır.

ISO 14001 - Çevre Yönetim Sistemi ile atıklar gitgide azalmakta olup atıkların bertaraf ya da geri dönüşüm maliyetlerin de azalma olacaktır. ISO 14001 - Çevre Yönetim Sistemi ile, kimyasal maddelerin kullanımı azalacaktır. Atık miktarlarında da gözle görülür azalmalar olacağından, söz konusu maddeler ve atıklar nedeniyle meydana gelen zararların miktarın da azalma yaşanacaktır.

Türkiye sera gazı emisyonlarının temeli enerji sektörü kaynaklıdır. Türkiye'nin 2016 yılında toplam sera gazı emisyonlarının %72,8'ini enerji kaynaklıdır. 2016 yılında endüstriyel işlemler kaynaklı sera gazı emisyon 62,24 ton CO₂ olup, toplam emisyonların %12,6'sını oluşturmaktadır. Endüstriyel işlemlerden kaynaklanan emisyonların %67,2 gibi büyük bir payını çimento üretimi oluşturmaktadır. CO₂ bilindiği üzere "Sera Gazı" olarak adlandırılan bir gazdır ve bu gazlar İklim değişikliği açısından önemlidir. İklim değişikliği günden güne önem kazanan ve insan faaliyetlerinin sebep olduğu sera etkisine sebep olan gazlarına yönelik önlem alınması gereken konulardan biridir. Sera gazı emisyonlarının belirli bir seviye de tutulmaması sonucu, iklim sisteminin geri dönüşmez boyutlara ulaşacağı araştırmalar ile açıklanmaktadır.

Çimento sektörü enerjiyi yoğun kullanan sektörlerin başında gelmesinden dolayı ISO 14001 Çevre Yönetim Sisteminin kurulması büyük önem taşımaktadır. Çevre yönetim sistemi, bir kuruluşun faaliyetlerinin çevresel etkilerini yönetmek amacıyla oluşturulan bir organizasyondur. Enerji maliyeti, çimento üretiminde maliyetin çok fazla olması ile dikkat çekmektedir. Önemli ölçüde enerjiden tasarruf edilebilmesi için proste iyileştirmeler yapılmalıdır. Bu iyileştirmelerin arasında öncelikli olarak üretim prosesinde sızıntılar ve kaçaklar önlenmelidir. Üretim esnasında ön ısıtıcı ve soğutucudan çıkan atık ısının yeniden kazanılması, enerji kazanımı için faydalı bir yatırımdır. Bu çalışmalar çimento üretimi ile doğrudan ilişkilidir. ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemine dokümanite edilip uygulanabilirliğinin takip edilmesi, talimatlar, planlar oluşturulması ve maliyet analizleri ile enerji kazanımı artıp, iklim değişikliğine etki eden sera gazı emisyonlarının azaltıldığı görülmüştür. Yakıt ve elektrik tüketiminden gelen CO₂ salınımının azaltılması için enerji verimliliğinin iyileştirilmelidir. Çevre Yönetim Sisteminin kurulması ile enerji kazanımları sistematik bir yapı kazanacaktır ve çimento üretim maliyetlerini de düşüreceği ortaya konulmuştur.

Çimento tesislerinin enerji tüketimleri, üretilen çimentonun cinsine göre değişiklik gösterir. Çimento üretiminin başlangıç aşaması olan kırma işleminden

itibaren, üretim sürecindeki toplam spesifik enerji tüketimlerinin ağırlık ortalaması 100 kwh/ton'dur. Ancak atık ısıdan enerji üretimi ile enerji tüketimi 100 kwh/ton iken 80 kwh/ton düşmesi planlanmaktadır. Tesisin kapasitesi 2.160.714 ton/yıl olduğundan 172.857.120 kw/h elektrik ihtiyacı olacağı hesaplanmıştır. Atık Isıdan Elektrik Enerjisi Üretimi Tesisinin (WHR Tesis) kurulu elektrik üretim kapasitesi 9,9 MWh olacaktır. Bu WHR tesisine ait maksimum ısıl güç 47,14 MWt olacaktır.

Çimento Üretim Tesisinde kurulması planlanan Atık Isıdan Elektrik Enerjisi Üretim Tesis sayesinde, fabrika üretim hattında ihtiyaç duyulan elektrik enerjisinin bir bölümü karşılanmış olacaktır. Ayrıca, çevre dostu bir yaklaşımla baca gazı emisyonları azaltılacaktır. Bunun yanında, dışarıdan karşılanan enerji miktarında düşüş yaşanacağından dolayı, fabrikanın enerji giderleri de azalacaktır. Enerji üretimi için fırın soğutma sistemlerinin çıkışından elde edilecek olan atık gaz sıcaklığı yaklaşık ortalama 380 °C (Maksimum 500 °C) ve atık gaz debisi yaklaşık 166.250 Nm³/h olacaktır. Enerji üretimi için ön ısıtıcı kulesinden alınacak atık gaz sıcaklığı yaklaşık 305 °C, atık gaz debisi ise yaklaşık 365.000 Nm³/h olacaktır. Döner fırın soğutma sistemlerinden çıkan ve WHR sisteminden geçecek atık gazın sıcaklığı 90°C'ye; ön ısıtıcılardan çıkan ve WHR sisteminden geçecek atık gazın sıcaklığı yaklaşık 190 °C ye düşürülecektir. Klinker üretim kapasitesine bağlı olarak artan debilerdeki atık sıcak gazlar yüksek ısıl işlemli üretim esnasında tekrar kullanılmadığından, doğrudan atmosfere bırakılmaktadır. WHR sistemine sahip üretim tesisleri, bu ısıdan yararlanarak elektrik üretebilmekte ve ekonomik kazanç elde edebilmektedir. Böylece atmosfere salınan CO₂ miktarı azalacak ve sera gazı emisyonlarından düşüş olacaktır. Bu tez çalışması ile Tüketiciler ve müşteriler tarafından çevreye duyarlı bir firma imajının bulunması pozitif etkiler yaratmıştır. Çimento fabrikası çoğunlukla satışını ihracat yapmaktadır. Böylece farklı ülkelerdeki çevre standartlarını karşılamakla uğraşmak yerine ISO 14001 standardı ile bu çabaları azaltmıştır. Enerji ve iklim değişikliğinin entegrasyonunun uygulamaya alınması kolay bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Atıkların azaltılması, atıkların yönetmeliğe uygun bertarafı, geri dönüşüm oranının artırılması, çevre

bilincinin yaygınlaştırılması ve alternatif hammaddenin kullanımının artırılması ile olumlu etkiler sağlanmıştır.





TEŞEKKÜR

Tez konumun seçilmesinde ve çalışmaların yürütülmesinde beni yönlendiren, çalışmalarımın her aşamasında tecrübesiyle bana yol gösterip destekleyen danışman hocam Doç. Dr. Bülent SARI 'ya,

Yüksek lisans çalışmamın tez safhasına kadar, desteklerini esirgemeyen, eğitimimin ve çalışmalarımın aksamaması için gerekli izinleri ve desteklerini benden esirgemeyen Fabrika Müdürüm Ahmet Haluk GÜNER'e, çimento sanayii ile ilgili verilerin derlenmesinde desteklerini esirgemeyen TÇMB Çevre Yönetim Sistemi Eğitimci ve Baş Denetçisi Edibe AYDOĞAN'a ve TÇMB Kalite Çevre Kurulu Kalite Sistem ve Belgelendirme Bölüm Sorumlusu Nilüfer SALBAŞ'a,

Yüksek lisans öğrenciliğim boyunca gösterdikleri sabır ve anlayışla, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen babam Ali Sadık DOĞAN'a, annem Fadime DOĞAN'a, babaannem Zöhre DOĞAN'a, kardeşim Hüseyin Şafak DOĞAN'a ve eşim Anıl GEYİK'e teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	IX
İÇİNDEKİLER	X
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIV
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Çimentonun Tarihçesi.....	4
1.2. Çimentonun Tanımı ve Standartları.....	5
1.3. Türkiye’de ve Dünyada Çimento Üretimi	6
1.4. Çimento Üretim Aşamaları.....	9
1.4.1. Hammaddenin Temini	11
1.4.2. Hammaddelerin Depolanması ve Hazırlanması	11
1.4.3. Hammaddelerin Öğütülmesi.....	12
1.4.4. Klinker Öğütme ve Ateşleme	14
1.4.5. Çimento Öğütme, Depolama, Nakliye	16
1.5. Çimento Sanayinin Çevresel Etkileri ve Yönetimi.....	17
1.5.1. Çevresel Etkileri.....	18
1.5.2. Çevresel Etkilerin Yönetimi.....	19
1.6. Çimento Sektöründe Enerji Tüketimi ve İklim Değişikliğine Etkisi.....	28
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	33
3. MATERYAL VE METOD	41
3.1. Materyal.....	41
3.1.1. İşletme Bilgileri.....	41
3.1.2. İşletmenin İş Akım Şeması ve Proses Özeti	41

3.2. Metod.....	43
3.2.1. Uygulamanın Yöntemi.....	43
3.2.2. ISO 14001 Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması.....	45
3.2.3. Enerji Verimliliği ve İklim Değişikliğine Etkisi.....	45
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	47
4.1. Çimento Sektöründe ISO 14001 Standart Maddeleri Bazında Uygulama Değerlendirilmesi	47
4.1.1. Kuruluşun Bağlamı	47
4.1.2. Liderlik	49
4.1.3. Planlama	51
4.2. Destek.....	60
4.2.1. Kaynak.....	60
4.2.2. Yeterlilik.....	60
4.2.3. Farkındalık ve Eğitim	61
4.2.4. İletişim.....	62
4.2.5. Dokümanların Kontrolü.....	62
4.2.6. Operasyonel Planlama ve Kontrol	63
4.2.7. Acil Duruma Hazır Olma ve Müdahale.....	63
4.2.8. Performans Değerlendirme.....	64
4.2.9. Uygunluğun Değerlendirilmesi	66
4.2.10. İç Tetkik.....	67
4.2.11. Yönetimi Gözden Geçirme Toplantısı.....	68
4.2.11.1. Yönetimin Gözden Geçirmesi Toplantı Gündemi.....	69
4.2.12. İyileştirme Fırsatları	70
4.2.13. Uygunsuzluk, Düzeltici Faaliyet ve Önleyici Faaliyet	70
4.3. Atık Yönetimi	72
4.3.1. Alternatif Hammadde Kullanımı	74
4.3.2. Alternatif Hammaddelerin Tesise Kabulü, Hazırlanılması ve Kullanılması	75

4.3.2. Tesise Kabul Edilen Alternatif Hammaddeler	76
4.3.3. Tesiste Alternatif Yakıt Kullanımı.....	78
4.4. Kimyasal Malzeme Yönetimi	79
4.5. Gürültü Yönetimi.....	80
4.6. Enerji Kazanımları.....	80
4.6.1. Atık Isı Kazanımı	81
4.7. İklim Değişikliğine Etkisi.....	83
4.8. Dataların İstatiksel Değerlendirilmesi	89
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	91
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	105



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. 2018 Yılı Çimento İç Satışlarının Cinslerine Göre Dağılımı	2
Çizelge 1.2. 2018 Yılı Çimento Dış Satışlarının Cinslerine Göre Dağılımı	3
Çizelge 1.3. Atık Yağ Kategorileri ve Müsaade Edilen Kirletici Parametreler ...	21
Çizelge 1.4. Sektör: Su Yumuşatma, Demineralizasyon ve Rejenerasyon, Aktif Karbon Yıkama ve Rejenerasyon Tesisleri	22
Çizelge 1.5. Sektör: Evsel Nitelikli Atıksular*	22
Çizelge 4.1. Swot Analizi	48
Çizelge 4.2. Süreç Etkileşim Şeması.....	52
Çizelge 4.3. Çevresel Etki Değerlendirme Formu	54
Çizelge 4.4. Önemli Çevre Boyutları Özet Tablosu.....	57
Çizelge 4.5. Çevre Boyutlarının Değerlendirilmesi	58
Çizelge 4. 6. Çevre Skoru Değerlendirme	58
Çizelge 4.7. Örnek Çevresel Göstergeler Tablosu	65
Çizelge 4.8. Uygunluğun Değerlendirilmesi.....	67
Çizelge 4.9. Atık Faaliyet Alanları	73
Çizelge 4.10. Çimento Sektöründe Alternatif Hammadde Olarak Kullanılmasına Onay Verilmiş Bazı Atık Kodları	75
Çizelge 4.11. Sera Gazı Emisyonları Kapsamında Oluşturulan Prosedürler	84
Çizelge 4.12. 2019 Yılı Sera Gazı Emisyonları Tanımlanmış Faaliyetler	85
Çizelge 4.13. 2019 Yılı Sera Gazı Emisyonları Emisyon Kaynakları	85
Çizelge 4.14. 2019 Yılı Sera Gazı Emisyonları Emisyon Noktaları.....	86
Çizelge 4.15. Yıllara Göre Tesiste Tüketilen Yakıt, Klinker Üretimi ve CO ₂ Miktarları	87
Çizelge 4.16. IPCC den Alınan Yakıt Değerleri	88
Çizelge 4.17. F-Test Varyans Hesabı.....	89
Çizelge 4.18. t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek	90



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Türkiye’deki Entegre Çimento Fabrikaları	7
Şekil 1.2. Dünya Çimento Üretimi.....	8
Şekil 1.3. Türkiye’de Çimento ve Klinker Üretimi.....	8
Şekil 1.4. Bir Entegre Çimento Fabrikasının Alt Sistemleri ve Akış Şeması	10
Şekil 1.5. Hammadde Hazırlama Süreci	12
Şekil 1.6. Farin Değirmeni Ürün Akış Şeması.....	13
Şekil 1.7. Farin Değirmeni İş Akışı	14
Şekil 1.8. Klinker kalsinasyon süreci	15
Şekil 1.9. 2000 Yılında Çimento Üretiminden Kaynaklanan CO ₂ Emisyonları .	29
Şekil 1.10. Çeşitli Çimento Klinker Üretiminin Tipik Enerji Verimliliği	31
Şekil 4.1. İlgili Taraflar.....	47
Şekil 4.2. Kül Besleme Sistemi Akım Şeması	76
Şekil 4.3. Yıllara Göre Toplam Emisyon Miktarları.....	89



SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

Al₂O₃	: Alüminyumoksit
CaO	: Kalsiyumoksit
CO₂	: Karbondioksit
Fe₂O₃	: Demiroksit
Kj	: Kilojoule
KCal	: Kilokalori
kW	: Kilovat
kWh	: Kilovat Saat
MgO	: Magnezyumoksit
MW	: Megavat
NO_x	: Azotoksitler
SiO₂	: Silisyumdioksit
SO₂	: Kükürtdioksit
°C	: Santigrat (sıcaklık ölçü birimi)
m³	: Metreküp

KISALTMALAR

CEMBUREAU:	(The European Cement Association) Avrupa Çimento Birliği
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
ÇYS	: Çevre Yönetim Sistemi
ISO	: (International Organization for Standardization) Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu
MET	: Mevcut En İyi Teknikler
TÇMB	: Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği
TSE	: Türk Standartlar Enstitüsü



1. GİRİŞ

Çimento, günümüzde en temel yapı malzemesi olan betonun su ile birlikte temel bağlayıcısıdır (TCMB, 2019). Üretimine başlandığı 1845 yılından bu yana, çimento, en önemli yapı malzemesi olma niteliğini kaybetmemiştir. Türkiye ekonomisinin son yıllarda kaydettiği hızlı büyümede inşaat sektörü ve sektörün en önemli bileşenlerinden birisi olan çimento sanayi önemli bir katkıya sahiptir (Erdoğan, 2008). Ülkemizde 54 adet entegre çimento fabrikası bulunmaktadır. Bu fabrikaların hepsi özel sektöre ait olup, iki tanesi yaş diğerleri ise kuru sistemle üretim yapmaktadır (TCMB, 2019). Faaliyet gösteren çimento fabrikaları Avrupa Standartları (EN) ile uyumlaştırılmış olan ve Ülkemizde TS EN olarak adlandırılan standartlar çerçevesinde üretim gerçekleştirmektedir.

Türkiye’de çimento üretimi 2015 yılında 72,8 milyon ton iken 2016 yılında yaklaşık 76,9 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve %5,6 oranında bir artış görülmüştür (Cembureau, 2016). 2018 yılı iç satışlarının ve dış satışlarının cinslerine göre dağılımı ise, sırayla, Çizelge 1.1. ve Çizelge 1.2.’de yer almaktadır (TCMB, 2019).

Çimento sektörü enerji tüketimi en yüksek sektörler arasında yer almaktadır. Enerji tüketiminin yüksek olduğu bu tip sanayi kollarında, enerji tasarrufu ile hedeflenen; enerji girdilerinde sürekliliği yakalanmasın, düşük maliyetin ve ürün kalitesinin elde edilmesidir (Söğüt ve ark., 2010). Bu nedenle çimento sanayi özelinde enerjinin etkin kullanımı, enerji verimliliği, enerji tasarrufu, çevresel etkilerin azaltılması gibi konularda Ar-Ge çalışmaları ve temiz üretim yöntemleri uygulama çabaları yoğunlaşmıştır.

Çizelge 1.1. 2018 Yılı Çimento İç Satışlarının Cinslerine Göre Dağılımı (TÇMB, 2019)

TON			Marmara	Ege	Akdeniz	Karadeniz	İç Anadolu	Doğu Anadolu	G.Doğu Anadolu
Toplam İç Satış			16,496,531	5,591,074	10,402,520	7,829,074	12,937,908	6,065,412	5,041,492
CEM I		32.5	0	0	0	0	0	0	0
		42.5	11,964,858	1,796,209	5,530,393	5,853,913	7,010,671	3,613,815	865,435
		52.5	38,291	0	352,244	0	112,211	28	459,554
CEM II	A-S	42.5	0	0	374,030	100,885	0	0	0
	B-S	32.5	0	0	0	104,046	0	0	0
	A-P	42.5	23,037	0	2,303	0	52,927	0	0
		52.5	0	0	1,071,362	0	0	0	0
	B-P	42.5	0	0	21,729	0	0	0	0
	A-V	42.5	0	0	0	4,463	0	0	0
	B-V	42.5	0	0	0	0	0	0	0
	A-W	42.5	0	0	0	0	0	0	0
		52.5	0	1,104	0	0	0	0	0
	A-L	42.5	0	0	0	0	413,329	0	0
	B-L	32.5	0	0	205,332	0	0	0	25,784
		42.5	0	0	47,628	0	27	0	0
	A-LL	32.5	0	0	0	0	0	0	0
		42.5	622,700	615,260	12,450	0	560,828	532,432	918,705
	B-LL	32.5	299,466	0	77,436	57,384	54,712	146,639	408,333
		42.5	0	0	19,347	0	3,573	0	0
	A-M	42.5	1,852,202	370,544	561,873	129,827	3,189,671	732,324	1,366,693
		52.5	0	0	0	1,501	0	0	467,058
	B-M	32.5	0	0	251,033	304,391	598,602	292,569	182,274
		42.5	102,426	2,240,084	92,236	0	0	0	219
CEM III	A	32.5	0	0	0	113,297	0	0	0
		42.5	0	0	264,667	63,390	0	0	0
	B	32.5				97,554			
CEM IV	A	32.5	0	0	0	0	256,886	0	0
		42.5	205,860	52,579	0	660	0	0	0
	B	32.5	1,018,124	493,803	1,138,697	981,867	756,013	348,951	339,005
		42.5	0	0	0	0	141,768	0	0
CEM V	A	32.5	69,593	0	361,290	0	0	0	0
		42.5	245,378	0	0	0	0	0	0
	B	32.5	0	0	0	0	0	0	0
Diğer		32.5	3,608	0	11,564	15,896	98,021	0	2,641
		42.5	50,988	21,491	6,906	0	87,323	0	5,791
		52.5							

Çizelge 1.2. 2018 Yılı Çimento Dış Satışlarının Cinslerine Göre Dağılımı (TÇMB,2019)

TON		Marmara	Ege	Akdeniz	Karadeniz	İç Anadolu	Doğu Anadolu	G.Doğu Anadolu
Toplam Dış Satış		1,638,907	338,667	4,983,804	174,717	14,137	124,030	192,463
CEM I		42.5	598,600	297,643	996,195	151,274	4,000	50,397
		52.5	1,024,042	0	1,983,571	0	10,137	23
CEM III	A-P	42.5	0	0	43,066	0	0	0
		52.5	0	0	13,785	0	0	0
	B-P	42.5	0	0	13,133	0	0	0
		52.5	0	0	0	161	0	0
	A-W	42.5	0	0	101,274	0	0	0
		52.5	0	0	0	0	0	0
	A-LL	32.5		175,043.00				
		42.5	0	0	11,693	0	0	0
	B-L	32.5	0.00	0.00	49,542.00	0.00	0.00	0.00
		42.5						
	A-LL	32.5	0	0	0	0	52,711	77,487
		42.5	25	0	0	0	0	0
	B-LL	32.5	0	0	71,348	0	0	0
		42.5	14,357	33,016	908,113	3,960	3,980	33,854
	A-M	32.5	0	0	0	9,258	0	5,506
		42.5	0	8,000	186,210	0	11,413	0
CEM III	A	42.5	0	0	35,283	6,882	0	0
		52.5	1,883	8	3,900	3,182	0	0
CEM IV	B	32.5						
		42.5						
CEM V	A	32.5	0	0	1,196	0	0	0
		42.5	0.00	0.00	45602.00	0.00	0.00	5090.00
Diğer		32.5	0	0	344,850	0	0	0
		42.5						

Sanayi kuruluşları üretim faaliyetleri için ihtiyaç duyulan enerji tüketimini ve üretim sırasında ortaya çıkan çevresel etkileri azaltmak ve ayrıca zorlu rekabet koşulları ile mücadele edebilmek amacıyla çeşitli yönetim sistemlerini kuruluşlarında hayata geçirmektedir (Özdenkoş, 2010). Bu kapsamda ÇYS sanayi kuruluşlarının en çok başvurdukları yönetim sistemlerinden birisidir (Kuleli, 2010).

Bu çalışmada çimento sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluşta ISO 14001 ÇYS kurulmuş ve faaliyete geçirilmiştir. Faaliyete geçirilen bu sistem ile kuruluşun

enerji kazanımı ve iklim değişikliğine katkısı araştırılmıştır. Belirlenen amaç doğrultusunda ulaşılması beklenen hedefler ise çimento sektöründeki ISO 14001 - Çevre Yönetim Sistemi uygulaması ile sağlanacak enerji kazanımı ve bunun iklim değişikliğine olan katkısının ortaya konmasıdır. Bu amaç ve hedefler kapsamında ISO 14001 çevre yönetim sistemi uygulama alanı olarak Adana da bulunan bir entegre çimento üretim tesisi seçilmiştir. Çimento sektöründe ISO 14001 çevre yönetim sistemi uygulanması ve bunun iklim değişikliği özelinde sağlayacağı katkıların ortaya konulmasının, hem yönetim sisteminin uygulanmasının teşvik edilmesi hem de günümüzün en önemli problemlerinden birisi olan iklim değişikliğine dikkat çekmek açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

1.1. Çimentonun Tarihçesi

"Çimento" kelimesinin kökeni, Latince'de "yontulmuş taş kırıntısı" anlamına gelen "caementum"a dayanmakta olup, kelime daha sonra "bağlayıcı" manasında kullanılmaya başlamıştır. Eski Yunanlılar ve Romalılar hidrolik bağlayıcı olarak kireç kullanmıştır. M.Ö. 70-25 yılları arasında yaşamış olan Mimar Vitruvius, 10 ciltten oluşan "On Architecture" (Mimarlık Üzerine) isimli kitabında, puzolan ve kireç karışımlarının hidrolik özelliklerinden söz ederek, nehir veya deniz kıyısında yer alacak yapılarda kullanılabilecek harç için karışım oranı vermiştir. Yapılan araştırmalar, Çatalhöyük'teki yapılarda kullanılan sıvanın 7000, yıl öncesine ait olduğunu göstermiştir (Öztürk, 2016). Eski Mısırlılar tarafından inşa edilen piramitler de, inşaatlarda bağlayıcı nitelikteki malzemelerin kullanımına örnek gösterilebilir. Mısır Piramitleri, Çin Seddi gibi tarihi yapılarda ve değişik zamanlarda inşa edilmiş kalelerde kullanıldığı görülen birçok bağlayıcı madde, dönemin medeniyetine dair ipuçları vermektedir. Bu konuya dair kesin bir kanıt bulunmamakla beraber, kirecin bağlayıcı özelliğinin, insanlık tarihinin erken dönemleri olan M.Ö. 2000'lerde keşfedilmiş olduğu düşünülmektedir (Köleli, 2015). Eski Mısır, Kıbrıs, Girit ve Mezopotamya bölgelerinde, bir yapı malzemesi olarak kirecin kullanıldığında dair örneklerle değişik noktalarda rastlanılmıştır.

1755 yılında hidrolik özellikli olarak ifade edilen su altında da sertleşebilme gösterebilecek bir bağlayıcı elde edebilmek üzere yapılan çalışmalar başlamıştır. 1776 yılında İngiltere’de, John Smeaton adında bir mühendis, fırtınalara karşı dayanıklı olması gereken bir yapı için kireç ve puzolanik malzemeleriyle deneysel çalışmalar yapmıştır.

1845 yılında, Isaac Johnson adında bir İngiliz, kil ve kalker karışımı hammaddenin ilk olarak yeterince yüksek sıcaklıkta pişirilip öğütülmesi ile, çimento elde etmiştir. 1852 yılında ilk betonarme yapı ile birlikte, yapıların inşasında bağlayıcı malzeme olarak çimento kullanılmaya başlanmıştır. Dünya’da çimentonun üretimine ve satışına 1878 yılında başlanmış olmasına rağmen, Türkiye, çimento sektörü ile ilk olarak 1912’de özel teşebbüs yoluyla tanışmıştır olmuştur (Ayduk ve ark., 1999).

Günümüzde en çok kullanılan Portland çimentosu ve katkı, puzolanlı değişik çimento tipleri ile ilgili Ar-Ge çalışmaları hızla devam etmektedir. Bu çalışmalar sadece kaliteli çimento arayışı ile sınırlandırılmamıştır. Ekonomik, sürdürülebilir doğal çevrenin korunması ile ilgili konularda da araştırmalar sürmektedir (Eskin, 1998).

1.2. Çimentonun Tanımı ve Standartları

TS EN 197-1 standardına göre çimento; su ile karıştırıldığında hidratasyon reaksiyonları ve prosesler dolayısıyla priz alan ve sertleşen bir hamur oluşturan ve sertleşme sonrasında suyun altında bile dayanıklılığını ve kararlılığını muhafaza eden, inorganik ve ince öğütülmüş hidrolik bağlayıcı olarak tanımlanmaktadır (TSE, 2012).

Çimento, yapı ve inşaat mühendisliğinde geçmişte insanların en fazla kullandığı ve gelecekte de kullanılması muhtemel temel yapı malzemelerinden birisidir. Toprağa benzeyen gri renkli bir tozdur, beton ve harcın esas maddesidir. Hızlı kentleşme sürecinde önemli bir rol oynamıştır. Çimento uzun ömürlü, güvenli, konforlu konutlar ve dayanıklı, sağlam, ekonomik, modern altyapılar sağlaması

nedeniyle çok tercih edilen bir yapı malzemesi olmuştur.

Çimento sektörü; öncelikli olarak alüminyum silisyum, kalsiyum ve demir oksit içeren hammaddelerin, teknolojik yöntemlerle sinterleşme derecesine kadar pişirilmesiyle elde edilen klinkerin bir veya daha fazla sayıda katkı maddesi ile birlikte öğütülmesi sonucu ortaya çıkan hidrolik bağlayıcıları içeren bir sektördür. Klinker çimentonun ana bileşenidir. Fırın içerisinde çıkışa doğru yaklaştıkça, malzeme sıvılaşmaya başlar. İnce taneler birleşerek büyük boyutlu taneleri oluşturur ve pişen yarı mamüle de klinker denir (Yeğinobalı, 2003).

Çimento sektörü için TS EN 197-1 VE 197-2 standartlarına uyulma zorunluluğu bulunmaktadır. Avrupa Birliği 89/106/EEC CPD Yapı Malzemesi Direktifi'nin çimento ürünü için karşılığı olan standart, TS EN 197-1 "Çimento-Bölüm 1: Genel Çimentolar Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri" başlığı altında açıklanmıştır. Türkiye' de çimento bu standarda uygun olarak üretilirken, malzeme ile üretim prosesleri arasındaki bağlantı ve çimentonun TS EN 197-1 standardına uygunluğunun kontrolü ise TS EN 197-2 "Çimento-Bölüm 2: Uygunluk Değerlendirmesi" doğrultusunda yapılmaktadır (TSE, 2014).

1.3. Türkiye'de ve Dünyada Çimento Üretimi

Türkiye çimento sektörü, 1911 yılında Kocaeli'de (Darıca ve Eskişehir) kurulmuştur. Üretim kapasitesi 20.000 ton/yıl olan fabrikalar ile çimento üretimine başlamıştır. 1923 yılında bu fabrikalar üretim kapasitesini genişletilerek 40.000 ton/yıl'a yükseltmiştir. 1926 yılında Ankara, 1930 yılında Kartal ve Zeytinburnu'nda çimento fabrikaları kurulmuştur. Devlet tarafından kurulan ilk çimento fabrikası, 1943'de Sivas'ta açılmıştır. Bu dönemde toplam kapasite, 370.000 ton/yıl'a ulaşmıştır (Yeğinobalı, 2004).

Dünya'da ilk çimento üretimi 1878 yılında İngiltere'de gerçekleşmiştir. O tarihten bugüne, "çimento" dünya genelinde başlıca inşaat malzemesi olarak kullanılmaktadır. İlk Amerikan Çimento Yönetmeliklerine, American Concrete Institute'un (ACI) da kuruluş tarihi olan 1913 yılında rastlanmaktadır (Köleli,

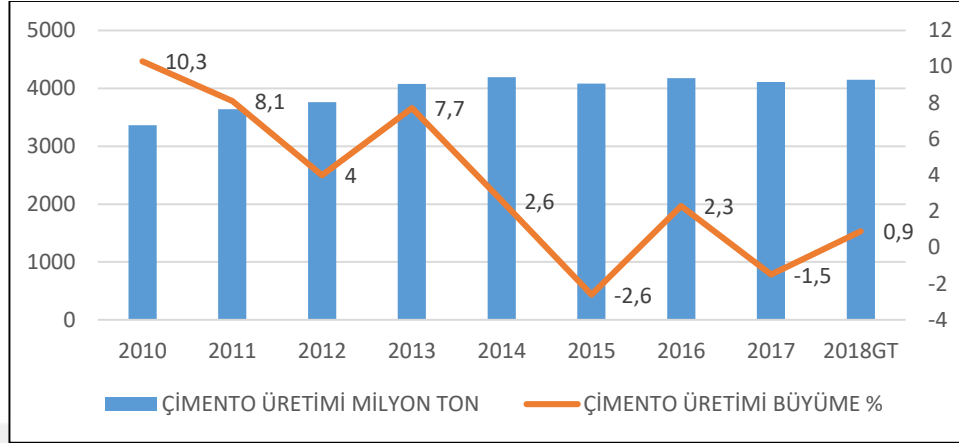
2015).

Cembureau ülkeleri arasında, Türkiye, çimento üretimi açısından 1. sırada yer almaktadır. 50 milyon tonluk üretimi ile 2. sırada İspanya yer alırken; 35,5 milyon ton üretimli İtalya 3. Sıradadır (Şahin, 2017). 2019 yılı verilerine göre ülkemizde, güncel teknolojilerle üretim yapmakta olan 54 entegre çimento fabrikası bulunmaktadır (TÇMB, 2019). Şekil 1.1.; bu fabrikaların konumlarına yer vermektedir.



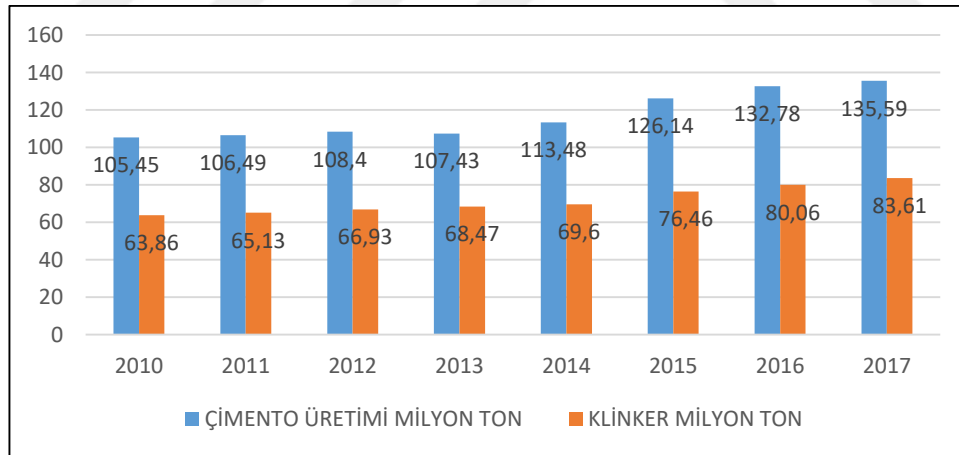
Şekil 1.1. Türkiye’deki Entegre Çimento Fabrikaları (TÇMB, 2019)

Küresel krizin ardından, 2010-2013 yıllarında, Dünya genelindeki çimento üretiminde hızlı bir büyüme meydana gelmiştir. 2010’da 3,37 milyar ton olan çimento üretimi, 2013 yılında 4,08 milyar tona ulaşmıştır. 2017’deki gerilemenin ardından, 2018’de sektörde yeniden büyüme yaşanmıştır. 2017 yılında %1,5 azalan üretim, 2018 yılında %0,9 oranında bir artış göstermiştir. İhracatçılar Birliği (2018) raporunda 2010-2018 yılları arası için dünya çimento üretimi ve oranları Şekil 1.2.’de verilmiştir.



Şekil 1.2. Dünya Çimento Üretimi (İhracatçılar Birliği, 2018)

Türkiye'nin klinker ve çimento üretimi toplam kapasitesi ise 2013-2017 yılları arasında %24,6 genişlemiştir. Çimento sektörü, bu 4 yıllık süre içinde, 43,3 milyon tonluk ek kapasite sağlamıştır. Şekil 1.3'de 2010-2017 yılları arasındaki Türkiye çimento ve klinker üretimi verilmiştir (İhracatçılar Birliği, 2018).



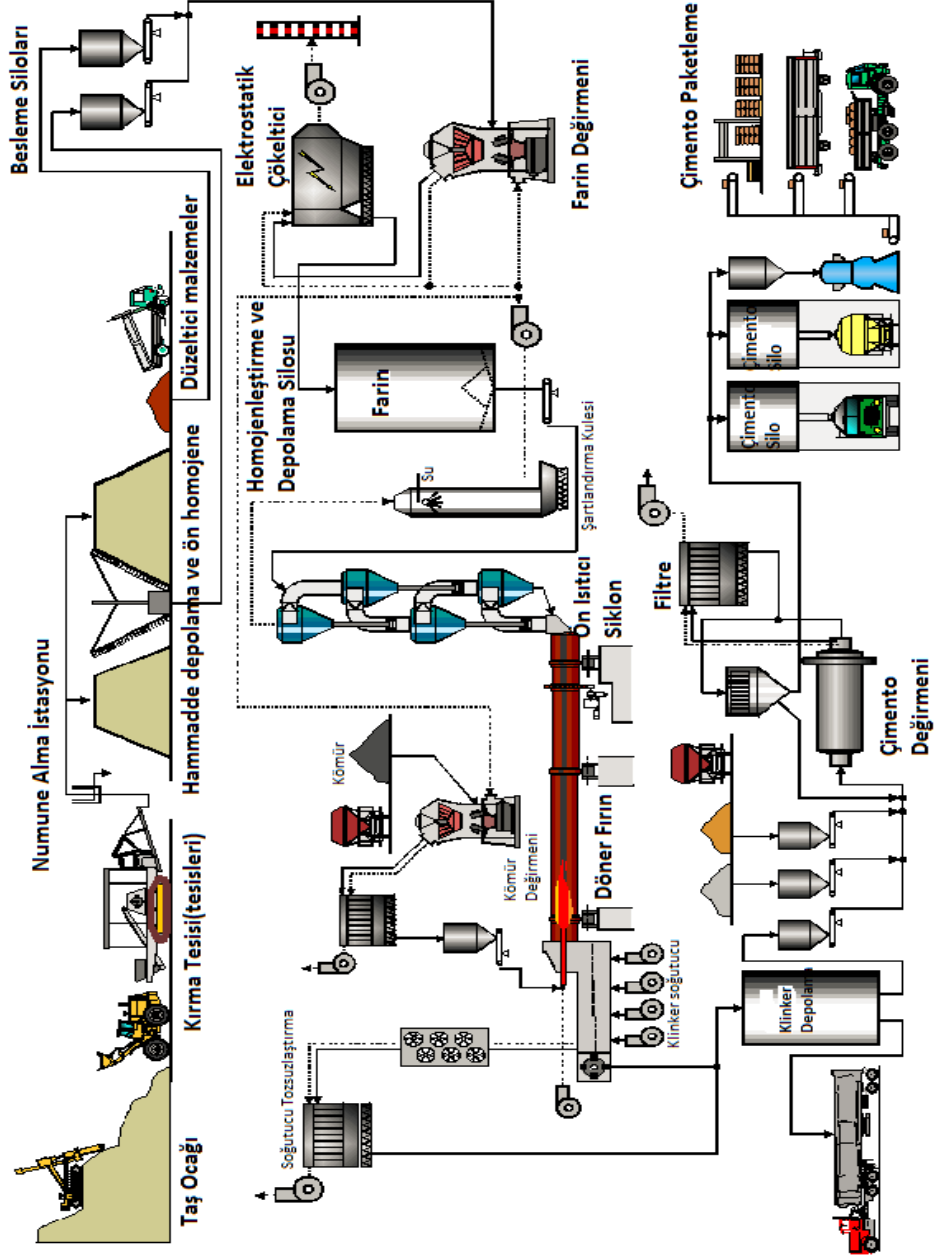
Şekil 1.3. Türkiye'de Çimento ve Klinker Üretimi (İhracatçılar Birliği, 2018)

1.4. Çimento Üretim Aşamaları

Çimento üretimi aşağıda belirtilen bir çok süreçten oluşmaktadır (Cembereau, 1999).

- Hammaddelerin temini
- Hammaddelerin depolanması ve hazırlanması
- Hammaddelerin öğütülmesi
- Klinker öğütme ve ateşleme
- Çimento öğütme, depolama, nakliye

Bu süreçler, süreçlere ait alt sistemler ve akış diyagramları şekil 1.4.' de verilmiştir.



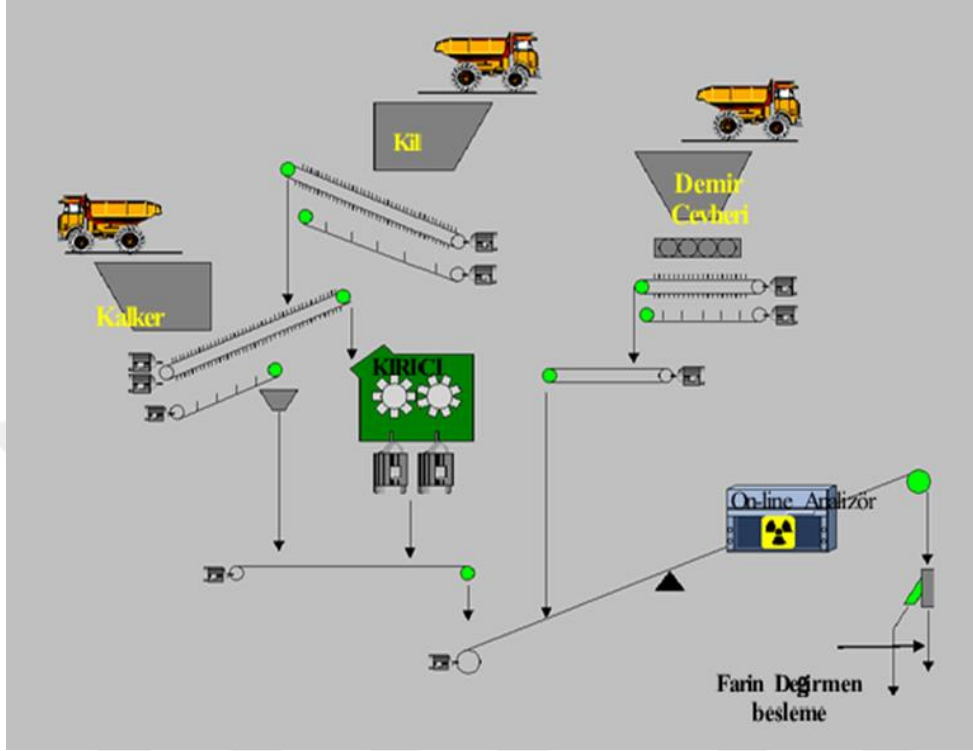
Şekil 1.4. Bir Entegre Çimento Fabrikasının Alt Sistemleri ve Akış Şeması

1.4.1. Hammaddenin Temini

Çimentonun ana hammaddeleri kalker, kil ve marndır. Demir cevheri, alçı taşı, tras gibi malzemeler yardımcı olarak kullanılmaktadır. Çimento üretiminde kullanılan ana hammadde ve yardımcı hammadde oranları çimentonun kalitesi bakımından önem taşımaktadır (Hendriks ve ark., 2001). Bu malzemeler doğal olarak bulundukları ortamdan, ocak işletmesi yoluyla alınmaktadır (Yeğınobalı, 2003). Malzemeler yüzeyi açık olan ocaklardan kaya delme, patlatma, kazıma ve kırma işlemleriyle çıkartılır. İlk patlatılmanın ardından araçlara yüklenen hammaddeler, depolanmak ve hazırlanmak üzere çimento fabrikasına taşınır (Cembereau,1999).

1.4.2. Hammaddelerin Depolanması ve Hazırlanması

Ocaklardan getirildikten ve konkasörlerde kırıldıktan sonra stoklanma, ön karıştırma ve çeşitli kırma işlemlerine tabi tutulan hammaddelerin malzeme boyutu 0-70 mm'ye düşürölür. Kırıcıdan çıkan kırılmış hammaddeler konveyör banda dökölümektedir. Gerekli alternatif hammaddeler bu bölümde eklenmektedir. Toplama bandında toplanan ham karışım, bant üzerine kurulan on-line analizörden geçerek kırılan hammaddeler ön karıştırma ve yardımcı hammadde stokholüne beslenerek homojenizasyon işlemleri yapılmaktadır (Yeğınobalı, 2003; Öztürk, 2016). Hammadde hazırlama süreci Şekil 1.5.' de verilmiştir.



Şekil 1.5. Hammadde Hazırlama Süreci (Öztürk, 2016)

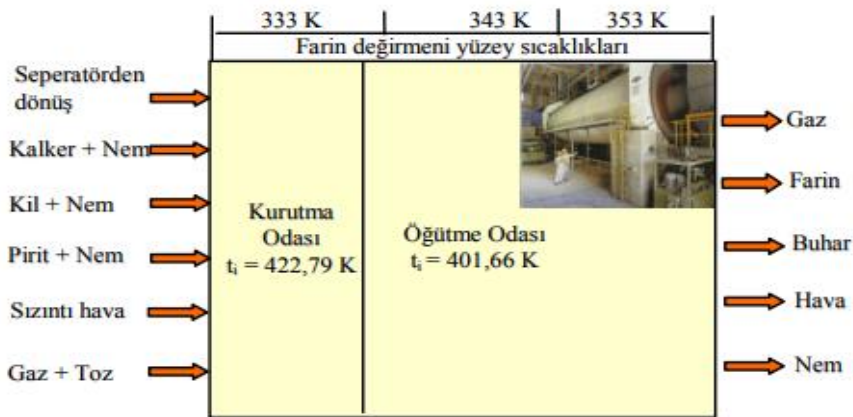
Fırın sistemine beslenen hammadde, kimyasal açıdan olabildiğinde homojen olmalıdır. Bu nedenle, beslenen malzeme, tesiste kontrol edilmelidir. Maden ocağından çıkarılan hammadde nitelik bakımından çeşitlilik arz eder. İlk ön homojenizasyon, depo uzunluğu ya da depo kenarları boyunca malzemenin sıralar veya tabakalar halinde yığılmasıyla yapılmaktadır (Cembereau,1999).

1.4.3. Hammaddelerin Öğütülmesi

Öğütmedeki amaç, stokholden alınan hammadde karışımlarının homojen bir hale getirilmesidir. Stokholden alınan hammaddeler belli oranlarda karıştırılarak farin değirmenlerine (roller mill) beslenerek ortalama 90 mikron boyuta kadar öğütülürler. Ham öğütme sürecinden çıkan farin veya çimento harcı herhangi bir

fırın sistemine beslenmeden önce, optimum kıvama erişmesi için, ham karışımın yeniden homojenleştirilmesi gerekir (MET, 2016).

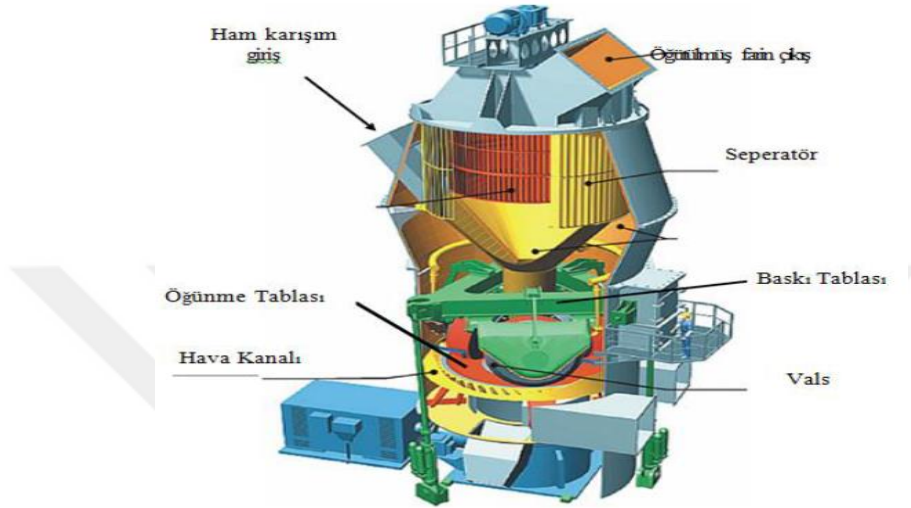
Homojenlik, farklı malzemelerin tane iriliğinin hemen hemen aynı olması, karışımın herhangi bir yerinde aynı oranda dağılmış olması ve öğütme tane iriliklerinin mikron boyutlarına kadar indirilmesidir. Hammadde uygun şekilde öğütülmediğinde, reaksiyon süresi uzayarak, sinterleşmemiş bir klinker ortaya çıkar. Hammaddelerin çimento üretimi sırasında döner fırına girmeden önce istenilen incelikte öğütülmüş haline, Fransızca’da un anlamına gelen farin adı verilir. Çimento üretim hattında hammaddeler, ısıtılma işlemi ilk olarak Farin değirmeninde tabi tutulur (Söğüt ve ark., 2010). Giren ürünler, karışım ve savurma plakaları ile, Farin değirmeninin karışım odasında karıştırılır. Öğütme odasında, fırın içindeki çelik bilyeler aracılığıyla, elde edilen karışım istenen tane büyüklüğüne getirilir. Şekil 1.6, Farin değirmeni ürün akışını göstermektedir (Yeğinboğalı, 2003).



Şekil 1.6. Farin Değirmeni Ürün Akış Şeması (Yeğinboğalı, 2003)

Sonra, ön kalsinasyon işlemi için farin, döner fırın bölümünün ön ısıtıcı ünitesine gönderilir. Ön ısıtıcı siklonlarda 973–1073 K sıcaklığa getirilen farin, klinker oluşumu için döner fırın ünitesine gönderilir (Söğüt ve ark., 2010). Döner

fırına bir uçtan Farin girerken, diğer uçtan yakıt ve sıcak gazlar fırına verilir (Öztürk, 2016). Şekil 1.7’de, Farin değirmeni iş akışı şemalaştırılmıştır.

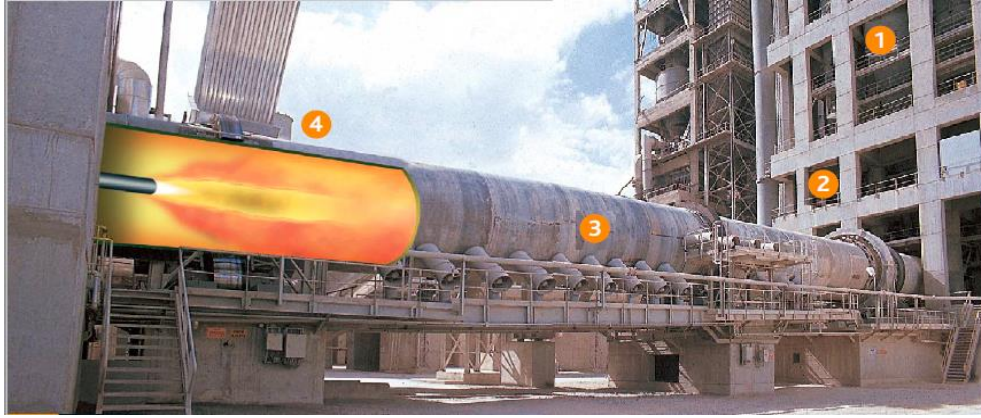


Şekil 1.7. Farin Değirmeni İş Akışı (Öztürk, 2016)

1.4.4. Klinker Öğütme ve Ateşleme

Klinker üretimi, çimento üretiminin en fazla enerji harcayan bileşenidir, normal portland çimentosu yaklaşık % 95 oranında klinker içerir. Pişirme işlemi farin silolarından ön ısıtıcıya farin beslenmesi ile başlar. Ön ısıtıcıda, farin aşağıya doğru hareket ederken fırın içerisinden gelen sıcak gaz ile farin yukarıya doğru hareket eder. Uygun kademe siklon kombinasyonundan oluşan ön ısıtıcıda sıcak gazın farin ile temas etmesi yoluyla, ön kalsinasyon işlemi gerçekleşir. Ön kalsinasyona uğrayan farin döner fırına girer. Çıkışa doğru yaklaştıkça, malzeme fırın içinde sıvılaşmaya başlar. İnce tanelerin birleşmesi ile, büyük boyutlu taneler oluşur. Pişen ana ürüne klinker denir. Klinker yakmada toz kömür, doğal gaz, fuel-oil gibi yakıtlar fırın çıkışındaki alev borusu aracılığıyla döner fırın sistemine beslenir (Hacıfazlıoğlu, 2017).

Emisyon potansiyeli, ürün kalitesi ve maliyeti bakımından, sürecin bu kısmı son derece önemlidir. Klinker yakma işleminde, hammadde karışımını klinkere dönüştürmek için yüksek işlem sıcaklıkları gerekir. Döner fırınların sinterleşme bölgesinde, fırın sıcaklıkları 1400 ila 1500 °C arasında, alev sıcaklığı ise yaklaşık 2000°C civarında tutulmalıdır (Schorcht ve ark., 2013). Bunun dışında, klinker, oksitleyici koşullar altında yakılmalıdır. Dolayısıyla, bir çimento klinker fırınının sinterleşme bölgesinde fazla miktarda hava gerekir. Klinker kalsinasyon süreci şekil 1.8’de gösterilmektedir (Yeğınobalı, 2003).



Şekil 1.8. Klinker kalsinasyon süreci (Yeğınobalı, 2003)

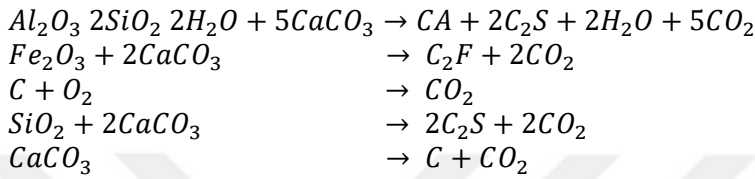
Ön ısıtıcılardan geçerek döner fırına giren farin, yakılan yakıt ve klinkerleşme reaksiyonları ile birlikte fırın içi sıcaklık 1400-1450 °C’ye yükselir ve yaklaşık olarak 1400-1450°C’de pişirilir.

Döner fırında çimento hammaddeleri içindeki kireç, silis ve alumin sıcaklıkları yükseldikçe, önce serbest hale gelirler. Sonra, kendi aralarında birleşerek yeni bileşikler oluştururlar. Ön ısıtıcıda ve fırının en üst bölgesinde malzemedeki serbest sular ve kristal sular buharlaşır, kil ayrışır. Bu ayrışma ile birlikte CO₂ kalkerden ayrışmaya başlar. Aşağıya doğru indikçe, daha sıcak bölgelerde kalsinasyon tamamlanır. Serbest kalan CaO, kilden ayrılan SiO₂ ve Al₂O₃ ile

birleşerek kalsiyum silikat ve kalsiyum aluminatları ortaya çıkarır (Yeniboğalı, 2003).

Döner fırında klinker (yarı mamul) oluşumuna kadar ki oluşan kimyasal reaksiyonlar aşağıda verilmiştir;

650-1050 °C sıcaklık için



1250-1450 °C sıcaklık için



Döner fırından klinker olarak çıkan yarı mamül, soğutucuda soğutulur ve klinker stokholünde stoklanır. Klinker soğutucusu, fırın sisteminin ayrılmaz bir parçası olup; piro-işlem tesisinin performansı ve ekonomisi bakımından belirleyici bir etkiye sahiptir (Schorcht ve ark., 2013). Soğutucunun iki görevi vardır;

- 1) Sıcak (1450°C) klinkerden olabildiğince yüksek ısı geri kazanımı sağlayarak, klinker sıcaklığının akış aşağı ekipman için uygun bir seviyeye düşürmek.
- 2) Hızlı soğutma ile öğütülebilirliği geliştirmek ve çimento reaktivitesini optimize etmek.

1.4.5. Çimento Öğütme, Depolama, Nakliye

Çimento hattında klinkerin, kalkerin, katkı maddelerinin ve alçının belirli oranda tartılıp oranlamasını sağlayan bunkerler bulunmaktadır. Burada

malzemelerin oranlaması sağlanarak ön eziciye (roller-press) gönderilir. Bunkerlerden gelen malzeme ön ezicide (roller-press) karışık halde bulunur. Ön eziciler oluşan kaliteyi etkilememekle birlikte birim zamanda öğütülen kütleyi artırır. Malzemelerin karışımı daha verimli olacak şekilde daha ince partiküller halinde çimento değirmenlerine verilir. Çimentonun öğütülmesinde yaygın olarak bilyalı değirmenler kullanılır. Değirmenlerin çoğu kapalı bir devrede çalışır. Değirmenlerde klinker ve yardımcı hammaddeler ince toz haline öğütülmektedir. Çimentolar istenen incelikte öğütülmüş malzemeden ayırabilir ve kaba malzeme değirmene tekrar gönderilebilir

Bilyalı çimento değirmenlerinde öğütme işlemi yapıldıktan sonra çimento havalı bantlar ve elevatör yardımıyla çimento silolarına gönderilir. Değirmenlerde öğütülen çimento homojenize edilerek çimento silolarında depolanır. Nihai ürün silonun alt kısmından paketleme ünitesine gönderilir.

Paketleme ünitelerinde paketli çimento için haline getirilir ya da silo bas ve diğer nakil araçlarına dağıtılır. Çimento silobaslarla dökme olarak, cold hood, torbalı, bigbag ve slingbaglerle müşteriye sevk edilir (Schorcht ve ark., 2013).

1.5. Çimento Sanayinin Çevresel Etkileri ve Yönetimi

Çimento sanayinin sebep olduğu çevre sorunları uzun yıllar boyunca sadece “toz salınımı” olarak ifade edilmiştir. Günümüzde ise hava, su, toprak kirlenmesi, üretim süreci atıkları (yağ, gres, çözücüler, kontamine atıklar vb.), gürültü, titreşim, koku, doğal görünüme verilen zarar gibi değişik başlıklar altında incelenmektedir. Yakın geçmişe kadar sektörde yalnızca çevre kanunu ve yönetmeliklerine bağlı kalınarak kirleticiyi fabrika çıkışında ayırma ya da temizleme gibi yöntemler uygulanmakta iken uygulanan bu yöntemlerin artık yetersiz kaldığı ve geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra son yıllarda kamuoyunun çevre bilinci, duyarlılığı ve bilgisi de artmıştır. Bu yüzden sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çerçevesinde, çimento sektörü de dahil olmak üzere, sanayi kuruluşlarında çevresel

sorunları bir bütünlük içinde çözmeye yönelik Çevre Yönetim Sistemi uygulanmaya başlanmıştır (Kuleli, 2010).

1.5.1. Çevresel Etkileri

Çimento üretim proseslerinin çevresel etkileri, başta hava kirliliği olmak üzere, gürültü kirliliği ve küçük miktarlardaki su ve katı atık kirliliği olarak sayılabilir (EÇİ, 2017). Hammaddelerin çıkarılmasından çimentonun depolanması, paketlenmesi ve sevkiyatı da dahil olmak üzere çimento prosesi hava kirliliği bakımından oldukça önem arz etmektedir.

Çimento ve Klinker Üretim Tesislerinin çevreye olabilecek önemli etkileri aşağıda verilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014):

- Tüm tesis faaliyetlerinden kaynaklı toz emisyon oluşumu.
- Nakliye kaynaklı emisyon ve trafik yükü,
- Kullanılan yakıt kaynaklı oluşan hava emisyonu (NO_x , SO_x , CO),
- Atıkların yakıt olarak kullanılmasından kaynaklı emisyon,
- Elektrik kesintisi ve dalgalanmalarına bağlı olarak elektrostatik filtrelerin çalışmaması sonucu oluşabilecek hava kirliliği (karbonmonoksit yükselmesi gibi),
- Tehlikeli atıkların uygun olmayan alanlarda bulundurulmasının ve depolanmasının çevresel riskleri,
- Hammadde çıkarılmasından kaynaklı yüzeysel sularda toz emisyonlarının Askıda Katı Madde (AKM) oluşturma riski,
- Arazi topoğrafyasında ve yeraltı sularının yapısında değişim riski,
- Özellikle de malzeme çıkarma, kırma-eleme ve kırıcılardan kaynaklı gürültü kirliliği.

1.5.2. Çevresel Etkilerin Yönetimi

a) Hava Kalitesini Etkileyen Fakörlerin Yönetimi

Temel yapı malzemesi olarak çimentonun, üretimi esnasında ortaya çıkan çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri, gün geçtikçe daha çok dikkat çekmektedir. Çimento üretiminin tüm aşamalarında farklı kirleticiler ortaya çıkmaktadır. Çimento üretimiyle ilişkili çevre sorunlarının temelini ise enerji tüketimi, hava kirletici kaynaklar ve özellikle sera gazı emisyonları oluşturmaktadır (Tosun, 2006).

Çimento fabrikalarında yakma kapasitesini artırma ihtiyacı, alternatif enerji kaynağı olarak atıkların yakılmasını öne çıkarmıştır (Kumar ve ark., 2008; Schorcht ve ark., 2013; Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği, 2017). Söz konusu durum, bacadan çıkan hava kirletici emisyon miktarının artmasına neden olmuş ve sektörün çevresel etkilerini artırmıştır.

Ülkemizdeki yönetici ve denetleyici kurum olan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın çıkarmış olduğu Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği ile sektörün hava emisyonları izleme ve denetlemeye tabi tutulmuştur. Yönetmelikte çimento fabrikaları “kirletici vasfı yüksek tesisler” kapsamında değerlendirilmiştir (SKHKKY, 2014). Ülkemizin atık yönetimin politikalarında çözüm ortağı olarak görülen çimento sektörünün Sürekli Emisyon Ölçüm Sistemleri ile on-line olarak gaz çıkışlarının takip edilmesi önem arz etmektedir (MET, 2016).

İnsan etkinlikleri sonucunda ortaya çıkan en önemli sera gazı, karbondioksit, %5-6 oranında çimento üretiminden kaynaklanmaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca düzenlenen Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik ve Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ’de de çimento sektörünün izlenilmesi gereken sanayi kuruluşları arasında yer alması öngörülmüştür (Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ, 2014). Ülkemizde 25 Nisan 2012 tarihli 28274 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış olan Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik

çerçevesinde, sera gazlarının takibine ve raporlanmasına ilişkin çalışmalar yürütölmeye başlanmıştır. Birleşmiş Milletler'in organize ettiğı İklim Değışikliği Taraflar Konferansı çalışmaları ise yerinde takip edilerek, küresel gelişmelere ve ölkemizin pozisyonuna ilişkin, çimento sektörüne bilgi verilmektedir (Gencel, 2015).

b) Atık Yağların Yönetimi

Çimento fabrikaları Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliğine göre, atık yağ üreticisi konumundadır. Bu nedenle Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliğı madde 9'a göre yükümlölükleri bulunmaktadır (Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliğı, 2013). Madde 9, A bendine göre; atık yağ üreticileri, atık yağ üretimini en aza indirecek şekilde, gerekli önlemleri almakla yükümlüdür. Madde 9, B bendine göre; atık yağ üreticileri, atık yağların analizini Ek-1'de yer alan parametreler doğrultusunda yaparak/yaptırarak kategorilendirmek, atık yağları kategorilerine göre ayrı ayrı geçici olarak depolamak, taşımak veya taşınmasını sağlamak ile yükümlüdür.

Madde 9, D bendine göre; Atık yağ üreticileri, atık yağların lisanslı taşıyıcılar ile, lisanslı bertaraf tesislerine gönderilerek bertaraf edilmesini sağlamak ile yükümlüdür. Aynı maddenin E bendine göre; atık yağ üreticileri, atık yağların bir önceki yıla ait bilgilerini içeren atık yağ beyan formlarını (EK-2) doldurarak, bir sonraki yılın şubat ayı sonuna kadar Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne iletmekle yükümlüdürler (Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliğı, 2013). Çizelge 1.3.'de Atık Yağ Kategorileri ve Müsaade Edilen Kirletici Parametrelere yer vermektedir.

Çizelge 1.3. Atık Yağ Kategorileri ve Müsaade Edilen Kirleticiler Parametreler (Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, 2013)

Kirleticiler	Müsade Edilen Sınır Değerleri (I.Kategori Atık Yağ) (ppm)	Müsade Edilen Sınır Değerleri (II.Kategori Atık Yağ) (ppm)	Müsade Edilen Sınır Değerleri (III.Kategori Atık Yağ) (ppm)
Arsenik	< 5	Max. 5	> 5
Kadmiyum	< 2	Max. 2	> 2
Krom	< 10	Max. 10	> 10
Klorür	Max. 200	Max. 2000	> 2000
Kurşun	< 100	Max. 100	> 100
Toplam Halojenler	Max. 200	Max. 2000	> 2000
Poliklorlubifeniller (PCB) ⁽¹⁾	Max. 10	Max. 50	> 50
Parlama Noktası	Min. 38 C	Min. 38 C	-

c) Su Kalitesini Etkileyen Faktörlerin Yönetimi

Çimento üretiminde proses atık suyu bulunmamaktadır. Soğutma suları çöktürme ve filtrasyon işlemi yapıldıktan sonra soğutulur ve tekrar kullanılır. Soğutma suyu ve yumuşatma sistemi geri yıkama suları atıksu olarak kabul edilmemektedir. Atık veya ham madde yığınlarına düşen yağış ve yığınlardan oluşabilecek sızıntı suyunun kontrolü ise toplama ve dinlendirme havuzu sistemleri sağlanmaktadır (Derinöz, 2015; Ünver, 2015). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre; Soğutma suyu ve yumuşatma sistemi geri yıkama suları alıcı ortama deşarj standartları Çizelge 1.4.'de verilmiştir. Evsel nitelikli atıksuların alıcı ortama deşarj standartları ise Çizelge 1.5.'de yer almaktadır (SKKY, 2004).

Çizelge 1.4. Sektör: Su Yumuşatma, Demineralizasyon ve Rejenerasyon, Aktif Karbon Yıkama ve Rejenerasyon Tesisleri (SKKY, 2004)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KLORÜR (Cl ⁻)	(mg/L)	2000	1500
SÜLFAT (SO ₄ ⁻²)	(mg/L)	3000	2500
DEMİR (Fe)	(mg/L)	10	-
BALIK BİYODENEYİ (ZSF)	-	10	-
pH	-	6-9	6-9

Çizelge 1.5. Sektör: Evsel Nitelikli Atıksular* (SKKY, 2004)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
BİYOKİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (BOİ ₅)	(mg/L)	50	45
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	180	120
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	70	45
pH	-	6-9	6-9

*(Sınıf 1: Kirlilik Yükü Ham BOİ Olarak 5-120 Kg/Gün Arasında, Nüfus =84- 2000)

d) Kimyasalların Yönetimi

Çimento üretim tesisleri, barındırdıkları tehlikeli kimyasallar ile ilgili bildirimde bulunmak ve büyük kazalar hakkında yetkili kurumlara bilgi vermekle sorumludurlar. “Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik”e göre yapılan bildirim sonucuna istinaden tesis “kapsam dışı” olabilir. Tesis “alt seviyeli” olarak sınıflandırılırsa büyük kaza önleme politikasını oluşturur. Tesis “üst seviyeli” olarak sınıflandırılırsa güvenlik raporu ve dahili acil durum planı hazırlamakla yükümlüdür (Derinöz, 2015; Ünver, 2015).

e) Atıkların Yönetimi

Çimento tesislerinde oluşan evsel katı atıklar belediye tarafından veya belediyenin yönlendireceği bir lisanslı firma aracılığıyla toplanmalıdır. Atıklar, üretildikleri yerde, Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde türlerine göre belirlenmiş kriterler doğrultusunda geçici olarak depolanır. Ayrıca özelliklerine göre sınıflandırılan ve geçici depolanan atıklar üzerinde, tehlikeli ya da tehlikesiz atık ibaresi, atık kodu, depolanan atık miktarına ve depolama tarihine dair bilgi yer alır (Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2017).

Torbalı çimento satışından kaynaklanan pp, pe ve kraft torbaların Ambalaj Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre; piyasaya süren yükümlülükleri yerine getirilmelidir. Piyasaya süren müracaat formu doldurulmalı ve lisanslı bir firma ile sözleşme yapılmalıdır (Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 2017).

Revir mevcut olan çimento tesislerinde tıbbi atıklar diğer atıklardan ayrı toplanmalı, revirlerde oluşan kesici delici aletler, eldiven pamuk gibi diğer tıbbi atıklar ayrı ve Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne uygun bir kutu içinde toplanmalıdır (Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2017)

Çimento Fabrikalarında yapılan saha gözlemlerinde herhangi bir hafriyat, inşaat ve yıkıntı atığına rastlanır ise Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği uygulanmaktadır (Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 2004)

Çimento tesislerinde yemekhaneden çıkan bitkisel atık yağ oluşmakta ise, bertarafı için lisanslı bir firmayla sözleşme imzalanması gerekmektedir. Bu konuya ilişkin olarak dikkate alınması gereken yönetmelik ise, Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği'dir (Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, 2015)

Atık yağlar geçici atık depolama alanında üzerlerinde atık kodları da bulunan tankta ve varillerde depolanmalıdır. Atık yağ tankının bulunduğu bölmelerde ve geçici atık depolama alanında, dökülmelere karşı havuz etkisi yaratacak beton set bulunmalıdır. Yağ üreticileri, Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği EK-3'de bulunan

Yağ Beyan Formu'nu doldurarak, bir önceki sene piyasaya sürmüş oldukları yağ miktarını her yıl Şubat ayı sonuna kadar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bildirmekle yükümlüdür (Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, 2013).

1.5.2.1. Çevre Yönetim Sistemi

1960'lı yıllarda Çevre Yönetimi sanayileşmenin hız kazanması ile birlikte ortaya çıkmıştır. O yıllarda önemli kirlenme etkileri keşfedilmiştir. Keşfedilen etkiler 1970'lerde kirletici limitlerini belirleyen mevzuatların oluşmasına neden olmuştur. 1980'li yıllarda maliyetin yüksek olması, maliyeti düşmesi, kamuoyu bilincinin artması ve rekabet gücünün artması; sanayinin çevre yönetimi konusunda, gönüllü olarak daha etkin rol oynamasına yol açmıştır. Bu dönemde, üretim süreçlerinde, “çevre” boyutu da dikkate alınmıştır. 1990'lı yıllarda atık uzaklaştırma, hammadde seçimi, tasarım, üretim, nakliye ve kullanım aşamalarına kaymıştır (Özdenkoş, 2010). 1996'da, ISO'nun uluslararası işbirliği çerçevesinde dünya genelinde en çok kabul gören çevre yönetim sistemi standardı olan ISO 14001 ilan edilmiştir (Yontar, 2007).

İnsanlar, doğal kaynakları hiç tükenmeyecekmiş gibi kullanmıştır. Bunun sonucunda ise çevre de kirlilik yükü artmıştır. Yenilenebilir kaynakları bu kaynakların yerine alternatif olarak bulunmaktır. Bu da karşımıza "sürdürülebilir kalkınma" felsefesi çıkarmaktadır. Stockholm'de gerçekleştirilen 1972 tarihli Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı'nın ardından, Avrupa'da çevre-eylem planları geliştirilmiştir (Aydın ve Çamur, 2017)

Birinci Çevre Eylem Planı: Avrupa Birliği 1972-1976 yıllarında çevrenin korunması konusu etrafında, refah ve ekonomik gelişme tartışılmaya başlamıştır. Program çerçevesinde belirlenen temel ilkeler şöyle sıralanabilir (Budak, 2004):

- Kirliliğin kaynaktan önlenmesi

- Çevrenin dikkate alınmasında, tüm planlama ve karar alma süreçlerinin bir parçası haline gelmesi
- Kirleten öder ilkesi
- Topluluk politikalarının gelişmekte olan ülkelere etkisinin dikkate alınması
- Küresel işbirliklerinin özendirilmesi
- Amaca uygun faaliyet düzeylerinin belirlenmesi
- Çevre bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi
- Milli programların uyumlaştırılması ve koordinasyonu
- Çevre bilgilendirme süreçlerinin yürürlüğe konması

İkinci Çevre Eylem Planı: 1977-1981 yılları arasında birinci eylem planı programının devamı niteliğinde gelişme gösterip programın amaçları tekrar oluşturup genişletilmiştir. İkinci Eylem Programından sonra şu kararları almıştır:

- Kirliliğin engellenmesi, kirliliğin meydana geldikten sonra ortadan kaldırılmaya çalışılmasından daha etkilidir,
- Kirleten öder ilkesi,
- Herhangi bir faaliyetin çevreye etkisinin göz önünde bulundurulması,
- Çevresel eylemlerin en uygun ve en elverişli düzeyde ele alınması.

Üçüncü Çevre Eylem Planı: 1982-1986 yılları arasında uygulanmıştır. Çevre politikalarına ilişkin önemli değişikliklere yol açmıştır. Temel olarak kirliliğin kontrol edilmesinden ibaret olmayan bu Programda, kirliliğin önlenmesi üzerinde durulmuştur (Keser, 2011).

Dördüncü Çevre Eylem Planı: 1987-1992 yılları arasında, bir önceki programın geliştirilmesi ile oluşturulmuştur. Amaçların gerçekleşmesi için mevcut toplum

yasalarının etkin uygulanması ve maddelerin tüm çevresel etkilerinin ve kirlenmenin kaynaklarının düzenlenmesi gerekliliği doğmuştur (Özdenkoş, 2010).

Beşinci Çevre Eylem Planı: 1993-2000 yıllarını kapsayan ve “Sürdürülebilirliğe Doğru” başlığıyla basılmıştır. Bu programda iklim değişikliği, doğal kaynakların yok oluşu ve biyolojik çeşitliliğe ilişkin kayıplar gibi konular üzerinde durulmuştur.

Altıncı Çevre Eylem Programı: 2002-2012 yılları arasını kapsayan “Bizim Seçimimiz, Bizim Geleceğimiz” başlığı altında gerçekleştirilmiştir. Programda öncelik verilen dört konu şöyle sıralanabilir (Papadaki, 2012):

- Kyoto Protokolü hedeflerine en kısa sürede ulaşma çalışmaları ve iklim değişikliği,
- Esas odak noktası tehlikeli maddeler içeren büyük afetlerin önüne geçilmesi ve kontrol edilmesi olacak şekilde, biyolojik çeşitlilik ve Natura 2000 Network’a dayandırılması
- İnsan sağlığının hem tehdit edilmediği, hem de olumsuz yönde etkilenmediği bir durum gibi çevresel niteliği amaçlayan çevre-sağlık ilişkisi,
- Katı atıkların ve kaynakların sürdürülebilirliği.

Yedinci Çevre Eylem Programı: 17 Ocak 2014 tarihli program, “Gezegenin Sınırları İçinde, Daha İyi Yaşamak” başlığı ile yürürlüğe girmiş olup; 2020 yılına kadar yürürlükte kalacaktır (Anstoetter ve McDonough, 2012).

1.5.2.2. Çevre Yönetim Sistemi’nin Amaçları

ÇYS; öncelikle çevresel amaç ve hedefler tanımlamalıdır. ÇYS’nin ihtiyaçlarını karşılamak için öncelikle politika oluşturulmalıdır. ÇYS yeterli ve uygun, prosedürlerin belirlenmesi, devamlı iyileştirmeyi ve çevresel performans elde edilmesini sağlayan bir araçtır (Rezaee ve Elam, 2000).

ÇYS' nin başlıca bütünleştirici amaçları aşağıdaki gibidir (Polat ,2003);

- Kuruluşlarda çevreyle alakalı hassas noktaların, sürekli gelişim anlayışı çerçevesinde değerlendirilerek, çevre üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve kontrol edilmesi
- Çevre Politikası ve Çevre Yönetimi için kanunlara uygun temel oluşturmak,
- İlgili yönetmelik şartlarının ve mevzuatsal düzenlemelerin belirlenmesi,
- Kaynak kullanımı, çevresel risk ve zararların azaltılması,
- Rekabet gücü ve verimliliğin artırılması,
- Kirliliğin azaltılması veya atıkların dönüştürülmesi yoluyla enerji ve kaynak tüketiminin ve üretim maliyetlerinin azaltılması,
- Ürünün ve üretiminin çevre duyarlılığı şartlarına uygunluğunu talep eden pazarlara satışı gibi çevre fırsatlarının tespit edilmesi,
- Çevresel performansın takibi
- Sürekli iyileştirilmesi,
- Çevreyle ilişkili konularda amaçların ve önceliklerin oluşturulması,
- Uluslararası sahada avantaj elde ederek, firma itibarının ve pazar payının artırılması,
- Deprem, yangın, sel gibi acil durumlar ve kazalar karşısında hazırlıklı olunması,
- Sorumluluk doğuran kaza gibi olayların sayısının azaltılması,
- İzin ve yetki belgelerinin alınmasının kolaylaştırılması.
- Ulusal ve/veya uluslararası mevzuata uyumluluğun artırılması,
- Kirliliğin kaynaktan azaltılması,
- Çevre boyutu, çevresel etki ve çevresel risk faktörlerinin belirlenmesi ve kontrolü,

1.5.2.3. Çevre Yönetim Sistemi Uygulamanın Yararları

ÇYS'nin en önemli özelliği, kuruluşun sürekli gelişmesini ve iyileştirilmesini sağlaması olup (Korul, 2003); yararları şu şekilde sıralanabilir:

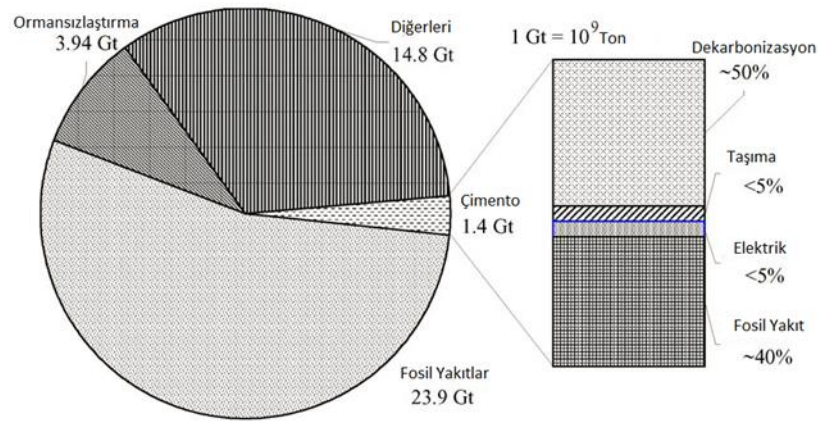
- Çevre politika, amaç ve hedeflerinin belirlenmesi,
- Çevre mevzuatlarına ve yasalarına uyum sağlanması,
- Kirliliğin önüne geçilmesi, atık miktarının azaltılması, geri kazanım/tekrar kullanım yöntemleri ile toplam maliyetlerin azalmasının sağlanması,
- Ekonomik kaynakların ve diğer kaynakların tüketimini azaltacak alanların belirlenmesi,
- Kaynakların etkin kullanımıyla ekonomik kazanç elde edilmesi,
- İşletmenin gelecekteki çevre sorumluluklarına yaklaşımı noktasında rehberlik edecek temel ilkelerin tanımlanması,
- Çalışanların tamamının görev, yetki ve sorumluluklarının belirlenmesi ve yazılı hale getirilmesi,
- Çalışanların motivasyonunun artırılması,

1.6. Çimento Sektöründe Enerji Tüketimi ve İklim Değişikliğine Etkisi

İklim değişikliği, belirli bir yerin, bölgenin veya tüm gezegenin ikliminde uzun vadeli bir değişim veya değişiklik olarak tanımlanmaktadır. Dünyanın iklimi, jeolojik geçmişine göre önemli ölçüde değişmiştir. Küresel ortalama sıcaklığın mevcut değerinden yaklaşık 5 °C daha düşük olduğu zamanlarda buz çağı ve ortalama sıcaklığın mevcut değerden bir derece daha sıcak olduğu bölgeler arası dönemler yaşanmıştır. Bu değişikliklere güneş değişimleri, volkanik emisyonlar ve sera gazları neden olmuştur (Rehan ve Nehdi, 2005).

Atmosferde büyük bir sera gazı olan karbondioksit (CO_2) konsantrasyonu, son 400.000 yıl boyunca 180 ile 310 ppm arasında dalgalanmıştır (Petit ve ark., 1999). Küresel ısınma tehdidi son yıllarda artan bir ilgi görmektedir. Bu konuyla ilgili uluslararası çabalar, 1972'de Birleşmiş Milletler (BM) İnsan Çevre Konferansında başlamış ve 1997'de Kyoto Protokolü'nün imzalanmasıyla önemli bir dönüm noktasına ulaşmıştır.

2008-2012 yılları arasında, sera gazı emisyonlarının 1990 seviyelerinin altında %5,2 azaltılması taahhüdünde bulunulmuştur (Anderson, 2001). 2000 yılında çimento üretiminden kaynaklanan CO_2 emisyonları Şekil 1.9'da verilmiştir.



Şekil 1.9. 2000 Yılında Çimento Üretiminden Kaynaklanan CO_2 Emisyonları (Humphreys ve Mahasenan, 2002).

Çimento üretimi üç temel CO_2 kaynağına neden olmaktadır:

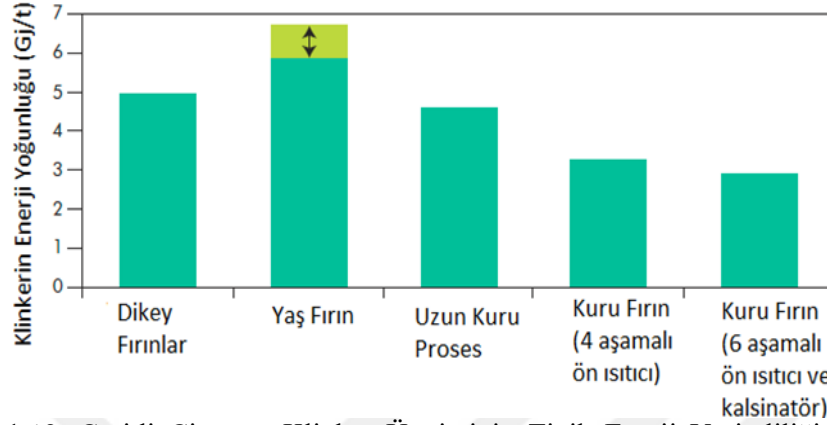
1. Fırındaki kireçtaşı'nın karbondan arındırılmasıyla ilgili proses emisyonları (ton klinker başına 525 kg CO_2)
2. Fırındaki yakıtın yanması (tipik olarak ton çimento başına 300-350 kg CO_2)

3. Hammadde ve klinker öğütme ve çimento üretimi için elektrik kullanımından kaynaklanan dolaylı emisyonlar (çimento tonu başına tipik olarak 50 kg CO₂)

Aşağıda belirlenen üç azaltma önlemi ile emisyonlar esas olarak azaltılabilir:

1. Enerji verimliliği iyileştirmeleri (özellikle fırın teknolojisinde, ancak aynı zamanda atık ısı geri kazanımı ve elektrik tüketimini azaltma konusunda daha sınırlı bir potansiyel vardır)
2. Fırındaki atıkların ve biyokütle yakıtların yanması
3. Çimento harmanlamada klinker yerine alternatif hammadde kullanımının artırılması

Ek olarak, yanma veya oksijen yakma teknolojisi kullanılarak CO₂ yakalama ve depolamanın kullanılması ve ayrıca alternatif düşük karbonlu çimento ürünlerinin geliştirilmesi yoluyla önemli emisyon azaltımları sağlanabilir. Hammaddeden klinker üretimi, bir çimento tesisinde ana enerji tüketim sürecidir (Cook, 2009). Şekil 1.10'dan da anlaşılacağı üzere, klinker üretiminin enerji verimliliği, kullanılan fırın teknolojisine göre büyük ölçüde değişmektedir.



Şekil 1.10. Çeşitli Çimento Klinker Üretiminin Tipik Enerji Verimliliği (Cook, 2009)

Çimento sektöründe enerji verimliliği iyileştirmesiyle, yakıtlardan kaynaklanan CO₂ emisyonları ve çimento üretim maliyetleri azaltılabilir. Enerji tasarruflu ekipmanların kullanılması ve eski tesislerin değiştirilmesi, işlem enerjisinin iyileştirilmesi için başka bir yoldur. Büyük döner fırında kullanılan atık ısı, çimento üretiminde tüketilen enerjinin en büyük bölümünü temsil ettiğinden, yakıt verimliliğini artırmak enerji girişini azaltacaktır. Ön ısıtıcılar ve ön kalsinasyonlu kuru işlem, sulu işlemde daha verimlidir. Islaktan kuru işleme dönüştürmek, fırının enerji verimliliğini ve dolayısıyla tüm işlemin verimliliğini daha da geliştirmek için bir fırsattır (Bosoaga ve ark. 2009).

Çimento, dünya çapında önemli bir yapı bileşenidir. Çimento üretimi küresel karbondioksit (CO₂) emisyonlarının önemli bir kaynağıdır (Marland ve ark., 1989). Çimento endüstrisi, insan kaynaklı CO₂ emisyonlarının yaklaşık% 6'sına katkıda bulunmaktadır. CO₂ emisyonları ticareti gelecekte endüstri için büyük önem taşımaktadır (McCaffrey, 2002).

CO₂ Klinker üretiminin bir yan ürünü olarak oluşur. Çimento üretiminde kalsiyum karbonat (CaCO₃) kalsine edilir ve çimentonun birincil bileşeni olan kireçe (CaO) dönüştürülür. CO₂ de fosil yakıt yanmasıyla çimento üretimi sırasında yayılır. Spesifik olarak, CO₂ kalsinasyon sırasında fırının üst, daha soğuk ucunda veya bir

prekalsinerde 600-900 ° C sıcaklıklarda meydana gelen ve karbonatların oksitlere dönüşmesine neden olan bir yan ürün olarak salınır (Gibbs ve ark.). Basitleştirilmiş stokiyometrik ilişki aşağıdaki gibidir;



IPCC Rehberi, üretilen klinker miktarının bir emisyon faktörü ile çarpıldığı klinker üretiminden kaynaklanan CO₂ emisyonlarını tahmin etmek için genel bir yaklaşım sunmaktadır. Bu nedenle, klinker üretiminden kaynaklanan CO₂ emisyonlarını tahmin etmenin temel denklemi;

$\text{Faaliye/Üretim Verileri} * \text{CKD Düzeltme Faktörü} = \text{Klinker Kaynaklı CO}_2 \text{ Emisyonu}$
--

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Doğanay (2000), Yaptığı çalışmada, çevre yönetim sistemi incelenerek, tekstil endüstrisinde çevre yönetim sisteminin bu esaslara uygunluğu üzerinde durulmuştur. Atık yönetimi, insan enerji ve doğal kaynak kullanımı, tehlikeli ve zararlı madde ve atıkların yönetimi, gürültü kirliliği yönetimi prensipleri kuruluştaki uygulaması incelenmiştir. ISO 14001 - Çevre Yönetim Sistemi referans alınmıştır. Çevre yönetim sistemi uygulanması sırasında aksaklıklar ve çözüm yollarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye’de uygulanmakta olan önemli çevre boyutlarını belirleme yöntemleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda ise Türkiye’de büyük kuruluşlar hariç, gönüllü olarak bu sistemin kuruluşunu gerçekleştiren kuruluş sayısı az olduğu tespit edilmiştir. Türkiye’de kuruluşlar kaynak yönetimine geçemediği için bunların doğurduğu organizasyonel problemler herhangi bir sistemin hayata geçirilmesini engellemektedir. Veri eksiklikleri büyük problemler yaratmaktadır. Bu tezde bu eksikliğin giderilmesi için ortak bir veri tabanı oluşturulması gerektiği mesajı verilmiştir.

Ofori ve ark. (2002), Yapmış oldukları çalışma kapsamında şirketlerin ISO 14000 - Çevre Yönetim Standartları’na yaklaşımlarını anlamak gayesi ile Singapur’da bir anket araştırması yapılmıştır. İnşaat sektöründeki firmaların yapılan anket araştırmasında uygulama maliyetinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Böylece elde edilecek faydaların uygulama maliyetinden daha az öneme sahip olması düşüncesi olmuştur. Bu nedenle ISO 14000 - ÇYS Standartları için hazırlamadıklarını ifade etmişlerdir.

Raines (2002), 15 ülkedeki 131 firmada ISO 14001’in uygulanması, belgelendirmenin faydalarını değerlendiren uluslararası bir anket araştırması yapmıştır. Anket araştırmasında firmaların ISO 14000 ÇYS belgelendirmesinden gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde memnun oldukları gözlenmiştir. Ayrıca varlıklı ülkelere göre gelişmekte olan ülkeler ISO 14000 adaptasyonundan çok memnun olduğu da tespit etmiştir. Çevresel liderlik sağlama isteği sertifikasyon

aşamasında işletmeleri motive eden en güçlü faktörlerden birisi olmuştur. Araştırma sonuçlarının dikkat çeken taraflarından birisi; hükümetten gelen baskı nedeniyle çok az firma ÇYS belgesini almıştır.

Khurana ve ark. (2002), çalışmalarında Hindistan’da bulunan ve yıllık klinker kapasitesi 1 milyon ton olan bir çimento üretim fabrikasını incelemiştir. Çimento üretiminde harcanan ısı enerjisinin yapılan hesaplamalara göre %35’inin sıcak gaz hatlarında yitirdiği yaklaşık olarak da 4.4 MW atık ısıdan elektrik enerjisi elde edilebileceği görülmüştür. Yapılan hesaplamalar fabrikanın harcadığı enerjinin yaklaşık %30’luk bir bölümüne denk gelmiştir. %10 enerji verimliliğinin iyileştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Melnyk ve ark. (2003), çalışmalarında ÇYS’nin yürütülmesinde etkili olan 3 tip etki incelenmiştir. ÇYS’nin yürütülmesi gayri resmi, ÇYS resmi uygulanmış fakat standart ile belgelendirilmemiş ve ISO 14001 standardı ile belgelendirilmiş firmalar olarak uygulamalar incelemiştir. ÇYS olmadığında performans çok düşük olmuştur. ÇYS uygulanmakta fakat belgelendirme olmadığında performans ve çevresel seçimlerin orta olduğunu tespit etmişlerdir. Resmi olarak belgelendirilmiş ÇYS’ nin varlığı atık azaltılması üzerinde pozitif performans göstermiştir. Ayrıca yönetim zamanının azalmasında da, artış gösteren performans üzerinde önemli pozitif ilişkiler gösterdiği belirtilmiştir.

Fryxell ve ark. (2004), Yaptıkları çalışmada ÇYS belgelendirilmesi için Çin’deki firmaların uğraşma nedenler üzerine inceleme yapmışlardır. Çalışmada sonuç olarak ÇYS için en güçlü yönleri; mevzuata uyumlu olduğunu güvence altına alınması, firma imajını güçlü tutmak ve çevresel performansı iyileştirmek olarak tespit edilmiştir.

Bektaş (2005), TS EN ISO 14001 çevre yönetimi standardının kuruluşlarda nasıl şekillendiğini, fayda sağladığını ve ÇYS’ ni kurmak için gerekli şartlar anlatılmaktadır. Bu şartlar anlatılırken de madencilik sektöründe uygulamaya nasıl geçebileceği araştırılmıştır. TS EN ISO 14001 standardı çevre sorunlarının çözümünde bir araç olduğu ve çevreyi korumak adına üzerine düşen görevi yaptığı

belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda; bu sistemi kuran ve belli bir süre işleten kuruluşlar, belgelendirme talebiyle başvurabileceği, bu belge ile sektörlerinde çevrenin korunması ve çevre bilinçli üretim konularında önder olabileceğini, "Kalite ve Çevre Yönetim Sistemleri İçin Kılavuz" standardı ile ikisini bir arada belgelendirilebileceği belirlenmiştir. TS EN ISO 14001 standardına göre belgelendirilmiş olan toplam 187 adet kuruluş olduğunu ve belgeli kuruluşların geneline bakıldığında ise uluslararası ortaklı kuruluşların, sektör olarak elektrik, hizmet, gıda, inşaat ve otomotivin çoğunlukta olduğu tespit edilmiştir.

Erdoğan (2008), Türk ve Dünya çimento sanayisinin üretim, tüketim ve dış ticaret gibi temel verileri ile sektörün üretim teknolojisi, enerji tüketimi, sektör kaynaklı emisyonlar ve Türkiye'nin emisyonların azaltılması konusunda mevcut ve muhtemel yükümlülükleri incelenmiştir. AB emisyon ticaret planının (ETS) getireceği maliyet artışlarının sektörün rekabet gücünü nasıl etkileyeceği analiz edilmiştir. Bu yükümlülükler kapsamında enerji verimliliğinin artırılarak emisyonların azaltılmasına yönelik olarak sektörde yapılabilecek çeşitli uygulamalar tespit edilmiştir. Tespit edilen uygulamaların Türk çimento sanayisine uygulanma imkanlarına yer verilmiştir.

Worrell ve ark. (2008), Yapılan çalışmada, endüstriyel enerji verimliliği teknolojilerinin, enerji kullanımının ve sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar azaltma politikalarının potansiyel katkısı tartışılmaktadır. Dünya ekonomisinin doğrudan ve dolaylı olarak (tüketilen elektriğe göre) %80'in üzerinde enerji kullanımı olan küresel sera gazı yayınımların yaklaşık %37'sine katkıda bulunmakta olduğu araştırılmıştır. 2004 yılında 9.9 Gt CO₂ olan toplam enerji ile ilgili yayınımlar 1971'den itibaren %65 oranında artış göstermiştir. Endüstri enerji verimliliği ise son on yılda geliştirmiştir. Yakın gelecekte ise enerji verimliliği potansiyel olarak sektörden sera gazı yayınımlarının azaltılması için en önemli ve uygun maliyetli araç olmuştur. Sonuç olarak; Endüstri doğrudan ve dolaylı olarak küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık% 37'sine katkıda bulunmaktadır. Enerji kaynaklı toplam endüstriyel emisyonlar 1971'den bu yana% 65 oranında arttığı belirtilmiştir.

Bilgideki temel boşluklar, özellikle geçiş ekonomilerinde, enerji yoğun olmayan sanayilerde potansiyel enerji verimliliği iyileştirme potansiyeli, ortak faydaların belirlenmesi, sürdürülebilir kalkınma azaltma seçenekleri ve tüketici tercihlerinin etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bilgi tabanını iyileştirmek ve endüstriyel sektördeki enerji verimliliği ve sera gazı azaltma fırsatlarını gerçekleştirmek için mekanizmalar hakkındaki anlayışı geliştirmek için daha fazla araştırma yapılması önerilmiştir.

Wang ve ark. (2009), Yapılan çalışmada çimento üretimi faaliyetlerinin çok fazla enerji tükettiği üzerinde durulmuştur. %50 ile %60 arasında bir oranda tüketilen enerji ürün maliyetini etkilemiştir. Araştırmanın sonucunda ise ön ısıtıcıdan döner fırın bacasına giden atık ısının geri kazanılması ile enerji kazanımı öngörülmüştür. Sistem matematiksel olarak modellenmiştir.

Hasanbiegi ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada 16 adet çimento fabrikası incelenmiştir. Çimento için kıyaslama ve enerji tasarruf aracı (best-cement) yöntemi ile uluslararası uygulamalar incelenmiştir. Ayrıca fabrikaların tükettiği enerji göz önüne alınarak Çin'deki yerli uygulamalar ile de karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda ortalama olarak %12'lik bir enerjinin tasarruf edileceğine ulaşılmıştır.

Aydın ve Bedük (2010), Yaptıkları çalışmada Karaman'daki imalat işletmelerinin çevre yönetimiyle ilgili mevcut durumlarını tespit etmek amacıyla anket yapılmıştır ve sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışmada çevresel hassasiyetler küçük ve orta ölçekli işletmelerin çevre yönetim sistem standartlarına ne kadar uzak olduklarını anlamak üzere değerlendirilmiştir. Yapılan anket değerlendirmesi sonucunda bu işletmelerde çevre yatırımlarını yönlendirebilecek uzman personelin bulunmadığı, bu yatırımları bir rekabet fırsatına çevirme bilinci oluşmadığı ve çevre yatırımlarının yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Madlool ve ark. (2011), Yaptıkları çalışma da enerji tasarrufu, karbon dioksit salınımı indirimleri ve çimento endüstrisinde enerji verimliliğini artırmak için kullanılan çeşitli teknolojiler hakkında çalışmalar araştırılmıştır. Çimento endüstrisinin farklı bölümlerinde enerji kullanımı, spesifik enerji tüketimi, enerji

kullanım tipleri, çimento üretim işlemlerinin detayları, çeşitli enerji tasarruf önlemleri gözden geçirilmiş ve sunulmuştur. Uygulama maliyetiyle birlikte tasarruf edilebilecek enerji miktarı dikkate alınarak çeşitli enerji tasarruf önlemleri eleştirel bir şekilde analiz edilmiştir. Enerji analizinin üretim hattında uygulanmasının, sistemin performansını iyileştirmek ve enerji maliyetlerini düşürmek için etkili bir yol olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ertuğrul ve Şavlı (2013), Yaptıkları çalışmada bakır sanayinde faaliyet gösteren bir sektöre, standartların kullanım kılavuzundan yararlanılarak ÇYS'nin nasıl yürütüleceği gösterilmiştir. ÇYS'nin verimli bir şekilde yürütülebilmesi için çalışan herkesin tam katılımının sağlanması gerekmekte olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmalara üst yönetim, tam destek vermesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Uygulanması aşamasında bazı sorunlarla karşılaşıldığı örneğin; yasal mevzuatlarda yer alan boşluklar uygulamada sıkıntı yaşandığı gibi sorunlar tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çevre yönetim sistemleri işletmeler için maliyetli olsa da işletmenin müşteriler için önemini ve firma imajını güçlendirmek gibi daha birçok yarar sağladığı belirtilmiştir.

Hasanbeigi ve ark. (2012), Yaptıkları çalışmada 19 çimento ve beton üretimi için ortaya çıkan enerji verimliliği ve CO₂ emisyonu azaltma teknolojileri açıklanmaktadır. Enerji tasarrufu, çevresel faydalar, maliyetler, ticari duruma getirme durumu ve çimento endüstrisinin enerji kullanımını ve CO₂ yayınımalarının azaltmak için ortaya çıkan teknolojiler mevcut bilgileri derlemek için bu çalışmayı yapmışlardır. Mühendisler, araştırmacılar, yatırımcılar, çimento şirketleri, politikacılar ve diğer ilgili taraflara bu teknolojiler hakkında iyi yapılandırılmış bir veri tabanına kolay erişim olanağı sağlamak amacıyla çimento endüstrisi için on sekiz yeni teknoloji hakkında mevcut bilgileri birleştirmektedir. Sonuç olarak, dünya çapında yapılan çalışmalar çimento endüstrisi çeşitli sektörlerle özel enerji verimliliği teknolojilerini tanımlamış olsa da, gelişmekte olan veya gelişmiş enerji verimliliği ve düşük karbonlu teknolojiler konusunda bilgi az bulunmaktadır. Teknolojilerin çoğu işlemleriyle ilişkili enerji CO₂ cezasına sahip olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle,

enerji cezalarını en aza indirmek için bu teknolojileri geliştirmek ve optimize etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir.

Mikulčić ve ark. (2016), Çimento sektörünün küresel sera gazı yayılımlarının payı önemli olduğunu, daha temiz ve daha enerji verimli çimento üretimi giderek aranan bir özellik olduğunu, diğer sanayilerin yan ürünleri gibi alternatif yakıtlar ve hammaddelerin kullanıldığını görmüşler. Sonuç olarak iklim değişikliğinin modern toplumun karşılaştığı en büyük zorluklardan biri olduğu belirtilmiştir. Çimento endüstrisinde 2020 yılı hedeflerine ulaşmak için CO₂ emisyonunun azaltılması önem kazanmıştır. Çimentoya küresel talep olmasına rağmen, çimento üretimi sürekli artmıştır. Bu nedenle sanayi kireçtaşı ayrışmasından ve fosil yakıt yanmasından kaynaklanan CO₂ emisyonlarının azaltmanın yollarını aradığı belirtilmiştir. Bu araştırma, çimento sektöründe farklı atık yakıt ve malzemelerin alternatif enerji kaynakları ve hammadde olarak kullanılmasının uygunluğunu desteklemekte ve pekiştirmektedir.

Van Ruijven ve ark. (2016), Çelik ve çimento üretimi gibi ağır sanayi sektörü, sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağı olmuştur. Bu çalışmada, çelik ve çimento tüketimine ilişkin temel trendlere ve üretim teknolojileri arasındaki seçeneklere göre ayarlanmış çelik ve çimento endüstrisi için bir model sunmuşlardır. Sonuç olarak, küresel çelik ve çimento taleplerinin hızla arttığını görmüşler, temel senaryoda ise üretim yavaş yavaş daha verimli teknolojilere doğru kaydığını anlamışlar ve iklim politikası, düşük karbonlu teknolojilerin alımını hızlandırdığını yorumlamışlardır. Karbon Yakalama ve Ayrıştırmanın büyük salım azaltmalarına ulaşmak için önemli bir teknoloji olduğunu incelemişlerdir.

Bilgiç (2017), Yapılan çalışmada iklim değişikliği ile mücadelede emisyon ticareti ve türkiye uygulaması araştırılmıştır. İklim değişikliğinin Dünyamız ve Türkiye üzerine etkileri ve sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca iklim değişikliği ile emisyon ticareti ve emisyon ticaretinin tasarım elemanları üzerinde durulmuştur. İklim değişikliği ve emisyon ticaretinin yer aldığı mevzuatlar incelendiğinde kapsayıcı bir yasal mevzuatın bulunmadığı görülmüştür. Gelecekte ülkemizde bu

çalışmaların tasarlanması halinde yasal, kurumsal ve finansal alt yapı boşlukları analiz edilmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Bu boşlukların kapatılarak işlem yapılması gerektiği değerlendirilmiştir.

Topçu (2018), Yapılan çalışmada enerji sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonların toplam emisyonların yaklaşık üçte ikisini oluşturduğu üzerinde durulmuştur. Bu çalışma, iklim değişikliği ve enerji politikaları bağlamında düşük karbon ekonomisine geçiş hedefini literatür taraması yöntemiyle irdelemektir. Sonuç olarak, fosil yakıt sektörünün belirleyiciliğinin devam etmekte olduğunu, düşük karbon teknolojilerinin sağlayıcısı olarak gelişmiş ülke ve endüstriler tekel konumlarını sürdürmekte olduğu ve emisyon ticareti gibi piyasa temelli mekanizmalar şirketler açısından yeni kazanç alanları olarak desteklenmekte olduğu örneklerle belirlenmiştir. Böylece enerji ve adaleti açısından yoksunluklar ve sorunlar ortaya çıkmakta olduğu tespit edilmiştir.

Kara ve ark. (2018) Yaptıkları çalışmada, çimento sektöründen havaya salınan sera gazı emisyonlarını IPCC 2006 Kılavuzlarına göre hesaplaması yapmıştır. Yapılan çalışmalarda sonuç olarak, çimento sektörünün oluşturmuş olduğu CO₂ emisyonlarını gidermede emisyon ticareti yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Orhan (2018), Yapılan çalışmada entegre bir pilot tesis seçilmiştir. Pilot tesisten alınan veriler doğrultusunda IPCC kılavuzunda yer alan Tier 1, Tier 2 ve Tier 3 yöntemleriyle baz alınan 2015, 2016 ve 2017 yılları için sera gazı emisyonları hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada sonuç olarak, en güvenilir yöntemin Tier 3 olduğu bulunmuştur. Çimento sektörü enerjiyi yoğun kullanan sektör olduğundan dolayı sera gazı emisyonlarının azaltılması ve doğal kaynak tüketiminin sınırlı tutulabilmesi açısından alternatif yakıt kullanımının büyük önem taşıdığı tespit edilmiştir. Türkiye'nin nüfusu artışı yüksek olan bir ülke olması göz önüne alındığında mevcut durumdaki atıkların gelecekte daha da fazla olacağı ve katı atık bertarafı için daha fazla alanın kullanımı söz konusu olacağı ve atık kullanımı katı atık depolama alanları açısından da kazanç sağlayacağı tespit edilmiştir.



3. MATERYAL VE METOD**3.1. Materyal****3.1.1. İşletme Bilgileri**

Uygulama, ISO 14001 Çevre Yönetim Sisteminin enerji kazanımı ve iklim değişikliği üzerine etkilerini gerçekleştirmek isteyen Sönmez Çimento fabrikasında yapılmıştır.

Sönmez Holding, Kutlucan Holding ve Türkün Holding ortaklığı ile kurulan Sönmez Çimento Yapı ve Madencilik San. Tic. A.Ş., Adana Yumurtalık TAYSEB Serbest Bölgesi'nde Ekim 2014'de üretime başlamıştır. Aralık 2012'de yapımına başlanan fabrika, son teknoloji tozsuzlaştırma sistemleri ile güncel çevre mevzuatına uygun olarak dizayn edilmiş olup, aynı zamanda alternatif yakıt ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile çevreci fabrika özelliğini korumaktadır.

413 dönümlük sahası ve 230 çalışanıyla hammadde kaynaklarına çok yakın olan Sönmez Çimento, serbest bölgeler içerisine kurulmasına izin verilen Türkiye'deki ilk çimento fabrikasıdır. Bunun yanı sıra, kendi limanını 2017 yılı kasım ayında devreye alan fabrika bu avantajını da kullanarak müşterilerine en iyi hizmeti sunmaktadır.

3.1.2. İşletmenin İş Akım Şeması ve Proses Özeti

Tesiste üretim faaliyetleri 5 ana başlık altında incelenebilir. Bunlar; hammaddenin temini için Hammadde Ocak İşletmeciliği, tesise hammaddenin intikal ettiği ve kırılarak homojene edilmek üzere stoklandığı kırıcılar ve preblending ünitesidir. Bu ünitelerden alınan hammadde klinker üretim ünitesinde çimentonun yarı mamulü olan klinkere dönüştürülmektedir. Bundan sonra klinker çimento üretim ünitesinde öğütülerek çimentoya dönüştürülmektedir. Elde edilen çimento paketleme ünitesinde paketlenerek veya dökme olarak silobaslara doldurularak piyasaya satılmaktadır. Tesiste gerçekleştirilen faaliyetler ana başlıkları ile aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Ocak İşletmeciliği Faaliyeti

Hammadde ocaklarında kapsüllerle patlatma işlemi yapılmaktadır. Ocaklardan getirilen malzemeler fabrika sahasında stoklanma, ön karıştırma ve çeşitli kırma işlemlerine tabi tutularak malzeme boyutu 0-70 mm'ye düşürülmektedir. Ocaklarda atıksu oluşumu söz konusu olmayıp, hammadde ocaklarında hava emisyon kaynağı bulunmamaktadır.

Kırıcılar (Konkasörler)

Klinkerin ana hammaddeleri ve çimento üretiminde kullanılan katkı hammaddeleri ocaklardan, üzeri kapalı kamyonlarla getirilir ve bunkere dökülür. Kırıldıktan sonra üzeri kapalı konveyör bantlar vasıtasıyla stokholler gönderilir ve stok alanında bekletilir ya da farin değirmenine gönderilmektedir.

Farin Hazırlama ve Klinker Üretim Ünitesi

Farin hazırlama ve klinker üretim işlemleri işletmede 30.236 m² alanda yer almaktadır. Bir adet 400 ton/h kapasiteli farin değirmeni bulunmaktadır. Hammaddeler, ham madde stok alanından konveyör bantlarla oranlama bunkerine alınıp, belirli oranda tartıldıktan sonra hem kurutmak hem de öğütmek için farin değirmenine getirilir. Burada rutubet %1 in altına düşürülür, konveyör bantlar vasıtasıyla 20.000 ton kapasiteli farin siloya gönderilir. Hem stoklamayı hem homojenizasyonunu sağlar. Farin, havalı bantlar ve elevatör yardımıyla döner fırına gönderilir.

Tesiste 5 siklon kademeli ön ısıtıcı, bir adet döner fırın bulunmaktadır. 5.500 ton/gün kapasitelidir. Farin silosundan gelen ürün, ön ısıtıcılı siklon sisteminin 2.kademesinden siklona alınırken aynı anda yakıt beslemesi yapılır. Sisteme 50°C'de giren farin, tüm kademeleri geçerek fırında prekalsinatörden gelen sıcak

havaıyla birleşerek kalsiyum karbonatın %95’ni (kalsin) CaO ‘ya dönüştürür. Bu esnada sıcaklık 850-950°C arasındadır. Buradan döner fırına gider ve döner fırında pişirilerek klinker haline gelir. Buradan klinker soğutma ünitesine gönderilir.

Çimento Üretim Ünitesi

Çimento Üretim ve Paketleme Ünitesi işletmede yaklaşık 20.215 m² alanda yer almaktadır. Bu ünite de klinkerin çeşitli katkı malzemeleriyle değirmenlerde öğütülmesi, silolarda depolanması, dökme veya torbalı olarak sevk edilmesi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Tesiste iki adet 190 ton/h kapasiteli bilyalı değirmen bulunmaktadır. Klinker stok silosundan alınan klinker, hammadde stokholünden alınan alçı taşı ve diğer katkı maddeleri lastik bant taşıyıcılarla oranlama bunkerine gönderilir. Belirli oranlarda tartıldıktan sonra ön ezicide(roller-press) ezilen ve ayrılan malzeme çimento değirmenine beslenir. Bilyalı çimento değirmenlerinde öğütme işlemi yapıldıktan sonra havalı bantlar ve elevatör yardımıyla çimento silolarına gönderilir. Tesiste dört adet 10.000 ton kapasiteli çimento silosu bulunmaktadır. Değirmenlerde öğütülen nihai ürün silonun alt kısmından paketleme ünitesine gönderilir.

Paketleme Ünitesi

Tesiste dört adet 300 ton/h kapasiteli açık dolum, iki adet 60ton/h kapasiteli bigbag dolum tesisi ve dört kantar mevcuttur. Mamül madde silobaslarla dökme olarak, cold hood, torbalı, bigbag ve slingbaglerle müşteriye sevk edilir.

3.2. Metod

3.2.1. Uygulamanın Yöntemi

Çimentonun yarı mamülü olan klinker üretim sürecinde iklim değişikliği faktörünün en belirgin bölümü oluşmaktadır. Gerekli ısı enerji ihtiyacının

karşılanması ve kimyasal reaksiyon sonucu kalsinasyon gerçekleşmektedir. Gerçekleşen kalsinasyon etkisi ile CO₂ emisyonu oluşmaktadır. Dolayısıyla çimento içerisindeki klinker oranı ne kadar yüksekse, üretilen betonun iklim değişikliği faktörü de o denli yüksek olacağı yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. İklim değişikliği küresel bir sorun olup küresel mücadeleyi gerektirmektedir. İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında ilk olarak “Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi” hazırlanmıştır. Böylece ilgili sektörlerde sera gazı emisyonu kontrolü ve iklim değişikliğine uyuma yönelik ilkeler ve stratejik hedeflerin belirlendiğini ve bu Strateji Belgesi’nin uygulamaya geçebilmesi için İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP) tamamlanmıştır.

Çimento üretiminde en büyük maliyet enerjidir. Enerjinin içindeki büyük maliyet bileşenini de yakıt oluşturmaktadır. Genel olarak yakıtlar fosil kökenlidir. Fosil yakıtlar yerine ısı değeri yüksek atıklar kullanılabilir. Kısmen kullanılabildiği ya da tamamen kullanılabildiği durumlarda enerji maliyetinde önemli ölçüde azalmalar olmaktadır. Çimento fabrikaları sahip oldukları büyük kapasiteli yakma donanımları ile sanayi ve kent atıklarından ısı değeri uygun olanları kendi üretim süreçlerinde yakarak hem yakıt maliyetini düşürmüş, hem de atıkları yok ederek toplumdaki paydaşlarına çevre koruma hizmeti vermişlerdir. Alternatif yakıt ve alternatif hammadde olarak kabul edilen atıkların organik kısmına ait ısı değeri veya mineral kısmına ait malzeme değeri çimento fırınlarında geri kazanılmaktadır. Böylece çimentoculara kesilen “Karbon Vergisi”, “Çevre Kirleticisi” vb. faturalar azalır.

Bu çalışmanın yapıldığı fabrikada ISO 14001 ÇYS standardının kurulum aşamasında ilgili dokümanların içerisine enerji kazanımları, sera gazı emisyonları ve iklim değişikliği entegre edilmiştir. Bu nedenle ISO 14001 ÇYS kurulması aşamalarında enerji kazanımları ile iç içe bir çalışma gözetilmiştir ve çalışmalara bu doğrultuda yön verilmiştir. Sistemi enerji kazanımları ile entegre ederken ISO 14001 ÇYS kurulum aşamasında tüm birimler hedeflerinde ortak olarak enerji kazanımlarına değinmiştir. Tüm çalışanların katılımı sağlanmıştır. Çevre Yönetim

Temsilci ve Çevre Liderleri ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi eğitimlerine katıldıktan sonra swot analizleri yapılmıştır.

3.2.2. ISO 14001 Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması

Firma, 10 maddeden oluşan TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi standartına uygun olarak dokümantasyon çalışmaları yapmıştır. Standartın ilk 3 bölümü denetlemeye tabii değildir. Uygulama ve denetleme 4. bölüm ile başlamaktadır. Bu nedenle dokümantasyon çalışmaları standardın 4. Bölümü olan Kuruluşun Bağlamı ile başlamıştır. Öncelikli olarak taahhüt edilen çevre politikası oluşturulmuştur. Ardından birimler enerji kazanımlarının ve iklim değişikliğine olan etkileri çevre boyutları formuna işlemiştir. Böylece CO₂ emisyonu azaltılmasının ve elektrik tüketiminin azaltılması için WHR tesisinin projelendirilmesi üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Tüm dokümantasyon çalışmaları tamamlandıktan sonra yapılması gereken, bu sistemin belgelendirilmesini sağlamaktır. Bu sistem gönüllülük esasına dayanmaktadır. Sistemin kurulumunun güvenilirliğini sağlamak için bu aşamada da akredite olmuş belgelendirme kuruluşu tercih edilmektedir. Belgelendirme ise bağımsız bir üçüncü kuruluşun, firmanın kurmuş olduğu Çevre Yönetim Sisteminin standart gereksinimlerine uygunluk açısından inceleyip, denetlemesi şeklinde tanımlanabilir.

3.2.3. Enerji Verimliliği ve İklim Değişikliğine Etkisi

Çimento sektörü gönüllü anlaşmalar yaparak, verimlilik artırıcı projeler hazırlanmasına yardımcı olmuştur. Böylece sanayide enerji verimliliği çalışmalarına destek vermektedir. 2001 yılından bu yana her yıl Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü ve TÇMB ortaklığı ile çimento sektöründe enerji ihtiyacına ve kullanımına yönelik 'benchmarking' çalışması yapılmaktadır. Çimento Sektörü Enerji Verimliliği çalışmalarına, atıkların çimento

üretiminde alternatif yakıt olarak kullanımının ve katkılı çimento üretiminin artırılması için konuyla ilgili çalışmalara destek vermektedir.

Bu çalışmalar göz önüne alınarak ISO 14001 ÇYS kurulumunda enerji kazanımı için WHR tesisinin kurulumu planlanmıştır. Bu doğrultuda kurulacak tesis için araştırmalar yapılmıştır.

Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik kapsamında sera gazlarının izlenmesine dair çalışmalar başlatılmıştır. Birleşmiş Milletler tarafından yürütülen İklim Değişikliği Taraflar Konferansı çalışmaları, yerinde takip edilerek sektöre küresel gelişmeler ve ülkemizin pozisyonu konusunda bilgilendirme yapılmaktadır. Böylece çevre politikasında taahhüt olarak iklim değişikliğine değinilmiştir. Bu bağlamda ton başına düşen CO₂ emisyon miktarları hesaplanmıştır.

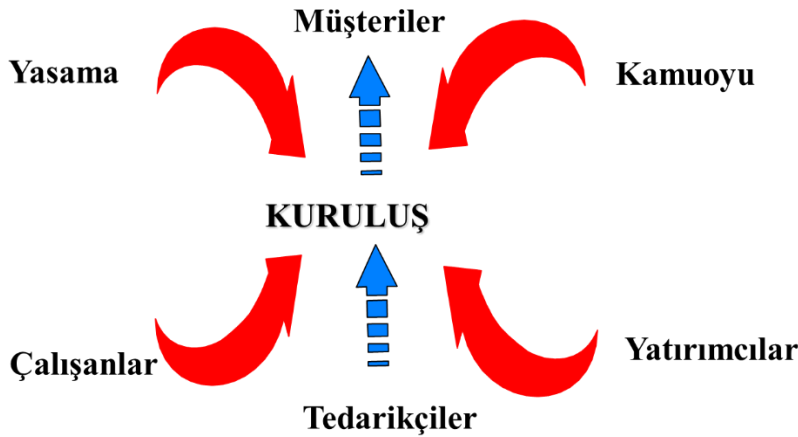
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Çimento Sektöründe ISO 14001 Standart Maddeleri Bazında Uygulama Değerlendirilmesi

Model alınan çimento fabrikasında çevre uygulamaları ISO-14001 Çevre Yönetim Sistemi standartlarına uygun biçimde yapılmıştır. Standart enerji kazanım hedeflerine ve iklim değişikliğine entegre olarak hazırlanmıştır.

4.1.1. Kuruluşun Bağlamı

ÇYS'nin sınırlarını ve uygulanabilirliğini belirlemekle birlikte şirket bağlamının, ilgili tarafların ihtiyaç ve beklentilerinin anlaşılmasını sağlamak yasal ve diğer şartlara uyumun sistematik olarak izlenmesi sağlamaktır. Bu aşamada ilk olarak Şekil 4.1. de yer alan İlgili Taraflar oluşturulmuştur. Tehditleri (riskleri) ve fırsatları belirlemek için de SWOT analizi yapılır. SWOT analizinde kurum içi güçlü ve zayıf yanları ile kurum dışı fırsatlar ve tehditler (riskler) tespit edilir. Çevre Yönetim Sistemi Tehditler ve Fırsatlar formu ile dokümante edilir. Çizelge 4.1.'de örnek alınan tesiste hazırlanan Swot Analizi'ni göstermektedir.



Şekil 4.1. İlgili Taraflar

Çizelge 4.1. Swot Analizi

GÜÇLÜ YÖNLER	ZAYIF YÖNLER
Filtre seçiminin torbalı filtre oluşu sayesinde daha sağlıklı ortam oluşturma	Çevre konusunda çalışanların yeterince bilinçli olmaması
Geçici Depolama Alanının yanında bulunan kör kuyu sayesinde dış ortamın kirliliğinin önlenmesi	Çevre kirliliğine yeterli önem verilmemesi
Üst yönetimden yeterli desteğin alınabilmesi	Saha içerisinde tehlikesiz atıkların belirli noktalar dışında da muhafaza edilmesi
Sürekli emisyon ölçüm sisteminin online olarak izlenebilmesi ve rutin bakımlarının zamanında yapılabilmesi	Tehlikeli atık alanında atıkların düzenli olarak istiflenmemesi
Güncel çevre eğitimlerinin fabrika tarafından sunulması	
Güncel çevre eğitimlerinin fabrika tarafından sunulması	
FIRSATLAR	TEHDİTLER
Hava emisyonu ve atık kabul tesisi konulu Çevre İzin ve Lisans Belgesinin alınmış olması	NO _x ,SO ₂ ve Toz değerlerinin artması ile hava kirliliğinin artış göstermesi
Alternatif hammadde olarak uçucu kül, arıtma çamuru ve işlenmemiş cüruf atıklarının kullanım lisansının alınmış olması	Sera gazı emisyonu olan CO ₂ yıl içerisinde artması hava kirliliğinin artış göstermesi
Tehlikeli Madde Faaliyet Belgesi ve Tehlikeli Madde Uygunluk Belgesinin alınmış olması	
Sera Gazı ve Çevre Danışmanları ile çalışıyor olmak.	
Petrokok kullanım izninin oluşu	

Önceki çalışmalarda Fryxell ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, Çevre Yönetim Sistemi için Çinde ki firmaların en güçlü yönlerinin; yasalara uyumluluğu

sağlamak, firma imajını güçlendirmek ve çevresel performansı artırmak olarak tespit edilmiştir.

4.1.2. Liderlik

Üst yönetimin sistemin içinde ve farkındalığının şirketlerde hissedilir olmasını hedeflemektedir. Çevre yönetim sisteminin sahibi üst yönetim ve liderlik edenler ile tüm çalışanlardır. Kuruluşun stratejik yönü ve bağlamı ile uyumluluğunu sağlamak için çevre politikası oluşturulur.

Çevre politikası, Çevre Yönetim Sistemi'nin yönünü gösteren üst yönetimin imzalı taahhüdüdür. Kuruluşun faaliyetlerinin ve daha spesifik çevre amaç ve hedeflerinin oluşturulabilmesi için temel teşkil etmektedir. Çevre Yönetim Sistemi standartı 5.2 maddesi kapsamında bir çevre politikası oluşturmak ve yayınlamak gerekmektedir. Örnek alınan çimento fabrikasında hazırlanan çevre politikası aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

- Ürünlerimizde, geliştirilmiş uygun teknolojiler kullanarak ve çevre politikamızı uygulamaya devam ederek insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri en aza indirmek ve olası atık miktarını sınırlamak amacıyla, ürün geliştirme, üretim, dağıtım ve uygulama aşamalarında sürdürülebilir gelişme yaklaşımı doğrultusunda hareket etmek,
- Çevre duyarlılığımızın gereklerini yerine getirmek amacıyla çevresel amaç ve hedeflerin periyodik olarak belirlenmesi, gerçekleştirilmesi ve düzenli olarak gözden geçirilmesi ile çevre yönetim sisteminin sürekli iyileştirilmesini sağlamak,
- Çevre mevzuatı, idari düzenlemeler ve sektörel yükümlülüklerle uymak, doğal kaynakların verimli kullanımını sağlamak, yaşam döngüsü ve sürdürülebilir kalkınma bakış açısıyla çevrenin korunmasını sağlamak,

- Kirliliğin önlenmesi için kişisel ürünlerin çevresel etkilerini kontrol altında alarak kısıtlamak ve atıkların kaynağında azaltılmasını sağlayarak geri kazanım yöntemlerini geliştirmek, geri kazanıma teşvik etmek ve çevreye sürekli pozitif değer kazandırmak,
- Yenilenmesi mümkün olmayan doğal kaynakların kullanımı en aza indirmek adına alternatif hammadde ve yakıt kullanımının artırılması ve fosil yakıt tüketiminin azaltılması,
- İklim değişikliğinin azaltılması ve uyumu ile biyoçeşitlilik ve ekosistemlerin korunmasında ihtiyaç duyulan kaynakların sağlanması,
- Faaliyetlerimizin çevreye ve insan sağlığına olan etkilerini kontrol altında tutarak, çevresel performansımızın sürekli iyileştirilmesi ve çalışanlarımızın çevre koruma konusunda aktif rol almaları için, gerekli eğitimleri vererek bilinçlendirilmelerini sağlamak,
- Hukuki düzenlemelerle belirlenen tüm yükümlülüklerin eksiksiz olarak yerine getirilmesi.
- Faaliyetimizi sürdürürken, çevreye karşı tüm etkilerimizi en düşük seviyede tutarak, çevreyi korumayı, atıkların azaltılması, ayrıştırılması, bertarafı, geri dönüştürülebilir atıklar için uygun teknolojilerin kullanımı, doğal kaynak ve enerji tüketiminin azaltılması birincil önceliğimizdir.

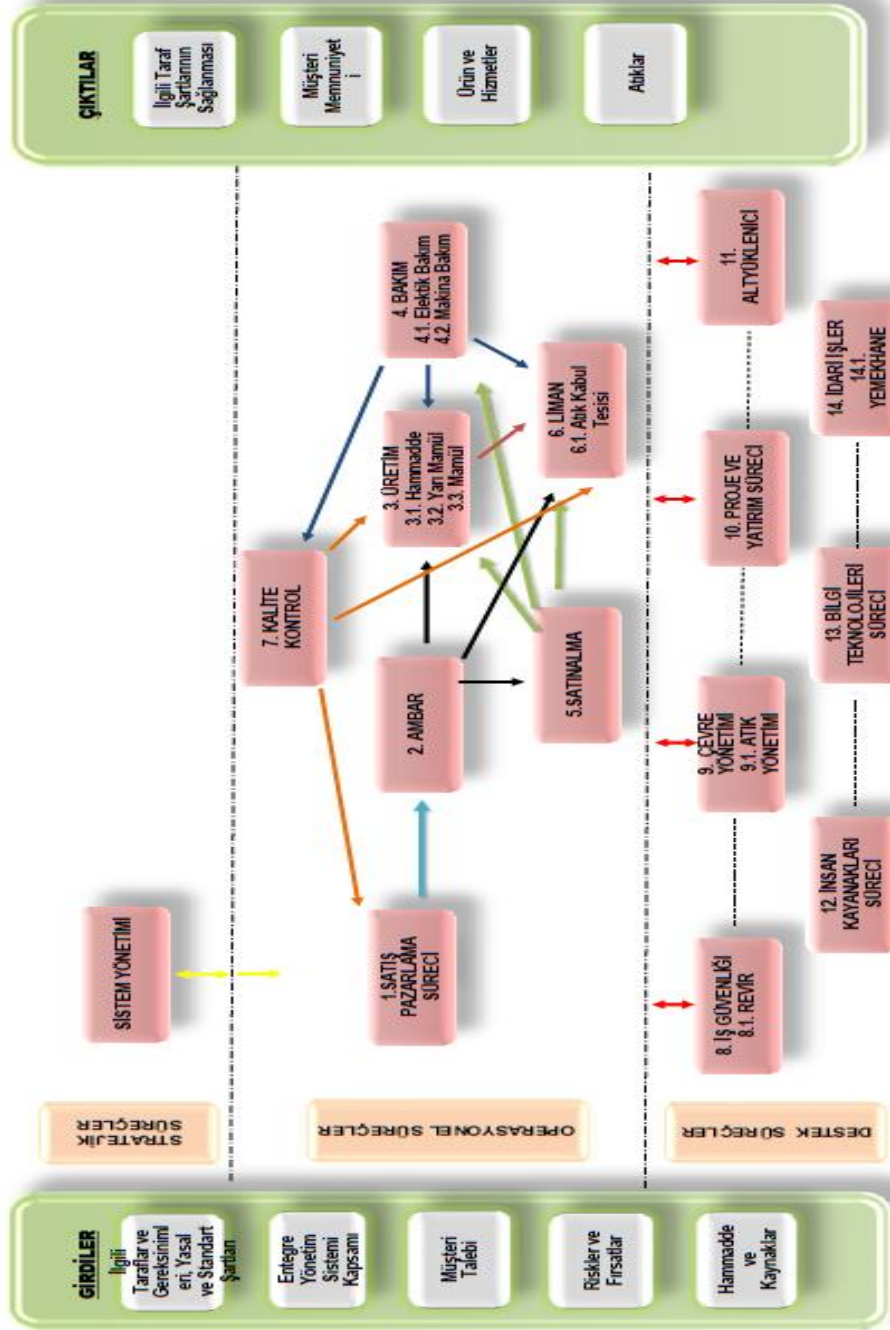
Çevre politikası ve çevresel amaçların oluşturulduğu ve bunların kuruluşun stratejik yönü ve bağlamı ile uyumluluğunun güvence altına alınması için Çevre Yönetim Sistemi'nin kurulmasında liderlik kavramı önemlidir. Raines (2002) gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaptığı anket araştırmasında, firmaların ISO-14000 ÇYS belgelendirmesinden memnun olduklarını gözlemiştir.

4.1.3. Planlama

Çevre yönetim sistemi oluşturulurken çevre politikası hazırlandıktan sonra, Çevre Yönetim Sistemi standartı madde 6 planlama ve Madde 6.1.2 Çevre Boyutları aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada ilk olarak Çizelge 4.2.'de yer alan süreç etkileşim şeması oluşturulmuştur.



Çizelge 4.2. Süreç Etkileşim Şeması



4.1.3.1. Çevre Boyutları

ÇYS Standardı 4.1.-4.2 maddesi gereğince tesiste meydana gelen ve gerçekleştirilen ürün, hizmet ve faaliyetler sırasında çevreye doğrudan veya dolaylı etkileri olan çevre boyutlarını belirlemek, önemli çevre boyutlarının tespiti, zararlı olan etkileri azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak, bu doğrultuda bir çevre programı oluşturmak ve etkin bir atık yönetimini içeren tüm çalışmaların sistemini oluşturmak için “Çevre Boyutları Prosedürü” düzenlenmiştir. Prosedürel uygulamalardan “çevre yönetim temsilcisi”, kontrolü ile ise tesisin üst yönetimi yükümlüdür. Çevre Etki Formu ile proses bazında tüm birimlere çevresel etkiler değerlendirilmiştir. Örnek çevresel etki değerlendirilmesi Çizelge 4.3. Çevresel Etki Değerlendirme formunda gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Çevresel Etki Değerlendirme Formu

GİRDİLER		ÜRÜNLER	
Ferit		Klinikler	
KİMYASAL MADDELER		EMİSYON	
Amonyak		Tuz	
Motorin		Yanma Gazları	
Biri Karbondioksit		Aksi: 0	
ENERJİ KULLANIMI		ATIK / YANILIMLILAR	
TÜR	KULLANIM	Geni dönüşümü ile girecektir.	
Elektrik	YÜKSEK ORTA DÜŞÜK	Organik Atık	
	X	Yalıtı Atıkları	X
		Diğer Atıklar	X
		Paslı Atıklar	X
		Kontamine Atık	
		Etilen, Yağ, Bez ve Ütü	
		Aksi: 0	

PROSES VEYA FAALİYETİN AÇIKLANMASI

Bereketli Hammade kompozisyonunun hazırlanması amacıyla hammade stoklarından lastikçiler aracılığıyla alınan marm, tükler, tili ve demir çavheri/bostu ferit deşilimini besleme büklenirine atılır. Daha sonra online analizör yardımıyla belirlenen analiz oranlarına kimyasal, gelen hammade karışımı ferit deşilimine beslenir.

Tesiste 5 silikon tadelimeli ön ütü, bir adet döner fırın bulunmaktadır. 5.500 ton/gün kapasitedir. Ferit siliciden gelen ürün, ön ütüli silikon sisteminin 2.tadeliminden silikona alınırken aynı anda yalıtı beslemesi yapılır. Sistem 500°C'ye giren ferit, tüm tadelimleri geçerek fırında prekalnatörden gelen sıcak havyaya binerek lastikçiler karbondioksit 1455'ni (kasin) CO₂'ye dönüştürür. Bu sıcakta sıcaklık 850-950°C arasındadır. Buradan döner fırına gider ve döner fırında pigirilerle klinikler haline gelir. Buradan klinikler çözümüne Unitizeine gönderilir.

SU TAHLİYESİ		GURULTU/ VİBRASYON	
Bulunmamaktadır.		YÜKSEK	ORTA DÜŞÜK
		X	

SU KULLANIMI	
TÜR	YÜKSEK ORTA DÜŞÜK
Yeni sıcaklığını düşürmek için	X
Amonyak sisteminde	
FeTS su 4x25	X
Amonyak	
Kullanılmaktadır.	
El Yıkama	X
Çay Demleme	X

ATIKSU

Çıkan atıksu TAYSEE kanallına deşilj edilmektedir.

Çevre Boyut Değerlendirme Formunun Adımları;

1. Proses /Süreç: Çevresel boyutu belirlenecek birimlerin faaliyetleri "Çevre Süreç Etkileşim Şeması " dikkate alınarak belirlenir.
2. Faaliyetin Tanımlanması: İlgili birimde/süreçte yürütülen faaliyetler detaylı bir şekilde tanımlanır .
3. Çevre Boyutunun Tespiti; Seçilen faaliyetle ilgili mümkün olduğunca çok çevre boyutu tespit edilir.

- Hava emisyonu,
- Suyu salınanlar,
- Karaya salınanlar,
- Hammadde ve doğal kaynakların kullanımı,
- Enerji kullanımı,
- Enerji salınımı (örneğin, ısı, radyasyon, vibrasyon (gürültü), ışık),
- Atık ve yan ürün üretimi,
- Uzay kullanımı.

4. Çevre Etkilerinin Tespiti: Belirlenmiş her boyutla ilgili mümkün olduğunca fazla fiili veya olası olumlu veya olumsuz çevresel etkisi tespit edilir.

- Çevresel Olumlu Etki : Geri dönüşüm ,geri kazanım vb. etkileri kapsar.
- Çevresel Olumsuz Etki : Toprak kirliliği, su kirliliği vb. çevresel etkiler kapsar.

5. Etki Alanı Tespiti: Çevresel etkinin yaşam döngüsü çerçevesinde etkilediği alan belirlenir(tesis içi, tesis dışı, global vb.).

6. Mevcut Kontrol: Çevresel etkinin kontrolüne yönelik süreç içerisinde yer alan teknik ve idari kontroller tanımlanır.

7. Durum Tanımı:

Normal (N): Normal çalışma şartları,

Anormal (A): Sistemin veya sistemlerin durdurulması çalıştırılmasında ortaya çıkan özel şart ve durumlar

Acil durumlar(A*):(Dökülme , patlama, yangın vb.) makul bir ölçü içerisinde önceden tahmini mümkün acil haller de dikkate alınmalıdır.

Standart Maddesine Göre, Tesiste Çevre Boyutu Oluşturan Sahalar Ve Faaliyetler: Ocaklar, Konkasörler, Preblending (Hammadde Homojenizasyon), Hammadde Bunkerleri (Farin), Farin Değirmeni, Kömür Değirmeni, Ön Isıtıcı Kuleler (Siklonlar), Döner Fırın, Klinker Soğutma, Çimento Değirmenleri, Roller Pres – V Seperatör, Katkı Kurutucu (Trommel), Paketleme, Kapalı ve Açık Stok Sahaları (Klinker, kömür, farin, çimento, kalker, kil, tras, v.b.), Gezer vinç ve stokhol, Yardımcı Üniteler (Mekanik Atölye, Makine Bakım, Elektrik Bakım, Kompresör Odası, Isı Santrali, Laboratuvarlar, v.b.), Atık Sahası, Ambarlar (Tuğla ambarı, Makine Ekipman/Teçhizat Ambarı, Elektrik Ambarı, v.b.), İdari Binalar ve Sosyal Tesisler (Revir, Yemekhane v.b.), İlgili Diğer Taraflarca Yapılan Faaliyetler (Taşeron/Müteahhit, Müşteriler, Misafirler, Stajyerler, v.b.), Acil Durumlar (Yangın, Doğal Afetler, Kimyasal Madde Sızıntısı, Radyoaktif Sızıntı, İş Kazası v.b.)

Tesiste Çevrede Etkiye Yol Açan Boyutlar: Havaya verilen emisyonlar, Suya deşarj, Toprağa deşarj, Enerji, hammadde, doğal kaynakların kullanımı, Enerji yayılımı (titreşim, radyasyon, ısı gibi), Kaza sonucu çevreye salınım; yangın (duman ve toksik gaz), kimyasal, solvent ya da yakıt sızıntısı, Fiziksel özellikler (örn. büyüklüğü, şekli, rengi, görünümü), Atık ve yan ürünler, Yerel/toplumsal çevre konuları

Önemli çevre boyutları; politika, hedefler, yönetim programları ve yasal şartlarla uyumlu olmalıdır. Örneğin; Önemli Çevre boyutu olarak belirlenmiş klinker stok sahasında oluşan klinker tozu ile ilgili olarak çevre hedef ve programlarında bu boyuta ilişkin azaltıcı/önleyici bir faaliyet tanımlanmalıdır, klinker tozu ile ilgili aksiyon planı hazırlanmalıdır. Aksiyon planında; yapılacak faaliyet, sorumlu kişi, termin, tahmini maliyetler yazılmalıdır. Kapalı klinker stok sahası ile ilgili Çevre mevzuatı gereği verilen süre çevre faaliyet programı/aksiyon planı/ hedefler ile uyumlu olmalıdır. Bu da politikada beyan edilen; Yasal Şartlara Uyma taahhüdünün bir göstergesi olduğundan bu uyum döngüsünü tamamlamaktadır. Önemli Çevre Boyutları Özet Tablosu Çizelge 4.4.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4. 4. Önemli Çevre Boyutları Özet Tablosu

ÖNEMLİ ÇEVRE BOYUTU	OLUŞTUĞU ÜNİTE
Doğal Kaynak Tüketimi (Kalker, Kil, Tras gibi)	Taşocakları
Kömür sızıntı suyu(Yağmur suları ile akan)	Kömür Stokholü ve Stok Sahası
Kömür Tozu	Kömür Stokholü ve Stok Sahası
Farin Tozu	Döner Fırın
Klinker Tozu	Klinker Stokholü ve Stok Sahası
Gaz (Baca Gazı)	Döner Fırın

Çevresel Boyutların Değerlendirilmesi

Çevresel boyutların etkilerinin önemi belirlenirken; Çizelge 4.5'de yer alan Çevre Boyut Değerlendirmesi ile etkinin şiddeti ve olasılığı dikkate alınır. Skor değerlendirilirken Çizelge 4.6.'de yer alan Çevre Skoru Değerlendirme çizelgesi uygulanır.

Çizelge 4.5. Çevre Boyutlarının Değerlendirilmesi

ÇEVRESEL ÖNEM BELİRLEME KRİTERİ	OLUŞMA SIKLIĞI	PUAN
Sıklık: Faaliyetin çevre boyutu ile ilgili etkinin oluşma olasılığı ya da sıklığı nedir?	Yılda 1 ve 2 kez	1
	Yılda 3-4 kez	2
	Ayda 1 kez	3
	15 günde bir	4
	Gün içinde sürekli	5
Şiddet: Faaliyetin çevre boyutunun neden olduğu etkinin şiddeti nedir?	Çevresel zarar yok	1
	Tesis sınırları içerisinde sınırlı çevresel zarar	2
	Yakın çevreden şikayete neden olabilecek çevresel zarar	3
	Ciddi Çevresel Zarar	4

Çizelge 4. 6. Çevre Skoru Değerlendirme

BOYUT SKORU ARALIĞI	GEREKİLİ FAALİYET
< 7 Önemsiz Çevre Boyutu	Faaliyet Gerekmiyor
7 – 11 Olası Çevre Boyutu	Mevcut kontrol, izleme ve ölçme faaliyetlerine aynı şekilde devam edilmesi uygundur.
12 – 14 Önemli Çevre Boyutu	Çevre boyut seviyesinin tolere edilebilir seviyeye (RB = 7 – 14) getirilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Yönetimin gerek görmesi halinde ilgili çevresel boyutun etkilerinin kontrol altına alınabilmesi için dokümanite edilmiş yöntemler izleme ölçme faaliyetleri veya yönetim programı oluşturulur. Risk büyüklüğü ne olursa olsun ilgili çevresel etki konusunda herhangi bir yasal yükümlülük varsa bu faaliyetler bu kapsamda değerlendirilir.
15 – 24 Kritik Çevre Boyutu	Tehlikenin yaratacağı riski azaltmak ve kontrol altında tutmak için yönetim programı oluşturulur. Programın etkin sonuçlanması için gerekli kaynak planlaması yapılır.
> 25 Tolerans Gösterilemez Çevre Boyutu	Çevre boyutunun kaynaklandığı faaliyet durdurulur. Planlanan iyileştirmeler olumlu sonuç verdikten sonra izlenecek çalışma yöntemi dokümanite edilir .

Çevresel boyut analizi tamamlandıktan sonra, herhangi bir fabrika personeli, taşeronlar, ziyaretçiler veya herhangi bir ilgili tarafından yeni bir tehlike saptanması

halinde, tehlikeyi Çevre Yönetim Temsilcisine bildirmekle yükümlüdür. Ayrıca fabrika içinde, Çevre Görevlisi veya herhangi bir kişi tehlikeye yol açacak herhangi bir durumu fotoğraf çekerek, veya sözlü olarak da Çevre Yönetim Temsilcisine iletebilir.

Çevre boyutlarının belirlenmesinde dikkate alınan kriterlerde ürün ve hizmet üretimi için yürütülen faaliyetlerle ortaya çıkan çevresel etkilerin aşağıdaki parametreler üzerindeki etkisi değerlendirmiştir:

- İnsan sağlığı (Toz, gürültü, ısı, vibrasyon, v.s.). Tesis çevresinde yaşayan insanlara olan etkiler değerlendirmiştir.
- Hava kirliliği,
- Su kirliliği (Akarsu ve yeraltı suyu kalitesinin bozulması,
- Toprak kontaminasyonu,
- Doğal kaynakların tüketimi (Hammaddeler, yardımcı maddeler, fosil yakıtlar, elektrik enerjisi, v.s.)
- Ekolojik denge

Tesisteki önemli çevre boyutlarının nereden kaynaklandığı, girdilerin yarattığı çevre boyutları;

- Proses aşamasında ortaya çıkan çevre boyutları
- Nihai ürünün yarattığı çevre boyutu,
- Destek ünite ve sosyal amaçlı işlerde sürdürülen faaliyetlerle ortaya çıkan çevre boyutları,
- Çevre Mevzuatında öngörülen şartlara uygunsuzluk,
- Personelin eğitim durumu (Gerekli bilgi ve beceriye sahip olmaması),
- Acil haller, Potansiyel tehlikeler ve kazalar, Oluşan atıklar (Türü ve miktarı dikkate alınır.),
- İç ve dış müşterilerden gelen şikayet ve öneriler,

- Çevre Yönetim Sistemi Sorumluları Takımı Toplantı Kararları,

Tesiste tanımlanan önemli çevre boyutları ise aşağıdaki durumlarda, çevre boyutlarının çevre üzerindeki önemli etkileri dikkate alınarak tekrar değerlendirilerek gözden geçirilmiştir:

- Teknoloji değişimi,
- Yeni yatırım yapılması (Proje değişikliği),
- Mevzuat değişikliği (Çevre Mevzuatı ve Çimento Sanayii Çevre Deklarasyonu ..gibi) ile limit değerlerde yapılan değişiklikler,
- İlgili tarafların görüşü ve müşteri şikayeti ,
- Ürün değişikliği gibi şartlar.

4.2. Destek

Çevre Yönetim Standardı Madde 7 gereğince hazırlanmıştır.

4.2.1. Kaynak

Çevre Yönetim Sisteminin belirlenen politika, hedef ve gereksinimlere uygun olarak işlemesi ve sürekli geliştirilmesi amacıyla gerekli olabilecek kaynaklar üst yönetim tarafından sağlanmıştır. Çalışan ihtiyaçları, gerektiğinde toplantılar düzenlenerek ve çalışan performans değerlendirme çalışmaları ile çalışan memnuniyet anketleri aracılığı ile sürekli izlenmekte ve üst yönetim tarafından gözden geçirilmektedir.

4.2.2. Yeterlilik

Tesis, Çevre Yönetim performansını ve uygunluk yükümlülüklerini yerine getirme becerisine etki eden kendi kontrolü altındaki kişi/kişilerin gerekli yeterliliğini belirlemektedir.

- Bu kişilerin, uygun eğitim, öğretim ve tecrübeleri göz önünde bulundurularak yeterlilikleri (tehlike belirleme becerisi dahil) garanti altına alınmaktadır.
- Çevre Yönetim sistemi ile ilgili eğitim ihtiyaçlarını belirlemektedir.
- Gereksinim duyulan yeterliliğe ulaşılabilmesi adına, gerekli faaliyetleri gerçekleştirmekte ve bunların etkinliğini değerlendirmektedir.

Bu yeterliliğin kanıtı olarak uygun şekilde dokümantasyonu sağlanmış bilgi muhafaza edilmektedir.

4.2.3. Farkındalık ve Eğitim

Tesis, kontrolü altında çalışan kişilerin Çevre Yönetim sistemi unsurlarının farkında olduğunu güvence altına almaktadır;

- Çevre Yönetim Sistemi Politikası,
- Çevre Yönetim Sistemi Hedefleri,
- Çevre Yönetim sisteminin etkinliğine katkıları,
- Çevre Yönetim sisteminin koşullarının yerine getirilmemesinin etkileri ve olası sonuçları
- Olaylar ve bunlarla ilgili araştırmaların sonuçları,
- Tehlike, çevresel riskler ve bunlarla ilgili belirlenen faaliyetler
- Yaşamlarına veya sağlıklarına yönelik mutlak ve ciddi bir tehlike oluşturduğunu düşündükleri iş durumlarından kendilerini uzaklaştırma becerisinin yanında, bunlardan kaynaklı uygunsuz sonuçlardan kendilerini korumaya yönelik düzenlemeler

4.2.4. İletişim

Tesis, kendi çevre boyutları ve Çevre Yönetim Sistemiyle ilgili gerekli iç ve dış iletişimlerini belirlemek ve yönetmek için “İletişim Prosedürü” düzenlemiştir.

4.2.5. Dokümanların Kontrolü

Çevre Yönetimi Sistemi gereği oluşturulan doküman, kayıt ve verilerin hazırlık, onay, güncelleme, dağıtım, erişim, saklama ve imha süreçlerinin sistematik olarak yürütülmesini sağlamaktır. Dokümanların hazırlanması aşağıdaki gibidir;

1. Amaç: Dokümanın oluşturulma amacının belirtildiği bölümdür.
2. Kapsam: Dokümanın uygulama alanının belirtildiği bölümdür.
3. Referanslar: Dokümanın hazırlanmasında esas alınan standart ve mevzuatlar
4. Tanımlar ve Kısaltmalar: Dokümanda geçen ve Dokümanın doğru şekilde anlaşılabilmesi için tanımlanması faydalı bulunan terim ve kısaltmaların açıklamasına yer verilen bölümdür.
5. Sorumlular: Dokümanı yürütmekten sorumlu olanların belirtildiği ve sorumlulukların açıklandığı bölümdür.
6. Uygulama: Dokümanın işleyişine yer verilen bölümdür. Kim, ne, nerede, nasıl, neyle, ne zaman sorularının cevaplarının bulunmasına dikkat edilir
7. Kayıtlar: Doküman içinde atıf yapılan form, rapor vb. kayıtları gösterir.

İlgili tüm dokümanların kaydı ve yapılan atıflar “Çevre El Kitabında” yer almaktadır.

4.2.5.1. Kayıtların Kontrolü

ÇYS kayıtlarında silinti, kazıntı veya daktilo düzeltme sıvısı kullanılmaz. Yanlış yazılan kelime, cümle, rakamın üstü çizilir ve doğru olan yanına yazılır ve

yapan personel tarafından paraflanır. Bilgisayar ortamında tutulan kayıtlar bilgi işlem birimi tarafından yedekleme, şifreleme vb. önlemler dâhilinde muhafazası sağlanır.

ÇYS ile ilgili form niteliğinde tutulan kayıtların arşiv süreleri “Güncel Doküman Listesi” ile takip edilir. Arşiv sürelerinin belirlenmesinde yasal şartlar ve standart şartları dikkate alınır.

Form niteliğinde olmayan ve yasal mevzuat gereği tutulması gereken kayıtlar (Çevre Görevlisi Tutanakları, ölçüm ve analiz raporları eğitim kayıtları) Güncel Doküman Listesi’nin Mevzuat Takip Formu bölümü ile takip edilir.

4.2.6. Operasyonel Planlama ve Kontrol

Tesis, üretim ve proje şartlarını karşılamak ve faaliyetleri gerçekleştirmek için gereksinim duyulan prosesleri planlamakta, oluşturmakta, uygulamakta ve kontrol etmektedir. Planlı değişiklikler kontrol edilmekte ve istenmeyen değişimlerin neticlerini, olumsuz etkilerini azaltacak gerekli olan faaliyetleri gerçekleştirilerek gözden geçirilmektedir. Bu nedenle “Operasyonel Kontrol Prosedürü” oluşturulmuştur.

4.2.7. Acil Duruma Hazır Olma ve Müdahale

Tesis, “Acil Durum Prosedürü” oluşturmuştur. Sürekliliğini sağlamak adına planlar, eğitimler ve tatbikatlar yapılır, varsa yaşanan aksaklıklar bunlarla ilgili düzeltici faaliyetler yapılır.

- Tesis, acil durumlardan kaynaklı olumsuz çevresel etkilerin önüne geçmek ya da minimuma indirmek adına faaliyetlerini planlayarak müdahale için hazırlanmıştır.
- Gerçek acil durumlara müdahale edilmesi gerekmektedir.

- Acil durum sonuçlarının önüne geçmek ya da etkilerini azaltmak adına acil durumun büyüklüğü ve muhtemel çevresel etkilerine uygun faaliyetler gerçekleştirmelidir.
- Planlanan müdahale faaliyetlerinin uygulanabilir olanları, belli aralıklarla test edilmelidir.
- Proses/prosesler ve planlanan müdahale faaliyetlerini, belirli aralıklarla gözden geçirilip, güncel tutulmalı ve revize edilmelidir.
- Acil durumlar için hazır olma ve müdahaleyle ilgili gerekli bilgi ve eğitim verilmelidir.

Tesiste meydana gelebilecek acil durumlar risk değerlendirme çalışmasında ele alınmıştır. Risk değerlendirmesi sonucu dikkate alınarak olabilecek acil durumlar, bu durumlarda yapılması gereken faaliyetler Acil Durum Prosedüründe tanımlanmıştır. Acil durum ekipmanlarının, periyodik kontrolleri yapılır ve işler durumda olmaları sağlanır.

4.2.8. Performans Değerlendirme

4.2.8.1. İzleme, Ölçme, Analiz ve Değerlendirme

Çevre yönetim sistemi kapsamında izleme ölçme yapılacak konular, ÇYS İzleme-Ölçme Planı ile planlanır. Örnek Çevresel Göstergeler Tablosu Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

İzleme ölçme planında aşağıdaki hususlar yer alır;

- Neyin izlenmesi ve ölçülmesi gerektiğini,
- İzleme, ölçme, analiz ve değerlendirme yöntemleri,
- ÇYS performans göstergeleri,
- İzleme ve ölçmenin ne zaman gerçekleştirilmesi gerektiğini,

- İzleme ve ölçme sonuçlarının ne zaman analiz edilmesi ve değerlendirilmesi gerektiğini.

Çizelge 4.7. Örnek Çevresel Göstergeler Tablosu

KAYNAK KULLANIMI	TOPRAK KİRLİLİĞİ & DEPOLAMA
Ürün başına kimyasal kullanımı	Dökülme sayısı
Ürün başına solvent kullanımı	EMİSYON
Hammadde maliyeti	Mevzuatta belirtilen standartlardan sapma sayısı
SU	Ürün başına CO ₂ miktarı
Kişi başına içme/kullanma suyu	Ürün başına buharlaşan solvent
Ürün başına kullanılan su miktarı	SATIN ALMA & TAŞERONLAR
Su maliyet	Çevresel kriter sayısı yüzdesi
ENERJİ	Taşeronlarla iletişim (iletişim toplantısı sayısı)
Ürün başına kWh elektrik tüketimi	ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİ
Toplam proses amaçlı yakıt tüketimi	İç denetim sayısı
Toplam ısınma amaçlı yakıt tüketimi	Düzeltilici faaliyet kapatma sayısı
Toplam kamyon ve arabaların yakıt tüketimi	Hedefleri sağlama yüzdesi
Enerji maliyeti	Çevresel şikâyet sayısı
RİSK	TEHLİKELİ ATIK
Çevresel kaza/acil durum sayısı	Üretim başına tehlikeli atık miktarı
Acil durum sonrasında meydana gelen hasar bedeli	ATIKSU
TEHLİKESİZ NİTELİKTE KATI ATIKLAR	Mevzuatta belirtilen standartlardan sapma sayısı
Üretim başına katı atık miktarı	
Geri kazanım oranı	

Çevresel göstergeler ile kaynak kullanımında alternatif hammadde kullanarak %30 oranında geri kazanım sağlanmıştır. Önceden 1 ton klinker başına tüketilen su miktarı 0,073 ton iken bu değer 0,048 tona düşmüştür. Acil durumlar için tesiste acil durum kitleri bulundurmaktadır. Tesiste olası toprak kirliliği meydana gelmemesi için depolanan tüm kimyasal tankların etrafı taşkan havuzu ile çevrilmiştir ve %100 verim sağlanmıştır. Saha oditleri

% 60 artmıştır. Odit sonrası düzeltici faaliyet kapama oranının %68 olduğu tespit edilmiştir.

4.2.8.2. Çevre Hedeflerinin Belirlenmesi ve İzlenmesi

Çevre hedefleri belirlenirken göz önüne alınan kriterler;

- Çevre
- Yönetim Sistemi Politikası
- Yasal uyum değerlendirme sonuçları
- Bir önceki yılın hedeflerinin gerçekleşme durumu
- Çevre Risk –Fırsat Değerlendirme Sonuçları

Belirlenen hedefler Çevre Yönetim Temsilcisinin koordinasyonunda hedeften sorumlu birim yönetileri tarafından Çevre Hedefleri Planı'na kaydedilir. ÇYS hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik planlamada sorumluluk, termin, kaynak ihtiyaçları belirlenerek hedefe ulaşmak için izlenecek stratejiler, faaliyetler belirlenir.

Çevre hedeflerine ulaşmak için izlenecek yöntem ve aktiviteler Çevre Yönetim Temsilcisinin tarafından çevre yönetimi prosedürlerine entegre edilmesi sağlanır. ÇYS hedefleri ÇYS ortak ağ üzerinden çalışanlara duyurusu yapılır. Hedefler altı aylık periyotlarda izlenir ve gerçekleşme durumları izlenir. Daha önceden planlanamayan şirket içi veya dış etkenler nedeniyle hedefe ulaşılamayacağı veya hedefin öngörülenden daha fazla sapma olacağı tespit edildiğinde üst yönetim onayı ile ilgili hedef revize edilir. Hedefler yönetim gözden geçirme toplantılarında gündem maddesi olarak görüşülür.

4.2.9. Uygunluğun Değerlendirilmesi

Tesis, tüm faaliyetleri kapsayan mevcut izinlerin, yasal şartlara uygunluğunun değerlendirdiğini prosedürler oluşturarak takip etmektedir. Böylece sürekliliğini ve

takip edilebilirliğini sağlamıştır. Periyodik değerlendirmelerin kayıtları muhafaza edilmektedir Uygunluğun Değerlendirilmesi Çizelge 4.8.'de yer almaktadır.

Çizelge 4.8. Uygunluğun Değerlendirilmesi

İŞLEMİN ADI	SORUMLU	HANGİ SIKLIKLA YAPILIYOR ?	YASAL MEVZUAT
Ambalaj Beyanı	Çevre Birimi	Yılda bir	Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
Atık Beyanı	Çevre Birimi	Yılda bir	Atık Yönetimi Yönetmeliği
Sera Gazı Emisyon Raporu Doğrulanması	Çevre Birimi	Yılda bir	Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik

4.2.10. İç Tetkik

Çevre Yönetimi Sisteminin ve çevre faaliyetlerinin, planlanan şekilde uygulanıp uygulanmadığını, uygulanan yöntemlerin etkinliği ve belirlenen hedeflere ulaşmak için uygun olup olmadığının gözlenmesini tespit etmek amacıyla yapılacak dahili çevre denetimi esaslarını tarif eder.

ISO 14001 yönetim sistemi uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla yılda en az 1 kez iç tetkik yapılır. Denetim sıklığı denetlenecek sürecin çevresel açıdan kritikliği ve önceki denetimlerin sonuçlarına bakılarak tespit edilir. Çevre yönetim temsilcisi tarafından İç tetkik planı Denetimin Planlandığı tarihi, Denetim Tipini Denetçi Takımını, denetim numarasını kapsayacak şekilde hazırlanır ve Fabrika Müdürünün onayı ile çalışanlara, denetçilere, ÇSY Liderlerine e-mail aracılığı ile ve ilan panolarına asılarak duyurulur.

4.2.10.1. Tetkiklerin Gerçekleştirilmesi

ÇYS İç Denetimleri, denetçi eğitimi almış denetçiler tarafından gerçekleştirilir. İç tetkiklerde kılavuz olarak İç Tetkik Soru Listesi kullanılır. Çevre İç Denetimleri, denetlenen bölümden doğrudan sorumlu olmayan bağımsız ve eğitimli personel tarafından yapılır. Denetimler en az 2 denetçi tarafından gerçekleştirilir. Denetçilerden bir tanesi Lider Denetçi olarak görev yapar.

Denetçi Takımı denetime başlamadan önce ÇYS Lideri ile kısa süren bir açılış toplantısı yapar. Denetimin amacı, yöntemi ve raporlama sistemi anlatılır. Denetim Takımı denetim sırasında dokümanları ve uygulamaları inceleyerek gerekli gördüğü soruları ve gerektiğinde soru listesini de kullanarak, ihtiyaç duyarsa ISO 14001 standardını da esas alarak yöneltir. Denetimler kişiye yönelik değil, sisteme yönelik olarak gerçekleştirilir.

Denetim sonucunda bulunan uygunsuzluklar ÇYS Temsilcisine iletilerek Uygunsuzluk&Düzeltilici Faaliyet Prosedürü 'ne göre düzeltme veya düzeltilici faaliyet başlatılması sağlanır.

4.2.10.2. Çevre Görevlisi İç Tetkikleri

Çevre görevlisi tarafından yasal mevzuat gerekleri doğrultusunda iç tetkik yapılır, tetkik raporu Çevre Yönetim Temsilcisi tarafından incelenir, eğer var ise uygunsuz durumlar için Düzeltilici Faaliyet Prosedürü 'ne göre düzeltme veya düzeltilici faaliyet başlatılması sağlanır.

4.2.11. Yönetimi Gözden Geçirme Toplantısı

Çevre yönetim sistemi performansının değerlendirilmesi için senede en az bir kez “Yönetimin Gözden Geçirme Toplantısı” yapılır. Çevre Yönetim Temsilcisi tarafından toplantı öncesinde ISO 14001 yönetimin gözden geçirmesi toplantı gündemi başlıklarına uygun olarak performans raporu hazırlanır.

Yönetimin Yönetim Sistemlerini Gözden Geçirmesi Toplantısı'nın gündemi, toplantı tarihinden en az iki hafta (15 gün) önce Yönetim Temsilcisi tarafından tespit

edilerek e-posta ile birim yöneticileri/Çevre Liderlerine gönderilir, gerekli çalışma ve hazırlıkları yapmaları istenir.

4.2.11.1. Yönetimin Gözden Geçirmesi Toplantı Gündemi

- Bir önceki yönetimin gözden geçirmeleri sonucunda yapılan faaliyetlerin durumu,
- Çevre yönetim sistemi ile ilgili iç ve dış hususlar,
- İlgili tarafların, uygunluk yükümlülükleri dahil ihtiyaçları ve beklentileri,
- Önemli çevresel boyutlar,
- Riskler ve fırsatlar,
- Çevre hedeflerine hangi dereceye kadar ulaşıldığı,
- Uygunsuzluklar ve düzeltici faaliyetler,
- İzleme ve ölçme sonuçları,
- Uygunluk yükümlülüklerinin yerine getirilme durumu,
- İç –Dış Tetkik sonuçları.
- Kaynakların yeterliliği,
- Şikayetler dahil olmak üzere, ilgili taraflardan gelen bildirim/bildirimler,
- Çevresel Acil Durumlar
- Sürekli iyileştirmeye ilgili fırsatlar

4.2.11.2. Toplantı Kararları ve Takibi

Çevre Yönetim Temsilcisi alınan kararların kayıtlarını Yönetimin Gözden Geçirmesi Toplantı Tutanağı 'na tutarak toplantıya katılanlara birer kopyasını verir. Yönetim gözden geçirme toplantısında alınan kararlar Çevre Aksiyon Takip Formu ile takip edilir.

4.2.12. İyileştirme Fırsatları

Tesis iyileştirme için fırsatların tayin edilmesi ve seçmekte müşteri şartlarının karşılanması ve müşteri memnuniyetinin artırılması için gerekli faaliyetleri uygulamaktadır.

Yönetim sisteminin uygulanması, etkinliğinin ve sürdürülebilirliğin sağlanması için söz konusu riskler, uygunsuzluklar ve müşteri şikayetleri analiz edilir ve nedenleri araştırılır. Belirlenen düzeltici faaliyetler ve eylem planları sistematik ve planlı biçimde uygulamaya konarak, hizmet kalitesinde sürekli iyileştirme elde edilir. Henüz ortaya çıkmamış muhtemel uygunsuzlukların nedeninin ya da diğer potansiyel durumların ortadan kaldırılması maksadıyla önleyici faaliyetler de bu süreç doğrultusunda değerlendirilmektedir. Sistemin uygunluğunu, yeterliliğini ve etkinliğini sürekli iyileştirmektedir.

4.2.13. Uygunsuzluk, Düzeltici Faaliyet ve Önleyici Faaliyet

Çevre Yönetim Sistemi kapsamında tespit edilen uygunsuzlukların takibi, raporlanması ve tekrar yaşanmaması için gerekli düzeltici faaliyetlerin alınmasını tanımlamaktadır. Çevresel uygunsuzluklar başlıca aşağıdaki alanlardan oluşabilir;

- Çevre periyodik /periyodik olmayan kontroller sonucunda,
- İç - dış denetimlerde tespit edilen uygunsuzluklarda,

Yukarıda tanımlanan herhangi bir durumda Uygunsuzluk& Düzeltici faaliyet Formu'nun uygunsuzluk tanımı doldurarak Çevre Yönetim Sistemi Temsilcisine iletir. Çevre Yönetim Temsilcisi tarafından gelen form kayda alınarak ve kayıt numarası verilerek ÇYS Aksiyon Takip Formuna kaydedilir.

Çevre Yönetim Temsilcisi tespit edilen uygunsuzluğu inceleyerek düzeltici faaliyet gerekli gerekmediğini değerlendirir. Aşağıdaki durumlarda düzeltici faaliyet açılır;

- Tekrar eden bir uygunsuzluklarda,
- Çevre Yönetim Sistemi bütünlüğü etkileyen kritik, yatırım gerektiren uygunsuzluklarda,
- Yasal mevzuat açısından yaptırıma sebep olan uygunsuzluklarda

İstenen faaliyeti değerlendirir ve düzeltici faaliyet formuna numara verir. Ayrıca problemin çözümü için Çalışma Grubu'nun (Düzeltilici Faaliyete konu olan ilgili birimler) kurulması gerekiyorsa çalışma grubunu kurarak uygunsuzluğun kök sebep analizini yaptırır.

4.2.13.1. Düzeltici Faaliyet Gerekmeyen Uygunsuzluklar

Düzeltilici faaliyet gerektirmeyen uygunsuzluklar için yapılacak faaliyetler belirlenerek formun düzeltme/düzeltilici faaliyet bölümüne kaydedilerek gerekiyor ise termin süresi verilir.

4.2.13.2. Düzeltici Faaliyetler Gerektiren Uygunsuzluklar

Düzeltilici faaliyet başlatılmasına karar verilen uygunsuzluklar için, oluşan problemin kök sebebinin tespit edilmesi için yönetim temsilcisi tarafından gerekiyorsa bir çalışma grubu (tercihen uygunsuzluğun olduğu birim çalışanları) oluşturulur. Çevre yönetim temsilcisi/ Çalışma grubunu tarafından uygunsuzluğa kök sebep analizini yapılır. Kök sebep analizi aşağıdaki 5 neden analizi metodu ile yapılarak formun kök sebep analizi bölümüne kaydedilir. Kök sebep analizinde tespit edilen asıl problem sebebini ortadan kaldırmaya yönelik faaliyet/faaliyetler planlanarak termin süresi ve sorumlusu belirlenir.

4.2.13.3. Uygunsuzluk ve Düzeltici Faaliyetlerin Takibi

Planlanan faaliyet, ilgili bölüm sorumlusunca belirlenen süre içerisinde gerçekleştirilir. Planlanan düzeltici faaliyetler, öngörülen sürenin sonunda Yönetim Temsilcisi ve/ veya faaliyete dair talepte bulunan tarafından sonucu ve etkinliğinin

tespiti amacıyla kontrol edilir, gerekirse ek süre verilir. Faaliyet sonucu olumlu ise faaliyeti kapatılır. Eğer faaliyet sonucu olumlu değilse bu durumda yeniden Düzeltici Faaliyet açılır ve yukarıdaki işlemler tekrarlanır. ÇYS Aksiyon Takip Tablosu ile faaliyetin durumu izlenir ve sonucu kayda alınır.

4.3. Atık Yönetimi

Tesisin üretim sürecindeki faaliyet, ürün ve hizmetlerinden kaynaklanan, çevreye doğrudan veya dolaylı etkileri olan atıkların etkin bir şekilde yönetilmesi ve bertaraf edilmesi amacı ile "Atık Yönetimi Prosedürü" oluşturulmuştur. Atıklar, rutin prosesler, uygunsuzluklar, acil durumlar veya taşeron faaliyetleri sonucu oluşur. Taşeronların atık yönetimi ile ilgili yükümlülükleri taşeronlarla yapılan sözleşmelerde belirtilmiştir. Tesiste atıklar ÇYS kurulmadan önce ayrı toplanamamaktaydı. Fabrikada çıkan tüm atıkların kaynağında azaltılması, geri kazanılabilmeleri veya tekrar kullanılabilmesi için ÇYS kurulması ile atıklar cinslerine göre ayrı depolama yapılmaya başlanmıştır. Tehlikeli Atıklar için Geçici Atık Depolama Alanı yapılmıştır ve Atık alanındaki tüm bölmeler kilitlenmiştir. Hurda atıklar, tahta palet atıkları ve diğer tehlikesiz atıklar için ayrı alanlar yapılmıştır. Böylece atık ayrıştırmada %95 verim sağlanmıştır.

Melnyk ve ark. (2003) çalışmalarında, resmi olarak ÇYS' nin varlığı atık azaltılması üzerinde pozitif performans göstermiştir. Ayrıca yönetim zamanının azalması üzerinde de pozitif ilişkiler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tesis içerisinde atıkların kaynağında ayrılması esastır. Atıkların öncelikli olarak geri kazanımı yapılabiliriyorsa geri kazanım yapılmalıdır. Tesis genelinde uygun olan her lokasyonda atık konteynerlar bulunmaktadır. Tüm çalışanlar atıkların doğru konteynerlarda biriktirilmesinden sorumludur. Geçici depolama alanından bertaraf edilen tehlikeli atıklar Atık Yönetimi Uygulama Planına göre atık çıkışı yapılmaktadır. Atıkların toplanması, geçici depolanması ve bertaraf edilmesine ilişkin yöntem ve yükümlülükler, talimatlar kapsamında ele alınmaktadır. Çizelge 4.9.'da örnek atık oluşan faaliyet alanlarına yer vermektedir.

Çizelge 4.9. Atık Faaliyet Alanları

Faaliyet Alanları	Faaliyet /İşlemler	Oluşan Atıklar
İdari Bina / Ofisler	Fotokopi,faks,yazıcı kullanımı	Toner Kutuları,Kartuşlar
	Elektronik ve Pili Cihazlar kullanımı	Ömrünü tamamlamış piller,ve elektronik atıklar
	Aydınlatma Sistemi	Atık floresan ve civalı ampuller
		Yağ bulaşmış emülsiyonlar
		Lastik ve plastik atıklar
Mekanik atölye		Yağı temizlenmiş dişli ve yatak parçaları
	Tamir bakım onarım faaliyetleri	Atık gres yağları
		Temizlik için kullanılmış mazot
		Temizlik ve bakım için kullanılmış atık bulaşmış kutular
		Atık makine yağları
Elektrik Atölye		Atık hidrolik yağlar
		Kablo plastiği
		Atık gres yağları
		Temizlik için kullanılmış mazot
	Tamir bakım onarım faaliyetleri	Temizlik ve bakım için kullanılmış atık bulaşmış kutular
Yemekhane		Motor parçaları
		Elektrik ve elektronik sarf malzemeler
		Ömrünü tamamlamış piller,ve elektronik atıklar
		Bitkisel yağ
	Sosyal hizmet	Evsel Atıklar
		Yiyecek atıkları

Atık Envanteri takibi aşağıdaki gibidir:

- Tesis içinde geri kazanımı yapılan atıklar ya da tehlikeli atıklar atık sorumlusunun takibiyle ilgili bölümce tartılıp atık kayıt defterine kaydedilir.
- Tehlikesiz atıklar fabrika içerisinde kantarda tartılarak, atık kayıt defterine kaydedilir.
- Tehlikeli atıklar, geçici atık depolama alanına getirilmeden önce tartılarak atık kayıt defterine kaydedilir.

- Tüm atıklar için, atık hareketleri atık kayıt defterine kaydedilir.

4.3.1. Alternatif Hammadde Kullanımı

Çimentonun geleneksel yarı mamulü olan klinkerin üretimi esnasında ihtiyaç duyulan ısı enerjisi ve kimyasal reaksiyon sonucunda gerçekleşen kalsinasyon etkisi ile meydana gelen karbondioksit emisyonu, çimento üretiminin iklim değişikliğine olan etkisinin en belirgin şekilde ortaya çıktığı noktadır. Bu nedenle çimento içindeki klinker oranı ne kadar yüksek olursa üretilen çimentonun iklim değişikliği faktörü de o denli yüksek olacaktır. Modern çimento üretim teknolojisi uygulamalarıyla, klinkerin alternatif hammaddelerle ikame edilmesi olarak dahilindedir. Bu modern uygulamalarla üretilen yüksek performanslı, katkılı çimento türleri, üretim için harcanan toplam enerji miktarını ve CO₂ emisyonunu düşürmektedir. Önceki çalışmalarda Mikulčić ve ark. (2016), Çimento sektöründe iklim değişikliğinin modern toplumun karşılaştığı en büyük zorluklardan biri olduğunu belirtmişlerdir. Çimento endüstrisinde 2020 yılı hedeflerine ulaşmak için CO₂ emisyonunun azaltılması önem kazanmıştır. Çimento sektöründe farklı atık yakıt ve malzemelerin alternatif enerji kaynakları ve hammadde olarak kullanılmasının uygunluğu desteklenmiştir.

İçeriğindeki mineral katkılar sebebiyle daha sağlıklı, dayanıklı ve güvenilir yapıların inşasının gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır. Kaynakların verimli kullanılabilmesi için alternatif hammadde kullanımının artırılması ÇYS hedeflerine eklenmiştir. 2020 yılının ilk yarısında %50 oranında uçucu kül kullanımı artmıştır. İkame edilen klinker doğal kaynaklardan sağlandığı zaman katkılı çimento üretimi, doğal kaynak, arazi kullanım verimliliği, geri kazanım ve biyoçeşitliliğin korunması gibi noktalarda çeşitli çevresel faydalar elde edildiği görülmüştür. Tesise kabul edilebilecek bazı alternatif hammaddeler Çizelge 4.10.'da yer verilmiştir.

Çizelge 4.10. Çimento Sektöründe Alternatif Hammadde Olarak Kullanılmasına Onay Verilmiş Bazı Atık Kodları

Atık Kodu	Atık Adı
01 04 09	Atık kum ve killeri
01 04 10	01 04 07 dışındaki tozumsu ve pudramsı atıklar
02 04 01	Şeker pancarının temizlenmesinden ve yıkanmasından kaynaklanan toprak
02 04 02	Standart dışı kalsiyum karbonat
03 03 05	Kâğıt geri kazanım işleminden kaynaklanan mürekkep giderme çamurları
06 09 04	06 09 03 dışındaki kalsiyum bazlı reaksiyon atıkları
07 02 12	07 02 11 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar
10 01 02	Uçucu kömür külü
10 02 01	Cüruf işleme atıkları
10 02 02	İşlenmemiş cüruf
10 02 10	Haddehane tufalı
10 02 14	10 02 13 dışındaki gaz arıtımı sonucu oluşan çamurlar ve filtre kekleri
10 06 02	Birincil ve ikincil üretimden kaynaklanan cüruf ve köpükler
10 12 13	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamur
11 01 10	11 01 09 dışındaki çamurlar ve filtre kekleri
12 01 17	12 01 16 dışındaki kuşlama maddeleri atıkları
17 05 06	17 05 05 dışındaki dip tarama çamuru
19 02 06	19 02 05 dışındaki fiziksel ve kimyasal işlemlerden kaynaklanan çamurlar
19 09 01	İlk filtreleme ve süzme işlemlerinden kaynaklanan katı atıklar

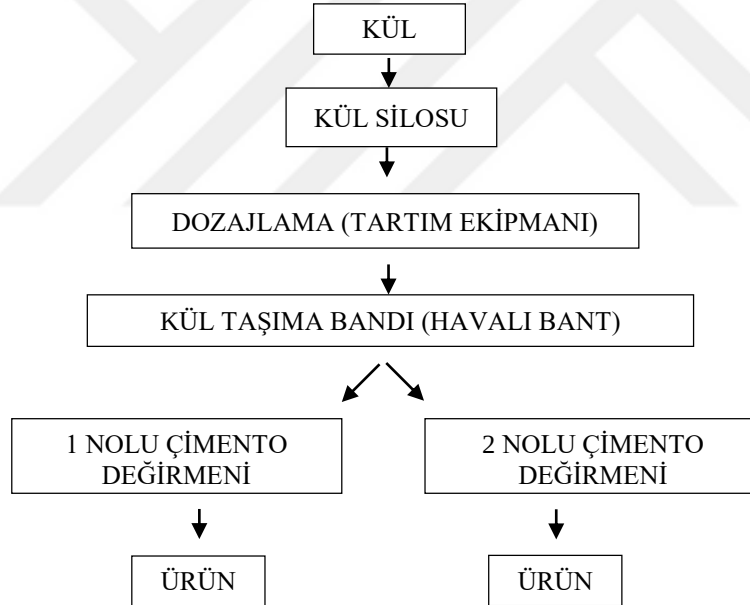
4.3.2. Alternatif Hammaddelerin Tesise Kabulü, Hazırlanılması ve Kullanılması

Alternatif hammaddelerin kabulü ve kullanımı talimatı kapsamında, alternatif hammadde olarak kullanılan atıkların tesise kabulü yapılmaktadır. Talimat kapsamı aşağıdaki gibidir;

- Tedarikçi firmayla görüşme,
- Tedarikçi firmadan atık numunesinin talep edilmesi,

- Atık numunesinin laboratuvar ortamında analiz edilmesi, analiz neticeye göre atığın yetkililer tarafından alınıp alınamayacağının kararlaştırılması,
- Firmaya fiyat gönderilmesi/fiyat talebi ve sözleşme imzalanması,
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na alternatif hammadde kullanımı onay başvurusu,
- Onay süreci tamamlanmasının ardından atığın tesise kabulü,
- Gerekli analizlerin laboratuvarında gerçekleştirilmesi

Örnek olarak alternatif hammadde kullanımı kül besleme sistemi akım şeması şekil 4.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Kül Besleme Sistemi Akım Şeması

4.3.2. Tesise Kabul Edilen Alternatif Hammaddeler

- Uçucu Kül

- Arıtma Çamuru
- Cüruf işleme atıkları

Uçucu kül katkısıyla yarı mamül olan klinkerin kullanımı azalacaktır. Dolayısıyla baca gazı karbon emisyonlarında yüksek oranda düşüş yaşanacaktır. Az terleme ve az rötre ile uçucu kül Sönmez Çimento için büyük bir avantaj olacaktır. Uçucu külü öğütmeye gerek olmadığı için enerji ve iş tasarrufu sağlanacaktır. Pozolonik özelliğinin yanında bağlayıcı özelliği de bulunan uçucu kül; çimento hidrasyonu neticesinde ortaya çıkan kireçle reaksiyona girerek ilave bağlayıcı jel oluşturur, hidrasyon ısını düşürür, çimento hamurundaki boşlukları doldurur, hacim değişikliğini azaltır, betonun dayanıklılığını artırır, sülfat dayanıklılığını ve alkali agrega reaksiyonuna dayanıklılığı iyileştirir, ve ekonomik fayda sağlar. Çimento üretiminde uçucu kül kullanılması ile doğal çevreye verilecek zarar ve enerji tüketimi azalacaktır. Bununla birlikte havadaki CO₂ miktarı da azalacağından, küresel ısınmanın azaltılmasına yönelik fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Arıtma çamuru atıkları farin üretiminde hammadde olarak kullanılır. Bu malzemenin kullanım amacı farin kalite parametrelerinin ayarlanmasıdır. Böylece yan ürün olan arıtma çamuru atıklarının geri kazanımı sağlanacaktır.

Cüruf işleme atıkları ve farin üretiminde hammadde olarak kullanılır. Bu malzemenin kullanım amacı farin kalite parametrelerinin ayarlanmasında hali hazırda kullanılan doğal demir cevheri yerine ikame edebilmesidir. Böylece yan ürün olan cüruf işleme atıklarının geri kazanımı sağlanacaktır.

Çimento sanayiinde alternatif malzemelerin kullanımı, CO₂ emisyonlarının küresel ölçekte azalmasını sağlamaktadır. CO₂ salınımının azalmasına ek olarak, alternatif malzemeler, doğal kaynakların azalmasının da önüne geçilmektedir. 2016 tarihli çalışmasında Öztürk; alternatif yakıtların birlikte işlenmesinin fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmanın yanında emisyonların azaltılmasına da katkı sağladığını, alternatif hammadde kullanımının madencilğe yönelik ihtiyaçları azalttığını ve

dolayısıyla karbon ayak izinin iyileştirilmesi gibi faydaları bulunduğunu ifade etmiştir. Sonuç olarak; çimento sanayiinde alternatif malzemelerin kullanımının, ne üretim işlemi emisyonlarına, ne çevreye, ne de nihai ürünün teknik kalitesine olumsuz bir etkisinin olmadığını belirtmiştir.

4.3.3. Tesiste Alternatif Yakıt Kullanımı

Çimento üretiminde en büyük maliyet kalemi enerjidir. Enerjinin içindeki büyük bileşen de yakıttır. Genel olarak kullanılan yakıtlar fosil kökenlidir. Fosil yakıtlara ikame olarak ısı değeri yüksek atıklar kullanılabilir. Kısmen ya da tamamen kullanılabilen atıklar ile hem enerji maliyeti önemli ölçüde düşer, hem de fosil yakıtlardan çimentoculara kesilen “Karbon Vergisi”, “Çevre Kirleticisi” vb. faturalar azalır. Çimento fabrikalarında pek çok atık türü ile baş edebilmek için uygun teknikler yerlerini bulmuşlardır.

Orhan (2018) yapılan çalışmada, Çimento sektörün enerjiyi yoğun kullanan sektör olduğundan dolayı sera gazı emisyonlarının azaltılması ve doğal kaynak tüketiminin sınırlı tutulabilmesi açısından alternatif yakıt kullanımının büyük önem taşıdığını bildirmiştir.

Alternatif yakıt kullanımının faydaları;

- Enerji Geri Kazanımı
- Doğal kaynak tasarrufu
- CO₂ azaltımı
- Atık Yönetiminde Çözüm Ortağı

Tesiste atık yakma lisansı henüz alınmamış olup çevre yönetim sistemin de swot analizinde ele alınmıştır. Hedefler arasına alınıp konuyla ilgili çalışmalar devam etmektedir.

4.4. Kimyasal Malzeme Yönetimi

Kimyasal malzemelerle çalışan personelimize kimyasalların etkilerini, kullanma biçimlerini, acil durumlarda yapacağı işlemleri anlatarak gerek kendi sağlık ve güvenliklerine gerekse fabrikaya ve çevreye zarar vermeyecek şekilde kullanmalarını sağlamak amacı ile “Kimyasalların Depolanma ve Kullanım Talimatı” oluşturulmuştur.

- Herhangi bir kimyasal maddeye ait sızıntı / döküntü görüldüğünde ünite amirine haber verilir. Ünite amiri, Çevre Mühendisine ve İSG Uzmanına konuyla ilgili bilgi aktarır. Yanıcı ve parlayıcı maddelerin döküldüğü alanlarda tutuşmaya sebep olabilecek maddeler uzaklaştırılır.
- Dökülen maddenin toplanması için emici madde olarak kum, talaş, farin tozu vb. maddeler kullanılabilir.
- Dökülme halinde kimyasalın toplanması için emici madde olarak kum, talaş, farin tozu vb. maddeler ambarda ve malzemenin kullanıldığı yerlerde hazır bulundurulacak.
- 2872 Çevre Kanuna göre; kesinlikle su ile yıkama yapılarak kanallara gitmesi yasaktır.
- Döküntü / Sızıntı miktarı az ise dökülen maddenin yayılmaması için etrafına yeterince emici madde (farin) ile set çekilir. Dökülen miktara göre emici madde ilave edilir ve katı hale getirilir. Katı hale getirilen madde zaman geçirmeksizin kürekle alınarak varile konur. Varilin kapağı kapalı tutulur.
- Sızıntıyı durduracak veya döküntüyü temizleyecek personel, dökülen veya sızan kimyasal maddenin Malzeme Güvenlik Formunda veya üzerindeki etikette belirtilen kişisel koruyucuları kullanırlar.

- Döküntü ve sızıntı olabilecek maddeler yakıtlar, yağlar, hammaddeler ve ürünlerden kaynaklanan kirleticilerdir. Yakıtlar ve yağlar toplandıktan sonra yakıt olarak kullanılır, hammadde ve ürünlerden kaynaklanan döküntüler ise yeniden kullanıma tabi tutulur.
- Laboratuvar da deney amaçlı kullanılan kimyasallardan kaynaklanan döküntüler, dökülen kimyasala uygun çözelti ile temizlenir.
- Üretimde kullanılan kimyasallardan kaynaklanan döküntülere, sahamızda bulunan acil durum kiti ile müdahale edilir.
- Kimyasal maddeye ait saklama koşullarına uyulacak.
- Döküntü, sızıntı ve kullanma anında oluşabilecek gaz, duman, koku vs. etkilerine karşı kimyasallar havalandırma sisteminin olduğu bölümlerde kullanılacak.
- Yangın halinde acil eylem planındaki talimatlara uyulacak.

4.5. Gürültü Yönetimi

İç ve dış ortam gürültüsü olarak belirli periyotlarda ölçümler yapılmaktadır. Yapılan ölçümler sonucunda sınır değerler belirli limitlerin üzerinde çıkması durumunda Çevre Yönetim Temsilcisi ve İş Sağlığı Güvenliği Yönetim Temsilcisi tarafından gerekli önlemler alınır. Ölçümlerin tekrarlanması talep edilebilir.

Doğanay (2000), yaptığı çalışmada, çevre yönetim sistemi incelemiştir. Tekstil endüstrisinde çevre yönetim sisteminin uygunluğu üzerinde durmuştur. Atık yönetimi, insan, enerji, doğal kaynak kullanımı, tehlikeli madde ve gürültü kirliliği yönetimi prensipleri kuruluşta uygulaması ile somut faydaları ortaya koyamamıştır.

4.6. Enerji Kazanımları

Enerji verimliliğinin artırılması konusunda, bir çimento fabrikasının çeşitli bölümlerinde alınması söz konusu olan tedbirler vardır. Ancak bunların yanında tüm tesis genelinde alınacak bazı tedbirlerle de bulunmaktadır. Bu tedbirler ile sağlanan

verimlilik düzeyini artırmak mümkündür. Örneğin, eğitim planlaması yapılarak, personelin enerji tüketimi ve verimliliğine dair farkındalığı artırılabilir. Bu sayede; enerji kaybına yol açan bir takım düzensizliklerin, arıza ve kaçakların önüne geçilmesi mümkün olabilir. Örneğin, önleyici bakım planlaması hazırlanarak, üretimin plansız şekilde durmasının önüne büyük ölçüde geçilebilir. Fabrikada kapasite kullanım oranını yükseltmek de, aynı şekilde mümkündür.

Özdenkoş (2010) da, çalışmasında benzer sonuçlara ulaşmış olup, Çevre Yönetim Sistemi kurulum aşamasında dokümantasyon hazırlanırken çok fazla zaman harcanmakta olduğu ve Çevre Yönetim Sisteminde yatırım faaliyetleri fazla olduğunu belirtmiştir. ISO 14001 Standardı'na uygun bir çevre yönetim sistemine sahip olan tesisler; doğal kaynakların tüketilmemesi ve kirletilmemesi için çaba göstererek, ya da söz konusu olumsuz etkileri minimuma düşürerek, çevre duyarlılığı olan, güvenilir bir firma imajı çizmektedir. Üretim sürecine entegre edilen çevre yönetim sistemi ile enerji tüketimi azaltılır. Madloul ve ark. (2011), Çimento endüstrisinin farklı bölümlerinde enerji kullanımı, spesifik enerji tüketimi, enerji kullanım tipleri, çimento üretim işlemlerinin detayları, çeşitli enerji tasarruf önlemleri gözden geçirilmiş ve sunulmuştur. Enerji analizinin üretim hattında uygulanmasının, sistemin performansını iyileştirmek ve enerji maliyetlerini düşürmek için etkili bir yol olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.6.1. Atık Isı Kazanımı

Tesiste Atık Isıdan Elektrik Enerjisi Üretimi (WHR) projesi başlamıştır. Kurulacak WHR tesisi, sistemden tümüyle atılan sıcak atık gazların enerjisinin geri kazanımı üzerine projelendirilmiştir. WHR sisteminde Klasik Buhar teknolojisinden yararlanılarak, ısıl değeri yüksek atık gazların enerjisinden faydalanmak için, su, buhar kazanlarında buhara dönüştürülür. Oluşan bu buhar, sonrasında, türbine gönderilir ve “Jeneratör” yardımıyla elektrik enerjisi üretilir. Kurulması planlanan WHR Tesisinin, kurulu elektrik üretim kapasitesi 9,9 MWh olacaktır. Önceki

çalışmalarda, Khurana ve ark. (2002) atık ısı geri kazanım sistemiyle, yaklaşık olarak 4.4 MW elektrik enerjisi üretilebileceğini ortaya koymuştur.

Söz konusu WHR tesisinin maksimum ısı gücü 47,14 MWt olacaktır. Bu proje ile aşağıda yer alan bilgiler amaçlanmıştır;

- Sektörel enerji yoğunluğunun düşmesine katkıda bulunulması,
- Enerji maliyetlerinin azaltılması ve karlılığın artırılması
- Enerji fiyatlarında için artış riskinin azaltılması
- Elektrik arz güvenilirliliğinin artırılması
- Çevre imajının güçlendirilmesi
- CO₂ emisyonları azaltılarak, CO₂ ticareti için fırsat yaratılması

Çimento Üretim Tesisi içerisinde kurulması planlanan Atık Isıdan Elektrik Enerjisi Üretim Tesisi ile, fabrika üretim hattında gereksinim duyulan elektrik enerjisinin bir bölümü karşılanacaktır.

Ayrıca, ISO 14001-Çevre Yönetim Sistemi'nde amaçlanmış olan çevre dostu yaklaşım, baca/sera gazı emisyonlarının azalmasına yol açacaktır. Bununla beraber, dışarıdan karşılanan enerji miktarında bir düşüş söz konusu olacağı için, fabrikanın enerji giderleri azalacaktır. Böylece swot analizinde belirtilen riskler fırsata çevrilmiş olacaktır.

Wang ve ark., 2009 yılında yürütmüş oldukları çalışma, enerji kullanımının yoğun olması nedeniyle, ön ısıtıcıdan bacaya giden atık ısının, geri kazanılması ile değerlendirilmesini öngörmüştür.

Tesisin klinker üretim kapasitesi 1.815.000 ton/yıldır. WHR ile elektrik üretimi Sönmez Çimento Fabrikası için 43,2 kw/ton.- klinker olarak hesaplanmıştır. Böylece yıllık elektrik üretimi 78.408 MW olarak hesaplanmıştır. Enerji üretimi için fırın soğutma sistemlerinin çıkışından alınacak olan atık gaz sıcaklığı yaklaşık ortalama 380 °C (Maksimum 500 °C) ve atık gaz debisi yaklaşık 166.250 Nm³/h

olacaktır. Enerji üretimi için ön ısıtıcı kulesinden alınacak olan atık gaz sıcaklığı yaklaşık 305 °C ve atık gaz debisi yaklaşık 365.000 Nm³/h olacaktır. Döner fırın soğutma sistemlerinden çıkan ve WHR sisteminden geçecek atık gazın sıcaklığı 90 °C 'ye; ön ısıtıcılardan çıkan ve WHR sisteminden geçecek atık gazın sıcaklığı yaklaşık 190 °C ye indirilecektir. Çimento üretiminin başlangıç aşaması olan kırma işleminden itibaren, üretim sürecindeki toplam spesifik enerji tüketimlerinin ağırlık ortalaması 100 kwh/ton'dur. Ancak atık ısıdan enerji üretimi ile enerji tüketimi 100 kwh/ton iken 80 kwh/ton düşmesi planlanmaktadır. Böylece %20 enerji verimliliğinin iyileşmesi beklenmektedir.

4.7. İklim Değişikliğine Etkisi

Dünya genelinde sera etkisinin artması; sıcaklıkların artmasına, ekolojik dengenin bozulmasına ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Çimento üretiminde CO₂ oluşumunun en önemli nedenlerinden biri hammadde olan kalkerin, klinker üretimi sırasında ısı ile reaksiyona uğramasıdır. Bu nedenle sadece paketlenen çimento tesislerine göre entegre çimento tesislerinin emisyon miktarları daha yüksek olmaktadır. Emisyon değerleri, klinker üretimi hangi tesiste yapılıyorsa o tesisin emisyonları kapsamında değerlendirilmektedir. Tez için seçilmiş olan tesis entegre bir çimento tesisi olması nedeniyle, proses emisyonları hesaplanma aşamaları Çevre Yönetim Sistemi'nin içerisine entegre edilmiştir. İklim değişikliğinde etken olan sera gazı emisyonlarını azaltmak hedeflenmiştir. Bu amaçla sera gazı emisyonlarını kontrol altına alabilmek için prosedürler ve talimatlar oluşturulmuştur. Çizelge 4.11.'de örnek olarak oluşturulan prosedür listesini göstermektedir.

Çizelge 4.11. Sera Gazı Emisyonları Kapsamında Oluşturulan Prosedürler

PROSEDÜRLER	REFERANS
Veri Akış Faaliyetleri Prosedürü	CEV-PR-01
Kontrol Faaliyetleri Prosedürü	CEV-PR-02
Stokların Ölçülmesi ve Takibi Prosedürü	CEV-PR-03
Ölçüm Cihazlarının Kalibrasyonu Prosedürü	CEV-PR-04
Örnekleme Planı ve Analiz Prosedürü	CEV-PR-05
Risk Analizi Prosedürü	CEV-PR-06
Sera Gazı Numune Hazırlama ve Analiz Değerlendirme Prosedürü	CEV-PR-07
Sorumlu Personelin Yetkinliğini Yönetmeye Yönelik Prosedür	CEV-PR-08
Veri Akış Diyagramları Prosedürü	CEV-PR-09
Belirsizlik Hesaplamaları Prosedürü	CEV-PR-10
Sera Gazı İzleme ve Raporlama Prosedürü	CEV-PR-11

Tesiste klinker üretimi ve yakıtların yanmasından kaynaklanan CO₂ emisyonlarının hesaplanmasında Hesaplama Temelli Yöntemi'nden yararlanılmıştır. Bu; yakıtların yanması ve procesten kaynaklanan sera gazı emisyonlarının göz önünde bulundurularak uygulanan bir yöntemdir. Bu şekilde Faaliyet Verisi Belirlenir. Yakıtların yanması esnasında tüketilen yakıtı ait veriden yararlanılırken; procesten kaynaklı emisyonlarda, giren ve çıkan malzemeye ilişkin veriye ya da Kütle Denge Yöntemi'ne başvurulur. Hesaplama temelli yöntem, ölçüm sistemleri aracılığıyla kaynak akışlarından elde edilen faaliyet verisinin, laboratuvarında analiz edilmesi ile elde edilen ya da emisyonların varsayılan ilave parametrelerden yararlanılarak belirlenmesidir. Hesaplama Temelli Yöntem kullanılması esnasında emisyonların hesaplanması için standart yöntem uygulanmıştır. Proses emisyonlarının hesaplanmasında Tebliğin Ek 3'ünde verilen tesisler ile ilgili faaliyete özgü izleme yöntemi kullanılmıştır. Tesiste Sera Gazı

Emisyonlarının Çevre Yönetim Sistemi'ne entegre edilmesi ile Sera Gazı Emisyonlarını İzleme ve Raporlama Prosedürü oluşturulmuştur. Prosedürde tanımlanmış olan, 2019 yılına ait faaliyetler Çizelge 4.12.'de, tesisin 2019 yılına ait emisyon kaynakları 4.13.'de ve 2019 yılına ait sera gazı emisyonları emisyon noktaları Çizelge 4.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. 2019 Yılı Sera Gazı Emisyonları Tanımlanmış Faaliyetler

ETİKET	FAALİYET	TOPLAM FAALİYET KAPASİTESİ	BİRİM	SERA GAZLARI
F1	Klinker Üretimi	5.500	ton/gün	CO ₂
F2	Yakıtların Yanması	320,44	MW(th)	CO ₂

Çizelge 4.13. 2019 Yılı Sera Gazı Emisyonları Emisyon Kaynakları

ETİKET	KAYNAK	İLİŞKİLİ FAALİYETLER
K1	Döner Fırın	Klinker Üretimi
K2	Kalsinatör	Klinker Üretimi
K3	Jeneratör 1	Yakıtların Yanması
K4	Jeneratör 2	Yakıtların Yanması
K5	Jeneratör 3	Yakıtların Yanması
K6	Jeneratör 4	Yakıtların Yanması
K7	Yangın Pompası	Yakıtların Yanması
K8	HGG 1	Yakıtların Yanması
K9	HGG 2	Yakıtların Yanması
K10	Şalomalar	Yakıtların Yanması

Çizelge 4.14. 2019 Yılı Sera Gazı Emisyonları Emisyon Noktaları

ETİKET	KAYNAK	İLİŞKİLİ FAALİYETLER		İLİŞKİLİ EMİSYON KAYNAKLARI		SERA GAZLARI	
EN1	Torbalı Filtre Bacası Kömür	Klinker Üretimi	Yakıtların Yanması	Döner Fırın	Kalsinatör	HGG 1	CO ₂
EN2	Değirmeni Filtre Bacası	Klinker Üretimi	Yakıtların Yanması	Döner Fırın			CO ₂
EN3	Jeneratör Egzozu 1		Yakıtların Yanması	Jeneratör 1			CO ₂
EN4	Jeneratör Egzozu 2		Yakıtların Yanması	Jeneratör 2			CO ₂
EN5	Jeneratör Egzozu 3		Yakıtların Yanması	Jeneratör 3			CO ₂
EN6	Jeneratör Egzozu 4		Yakıtların Yanması	Jeneratör 4			CO ₂
EN7	Yangın Pompası Egzozu		Yakıtların Yanması	Yangın Pompası			CO ₂
EN8	Şalomalar		Yakıtların Yanması	Şalomalar			CO ₂

İklim değişikliği günden güne önem kazanan ve sanayi faaliyetleri ile artış gösteren bir konudur. İklim değişimine yol açan sera gazlarının emisyonları belli bir seviyede tutulmadığı takdirde, iklim sisteminin göreceği hasar geri dönülmez boyutlarda ulaşacaktır. ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemine entegre edilmesi ile kontrolü, uygulanabilirliği ve sürdürülebilirliği daha kolay olacaktır. Orhan (2018) yaptığı çalışma da, Çimento Üretiminden Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının çimento üretiminde CO₂ klinkerleşme sürecinde meydana geldiğini ve karbonat içerikli hammaddelerin yüksek ısı ile reaksiyona girmesi sonucu CO₂ açığa çıktığını bildirmiştir. Çimento sektörü enerjiyi yoğun kullanan sektörlerin başında gelmesinden dolayı sera gazı emisyonlarının azaltılması ve doğal kaynak tüketiminin sınırlı tutulabilmesi açısından alternatif yakıt kullanımı büyük önem taşıdığını belirtmiştir. Çimento, enerji açısından yoğun bir endüstridir. Yakıt

tüketimlerinin azaltılması ve alternatif hammadde kullanımlarının artması için ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ile hedefler konulmuş olup böylece enerji kazanımını artırma yönünde olumlu dönüşler alınmıştır. Böylece sera gazı emisyonlarında azalmalar meydana gelmiştir. Kara ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, çimento sektörünün oluşturmuş olduğu CO₂ emisyonlarını gidermede emisyon ticareti yapılması gerektiğini düşünmüşlerdir.

Sera gazı emisyonları yakıt tüketimine, türüne bağlı olarak değişmektedir. Tesiste kullanılan yıllara göre kullanılan yakıt miktarları, klinker üretimi ve oluşan CO₂ miktarları Çizelge 4.15.'de Yıllara göre tesiste tüketilen yakıt, klinker üretimi ve CO₂ miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Yıllara Göre Tesiste Tüketilen Yakıt, Klinker Üretimi ve CO₂ Miktarları

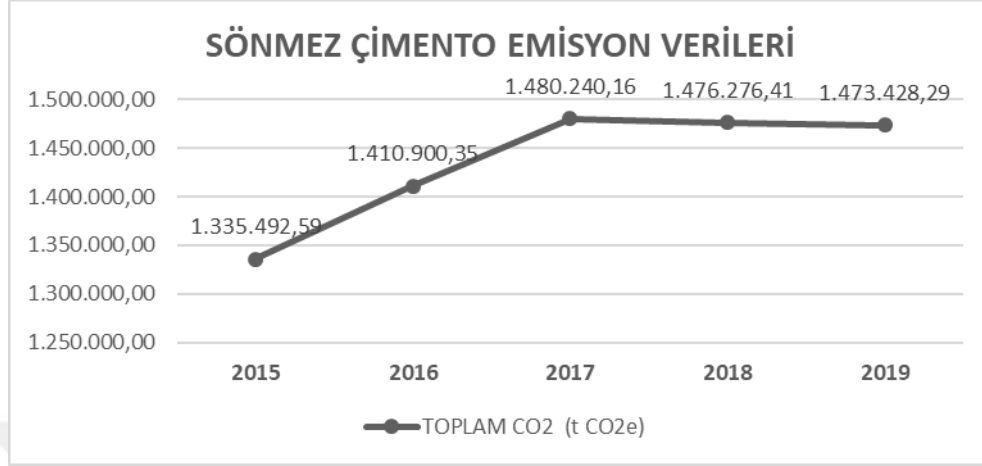
YILLAR	PETROKOK (ton)	LİNYİT (ton)	KLİNKER (ton)	CO ₂ (ton CO ₂ e)
2016	136.703,59	38.302,87	1.630.007,00	1.410.900,35
2017	135.126,46	61.278,41	1.757.000,00	1.480.240,16
2018	139.176,50	49.330,04	1.748.500,00	1.476.276,41
2019	145.302,37	47.712,15	1.746.415,00	1.473.428,29

Tesis birden fazla yakıt türü kullanmaktadır. Bu nedenle, tüketilen yakıtlar için ayrı ayrı emisyon faktörü ve net kalorifik değer ile işlem yapılarak her yakıt türü için sera gazı emisyon miktarı bulunur. Hesaplama yapılırken kullanılan IPCC değeri, Çizelge 4.16. IPCC den Alınan Yakıt Değerleri ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. IPCC den Alınan Yakıt Değerleri

YAKIT TÜRÜ	EF (kg/TJ)	NKD (kg/TJ)
	CO ₂	
Petrokok	97.500	11,9
Linyit	101.000	32,5

Yapılan hesaplamalar ile çizelgelerde de görüldüğü üzere yakıt emisyonlarının büyük bir kısmını petrokok tüketimi oluşturmaktadır. 2016 yılından 2019 yılına petrokok tüketiminde 8.598,78 ton artış olmuştur. Linyit tüketiminde ise 2017 yılında yüksek oranda atış olmuştur 2018 ve 2019 yıllarında düşüşe geçmiştir. 2017 yılında en yüksek CO₂ salınımı gerçekleştirmiştir. Buda sera gazı emisyonları kapsamında tedbir alınması gerektiği hususunu ortaya çıkarmıştır. Alınan önlemler ile CO₂ emisyonlarında 2017 yılından sonra 6.811.87 ton azalma gerçekleşmiştir. Böylece tesis, ISO 14001 ÇYS sera gazı emisyonları azaltma hedefleri ile uyumluluk göstermektedir. Tesiste 2019 yılında toplam emisyon miktarı 1.473.428,29 tCO₂ olup, 2020 yılında emisyon değerinin 1.460.000,00 düşürülmesi planlanmaktadır. CO₂ oluşumunun en önemli etkenlerden birisi kalker kullanımıdır. Kalker tüketimi 2019 yılında 594.792 ton/yıl olup, klinker üretiminde kalker kullanımlarının minimum düzeyde kullanılması amaçlanmıştır. Böylece istenilen iyileşmeye ulaşacağı ön görülmüştür. Yıllara göre toplam emisyon miktarları Şekil 4.3. Yıllara Göre Toplam Emisyon Miktarları gösterilmiştir. İklim değişikliği her gün daha fazla önem kazanmaktadır. İklim değişikliği insan kaynaklı faaliyetlerin neden olduğu ve sera etkisine neden olan gazlara yönelik önlem alınması gereken hususlardan biridir. Sera gazı emisyonları iklim değişikliğine neden olmaktadır. Belirli bir seviye de tutulmaz ise ciddi sonuçlara neden olacaktır. Çimento sektöründe sera gazlarından CO₂ emisyonlarının yoğun olması nedeni ile yıllık olarak izleme ve raporlama yapılmaktadır.



Şekil 4.3. Yıllara Göre Toplam Emisyon Miktarları

Grafiğe göre ÇYS kurulmadan önce 2015 ile 2017 yıllarında emisyon miktarlarında artış olduğuna ulaşılmıştır. Çevre Yönetim Sisteminin kurulma aşamasının başlaması ile 2018 yılından sonra toplam emisyon miktarlarında azalma başlamıştır. Böylece istenen hedeflere ulaşılmaya başlanmıştır.

4.8. Dataların İstatiksel Değerlendirilmesi

ÇYS kurulmadan önce hesaplanan değişken 1 ile ÇYS kurulduktan sonra hesaplanan değişken 2 değeri ile emisyon miktarlarını karşılaştırmak için varyans hesaplaması yapılmıştır. Çizelge 4.17.'de F-Test Varyans hesabı yapılmıştır. F-test varyans hesabı iki standart sapmanın karşılaştırılmasıdır.

Çizelge 4.17. F-Test Varyans Hesabı

	<i>Değişken 1</i>	<i>Değişken 2</i>
Ortalama	1445570,255	1474852,35
Varyans	2404004625	4055893,767
Gözlem	2	2
df	1	1
F	592,7188342	
P(F<=f) tek-uçlu	0,02613435	
F Kritik iki-uçlu	161,4476388	

Ulaşılan sonuç; $F > F_{kritik}$ iki uçlu o zaman t-test yapılacaktır. Çizelge 4.18.'da t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek hesabı yapılmıştır.

Çizelge 4.18. t-Test: Farklı Varyanslar Varsayarak İki Örnek

	<i>Değişken 1</i>	<i>Değişken 2</i>
Ortalama	1.445.570,26	1.474.852,35
Varyans	2.404.004.625,42	4.055.893,77
Gözlem	2	2
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
df	1	
t Stat	-0,843885344	
P(T<=t) tek-uçlu	0,276885949	
t Kritik tek-uçlu	6,313751515	
P(T<=t) iki-uçlu	0,553771899	
t Kritik iki-uçlu	12,70620474	

Ulaşılan sonuç; $t_{Stat} < t_{Kritik}$ iki uçlu olduğu için fark önemsizdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde bir firmanın pazar imajını güçlendirebilmesi için çevreyi sürekli iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapmalıdır. Sanayinin hızla gelişmesiyle doğal kaynakların kullanımı artmıştır. Üretim süreçlerinin yol açtığı atıklar nedeniyle, çevre kirliliğinde ciddi oranda artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte küresel ısınmadan kaynaklı hava, su, toprak kirliliği ciddi boyutlarda yaşanmaktadır. Çimento sektöründe az olan kaynakları verimli bir şekilde kullanmayı benimseyen anlayışa geçilmiştir. Çimento üretim prosesi boyunca oluşan faaliyetlerde çevreye verilen zarar mümkün olduğunca kaynaktan azaltmayı amaçlanmıştır. Çevreye duyarlı düşüncelerden kurtularak çevre ile ilgili her konuda hassas davranılmıştır. Tüketiciler de, çevre bilinci artmıştır. Çevreye dair farkındalığın yükselmesi ile birlikte, üretimlerini çevreye duyarlı yöntemlerle gerçekleştiren işletmeler daha çok tercih edilmeye başlamıştır. Markalar, üretimde çevreye duyarlı bir yaklaşımın kendileri için yol açacağı olumlu etkilerden de faydalanabilmek adına, çevre yönetim sistemlerine ağırlık vermeye başlamıştır.

Çevresel standartlarını uygulayan işletmeler üretim sürecinde oluşan zararı en aza indirmeyi hedeflemiştir. ISO 14001 - Çevre Yönetim Sistemi ile birlikte, yerküreyi olumsuz etkileyen su, toprak, hava kirliliği ve küresel ısınma gibi faktörlerden kurtulmayı amaçlayan önlemler alınmıştır. Üretim alanlarında ise atık oluşumuna neden olan önlemler alınmıştır. Bu nedenle çalışmanın yapıldığı tesiste Çevre Yönetim Sistemi dokümanlarına iklim değişikliği ve enerji kazanımı prosedürleri, talimatları ve yasal çerçevede yapılacak işler entegre edilip bir bütünlük kazandırılmıştır. Çevre Yönetimi yalnızca doğal kaynakların etkin biçimde kullanılması ve çevresel kirliliğin önüne geçilmesi olmamıştır.

Çimento sektörü üretiminde enerji tüketimini azaltmak için sürekli iyileştirme yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Enerji tasarrufu çabaları ile enerji kazanımı bilinci artmıştır. Enerji kazanımları ekonomik olarak önemli bir iyileşme

sağlamaktadır. Bu nedenle Çevre Yönetim Sisteminde maliyet analizleri oluşturulmuştur. Böylece enerji kazanımları takip edilebilir bir hal almıştır.

Yakıt tüketiminin azaltılması, elektrik tüketiminin azaltılmasına ve sera gazı emisyonlarının azalmasına katkıda bulunmaktadır. WHR tesisi ile enerji tüketimi 100 kwh/ton iken 80 kwh/ton düşmesi planlanmaktadır. Böylece %20 enerji verimliliğinin iyileşmesi hedeflenmektedir. Sera Gazı emisyonları kapsamında oluşturulan prosedürlerde emisyon hedefleri belirlenmiştir. Belirlenen hedefler ile havaya salınan CO₂ miktarında yıllık azaltmalar hedeflenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre 6811,87 ton CO₂e azalmıştır. Şekil 4.3. den de görüldüğü gibi CO₂ emisyon değerleri düşmüştür. Dataların istatistiksel analizi yapılmıştır. Ulaşılan sonuç; t Stat<t Kritik iki uçlu olduğu için farkın önemsiz olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Çimento tesislerinde alternatif yakıtların kullanılması ile maliyet bakımından tasarruf sağlanabilir. Çevresel sorunların çözümü noktasında da önemli derecede katkı sağlayabileceği gözlenmiş olup, ilerleyen süreçte yatırım projelerinde planlanması yapılabilmesi için iyileştirme olarak yönetimi gözden geçirme toplantısında ele alınmıştır. Çimento sanayiinin yol açtığı çevresel sorunlar arasında göze en çok batan, üretim sırasında ortaya çıkan tozdur. Toz tutma sistemlerinde büyük gelişmeler olmuştur ve son on yılda birçok ülkede toz yayılması önemli ölçüde düşürülmüştür. En uygun ve en güvenilir performansı torbalı filtreler vermektedirler. Tesiste torbalı filtre kullanımı yaygındır ve toz emisyonlarının takibi yapıp kayıt altına alınmaktadır.

İklim değişikliği günden güne önem kazanan ve insan faaliyetlerinin sebep olduğu sera etkisine sebep olan gazlara yönelik önlem alınması gereken konulardan biri olmuştur. 2016 yılına ait toplam sera gazı emisyon miktarı 496,10 t olarak UNFCCC' ye raporlanmıştır. İklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyonlarının belirli bir seviyede tutulmaması sonucu, iklim sisteminin geri dönülmez boyutlara ulaşacağı araştırmalar ile açıklanmaktadır. Çimento sektörü ülke emisyonlarının %7,2'sini oluşturmaktadır. Emisyon payının yüksek olması sebebiyle çimento

sektörü Türkiye için ana kategoride yer almaktadır. Bu nedenle sektör de Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkındaki Yönetmelik esas alınarak emisyonların devamlı olarak izlenmesi ve yıllık olarak raporlama yapılması zorunluluğu bulunmaktadır. Oluşturulan Çevre Yönetim Sistemi ile emisyonların izlenmesi ve raporlanması takip edilebilir ve sürdürülebilir bir başarı elde etmiştir. Çevre koşullarına katkıda bulunan tesisin; toplum, müşteriler ve yatırımcılar üzerinde sağlam bir güven duygusu yaratacağı ön görülmektedir. Yapılan hesaplamalarda ÇYS kurulmadan önce 2015 ile 2017 yıllarında emisyon miktarlarında artış olduğuna ulaşılmıştır. Çevre Yönetim Sisteminin kurulma aşamasının başlaması ile 2018 yılından sonra toplam emisyon miktarlarında azalma başlamıştır. Böylece istenen hedeflere ulaşılmaya başlanmıştır. Emisyon miktarlarının artışında kalker kullanımının yüksek olması etkin olmuştur. Bu nedenle kalker kullanımlarının % 10 düşürerek iklim değişikliğine olan zararların azaltılacağı ön görülmüştür, uygulanabilirliği önerilmiştir.

Çevresel göstergeler ile kaynak kullanımında alternatif hammadde kullanarak %30 oranında geri kazanım sağlanmıştır. Önceden 1 ton klinker başına tüketilen su miktarı 0,073 ton iken bu değer 0,048 tona düşmüştür. Acil durumlar için tesiste acil durum kitleri bulundurmaktadır. Tesiste olası toprak kirliliği meydana gelmemesi için depolanan tüm kimyasal tankların etrafı taşkan havuzu ile çevrilmiştir ve %100 verim sağlanmıştır. Saha oditleri % 60 artmıştır. Odit sonrası düzeltici faaliyet kapama oranının %68 olduğu tespit edilmiştir.

ISO 14001 - Çevre Yönetim Sistemi standardına uygun bir çevre yönetim sistemi kurulmuştur. Kurulan sistemin uygulanması ile doğal kaynakların tüketilmemesi ve kirletilmemesini veya bu olumsuz etkiler azaltılması sağlanmıştır. Böylece çevreye saygılı, güvenilir bir firma imajı kazanılmıştır. Yönetim Sistemi ile atıkların sistematik olarak azaldığı izlenmiştir. Atıkların birbirleriyle reaksiyona girmeyecek şekilde geçici depolanması sağlanmıştır. Atıkların sistematik hale getirilmesiyle %95 oranında verim sağlanmıştır. Atık Kayıt Defterleri

oluşturulmuştur. Tüm atıklar kayıt altına alınmıştır. Buda kurulan sistemin etkin bir şekilde uygulandığını göstermektedir.

Çevre yönetim sistemi kurulması ve uygulamanın yürütülmesiyle olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Tüketiciler ve müşteriler tarafından çevreye duyarlı bir firma imajının bulunması pozitif etkiler yaratmıştır. Çimento fabrikası çoğunlukla satışını ihracat yapmaktadır. Böylece farklı ülkelerdeki çevre standartlarını karşılamakla uğraşmak yerine ISO 14001 standardı ile bu çabaları azaltmıştır. Çevre faaliyetlerini daha uygulanabilir hale getirmiştir. Enerji ve iklim değişikliğinin entegrasyonunun uygulamaya alınması kolay bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Atıkların azaltılması, atıkların yönetmeliğe uygun bertarafı, geri dönüşüm oranının artırılması, çevre bilincinin yaygınlaştırılması ve alternatif hammaddenin kullanımının artırılması ile olumlu etkiler sağlanmıştır. Tesise getirilen alternatif hammadde kullanımı %30 oranında artmıştır. Planlama aşamasında hazırlanan çevre boyutlarında tüm departmanlarda çevresel faktörlere değinilmiştir. Böylece tüm olumsuzluklar için %60 oranında aksiyon alınıp, iyileştirmeler yapılmıştır.

Çevre yönetim sisteminin kurulması ve uygulamanın yürütülmesiyle olumsuz sonuçlarda elde edilmiştir. Entegrasyonun olumsuz yönleri ise dokümantasyonun fazla zaman alması ve çalışanlara dağıtımının yapılmasıdır. Sistemin yatırım maliyetleri fazladır. Ayrıca fosil yakıtlara ikame olarak ısı değeri yüksek atıklar kullanılabilir. Tesise atık yakma lisansı alması önerilmiştir. Fabrika içinde, dışarıdan gelen firmalar ile ve alt yükleniciler ile uygulama esnasında sorunlarla karşılaşmıştır. Bu nedenle tesise firmalar işletmeye gelmeden önce evrakların temin edilmesi ve tesise giriş yaptıklarında eğitim verilmesi önerilmiştir.

Dokümantasyonun fazla zaman alması ve çalışanlara dağıtımının yapılması hususunda entegrasyon sırasında yaşanan sıkıntılar için; ÇYT tarafından hazırlanan dokümanların tabloya göre e-posta ile onaya sunulması ve ilgili yönetici tarafından iletilen onay e-posta'sı doküman onayları klasöründe muhafaza edilmesi önerilmiştir.

Dokümanlar elektronik ortamda yayınlanmadan önce PDF formatına çevrilir, kontrolsüz kullanımı engellemek amacıyla dokümanın alt bilgi kısmına ;"Çıktı Alındığında Geçersizdir" ibaresi eklenmesi önerilmiştir. Böylece doküman kalabalığının azaltılması önerilmiştir.

Böylece ÇYS kurulduktan sonra tesisin çalışma şartlarını olumsuz etkileyen enerji ve iklim değişikliği üzerindeki araştırmalar ile WHR tesisinin yapılması ve CO₂ emisyonlarının azaltılmasının olumlu etkileri olacağına ulaşmıştır. İşletmeler, imkânlarını ve zamanlarını en iyi şekilde kullanmalıdır. Sistemin sürekli iyileştirmeye açık olmasını ve sürdürülebilirliğini sağlamalıdır.



KAYNAKLAR

- Alpan Edip M., 2013. Çimento Sektöründe Atık Isı Geri Kazanımı Sistemleri Kullanımı. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği.
- Ambalaj Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2017. Resmi Gazete. Sayı: 30283, Yayın Tarihi: 27.12.2017
- Anderson, J.W., 2001. How the Kyoto Protocol developed:a brief history.In: Toman, M.A. (Ed.), Climate Change Economics and Policy: An RFF Anthology. Resources for the Future, 11–23.
- Anstoetter, M. D., McDonough, M., 2012. Environment Action Program To Address Nanomaterials and Endocrine Disruptors. Shook Hardy and Bacon LLP. 1-10.
- Aydın, A., Çamur Ö., 2017. Avrupa Birliği Çevre Politikaları ve Çevre Eylem Programları Üzerine Bir İnceleme. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(13).
- Aydın, M. E., Bedük F., 2010. İşletmelerde Çevre Yönetimi ve Karaman İli İçin Bir Örnek Uygulama. SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 10(19):403-414.
- Ayduk, Ç., Sevdâ P., 1999. Çimentonun Tarihçesi ve Türkiye Çimento Sektörü H.Ö. Sabancı Holding Çimento Grubu Yayını.
- Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, 2008. Resmi Gazete. Sayı: 26952, Yayın Tarihi: 30.07.2008
- Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2017. Resmi Gazete. Sayı: 30016, Yayın Tarihi: 23.03.2017
- Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt Ve Alternatif Hammadde Tebliği, 2017. Resmi Gazete. Sayı: 30037, Tarih: 13.04.2017
- Bektaş H., 2005. Madencilikte Çevre Yönetim Sistemi Uygulaması: TS EN ISO 14001. Ankara, Madencilik ve Çevre Sempozyumu
- Bilgiç E., 2017. İklim Değişikliği İle Mücadelede Emisyon Ticareti ve Türkiye Uygulaması. Ankara, Mali Hizmetler Uzmanlığı Uzmanlık Tezi.

- Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, 2015. Resmi Gazete. Sayı: 29378, Tarih: 6.6.2015
- Budak S., 2004. Uluslararası Çevre Düzenlemeleri Bağlamında Politika Adalet ve Kalkınma. (Ed., Yıldırım, Uğur ve Marin, Mehmet Cevher). Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar. Beta Yayınları: İstanbul. ss. 385-430.
- Bosoaga, A., Masek, O., Oadkey, J.E., 2009. CO2 Capture Technologies for Cement Industry. Energy Procedia, 1:133-140
- Cembureau Report, 1999. The European Cement Association “Best Available Techniques” for the Cement Industry, December, 238s.
- Cembureau, Activity Report, <https://cembureau.eu/media/1635/activity-report-2016.pdf>, 2016
- Cook, G., 2009. Climate Change and the Cement Industry. Assessing emissions and policy responses to carbon prices, 23s.
- Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı, 2014. Çimento ve Klinker Üretim Tesisleri, Ankara.
- Çimento, Cam, Seramik, Ve Toprak Ürünleri İhracatçıları Birliği, 2018. Çimento Sektörü Makro Pazar Analizi ve Hedef Pazarlar Raporu. Ekim, Ankara.
- Daloğlu Ş., 2007. Endüstriyel Enerji Verimliliği Metodolojisi Ve Çimento Sektöründe Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Derinöz C., 2015 ve ÜNVER İ., 2015. Çevre Mevzuatı Gereği Sorumluluklar ve Görevler. Türkiye Çimento Müstahsiller Birliği, Ankara.
- Doğanay M., 2000. Tekstil Endüstrisinde Çevre Yönetim Sistemi Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Engin, T. Ve Ari, V., 2005. Energy auditing and recovery for dry type cement rotary kiln systems - A case study. Energy Conversion and Management, 46 (4), 551-562.
- Engin, Y., 2015. Çimento Endüstrisinde Sürdürülebilirlik. <http://www.betonvecimento.com/surdurulebilirlik/cimento-endustrisinde-surdurulebilirlik>, Erişim Tarihi:2.10.2019, 16:47

- Entegre Çevre İznine (Eçi) Tabi Çimento Üretim Tesislerinin Uyum Durumları Ve Gerekliliklerinin Belirlenmesi Projesi, 2016. Çimento Üretim Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol İle İlgili Ab Endüstriyel Emisyonlar Direktifinin (EED - 2010/75/EU) Uygulanmasına İlişkin Sektör Notu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Temmuz, 73s.
- Erdoğan A., 2008. İklim Değişikliği İle Mücadele Faaliyetlerinin Türk Çimento Sanayiine Etkileri. Uzmanlık Tezi, Nisan.
- Ertuğrul İ., Şavlı A., 2013. ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve Bakır Mamulleri Sanayine Uyarlanması. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 3, Sayı 2, 223-238
- Eskin, C.C., 1998. Çimentoların Katkı Maddeleri ile Birlikte veya Ayrı Öğütülmesinin Beton Dayanımı Üzerindeki Etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1-41.
- Fellaou, S. Ve Bounahmidi, T., 2017, Evaluation of energy efficiency opportunities of a typical Moroccan cement plant: Part I. Energy analysis, Applied Thermal Engineering, 115, 1161-1172.
- Fryxell, G., Lo, C., Ve Chung, S., 2004. Influence of Motivations for Seeking ISO 14001 Certification on Perceptions of EMS Effectiveness in China. Environmental Management 33(2), 239- 251.
- Gencel D. C., 2015. Çimento Sektöründe Sürdürülebilir Üretim. <https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/cimento-sektorunde-surdurulebilir-uretim/459> (Erişim Tarihi, 13.08.2019)
- Geng, Y. Ve Cote, R., 2003. Environmental Management Systems at the Industrial Park Level in China, Environmental Management. 31(6): 784-794.
- Gibbs M. J., Soyka P. And Conneely D. CO₂ Emissions From Cement Production. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 175:172
- Hacıfazlıoğlu, H., 2017. Çimento Üretimi Part 2. Ders Notu, İstanbul.

- Hafriyat Toprağı, İnşaat Ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, 2004. Resmi Gazete. Sayı: 25406, Tarih: 18.03.2004
- Hasanbeigi A., Price, L., Lu, H. Ve LAN, W., 2010. Analysis of energy-efficiency opportunities for the cement industry in Shandong Province, China: A case study of 16 cement plants, *Energy*. 35 (8): 3461-3473.
- Hasanbeigi A., Price L., Lin E., 2012. Emerging energy-efficiency and CO₂ emission-reduction technologies for cement and concrete production: A technical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, no. 8: 6220-6238.
- Hendriks, C., Martin, N., Meida, L. O., Price, L., Worrell, E., 2001. Carbon Dioxide Emissions From The Global Cement Industry” *Annual Reviews Energy Environment*, 303:329.
- Humphreys, K., Mahasen, M., 2002. Towards a sustainable cement industry. 8:102s.
- İşlek, Ç., 2010. Tersanelerde ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve OHSAS 18001 İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemi Uygulamaları. İstanbul, Yüksek Lisans Tezi.
- Karabulut, E., 2004. Avrupa Birliği Çevre Politikaları. (Ed., Uzun, Turgay ve Özenci Serap). Avrupa Birliği Sürecinde Türkiye. Seçkin Yayıncılık, Ankara, 332s.
- Kara, G., İbiç A., Yağcıoğlu E., 2018. Çimento Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı 1(2): 87-90
- Keser, I., 2011. The Common Maritime Transport Policy Of The European Union-The Protection And Preservation Of The Marine Environment. *Poredbeno Pomorsko Pravo*, (50):269-304.
- Khurana, S., Banerjee, R. Ve Gaitonde, U., 2002. Energy balance and cogeneration for a cement plant, *Applied Thermal Engineering*. 22 (5): 485-494.
- Korul, V., 2003. Havaalanı Çevre Yönetim Sistemi, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 99-120.
- Kuleli Ö., 2010. Çimento Mühendisliği El Kitabı. Ankara, 11.1

- Kumar, S. S., Singh, N. A., Kumar, V., Sunisha, B., Preeti, S., Deepali S. Ve Nath S. R., 2008. Impact of dust emission on plant vegetation in the vicinity of cement plant. *Environmental Engineering and Management Journal*, 7(1):31-5.
- Köleli, Y., 2015. TR63 Bölgesi Çimento Sektör Raporu. 26s.
- Liu, F., Ross, M. Ve Wang, S., 1995, Energy efficiency of China's cement industry, *Energy*, 20 (7), 669-681.
- Madloul, N. A., Saidur, R., Rahim, N. A., Islam, M. R. Ve Hossian, M. S., 2012. An exergy analysis for cement industries: An overview, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 16 (1), 921-932.
- Marhavilas K. Ve Koulouriotis D.E., 2008. A risk-estimation methodological framework using quantitative assessment techniques and real accidents' data: Application in an aluminum extrusion industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 21, 596-603.
- Marland, G., Boden T.A., Griffin, R.C., Huang, S.F., Kanciruk, P. And Nelson, T.R., 1989. Estimates of CO₂ Emissions from Fossil Fuel Burning and Cement Manufacturing, Based on the United Nations Energy Statistics and the U.S. Bureau of Mines Cement Manufacturing Data. Report No. #ORNL/CDIAC-25, Carbon Dioxide Information Analysis Centre, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, USA.
- Mccaffrey, R., 2002. Climate Change And The Cement Industry. *GCL Magazine*, London, 5s.
- Melnyk S., 2003. A Model of Site- Specific Antecedents of ISO 14001 Certification, *Production and Operations Management*, 12 (3), 369- 385.
- Mevcut En İyi Teknikler (Met) Ulusal Kılavuzu, 2016. Entegre Çevre İznine (Eçi) Tabi Çimento Üretim Tesislerinin Uyum Durumları ve Gerekliklerinin Belirlenmesi Projesi. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Mayıs, 191s.
- Mikulčić H., Klemeš J.J., Vujanović M., Urbaniec K., Duić N., 2016. Reducing greenhouse gasses emissions by fostering the deployment of alternative raw

- materials and energy sources in the cleaner cement manufacturing process. *Journal of cleaner production*, 136: 119-132.
- Mishra, S. Ve Siddiqui, N.A., 2014. Review On Environmental and Health Impacts Of Cement Manufacturing Emissions. *International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences*, 2: 26-31.
- Ofori, G., Gang, G., Ve Briffett, G., 2002. Implementing Environmental Management Systems in Construction: Lessons from Quality Systems. *Building and Environment* 37, 1397- 1407.
- Orhan A.E., 2018. Çimento Üretiminden Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Özdenkoş, O., 2010. Çimento Fabrikalarında Kalite ve Çevre Yönetimi Sistemleri: Sektörde Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 178s.
- Öztürk, E., 2016. Çimento Sektöründe Alternatif Hammadde ve Alternatif Yakıt Kullanımının Çevresel Yararlarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 74s.
- Papadaki, G., 2012. European Environmental Policy And The Strategy: Europe 2020. *Regional Science Inquiry Journal*, 4(1):151-158.
- Petit, J. R., Jouzel, 1999. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok Ice core Antarctica. *Nature* 399(6735):429–436.
- Polat, B., 2003. Çevre Yönetim Sistemi Uygulamalarının İşletmelere Sağladığı Faydalar: Bir Örnek Çalışma. Çukurova Üniversitesi, Çevre Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 16-18.
- Raines, S., 2002. Implementing ISO 14001—An International Survey Assessing the Benefits of Certification. *Corporate Environmental Strategy*, Vol. 9, No. 4 (2002).
- Raines, S., Ve Haumesser, C., 2002. ISO14001 In The United States: Good News on The Question of Hype Versus Hope. *Environmental Practice* 4(3), 163-169.

- Rehan, R., Nehdi, M., 2005. Carbon dioxide emissions and climate change: policy implications for the cement industry. *Environmental Science & Policy*, 8: 105–114.
- Rezaee, Z., Elam, R., 2000. Emerging ISO 14000 Environmental Standards: A Step-by-Step Implementation Guide. *Managerial Auditing Journal*, 15(1), 60–67.
- Rovira, J., Flores, J., Schuhmacher, M., Nadal, M. Ve Domingo, J. L. 2015. Long-Term Environmental Surveillance and Health Risks of Metals and PCDD/Fs Around a Cement Plant in Catalonia, Spain. *Human and Ecological Risk Assessment*, 21:514-532.
- Salbaş, N., 2016. Sürdürülebilir Çimento Sektörü Endeksi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 2009. Resmi Gazete. Sayı: 27277, Yayın Tarihi: 3.7.2009
- Schorcht, F., Kourti, L., Scalet, B. M., Roudier, S., Sancho, L.D., 2013. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide, European Commission.
- Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, 2017. Resmi Gazete. Sayı: 29003, Yayın Tarihi: 31.05.2017
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004. Resmi Gazete. Sayı: 25687, Yayın Tarihi: 31.12.2004
- Söğüt Z., Oktay Z., Karakoç H., Ve Yörü Y., 2010. Kuru Tip Çimento Üretiminde Farin Değirmenin Termoeconomik Analizi. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, Eskişehir, 30(1):59-72.
- Stuart, R., 2000. Environmental Management Systems In The 21st Century, *Chemical Health & Safety*, 23-25
- Şahin M., 2017. Çimento Fabrikalarında Elektrik enerjisi Verimliliğinin Artırılması-Konya Çimento Fabrikası Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Konya
- Şenyurt, B., 2016. Çimento Sektöründe Alternatif Yakıt Kullanımı – Sorunlar. Ankara, TÇMB

- TÇMB, 2019. <https://www.tcma.org.tr/> Erişim Tarihi: 08.10.2019 saat:17:05
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 2017. Resmi Gazete. Sayı: 29959 Yayın Tarihi: 25.01.2017
- Topçu F.H., 2018. Düşük Karbon Ekonomisine Geçme(me): İklim Değişikliği ve Enerji Politikaları Bağlamında Bir Bakış. Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, 115-154
- Tosun, F., 2006. Çimento Fabrikalarında Alternatif Yakıt Olarak Katı Atıkların Kullanımı, İstanbul.
- Türk Standartları Enstitüsü, 2012. TS EN 197-1 Çimento-Bölüm 1: Genel Çimentolar-Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri. Ankara
- Türk Standartları Enstitüsü, 2014. TS EN 197-2 Çimento-Bölüm 2: Uygunluk değerlendirmesi. Ankara
- Türkiye Çimento Müstahsiller Birliği (TÇMB), <https://www.tcma.org.tr> , Erişim Tarihi: 05.07.2019 saat:15:29
- Van Ruijven, Bas J., Detlef P. Van Vuuren, Willem Boskaljon, Maarten L. Neelis, Deger Saygin, And Martin K. Patel., 2016. Long-term model-based projections of energy use and CO₂ emissions from the global steel and cement industries. Resources, Conservation and Recycling, 112 : 15-36.
- Yeğinobalı, A., 2003. Yeni Bir Çağın Malzemesi Çimento. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Ankara
- Yontar, İ. G., 2007. Sürdürülebilir Çevre ve Ekonomi İçin Bir Araç: Türkiye’de ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standardı, Review of Social, Economic & Business Studies, 9(10), 477-500.
- Wang, J., Dai, Y. Ve Gao, L., 2009. Exergy Analyses And Parametric Optimizations For Different Cogeneration Power Plants İn Cement İndustry. Applied Energy, 86 (6): 941-948.
- Worrell E., Bernstein L., Roy J., Price L., Harnisch J., 2008. Industrial energy efficiency and climate change mitigation. Energy efficiency, 2:109-123

ÖZGEÇMİŞ

30.10.1194 tarihinde Adana'nın Ceyhan İlçesi'nde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini burada tamamladıktan sonra 2016 yılında Çukurova Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2016 yılı Ağustos ayında Atasar Mühendislik firmasında çalışmaya başladı. 2017 yılı Şubat ayında Atasar Mühendislik firmasında ki işinden ayrılarak Sönmez Çimento Yapı ve Madencilik Sanayi Tic. A.Ş. çalışmaya başladı. Halen Sönmez Çimento Yapı ve Madencilik Sanayi Tic. A.Ş. Çevre Mühendisi olarak çalışmaktadır.