



Sürdürülebilir Çimento Üretiminde Çevre Yönetimi Yasal Bileşenleri

Fatma Didem Tunçez*

¹ Enerji Yönetimi Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, KTO Karatay Üniversitesi, Konya, Türkiye

E-Posta: didem.tuncez@karatay.edu.tr

Orcid: 0000-0003-2841-6780

Gönderim 16.02.2021; Kabul 23.03.2021

Özet: Türkiye’de ilk olarak 1912 yılında Darıca’da ve Eskişehir’de çimento fabrikaları devreye alınmış olup günümüzde ise 52 adet entegre çimento tesisinde üretim yapılmaktadır. Çimento sektörü uzun yıllardır çevresel etkileri yoğun bir sektör olarak bilinmektedir. Özellikle hava kirliliği, gürültü kirliliği, iklim değişikliği ve doğal kaynakların tüketimi en önemli çevresel etkilerdendir. Sürdürülebilir çimento üretimi hedefinde; ekolojik dengelerin bozulmadan çevre kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla ekonomik çözümler bulunması vardır.

Kaliteli üretimden ödün verilmeden proaktif yaklaşımla doğal kaynakların ve enerjinin kullanımının azaltılması için alternatif yakıt ve hammaddelere yönelmesi, emisyonların ve sera gazlarının azaltılması, çevre mevzuatına uyumlu üretim yapılması konularında stratejiler izlenmektedir. Hammadde temini ve enerji tüketimi, çevresel etkileri çok olan en büyük maliyet kalemleridir. Sürdürülebilir çimento üretiminde, hammadde çıkarılmasından çimentonun pazarlanmasına kadar olan faaliyetlerde, geleneksel doğrusal ekonomi kuralları yerine çevresel değerleri koruyarak kullanan döngüsel ekonomi modelinin uygulanması yatar. Bu nedenle kaynak tüketimi ve yakıt temininde sürdürülebilirlik anahtar kelimesine yoğunlaşılması gerekmektedir. Atıkların çimento fabrikalarında alternatif hammadde ve yakıt olarak kullanılması ile ürün ve çevre kalitesinden ödün vermeksizin doğal kaynakların korunması, enerji maliyetlerinin azaltılması, fosil yakıtlardan kaynaklanan dışa bağımlılığın azaltılması, sera gazlarının indirgenmesi çevre kirliliğine neden olan atıkların azaltılması gibi birden fazla hedefin gerçekleştirilmesinde en önemli rolü oynamaktadır. Ancak bu hedefler gerçekleştirilirken Türk Çevre Mevzuatına uyum esastır. Bu çalışmada, sektörün çevresel performanslarını artırırken yasal gereklere uyum sağlanması için alınması gereken tedbirler analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çimento, Çevre, Mevzuat.

Environmental Management Legal Components in Sustainable Cement Production

Received 16.02.2021; Accepted 23.03.2021

Abstract: Darıca in Turkey is the first commissioned in 1912 and today is engaged in manufacturing cement factories in Eskişehir is 52 integrated cement plants. The cement sector has been known as a sector with intense environmental effects for many years. Especially air pollution, noise, climate change and consumption of natural resources are among the most important environmental effects. In the goal of sustainable cement production; There are economic solutions to improve environmental quality without disturbing ecological balances.

It follows strategies to turn to alternative fuels and raw materials to reduce the use of natural resources and energy with a proactive approach without compromising quality production, reducing emissions and greenhouse gases, and making production in compliance with environmental legislation. Raw material supply and energy consumption are the biggest cost items with high environmental effects. In sustainable cement production, from the extraction of raw materials to the marketing of cement, it is the application of the circular economy model that uses environmental values in a conservative manner instead of traditional linear economy rules. For this reason, it is necessary to focus on sustainability keywords in resource consumption and fuel supply. The use of wastes as alternative raw materials and fuels in cement factories plays the most important role in achieving more than one goal, such as protecting natural resources without compromising product and environmental quality, reducing energy costs, reducing external dependence from fossil fuels, reducing greenhouse gases, and reducing waste that causes environmental pollution. However, while achieving these goals, compliance with the Turkish Environmental Legislation is essential. In this study, the measures to be taken in order to comply with legal requirements while increasing the environmental performance of the sector are analyzed.

Key Words: Cement, Environment, Legislation.

*İlgili E-posta/ Corresponding E-mail: didem.tuncez@karatay.edu.tr

Eğer bu makale bir tezin parçası veya sempozyumda (Sempozyum tarihleri ve yerini parantez içinde yazınız) sunulduysa, lütfen burada belirtiniz.

GİRİŞ

Çimento, icadından bu yana büyüyen nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte hayatımızın vazgeçilmez bağlayıcılarından biridir. Son yüzyılda küresel konut ve modern altyapı ihtiyaçlarını karşılamak için üretilen çimento, kilit malzeme olarak gelişmişliğin bir ölçütü olmuştur. Türkiye’de 2019 yılında 57 milyon ton çimento üretilmiştir [1]. Artan çimento tüketimine paralel olarak her geçen yıl artan üretimler sergileyen çimento endüstrisi, üretim neticesinde ortaya çıkan çevresel etkileri ile yüz yüze kalmaktadır [2], [3]. Çevresel etkilerinin başında toz, emisyon, gürültü ve titreşim gelmektedir [4]. Üretim sırasında oluşan bu olumsuz çevresel etkilerini azaltarak, yeşil ekonominin bir parçası olarak sürdürülebilir bir hale gelmek, çimento endüstrisinin ajandasında ilk sırayı almaktadır. Kurumsallık adına firmalarda sektör uygulamaları, sürdürülebilirlik yarışında mevzuatın mecbur kıldıklarının önüne geçmesi gerekirken çoğu firma mevzuatın izlenmesinde gösterilen zaafırlar nedeni ile binlerce liralık idari yaptırımlara maruz kalmaktadır. Çevresel etkilerin sıralanması, çevre boyutlarının hesaplanması kritik göstergelerin tespit edilerek kontrol hiyerarşisinin belirlenmesi gerekmektedir. Öncelikler belirlendikten sonra sorumluluklar dağıtılarak mevzuattan sapma potansiyellerine proaktif bir yaklaşımla hızla müdahale edilmelidir. Aksi halde meydana gelen sapmalar sadece idari yatırımla sonuçlanmakla kalmayıp firmaların marka prestijlerini zedelemektedir. Bu nedenle izleme ve ölçmeler dikkatli takip edilmelidir. Çimentoyu çevre dostu bir ürün haline getirme çabaları; sera gazlarını yakalama, alternatif yakıt ve hammadde kullanımı ile ilgili çabalar, çevre stratejilerinin yönünü belirlemiştir. Çevresel performansların artırılmasında, bu iki konu, çimento sektörünü diğer sektörlerden farkı kılmaktadır.

Sürdürülebilir çimento üretimi için temel uygulama alanları alternatif hammadde kullanımı, alternatif yakıt kullanımı, çimento içinde klinker kullanım oranının düşürülmesi ve enerji verimliliği çalışmalarıdır [5].

Çimento sektörü enerji yoğun bir sektördür. Sektörden kaynaklanan emisyonların başlıca sorumlusu olarak tutulan yenilenemeyen fosil kaynakların kullanımının azaltılması için alternatif yakıt arayışları olmaktadır. Bu arayışlara, atıkların oluşturduğu çevresel sorunların eklenmesi ile beraber yakma olanakları araştırılmaya başlamıştır. Ülkelerde gelişmişliğin göstergesi olan enerji tüketim oranlarının artması, enerji fiyatlarının artması ve doğal kaynak olan kömür, fuel oil, doğal gaz gibi kaynakların hızla tüketimi, sera gazlarının azaltılması yaklaşımları, çimento fabrikalarında atıkların yakıt olarak kullanılmasının yolunu açmıştır. Ön ısıtıcılı yüksek sıcaklıkta ve uzun bekleme süreli olan üretim fırınlarının iç ortam şartları, atıkların yakılması için elverişli bir ortam oluşturmaktadır. Dolayısı ile atıkların daha düşük sıcaklıklarda yakılmasından kaynaklanacak emisyonların da önüne geçilmektedir [6]. Çimento sektöründe üretimin sürdürülebilir kılınması için alınacak tedbirlerde, Türk Yasal Mevzuatının gereklilikleri çerçevesinde aksiyonlar almak, çevre yönetimini kusursuz kılmakta, çevresel etkiler ile çevrenin özümleme kapasitesi arasında dengenin kurulmasını sağlamaktadır. Çalışmada, sektörün çevresel etkileri verilmiş, etkilerin kontrolü ihtiyaçları belirlenmesinde mevzuatın çizdiği yol araştırılarak değerlendirilmiştir.

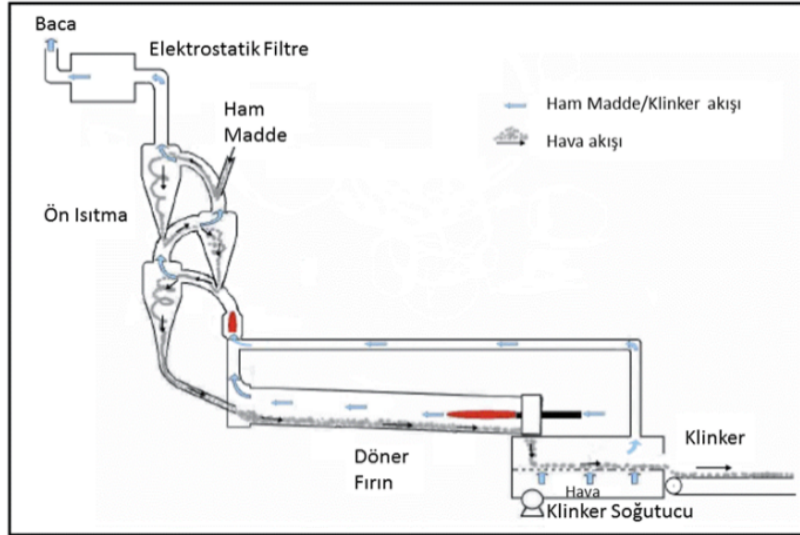
MATERYAL VE METOT

Çalışmada çimento sektörünün çevresel boyutları (Environmental Management System – EMS-ISO 14001) değerlendirilmiştir. Her bir boyut için Türk Çevre Mevzuatı incelenerek Çimento üretimi tesisleri için yasal gereklilikler ortaya konulmuştur. Çalışma kapsamında öncelikle entegre çimento fabrikalarının çevresel etkilerini oluşturan sebepler ortaya konulmuş ve bu koşutta Avrupa Birliği’ne entegre olmuş çevre mevzuatı irdelenerek, çevresel etkilerinin önlenmesi ve azaltılması için alınacak tedbirler ve yapılacak ölçme-izleme faaliyetleri belirlenmiştir. Sektördeki fabrikalarda bulunan ünitelerde oluşan çevresel etkiler araştırılarak çevresel etki matrisi oluşturulmuştur. Ardından bu çevresel etkilerin, Türk Çevre Mevzuatındaki yeri hakkında detay bilgiler verilmiş ve bu çalışmanın metodolojisini belirleyen çevresel yasal gerekler kavramının mevzuattaki yeri, derinlemesine incelenerek değerlendirilmiştir.

Çimento Üretim Prosesi

Çimento üretimi, işlem olarak üç aşamadan oluşmaktadır. Hammaddenin hazırlanması, malzemelerin yakıtlarla beraber pişirilmesi, pişirilen malzemeye katkı maddeleri eklenerek öğütülmesi olarak aşamalar özetlenebilmektedir. Hammadde; kırıldıktan sonra öğütülüp homojen bir şekilde karıştırılması hazırlık evreleridir. Ocaktan sökülüp getirilen kil, kalker, kireçtaşı ve demir cevheri, kırıcılarda kırılıp bilyalı veya valsli değirmenlerde mikron büyüklüğüne kadar öğütülür. Karışım oransal olarak %75-80 kalker, %20-25 kil ve diğer hammaddelerden meydana gelmektedir. Karışımın yaklaşık % 64-65’i kalsiyum oksit , %21-22’si silisyum oksit (SiO₂), % 6-7’si alüminyum oksit (Al₂O₃) ve %6-7’si demir oksittir(Fe₂O₃). Hammaddeler; staker denilen dairesel karıştırıcılar veya hava ile karışım yapan homojene siloları vasıtası ile homojene edilerek pişirmeye hazırlanır. Pişirmeye hazır karışım, un anlamına gelen “farin” kelimesi ile adlandırılır. Döner fırından gelen yanma gazları ile homojenize olan hammadde kurutulurken farinin nem oranı % 1 nem oranına kadar düşürülür. Farin, fırınlardan önce çok kademeli siklon kombinasyonundan oluşan ön ısıtıcılarda kalsine olmaya başlar. Ön ısıtmanın yapıldığı kalsinasyon kulelerinde aşağıya doğru hareket eden farin, döner fırından yukarıya doğru hareket eden sıcak gaz ile karşılaşarak kalsine olmaya başlar (Şekil 1). Siklonlar ile ön kalsine olmuş 750 °C civarında sıcaklığa sahip

farin, fırın girişinden döner fırına girer. Yatay ve çıkış noktasına doğru %3,5 eğimle yerleşen döner fırınlar genel olarak uzunluğu 30 ila 60 metre, çapı ise 3 ila 6 metre arasındadır. Fırınların iç yüzeyi ateşe ve yüksek ısıya dayanıklı refrakter tuğlalar ile örülmektedir. Döner fırın içinde dairesel olarak akan malzeme, fırın çıkışı tarafında bulunan alev borusu vasıtasıyla beslenen toz halinde kömür, fueloil veya doğal gaz gibi fosil yakıtlar ile 1450 °C civarında pişirilir. Atıklar da yüksek sıcaklığa sahip döner fırınlarda alternatif yakıt olarak kullanılmakta böylece hem enerji elde edilmekte hem de bertaraf edilmektedir. Döner fırınlardaki kalsinasyon işlemi, sıcaklığın etkisiyle karbonat ve hidratların parçalanarak oksit bileşenleri elde edilmesidir. Kireçtaşında bulunan kalsit (CaCO_3) minerali bir dizi kimyasal reaksiyon ile serbest kireç (CaO) mineraline dönüşür. Bu sırada farin içerisindeki karbon, karbondioksit olarak farinden uzaklaşır. Farin, fırında pişerken ham madde içindeki oksitler önce serbest hale gelir ardından sıcaklık yükseldikçe aralarında yeni kristaller oluştururlar. Fırın içerisinde malzeme, eğim sayesinde ek bir güç gerektirmeden gravitasyonel kuvvet doğrultusunda akar ve çıkışa yaklaştıkça sıvılaşmaya başlar. Çıkışta ince taneler birleşir ve daha büyük klinker taneleri oluşur. Çimentonun katılaşma sertleşme özelliğinde önemli bir unsur olan ve çimento hacminin % 50-55'ini oluşturan trikalsiyum silikat (alit- C_3S) oluşumu için döner fırından çıkan klinker soğutma ünitelerinde ani olarak soğutulur. Sıcaklığı 100 °C'nin altına düşürülmüş klinker, klinker stokholünde stoklanır. Yarı mamul olan klinker çimento değirmenlerinde yardımcı hammaddeler ile birlikte öğütülerek çimento üretilir. Çimentonun üretilmesinde kullanılan iki ana malzemeden biri yarı mamul olan klinker diğeri ise doğadan doğrudan elde edilen alçıtaşıdır. Bunların dışında puzolan, pişmiş şist, silis dumanı, uçucu kül, kırmızı çamur yüksek fırın cürufu, ve benzeri malzemeler de üretilecek çimento türüne göre katkı olarak kullanılmaktadır. Klinkere öğütme sırasında alçı taşı katılırsa üretilen çimentoya "Portland Çimentosu", diğer katkılarda katılırsa "Katkılı Çimento" denir.



Şekil 1. Ön ısıtıcı-fırın-soğutucu ünitelerinin şematik gösterimi [7]

Çevresel Yükler

Toz, azotoksitler (NO_x), kükürtoksitler (SO_x), sera gazlarından karbondioksit (CO_2), diğer gazlar ve gürültü, evsel atıksular, endüstriyel atıklar, çimento sektörünün başlıca çevresel etkileridir [8]. Çimento sektöründe oluşan çevresel etkiler Tablo 1.'de çimento fabrikasının birimlerine göre özetlenmiştir.

Tablo 1. Çimento fabrikasının ünitelerine göre çevresel etkileri

	Atık/Emisyon/Kaynak Kullanımı	Çevresel Etki	Hava kirliliği	Hava kirliliği	Kaynak kullanımı	Kaynak kullanımı	Su ve Toprak kirliliği	Hava kirliliği	Kaynak kullanımı	Su ve Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Gürültü kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Kaynak kullanımı	Toprak kirliliği	Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Toprak Kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Su ve Toprak kirliliği	Toprak Kirliliği	Hava Kirliliği
Üniteler																													
Hammadde stok sahaları			•		•	•	•			•	•	•	•																
Kapalı stok sahaları			•						•	•	•	•	•																
Homojenizasyon siloları			•			•			•	•	•	•	•																
Farin değirmenleri			•			•			•	•	•	•	•																
Kömür değirmenleri			•			•			•	•	•	•	•																
Atık kırıcıları			•			•			•	•	•	•	•																
Atık besleme sistemi						•			•	•	•	•	•																
Fırınlar ve kalsinatörler			•	•	•	•			•	•	•	•	•															•	
Çimento değirmenleri			•			•			•	•	•	•	•																
Çimento Paketleme			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•																
Kompresör dairesi						•			•	•	•	•	•																
Atık yağ tankları						•			•	•	•	•	•																
Bakım atölyeleri						•			•	•	•	•	•																
Hammadde Ocakları			•		•	•	•		•	•	•	•	•																•
Taşkıranlar			•			•			•	•	•	•	•																
Atıksu arıtma tesisi						•			•	•	•	•	•																
Ambar									•																				
Bürolar									•																				
Sosyal tesisler									•																				
Kazan dairesi (evsel ısınma)			•	•	•				•	•	•	•	•																
Trafolar						•			•	•	•	•	•															•	
ÖTL Depo Alanı						•	•		•																				
Hurda Sahası									•	•																			
Kömür stok sahası			•			•	•		•																				

Emisyonlar

Çimento sektöründen kaynaklanan kirleticilerden toz, en önemli kirletici gibi gözükse de son yıllarda gelişen filtre sistemleri ile üstesinden gelinmiş bir kirliliktir. Fırınlar, soğutucular, değirmenler gibi ana bacalarda kullanılan

torbalı filtrelerin yanı sıra bütün bant döküşleri, silo giriş ve çıkışları gibi yardımcı ünitelerde projelendirilecek filtreler, fabrikaların toplam toz kirlilik yükünü düşürmüştür. Özellikle hammadde ocakları, fabrika sahası dahilinde ise patlatma, delme, çıkarma, yükleme, taşıma işlemlerinden kaynaklanan tozlar kontrol altına alınmalıdır. Açıkta bulunan kömür depo yığınları da toz oluşturmaktadır. Açıkta bulunan sahaların kapalı alana çevrilmesi, fabrika içi servis yollarının toz yapmayacak beton, asfalt vb. gibi malzemelerle kaplanması faaliyetleri fabrikaların tozla mücadelesinde geçilmiş önemli aşamalardandır.

Çimento fabrikalarında oluşan fırın emisyonlarının başında azotoksitler (NO_x) gelmektedir. NO_x emisyonları, ön ısıtma ve pişirme sıcaklığının yüksek olması nedeni ile atmosferdeki azot içeriğinden ve pişirmede kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Ön kalsinatörde hava, 100 ppm'ye kadar azotmonoksit (NO) içerir. Asıl önemli kaynak, yakıt kaynaklı NO_x olup yanma sırasında alevdeki azot dönüşümünden kaynaklanmaktadır. Ön kalsinatörde oluşan termal NO_x ve fırında oluşan yakıt kaynaklı NO_x oluşumunu etkileyen en önemli unsur oksijen seviyesidir. Bunun sebebi, NO_x oluşumu için serbest bir oksijen atomu gerektiği gerekçesi ile açıklanır. Bu nedenle, aşırı bir oksijen oluşumu denklemine sağa kaymasına neden olur. Ortamda CO varlığı ise NO_x'lerin oluşumunu azaltır^[9].

Kükürtoksitler (SO_x); çimento fırınında SO_x'lerin oluşumu yakıt ve hammaddedeki kükürt oranından kaynaklanmaktadır. Yüksek kükürtlü petrol koku gibi yakıtlar kullanılmadıkça kömür, fuel oil ve hammaddeden kaynaklanan SO_x'ler fırın içinde yüksek sıcaklıkta klinkere kalsiyum sülfat (CaSO₄) olarak bağlanır ve fırın baca gazında beklenenden daha düşük miktarlarda oluşur. Fırın gazı içinde bulunan SO_x'ler fırın gazının ön ısıtıcılara kadar sirküle edilmesi sebebi ile hammadde ile ilk karşılaşması sırasında kalsiyum sülfat ve kalsiyum sülfid olarak hammadde ile tutulur. Ancak bu karşılaşmalarda hammadde kaynaklı yüksek elementer yük veya düşük alkali ortam olması durumlarında siklon çeperlerinde birikmeler ve tıkanmalar olmaktadır.

Karbonmonoksit (CO); hammaddenin ön ısıtılması sırasında hammadde içindeki organik karbondan kaynaklanan CO, okside olarak CO₂ ye dönüşür. Klinkerin pişirilmesi sırasında pişirme koşullarından da CO kaynaklanabilir. CO varlığı, NO_x varlığı ile ters orantılı olduğu için NO_x kontrolünde de rol oynayabilir. CO varlığı yanma koşullarının ölçütüdür. Yanma sırasında yeterli miktarda O₂ olması halinde CO, CO₂'ye dönüşür.

Toplam Organik Karbonlar, uçucu organik bileşikler, farinin besleme yapıldığı alanlarda (ön ısıtıcılar), 400 ila 600 C° sıcaklıklarda, farinin içindeki organik bileşiklerinin uçucu forma geçmesi ile oluşur. Dioksin ve furanlar genellikle hammaddede bulunan klor ve hidrokarbonlardan meydana gelir, ön ısıtıcılardaki düşük sıcaklıklarda oluşabilirler. Fırın içinde daha yüksek sıcaklıklarda oluşmaları beklenmez. Farinin ön ısıtıcılara beslendiği noktalarda, atık beslemesi yapılan noktalarda oluşabilmektedir. Dioksin ve furanlar, yüksek sıcaklıkta ve bekleme süresinin uzun olduğu fırın koşullarında, fırın baca gazında standartların altında kalmaktadır^[10]. Metal bileşikler; farin, yakıt ve atıktan kaynaklanabilirler. Uçucu olmayanlar Cr, Ni, Al, Ti, Ba, Be, As, V, Ca, Fe Mg Cu, Ag ateşe dayanıklıdır ve klinkere bağlanarak fırını terk ederler. Yarı uçucular olan Sb, Cd, Pb, S, Zn, K, Na fırın gazında kloridler ve sülfatlar; 700-900 C°lerde çökerek klinker bünyesine geçerler. Talyum ve civa bileşikler ön ısıtıcılarda farinde tutulurlar. Fırında kalma süresinin uzun olduğu sistemlerde bu gazların tutulmaları yoğun olmaktadır. Diğer emisyonlardan; flor, kalsiyuma bağlanır, klinkerde tutulmuş olarak fırını terk eder. Amonyak (NH₃) hammaddeden ve NO_x giderim yöntemlerinden olan SCNR (seçici katalitik olamayan azot azaltımı) sisteminden kaynaklanabilir. Benzen, tolüen, etilbenzen, ksilen; ön ısıtıcılarda düşük sıcaklıklarda, hammadde içindeki organik jeolojik formasyonlardan veya yakıttan meydana gelebilir. Poliaromatik hidrokarbonlar da yine ön ısıtıcılarda 600-800 C° sıcaklıklarda petrol türevi atıkların ön ısıtıcılardan beslenmesi sırasında oluşabilir. Karbondioksit (CO₂) salınımları çimento sektörünün çevresel etkilerindedir^[11]. Çimento sektöründen kaynaklanan CO₂ gazları, yüksek sıcaklıkta CaCO₃ menşeli hammaddelerin kalsine olmasından ve pişirmede kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanır. Çimento sektörü, sera gazlarından CO₂ salınımları yüksek olan endüstrilerdendir^[12].

Gürültü

Hammadde kırıcılar, değirmenler, fırınlar, hava üfleyciler, fanlar, bantların döküşleri ve besleme bunkerleri, tesis içi taşıma-ulaşım, paketleme ünitelerindeki devasa makine ekipmanlardan kaynaklanan gürültüler, çimento üretiminde meydana gelen en önemli çevresel etkilerdendir. Değirmenlerin ve bantların kapalı alanlar içine alınması ve bu kapalı alanların duvarlarında ses yalıtımının yapılması, fan ve motorlara susturucular takılması gibi çeşitli önlemlerle gürültü azaltılabilmektedir. Fabrika çevresine yeşil koridorlar oluşturulması da gürültü önlemlerindedir.

Atıksu

Çimento fabrikalarında; sosyal tesisler, yemekhane ve lojmanlardan kaynaklanan evsel nitelikli atıksular ile sahadan toplanan yağmur suları oluşmaktadır. Çimento prosesi kuru proseslerden olduğu için endüstriyel atıksu oluşmamaktadır.

Atıklar

Makine ve ekipmandan madeni yağ, gres yağı atıkları oluşmaktadır. Laboratuvarından kalite analizlerinde kullanılan asit ve baz nitelikli atıklar, laboratuvarında kullanılan analiz cihazlarının X-ray tüpü, sahada siklonlarda kullanılan radyoaktif sensörler, atölyeden kaynaklanan döküm atıkları ve kesim işlemlerinde kullanılan izolasyon sıvıları, trafolardan izolasyon yağları, yemekhaneden kızartma yağları ve gıda ambalajı atıkları, revirden az miktarda tıbbi atık, makine ve ekipmandan motor yağları ve gres yağları, makine bakımında kullanılan madeni yağların ambalajları (metal varil), kamyon ve iş makinelerinde kullanılmış lastik ve motor yağları, ünitelerden çıkan ıskarta elektronik atıklar, makine ekipmanlarda kullanılan aküler, fabrikaya gelen malzemelerin ambalaj atıkları, kullanılmış iş güvenliği malzemeleri, bürolardan pil ve floresans lamba, kağıt atıkları, fabrikalardan kaynaklanan atıklar arasında sayılabilir. Çimento sektöründe bu atıkların %99'u kendi lisansları kapsamında fırınlarda ek yakıt olarak kullanılarak fabrika içinde minimize edilmektedir. Laboratuvar atıkları, bitkisel yağlar, akü ve piller, trafo yağları, elektronik atıklar, kesme sıvıları ve tıbbi atıklar fabrika dışındaki geri dönüşüm ve bertaraf tesislerine gönderilmektedir.

Koku

Çimento prosesinde, sülfür içeren yakıtlar veya hidrokarbonlardan nadiren koku oluşumu olabilir. Atık beslemesi yapan fabrikalarda; atık kabul sahası, atıktan yakıt hazırlama sahası ve atık besleme bantlarından koku kaynaklanabilir. Atık kabul sahalarında ve atık depo alanlarında; kokuyu önlemek amaçlı ortam havasının filtre eden biofiltreler kullanılmaktadır. Ayrıca depo alanında oluşan koku yapan gazın toplanarak ıslak yıkayıcılarda yıkanması veya aktif karbon filtrelerden geçirilmesi ile çözümlenebilir. Koku giderim sistemlerinin kurulması, atık besleme bantlarının kapalı hale getirilmesi, hakim rüzgar yönüne rüzgarı engelleyici yapıların yapılması, atık alanlarındaki kokunun kontrol altına alınması faaliyetlerindedir.

Berberer yakma

Çimento üretimi enerji yoğun bir sektördür. Altı siklonlu ön ısıtıcı bir fırında; 1 ton klinker için 2.9-3.0 GJ enerji harcanmaktadır [14]. Dünya'da sanayide kullanılan enerjinin yaklaşık %12-15'i çimento sektöründe kullanılmaktadır [15]. Çimento maliyetlerinde önemli yere sahip olan enerji maliyetlerinin düşürülmesi tüm çimento sektörünün gündemindedir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarına olan bağımlılığın azaltılması amaçlı, geleneksel yakıtların, enerji olarak değeri olan atıklarla beraber yakılması yöntemi; enerji giderlerinin düşürülmesi, sera gazlarının (CO₂) indirgemesi gibi yararlarının yanı sıra, atıkların depolanması veya bertarafı gibi maddi ve çevresel kayıplara neden olan sorunsallara da çözüm olması avantajını taşımaktadır [16-18]. Sürdürülebilir çimento üretimi için fırsat olan atık kullanımı, çevre otoritelerinin de desteklediği bir konudur. Şehir atıkları, evsel arıtma tesisi çamurları, atık lastikler, ağartma toprakları, petrol atıkları gibi atıkların oluşturdukları çevre kirliliğinin yanı sıra bu atıkların depolanması sırasında geniş alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu atıkların çimento fabrikasında alternatif yakıt olarak kullanılması ve enerji olarak geri kazanılması önemli bir fırsat oluşturmaktadır. Atıkların, fosil yakıtlar yerine kullanılması CO₂ gazlarında indirgemeler ve kömür vb. doğal kaynaklardan tasarruf edilmesini sağlamaktadır. Çimento üretiminde kullanılan döner fırınların yüksek sıcaklık, okside edici alkalın ortam içeren yakma şartları altında, fırın uzunluklarından kaynaklanan uzun bekleme süreleri; atıkların yakılması için AB Atık Direktiflerinde ve ulusal mevzuatta geçen 850 C° ve 2 sn bekleme süresi olarak tarif edilen ideal ortamı fazlası ile sağlamaktadır. Okside edici ve alkalın ortamlı fırın içinde atıkların uzun (bekleme) muamele süresi, atıkların içerisinde yer alan organik bileşenlerin fırınlarda tamamen parçalanması nedeni ile ekstra stokiyometri oluşmamaktadır. Asit karakterdeki gazlar, kükürtdioksit, hidrojen klorür tamamen nötrale olmakta, ağır metaller metalik silikatlara bağlanmaktadır. Ortamdaki yakıtlar klinkerleşme sürecine girdiğinden atık kül oluşturmamaktadır. Çimento fırınlarında tehlikeli ve tehlikesiz atıklar yakıt kaynağı olarak kullanılmaktadır. Alternatif yakıtlar, boya çamuru, atık motor yağı, solventler, ahşap, plastik, tekstil parçaları, ömrünü tamamlamış lastikler (ÖTL) ve bantlar, sondaj çamurları, petrol rafineri atıkları, arıtma tesisi çamurları, belediye atıkları, ağartma toprağı gibi kalorifik değeri olan yüksek miktarlarda oluşan atıklardır [19]. Nükleer atıklar, enfekte olmuş hastane atıkları, piller, aküler çimento fabrikalarda kullanılması uygun olmayan atıklardır [2,18].

Alternatif yakıtlardan en yüksek verimi alabilmek için fırına beslemeden önce hazırlama aşamasından geçirmek en doğrusudur. Bu nedenle çimento sektörünü destekleyen yeni yan sektör oluşmuştur. Atıktan türetilmiş yakıt hazırlama tesislerinden alınan atıktan türetilmiş yakıt, çimento fabrikalarının işini kolaylaştırmakta, fırına besleme ile ilgili fiziki, kimyasal ve kalorifik şartların kolayca ayarlanmasını sağlamaktadır. Katı atığın boyutu ne kadar toz kömüre yaklaşırsa yanma kaybı o kadar az olmaktadır. Türkiye'deki mevzuata göre çimento fırınlarının toplam ısı gücünün %40'lık kısmına kadar atıklardan elde edilmesine izin verilmektedir [20]. Avrupa Çimento Birliğine üye fabrikalarda 2017 yılında atık kullanımı termal gücün %44,5'ine kadar ulaşmışken Türkiye'deki fabrikaların 2018 ortalamalarına göre atık kullanımı %7 oranında kalmıştır [21]. Bu oranın artırılmamasının altındaki en önemli etkenler fabrikaların atık temini ve yönetimi ile ilgili sorunlardır.

Atık kullanma sürdürülebilirlik için hedef olsa da fabrikalara ekstra yükümlülükler getirmektedir. İki yılda bir yapılacak olan emisyon teyit ölçümlerine ilaveten altı ayda bir ve üç ayda bir tekrarlanan periyodik atık emisyon ölçümleri yapılmalıdır.

Alternatif hammadde kullanımı

Çimento fabrikalarında 1 ton çimento elde etmek için 1,6 ton hammadde kullanılmaktadır. Kullanılan hammaddenin yaklaşık % 80'i kalker kökenlidir. Hammaddelerin, atık maddelerle ikame edilmesi fabrikaların doğal kaynakların korunumu performanslarına yardımcı olmasının yanı sıra yüksek miktarlarda oluşan atıkların depolanması için kullanılacak alan problemi ve atık alanlarından kaynaklanacak çevre kirliliği problemlerine çözüm olacaktır. Ayrıca hammadde ocaklarında, hammaddenin çıkarılması sırasında oluşacak çevresel etkileri de ortadan kaldıracaktır. Demir cürufu, uçucu kül, baca tozu, atık alçı, kireç atıkları, mermer atıkları, maden kazı atıkları, kırmızı çamur, bakır flotasyon atıkları, barit atıkları, kağıt endüstrisi çamurları, mürekkep giderme çamurları, ahşap, gıda, maden, tekstil endüstrisi saha içi suları arıtma çamurları, seramik atıkları, inşaat ve beton atıkları, şeker fabrikası karbonatlama atıkları alternatif hammadde olarak kullanılabilen atıklardandır. Alternatif hammaddeler tıpkı hammaddeler gibi kalite giriş kontrollerine tabi tutulduktan sonra doğal hammaddeler ile birlikte kırıcılara verilerek prosese dahil olmaktadır^[13,22]. Türkiye'de bulunan çimento fabrikalarında 2019 yılında 1,7 milyon ton alternatif hammadde kullanılmıştır^[21].

Çimento fabrikalarında çevre yönetimi

Çimento tesisleri, alan olarak geniş bir sahaya kurulduğu için sahaya hakim bir çevre yönetimi sergilemek için etkin bir çevre yönetimi ekibine ihtiyaç vardır. Ekip, fabrikadaki birimlerden oluşturulurken konuya yakın olan kişilerden seçilmelidir. Kurgulanacak tüm aksiyonlarda, operasyonel kontroller, çalışanların farkındalığı, üst yönetimin sahiplenmesi, ortak hassasiyet gösterilmesi önemlidir. Planlanan aksiyonların başarıya ulaşması ile kurumsal rekabette üstünlük, verimlilik, çevreye yapılan harcamalarda azalmalar gibi çevre yönetimi kazanımları elde edilir. Çevre yönetiminin kurgulanmasından sonra çevre yöneticisinin yapacağı aylık sistem performans raporlamaları, altı ayda bir yapılması önerilen iş tetkikler, yıllık hatırlatma eğitimleri, yasal zorunlukların takibi, acil durumlara hazırlık planları, sistemi yaşayan bir sistem haline getirecektir. Yasal mevzuatın takibinde, sorun yaşanmaması için yasal gereklilikler tabloları oluşturulmalı, yapılacak ölçme-izlemelerin termin tarihleri geçirilmemeli ve yetkili mercie yapılacak bildirimler zamanında yapılmalıdır. Fabrika genelinde atıksu, atık, kimyasal ve emisyon kontrolleri iyi kurgulanmalı, talimatlar oluşturulmalı ve konular ile ilgili sorumlular tayin edilmelidir.

Hava kirliliğinin önlenmesinde toz ve emisyon kontrolü için tüm ünitelerde emisyon ve toz çıkışlarına torbalı filtreler takılarak tedbir alınmalıdır. Saha içinde taş ocağı varsa araç girişlerinde lastik yıkama bölümü, saha içi yollarda toz bastırmak için su spreyleme sistemleri veya sulama için vidanjör bulundurulmalıdır.

Atık yönetiminde; tesiste planlı ve arıza bakım çalışmaları sırasında oluşabilecek yağ ve kimyasalların döküntü ve sızıntılarının önlenmesi, dökülen kimyasal ve atık yağların toplanması için absorban malzemeler, çalışmalara en yakın yerlerde, uygun bir dağılım ile sahaya yerleştirilmelidir. Çalışan işçilere bu malzemelerin kullanımı ile ilgili eğitimler verilmelidir. Döküntülerin toplanması sırasında oluşacak atıkların (absorban malzemeler, üstüğü, iş elbiseleri, eldivenler, atık filtreler, yağ ve kimyasal madde ambalajları ve diğer evsel atık niteliği taşımayan atıklar) toplanması için atık konteynirleri sahaya yerleştirilmelidir. Bakım çalışmalarında kullanılan yağların, tesis içinde ilgili makine ekipmana güvenli bir şekilde ulaştırılması için varillerin taşınmasında, döküntü toplamalı paletler kullanılmalıdır. Sahada varillerdeki yağın yere dökülmeden kullanılması için seyyar pompalar kullanılmalıdır. Ambarda stoklanan dolu yağ varilleri için ızgaralı istif rafları bulundurulmalıdır. Yemekhanede bitkisel yağların ayrı toplanması için bitkisel yağ fiçisi kullanılmalıdır. Saha içinde çalışanların yeme-içmelerinden kaynaklanan evsel ambalaj atıkları için konteynirler yerleştirilmelidir. Atık kimyasalların kontrolü için laboratuvarında asit ve baz içeren atıkların ayrı toplanması için fiçiler bulundurulmalıdır. Çimento değirmenlerinde kullanılan öğütme kimyasallarının silolarının etrafında taşma havuzu inşa edilmelidir. Fabrikada alternatif yakıt kullanılıyor ise atıktan türetilmiş yakıt ve ÖTL sahalarında ve besleme sistemlerinde ilave yangın söndürme sistemleri inşa edilmeli, yangın suyu deposu ve yangında kullanılan suyun depolanması için yangın atıksuyu deposu inşa edilmelidir.

Çimento fabrikalarında çevre mevzuatı takibi

Çimento fabrikaları çevresel yükleri oldukça fazla olan tesislerdendir. Bu nedenle, çevre mevzuatında, çimento fabrikalarının sağlaması gereken şartları ve sınır değerleri oldukça geniş bir yer tutmaktadır. Çimento sektörü çevre yönetimi yasal bileşenleri, Tablo 2'de verilmiş olup bu bölümde çimento fabrikalarında yasal mevzuat gereğince sağlanması gereken şartlar incelenmiştir.

Çimento fabrikaları, Çevresel Etki Değerlendirilmesi (ÇED) Yönetmeliği Ek-1 Listesine göre çevresel etki değerlendirmesine tabi projeler arasında yer almaktadır. Yönetmeliğin Ek-1'ine tabi faaliyetlere Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca ÇED Olumlu Kararı verilmedikçe yatırıma başlanmaması gerekmektedir. ÇED Olumlu Kararı alınmadan başlayan faaliyetler Bakanlıkça durdurulmaktadır. Faaliyete ÇED Olumlu Kararı alınabilmesi için Bakanlığın yeterlik verdiği danışmanlık firmalarına ÇED Raporu hazırlanması gerekmektedir. ÇED Raporunda yapılması planlanan çimento entegre tesisinden kaynaklanan olumlu olumsuz tüm çevresel etkiler

belirlenerek, olumsuz etkilerin ya tamamen giderilmesi ya da çevreyi kirletmeyecek şekilde en aza indirilmesi için alınacak önlemlere yer verilir. Ayrıca raporda alternatif yer ve teknolojiler belirlenerek değerlendirilir. Bunların dışında projenin inşaat, işletme ve işletme sonrasında nasıl izlenip kontrol edileceğine dair çalışmalara yer verilmektedir. Projenin inşaat ve işletme aşamalarında, ÇED Raporunda verilen taahhütlere uyulması gerekmektedir. Aksi takdirde idari para cezası uygulanabileceği gibi faaliyet durdurma cezası dahi uygulanabilecektir. Projede herhangi bir değişiklik veya kapasite artışı planlandığında uygulamaya geçmeden önce ÇED görüşü alınması gerekmektedir^[23].

Çevre Yönetimi Hizmetleri Hakkında Yönetmelik gereği; çimento fabrikasında çevre yönetim birimi kurulmalı veya danışmanlık firmalarından hizmet alınmalıdır. Tesisten sorumlu çevre görevlisi; çevre yönetim faaliyetlerini çevre mevzuatına uygun bir şekilde yürütmeli ve koordine etmelidir. Tesiste yılda en az bir defa olmak üzere çevre yönetim sisteminin iç tetkiki gerçekleştirmeli ve iç tetkik sonuç raporu hazırlamalı ve bu raporu üst yönetime sunmalıdır. Tesiste çevre yönetimi ile ilgili herhangi bir uygunsuzluk tespit edilirse uygunsuzluğun giderilmesi için çözüm önerilerinde bulunmalı ve uygunsuzluğun giderilmesinin takibini yapmalıdır. Çevre görevlisi tesis çalışanlarına eğitim düzenleyerek çevresel konularda bilgilendirmeli ve çevreyi koruma konusunda özendirilmelidir^[24].

Entegre çimento fabrikaları; Çevre İzin ve Lisans (ÇİL) Yönetmeliğinde çevreye kirletici etkisi yüksek olan faaliyet veya tesislerin yer aldığı Ek-1 listesinde kalmaktadır. Bu nedenle, çimento entegre tesislerine hava emisyonu konulu ve çevresel gürültü konulu izin, atıklar alternatif yakıt veya hammadde olarak kullanılacaksa birlikte yakma konulu lisans alınması zorunludur. Çevre izin ve lisansı alma sürecinde hava emisyonu konulu çevre izni için emisyon ölçüm raporu, çevresel gürültü konulu çevre izni için akustik rapor, birlikte yakma lisansı için deneme yakması planı ve deneme yakmasının sonuçlarının yer aldığı emisyon raporunu hazırlaması gerekmektedir. Alınan çevre izin ve lisans belgesinin süresi 5 yıldır. Belge süresi bitmeden 180 gün öncesinde çevre izin ve lisans belgesinin yenilenmesi için e-izin sistemi üzerinden belge yenileme başvurusu yapılmalı ve 5 yıllık süre dolmadan yenilenme işlemi tamamlanmalıdır. Çimento fabrikası sınırları içinde yer alabilecek tüm tesisler (hazır beton tesisi, atıktan türetilmiş yakıt tesisi, hammadde ocağı) çevre izin ve lisans belgesinin alınması aşamasında entegre olarak değerlendirilmelidir. İşletmeye faaliyet konusu eklenmesi (hazır beton tesisi, fabrika sahasına yapılacak farklı faaliyetler, atıktan yakıt hazırlama vb. tesisler eklenmesi), yakıtının değişmesi, toplam yakma/anma ısı gücünün veya toplam üretim kapasitesinin 1/3 oranından daha fazla artması halinde çevre izin ve lisans belgesinin yenilenmesi gerekmektedir. Yenileme işlemi değişikliklerden itibaren 30 gün içerisinde başlatılmalıdır. İşletmede gerek insan sağlığı, gerekse çevresel boyutlar açısından iyileştirme veya bunların dışında değişiklik yapılması durumunda, değişikliğe dair bilgi, belge ve raporlarla birlikte yetkili idareye başvurulmalı ve uygun görüş alınmalıdır. İşletmenin izin ve lisans belgesinin olmadığı veya izin belgesi aldığı halde İnsan ve çevre sağlığı için tehlike yarattığı takdirde idari para cezası uygulandığı gibi faaliyeti de durdurulacaktır^[25].

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği gereği; tüm emisyon kaynaklarında izin aşamasında ve izin sonrasında her iki yılda bir emisyon ölçümleri yapılmalı ve ölçüm sonuçlarının sınır değerleri sağlanması gerekmektedir. Bacaların teknik özellikleri, yükseklikleri, baca gazı hızları Yönetmelik hükümlerine uygun olmalıdır. Atık gazlar, engellenmeden hava akımı tarafından serbestçe taşınabilmesi için, dikey çıkışla atmosfere verilmelidir. Tesis işçi yollar, beton veya benzeri malzeme ile kaplanmalıdır. Tesis yollarının temizliği için tesise ait özel süpürme aracı ve arozöz bulundurulması tavsiye edilir. Hammadde stok sahalarında tozmayı önleme amaçlı gerekli tedbirler alınmalı, ocak sahası etrafında yeşil kuşaklama hattı oluşturulmalı sahadaki servis yolları arozözle sulanmalıdır. Fabrikada 15 günlük klinker üretimini depolayacak kapasitede kapalı klinker depoları mevcut olmalıdır. Döner fırın bacası; toz, azotoksitler, hacimsel debi, sıcaklık, oksijen, kükürtdioksit ve karbonmonoksit emisyonlarını sürekli ölçüp kaydeden cihaz ile donatılmalıdır. Atık gazlardaki toz emisyonu, 50 mg/Nm³ sınır değerini, kükürt dioksit emisyonu 300 mg/Nm³ sınır değerini, azotoksit (NO₂ cinsinden) emisyonu; 800 mg/Nm³ sınır değerini aşmaması gerekmektedir. Çimento fırını bacalarında, toz emisyonunda ağır metal (Hg, Cd, Tl, As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) miktarı Yönetmelikte belirtilen sınır değerleri aşmaması gerekmektedir. Söz konusu işletmeler yakıt olarak yüksek kükürtlü petrol koku kullanacaklar ise sürekli ölçümün on-line olarak izlenmesini sağlamalıdır. Yüksek kükürtlü petrol koku kullanıldığında emisyon ve hava kalitesi değerlerinin sınır değerleri sağladığına dair yetkili idareden uygunluk yazısı alınmalıdır [26].

Entegre tesiste, yüksek kükürtlü (% 5 üzeri kükürt içeren) petrokok kullanılması halinde; Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği gereği, 2011/04 ithal yakıt genelgesi çerçevesinde, tahsisat izni ile alınmış petrokok kullanılarak hava kalitesi ölçümleri (2 ay NO_x, 1 ay PM₁₀, 2 ay çöken toz, polisiklik aromatik hidrokarbon-PAH ve toplam organik-TOK ölçümleri) ve sürekli ölçüm cihazı çıktıları, Bakanlığa sunularak yüksek kükürtlü petrokok kullanılması için izin alınmalıdır.

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği gereğince klinker ve döner fırın bacasında sürekli emisyon ölçüm sistemi kurulması gerekmektedir. Sürekli Emisyon Ölçüm Sistemleri Tebliği (SEÖS Tebliği) gereği, SEÖS için fizibilite çalışması yapılmalıdır. SEÖS bu fizibiliteye uygun olarak kurulmalı ve işletilmelidir. Fizibilite raporu ve yapılan tüm işlemler ile belgeler altına alınmalıdır. Bacada numune alma noktaları açılmalı, platform kurulmalıdır.

Tablo 2. Çimento sektörü çevre yönetimi yasal bileşenleri

Mevzuat Adı
Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği
Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği
Atık Yağların Yönetimi Yönetmeliği
Atık Yönetimi Yönetmeliği
Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmeliği
Çevre Denetimi Yönetmeliği
Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği
Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği
Çevre Yönetimi Hizmetleri Hakkında Yönetmelik
Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği
Harfiyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
Madencilik Faaliyetleri İle Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği
Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği
Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Yönetmelik
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik
Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
Sürekli Emisyon Ölçüm Sistemleri Tebliği
Tehlikeli Kimyasal Yönetmeliği
Tehlikeli Maddelerin Karayolu ile Taşınması Hakkında Yönetmelik
Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği
Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik

Platformun alanı en az 5 m² olmak üzere genişliği 0,5 metreden fazla olmalıdır. Platformda her bir ölçüm cihazının yerleştirileceği alanının taşıma kapasitesi 400 kg'dan fazla olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bacaya çıkan merdivenlerin basamak genişlikleri 0,25 metreden, korkulukların yükseklikleri ise 0,5 metreden az olmamalıdır. Platformda numune alma cihazına ait donanımın takılıp-çıkartılmasını zorlaştıracak engeller bulundurulmamalıdır. Açık havada kalan elektrik prizleri, fişleri ve donanımı su geçirmez olmalı, ölçme yeri iyi aydınlatılmalı ve havalandırılmalıdır. Yıllık geçerlilik testi (YGT) ve ikinci seviye kalite güvence sistemi (KGS2) ölçümleri Bakanlıkça yetkilendirilmiş laboratuvarlara yaptırılmalıdır. KGS2 ölçümü sonuç ve raporları en geç dört ay içinde, YGT raporları en geç iki ay içerisinde Valiliğe sunulmalıdır. Ayda en az bir defa olmak üzere üçüncü seviye kalite güvence sistemi ölçümleri yapılmalı veya yaptırılarak ve kayıtları tutulmalıdır ^[27].

İşletmede SEÖS'ten mesul personel tarafından hazırlanan özel dosyada tüm bilgiler yer almalı ve her işlemde güncellenmelidir. Dosyada yer alan tanıtma kartında; SEÖS'ün tanıtımı, hizmete alınma tarihi, garanti süresi, imalatçının ve tedarikçinin ismi yer almalıdır. Takip kartında ise; işletme yöntemi, bakım, onarım, kalibrasyon bilgilerini içeren orijinal kullanım kılavuzları, SEÖS'ü etkileyen hatalar, koruyucu ve düzeltici bakım, kurulum, kalibrasyon, değiştirme, devre dışı bırakılma tarihleri, elektrik kesintilerinin tarihini ve saatlerini gösteren resmi kurumdaki alınmış belge, SEÖS ile ilgili yapılan saptamalar ile sonuçları, SEÖS'te işlem yapan şahsın adı, soyadı ve imzasını içeren belgeler yer almalıdır. Dosyada; KGS1, KGS2, KGS3 ve YGT raporları, SEÖS'e yapılan her türlü işlemin mesul yönetici tarafından bilindiğini gösterir onay raporu, kalibrasyonların izlenip kaydedildiği kalibrasyon raporu, SEÖS'e kullanıcı, imalatçı veya bakım bölümünce gerçekleştirilen herhangi bir müdahalenin SEÖS ile sorumlu kişinin sorumluluğu altında yapıldığının belgelendiği müdahale raporu, SEÖS'de vazifelenirilmiş çalışanların, yetkili firmaca verilmiş olan pratik ve teorik eğitimleri aldığını gösterir sertifikalar da olmalıdır. Ayrıca tesisin işletme süresi, günlük, yarım saatlik ve geçerli olan yarım saatlik ortalamaların sayısı,

geçerli kalibrasyon aralığı dışındaki değerlerin sayısı, kalibrasyon fonksiyonunun geçersiz olduğu zaman aralıkları dosyalanmalıdır. İşletmede tüm kayıtlar, bilgi ve belgeler beş yıl süreyle saklanmalı ve denetimlerde ibraz edilmelidir. Tesis çalışırken elde edilen tüm ölçüm değerleri anında kaydedilmelidir. SEÖS'den alınan veriler elektronik veri değerlendirme sisteminde değerlendirilmeli ve kaydedilmelidir. Tesisin faaliyet konusu nedeni ile çalışmadığı haller hariç, SEÖS açık tutulmalı ve tesisin çalışmadığı haldeki veriler de kaydedilmelidir. SEÖS'te kullanılan analizörler ve diğer ölçüm aygıtları dijital bağlantı protokolleri ile veri toplama sistemine bağlanmalıdır. Gerektiğinde ölçümlerin yetkili kurum tarafından anlık izlenebilmesi için çevrimiçi bağlantı yapılabilmesine imkân sağlanmalıdır. Veri tabanına kaydedilmiş verilerden, raporlama ve kontrol bilgileri kolayca alınabilmelidir. Güç kaynağı (UPS) kullanılarak elektrik kesintilerinde çevrimiçi veri kaybını engellenmelidir. SEÖS'deki donanım, çevrimiçi olarak ham verileri almalı, toplamalı, değerlendirmeli ve uzun süreli saklayabilmelidir. SEÖS'ün tasarımı Bakanlığın ağına bağlanabilecek yapıda olmalıdır. Kullanılan veri toplama yazılımının tasarımı, veri güvenliğini sağlamalıdır [27].

Çimento fabrikalarından günde 500 ton ve üzerinde klinker üreten tesisler, Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik gereğince sera gazı emisyonlarını izlemeli, raporlamalı ve doğrulatmalıdır. Sera gazlarının izlenmesi için işletme planı hazırlanmalı ve izlemeye başlamadan en az 6 ay önce bu planı Çevre ve Şehircilik Bakanlığından onaylatmalıdır. Emisyonların izlenebilmesi için hesaplama yöntemi veya doğrudan ölçüm yöntemi kullanılabilir. Hesaplama yönteminde sera gazı emisyon miktarı, faaliyet verisinin emisyon faktörü ve oksidasyon faktörünün çarpılması ile bulunur. Hesaplama kullanılan emisyon faktörleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından kabul edilmiş olmalıdır. Faaliyete has emisyon faktörleri tüm yakıtlar için kullanılabilir. Ticari yakıtlarda daha önce belirlenmiş olan emisyon faktörleri kullanılacaksa öncelikle Bakanlığın uygun görüşü alınmalıdır. Ticari olmayan yakıtlar (lastikler gibi atık yakıtlar vb.) için önceden belirlenmiş emisyon faktörleri kullanılabilir. Biyokütle emisyon faktörü sıfır olduğundan sera gazlarının hesaplanmasında biyokütle kaynaklı sera gazları hesaplanmamalıdır. Kullanılan emisyon faktörü eğer karbonun bir miktarının oksidasyona uğramadığını gözetmiyor ise, ek bir oksidasyon faktörü kullanılması gerekmektedir. Sera gazlarının izlenmesinde doğrudan ölçüm yöntemi kullanılacaksa ölçüm, Bakanlığın uygun bulunduğu standart yöntemler ile yapılmalı ve ölçümlerin doğruluğu hesaplanan emisyonlar ile teyit edilmelidir. Her yıl Nisan ayının son gününe kadar bir önceki yılın izlenen sera gazı emisyonları Bakanlığa raporlanmalıdır. Rapor, onaylı izleme planı çerçevesinde hazırlanmalıdır. Raporda; tesis adı, adresi, koordinat bilgileri, telefon, faks numaraları ve e-posta adresleri, tesiste yürütülen faaliyetlerin tipi ve sayıları, tesis sahibinin ve ana firmasının isimleri gibi belirleyici bilgiler yer almalıdır. Emisyonların izlenmesinde hesaplama yöntemi kullanılacaksa raporda; faaliyet verisi, emisyon ve oksidasyon faktörleri, belirsizlikler ve toplam emisyonlar yer almalıdır. Doğrudan ölçüm yöntemi kullanılacaksa raporda; ölçüm metodunun güvenilir olduğuna dair bilgiler, belirsizlikler ve toplam emisyonlar yer almalıdır. Sera gazı emisyon raporu TÜRKAK tarafından akredite edilmiş doğrulayıcı kuruluştan doğrulatılması gerekmektedir [28].

Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY), Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği'ne göre tesiste atıkların alternatif hammadde olarak kullanılması durumunda Çevre ve Şehircilik Bakanlığına kayıt olunarak her atık kodu için onay alınması gerekmektedir. Onay almak için Bakanlığa yapılan başvuru işlemlerinde; atık üreticisi tesisin iletişim ve proses bilgileri, atığın miktarı, kodu, prosesin hangi aşamasından kaynaklandığı, kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirtir analiz raporu, atığı kullanacak tesisin proseslerine ait bilgileri, prosesin atığı kullanabileceğine dair kurumsal akademik raporu, atığın prosesin hangi etabında ve ne amaçla kullanılacağına dair bilgi ve belgelerin sunulması gerekmektedir [29].

Çimento fabrikaları atıkları ek yakıt olarak kullanabilmektedir. Ancak bunun için öncelikle atık yakmanın çevresel etkilerini inceletilerek ÇED Olumlu kararı alınması ve beraber yakma lisansı alınması gerekmektedir. Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliğine göre beraber yakma lisansı alınabilmesi için tesiste; atık analizlerinin yapıldığı laboratuvar, atık kabul ünitesi, geçici depolama alanı, atık besleme ve hava ikmal sistemleri, ön işlem ünitesi, yakma şartlarını ve işlemlerini izlemek için ölçüm ve kayıt cihazları bulunması gerekmektedir. Atık besleme miktarı (atık yağ, sıvı yakıt atıklar, ÖTL ve alternatif hammaddeler hariç) bir yılda 1500 ton ve üzerinde ise atıkların döner fırına otomatik beslediği sisteminin kurulması gerekmektedir. Tıbbi atıklar alternatif yakıt olarak kullanılacaksa diğer atıklarla karıştırılmaksızın öncelikli olarak ve otomatik besleme sistemiyle doğrudan döner fırına beslenmelidir. Ek yakıt olarak tehlikeli atık kullanılması halinde tehlikeli atıktan elde edilecek anma ısı gücü, tesisin toplam anma ısı gücünden %40 daha az olması gerekmektedir. Lisanslı tesisler; tesise kabul edilen atık türleri, miktarları, kullanılan miktarları ve kimden temin edildiği gibi bilgileri içeren kütle denge tablolarını, atığın temin edildiği firmalardan alınan atığa ilişkin analiz sonuçlarını (yetkili laboratuvarca yapılmış olmalı) ve faturaları aylık olarak Bakanlığa göndermelidir [29].

Atıkların yakıt olarak kullanılması halinde Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü (SKHKK) Yönetmeliğinde yer alan emisyon sınır değerleri yerine Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelikte yer alan emisyon sınır değerlerinin sağlanması gerekmektedir. Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik gereğince atıkları yakıt olarak kullanan tesislerin baca gazında; toplam toz emisyonu 30 mg/m³, hidrojen klorür 10 mg/m³, hidrojen florür 1 mg/m³, eski tesisler için azotoksitler 800 mg/m³, kurulacak tesisler için azotoksitler 500 mg/m³, kadmiyum ve talyum toplamı 0,05 mg/Nm³, civa 0.05 mg/Nm³, antimon, arsenik, kurşun, krom, bakır, mangan, nikel ve

vanadyum toplamı 0,5 mg/Nm³, dioksinler ve furanlar için 0,1 ng/Nm³, ve TOK 10 mg/m³ sınır değerlerini sağlaması gerekmektedir. Döner fırınlarda TOK ve SO₂ emisyonlarının atık yakmadan değil de kullanılan yakıttan meydana geldiği ölçümler ile ispatlanır ise sınır değer olarak SKHKK Yönetmeliğinde belirlenen sınır değerlerin kullanılmasına Bakanlıkça izin verilebilir. Atıkları yakıt olarak kullanan tesisler sürekli ölçüm cihazı ile ölçülen parametrelere ek olarak hidrojen florür (HF), hidrojen klorür asit (HCl), toplam organik karbon (TOK), değerlerini de sürekli ölçüp kaydetmelidir. Ancak HCl, HF ve SO₂ emisyonlarının Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelikte yer alan emisyon sınır değerlerinden hiçbir koşul altında yüksek olmayacağını, üç ay sürekli ölçüm yapılarak, kanıtlanması halinde sürekli ölçüm yerine periyodik ölçümlere müsaade edilmektedir. Sürekli emisyon ölçüm cihazı ile yapılan ölçümlerin doğruluğunu kontrol ve teyit etmek amacıyla yılda dört sefer NO_x, SO₂, CO, toplam toz, TOK, HCl, HF'nin ölçümü, ayrıca yılda iki sefer poliaromatik hidrokarbonların, ağır metallerin, dioksinlerin ve furanların ölçümü periyodik olarak yapılmalıdır. Ancak atıkların beraber yakılmasından kaynaklanan ve yılda iki sefer periyodik olarak ölçülen ağır metal emisyonları, Yönetmelikte belirtilen emisyon sınır değerlerinin yarısının altında ise 2 yılda bir sefer yapılmasına ve her yıl iki sefer yapılan dioksin ile furan ölçümlerinin yılda bir sefer yapılmasına yetkili idarece izin verilebilir. Tesise lisans kapsamında kabul edilen atıklar, kod ve adları, beraber yakılan ve stokta kalan miktarlar aylık olarak Bakanlığın çevrimiçi sisteminde Kütle Denge Sistemine online olarak girişleri yapılmalıdır. Giriş yapıldığına dair işlem çıktıları tesiste en az beş yıl saklanmalıdır [20].

Çimento fabrikalarının döner fırınlarında bir yıl içerisinde 5000 ton üzerinde tehlikeli atık yakılması halinde atıktan türetilmiş yakıt (ATY) hazırlama tesisi kurulması gerekmektedir. ATY tesisi, ÇED Yönetmeliği kapsamında olup tesisin planlanması aşamasında çevresel etkileri incelenmelidir. ATY Hazırlama Tesisine ön işlem konulu çevre lisansı da alınması gerekmektedir. ATY hazırlamasında atıkların birbirleriyle reaksiyona girmeyecek şekilde kullanılması esastır. ATY hazırlama tesislerine radyoaktif, patlayıcı veya geri kazanılmasına izin verilmeyen atıklar kabul edilmemelidir. Tesiste; giriş, depolama, çalışma alanları, yangın söndürme donanımları ve radyasyon ölçüm paneli olmalıdır. ATY tesisinin uygun yerlerinde taşan veya dökülen sıvı atıkları toplamak için yeterli absorban ve nötralizan bulundurulmalıdır. Herhangi bir kaza veya arıza olması halinde en kısa sürede müdahale edilebilmesi için bunkerler hariç diğer üniteler yer üstünde kurulu olmalıdır. Sızıntı suyu kaçağının olabileceği bölgelerde sızdırmazlık tedbirleri alınması gerekmektedir. ATY tesisi; tek katlı, yüksekliği en az beş metre ve tesisinin atık işleme yapılan kapalı alanı en az 1000 m² olmalıdır. ATY tesisi inşasında C30/37 sınıfında beton kullanılmalı, zemin betonu 25 cm'den az olmamalı, üzerinde geçirimsiz ve yanmaz malzeme kullanılmalıdır. ATY tesisinde yangının dışarıdan içeriye girmesini engelleyecek ve iş güvenliğine uygun iç ortam hava kalitesini sağlayacak havalandırma tertibatı kurulmalıdır. Havalandırma sistemi ile dışarıya atılacak hava öncelikle uçucu bileşikler, mikroorganizma ve alerjenlerin tutulmasını ve kokunun temizlenmesini sağlayacak ünitelerden geçirilmesi gerekmektedir. ATY tesisi bitişik nizamda değil ise en yakın kapalı alan en az 3 metre mesafede olmalıdır. ATY tesisi içerisinde bulunan farklı ünitelerin birbiri ile fiziki irtibatını kesmek için en az 15 cm kalınlığında ve 5 m yüksekliğinde C30/37 sınıfı beton ve yanmaz malzemeden yapılmış duvar ile ayrılmış olması gerekmektedir. Tesis topraklama sistemine sahip olmalı ve çevresi kolaylıkla yanabilen bitkilerden arındırılmalıdır. ATY tesisinde acil durumlarda kullanılabilecek, araç girişine uygun ve birbirlerinden uzağa yerleştirilmiş iki giriş kapısı olmalıdır. ATY tesisi yangın, kaza vb. durumlarda acil müdahale yapacak tüm araçların kolayca ulaşabileceği şekilde düzenlenmelidir. Elektrik ve mekanik altyapısı, yangın siviların, paslandırıcı ve aşındırıcı atıkların bulunması ve gazların patlama riski, göz önüne alınarak düzenlenmeli ve elektrikli alet ve ekipmanda ex-proof malzeme kullanılmalıdır. Her yıl yaptırılan tehlikeli maddeler ve tehlikeli atık zorunlu mali sorumluluk sigortası ATY hazırlama tesisini de kapsamalıdır. ATY hazırlama tesisinin mülkiyeti tesisi işletene ait olmalı veya beş yıl ve üzerinde süre ile kiralanmalı ve üç yıl veya daha fazla süre ile işletilmelidir. ATY hazırlama tesislerinin çalışma kısımlarında; üretim öncesinde atığı depolayıp tasnif etmek için kapalı stok sahası, kıvrılcım tespit cihazı, patlama vb durumlara karşı azot duşlama sistemi veya benzeri, atık besleme ekipmanı, bunker (iç veya dış karıştırılmalı), kaba kırıcı (ön parçalama), poşet parçalayıcı, döner elek, manyetik ayırıcı, ayırıcı (balistik, havalı, eddy akımlı vb.), ince kırıcı (son parçalama), kurutucu (atığın %65'ten fazla sulu/nemli olması halinde), taşıma ve yükleme ekipmanı (konveyör, vinç vb.) bulundurulmalıdır. Ayrıca tesiste; kantar, atık kabul bölümü, araç parkı, laboratuvar, tekerlek yıkama ünitesi ve idari bina olmalıdır. ATY tesisinde hazırlanan yakıtın özelliklerini gösterir analizler, tesisin laboratuvarında veya yeterlik almış laboratuvarlarda yapılması gerekmektedir. Analiz sonucuna göre hazırlanan Atıktan türetilmiş yakıt bilgi formu her menü veya atık karakterizasyonu değişikliğinde yenilenmelidir. ATY hazırlama tesisine kabul edilecek atıkların içeriği ile ilgili bilgi atık sahibi tarafından sağlanmalıdır. Tesise kabul edilen atıkların doğrulama testleri tesiste bulunan laboratuvarda yapılmalıdır. Laboratuvarda yapılan analizde; atık kodu, kaynağı, net kalorifik değeri, nem miktarı, uçucu madde miktarı, kül miktarı ile pH değeri belirlenmeli ve yapılan analizler sonucunda uygun olmayan atıklar ise tesise kabul edilmemelidir [29].

Çimento fabrikalarında ek yakıt olarak kullanılan yakıtlar arasında en çok kullanılan atıklardan biri ömrünü tamamlamış lastiklerdir. Ömrünü tamamlamış lastiklerin yakıt olarak kullanılmadan önce geçici olarak depolanmasında büyük alanlar gerektirdiği için genelde fabrika sahasında açıkta depolanmaktadır. Geçici depolama sahasına, Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği hükümleri gereğince yetkili idareden izin alınması gerekmektedir. Geçici depolama alanlarına izin alabilmek için depolama sahasının tabanı, beton,

sıkıştırılmış kil veya yanmayan sızdırmaz malzemelerle kaplanarak sızdırmazlığı sağlanmalıdır. Bu alanların zemini su birikintilerinin oluşmasını önleyecek şekilde olmalı ve depolama alanı yağmur suyu drenaj kanalları çevrelenmelidir. Sahada yangına karşı önlem alınmalı, depolama hacmi 2000 m³'ün üzerinde olacak ise 6 saat boyunca 2500 litre/dakika suyu sağlayabilecek bir su kaynağı sürekli olarak hazırda bulundurulmalıdır. Depolama sahası sınırında koruma hattı, lastik kümeleri arasında yangın yolları bırakılmalıdır. İtfaiye müdürlüğünden yangına karşı alınan tedbirlerinin yeterli olduğuna dair itfaiye raporu alınmalıdır. Sahanın çevresi en az 1,5 metre yüksekliğinde yapı ile çevrilmelidir. Aydınlatma direkleri, elektrik tesisat ve teçhizatı topraklama mevzuatına uygun olmalı ve paratoner sistemi kurulmalıdır. İdari yapılar, araç parkları ve yangına açık her türlü maddelerin lastik kümelerinden uzaklığı 60 metre veya daha fazla olmalıdır. Depolama sahasında bulunan tüm motorlu araçların yangın söndürme tüpleri olmalıdır. Lastik yığınlarının üzeri ve çevresi düzenli ilaçlanarak sivrisinek, fare ve benzeri zararlıların üremesi engellenmelidir. Lastiklerin depolanması sırasında kapladığı alanın azaltılması ve daha kolay taşınması amacıyla depolama sahasında lastik parçalama ve kırma üniteleri kurulabilir. Açık alanda lastik yığınlarına 300 metreden daha yakında ateş yakılmasına, 60 metreden daha yakında ise yüksek ısı üreten cihazların çalıştırılmasına izin verilmemelidir [30].

Çimento fabrikalarında, çimento dökme satıldığı gibi paketli olarak da piyasa sürülmektedir. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne göre çimento fabrikaları ürünü paketli olarak sattığında ambalajı piyasaya süren olmaktadır. Bu nedenle ambalaj bilgi sistemine kayıt olunmalı ve bir önceki yıl piyasaya sürülen tüm ambalajlar için Mart ayının sonuna kadar sistem üzerinden bildirim yapılmalıdır. Aynı Yönetmeliğe göre tesise gelen ambalajlı ürünlerin ambalaj atıkları kaynağında ayrı biriktirilmesi ve ayrı toplanması gerekmektedir. Bunun için fabrika sahasında uygun görülen yerlere ambalaj atığı toplama kutuları yerleştirilmeli ve burada toplanan ambalaj atıkları lisanslı geri dönüşüm firmalarına gönderilmelidir. Ayrıca ambalajlı ürünü piyasaya sürenler Çevre Kanunu gereğince geri kazanım katılım payı ödemek zorundadır. Katılım payları ambalajın piyasaya sürüldüğü ayı izleyen ayın yirmi dördüncü günü sonuna değin vergi dairesine beyan edilmeli ve aynı ayın sonuna kadar ödenmelidir [31].

Atık Yönetimi Yönetmeliği gereğince atık üreticisi; çevreyle ahenkli bir şekilde atık yönetimini sağlayabilmek için atık yönetim planını hazırlanmalı ve Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne sunarak onaylatmalıdır. Atık yönetim planı üç yıllık projeksiyonda hazırlandığı için üç yılda bir revize edilmelidir. Atık üretimi en az düzeye indirilecek şekilde gerekli tedbirler alınmalı, atıklar ayrı toplanmalı ve geçici depolanmalıdır. Geçici depolama atığın üretildiği tesisin sınırları içinde yapılmalıdır. Geçici depolama sırasında atıklar birbirleriyle reaksiyona girmeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Bu alanda tehlikeli atıklar 6 aydan, tehlikesiz atıklar ise 1 yıldan fazla süreyle bekletilemez. Ayda 1000 kilogramın üzerinde tehlikeli atık üreten tesisler, geçici depolama alanlarına yetkili idareden geçici depolama izni almaları gerekmektedir. Geçici atık depolama alanı tesis ve binalardan ayrı, insan trafiğinden uzak, atık araçlarının yavaşması için uygun bir yerde bulunmalıdır. Tesiste oluşan atıklar günlük olarak geçici depolama alanına taşınmalıdır. Tehlikeli atıklar ile tehlikesiz atıklar ayrı toplanmalı, ayrı depolanmalı ve geçici depolama alanının giriş kapıları ayrı olmalıdır. Tehlikeli atık depolama alanının girişinde; "Dikkat! Tehlikeli Atık" ibaresi bulunmalıdır. Etrafı kapalı olmalı, kapısı kilitlenebilmeli ve anahtarları sorumlu personelde bulunmalıdır. Tehlikeli atıkların geçici depolanacağı alanın yağışlardan etkilenmemesi amacıyla üzerinin ve çevresinin kapalı olarak inşa edilmesi gerekir. Tehlikeli atıkların geçici depolanmadığı kısımda dökülmelere karşı beton kanal ve kanalın sonunda kör kuyu bulunmalıdır. Kör kanal yağışlardan etkilenmeyecek şekilde konumlandırılmalıdır. Dökülen atığın bu kanala yönlenebilmesi için zemin eğimli yapılmalıdır. Zeminin minimum 25 cm kalınlıkta, C30 standardında sızdırmaz betondan olması, her bölüm zemin kenarlarının beton eşik ile yükseltilmesi gerekmektedir. Farklı atıklar ayrı tank veya konteynırlar içerisinde depolanmalıdır. Atık türünü belirten levhalar her atık bölümü üzerinde bulunmalıdır [32].

Tesis ürettiği atıklar için kayıt tutmalı, atıklar uygun ambalajlanmalı ve etiketlenmelidir. Evsel atıklar kapalı çöp konteynırlarında toplanmaya hazır edilmelidir. Geçen yıla ait bilgilerin yer aldığı atık beyan formları her yıl Mart ayı sonuna değin Bakanlığın çevrimiçi uygulamaları kullanılarak doldurulmalı ve onaylanmalıdır. Onaylanan formun çıktısı alınmalı ve en az beş yıl saklanmalıdır. Tesisin beraber yakma lisansı var ise kalorifik değeri olan atık yağ dışındaki atıklar çimento fırınlarında alternatif yakıt olarak kullanılabilir. Ek yakıt olarak kullanılan atıklar çevrimiçi uygulamadan kütle denge sistemine girilmelidir. Ek yakıt olarak kullanılmayacak atıklardan Ulusal Atık Taşıma Formu (UATF) düzenlenmesi zorunlu olan atıklar UATF düzenlenerek, diğer atıklar doğrudan lisanslı atık işleme tesislerine göndermelidir. Atığı atık işleme tesisinin reddetmesi halinde, taşıyıcı başka atık işleme tesisine yönlendirilmeli veya taşıyıcının atığı geri getirmesi sağlanmalıdır. Atıklardan mesul olan çalışanların eğitim alması sağlanmalı, sağlık ve güvenlik ile ilgili tüm tedbirler alınmalıdır. Atıkların kazayla veya kasti olarak dökülmesi ve benzer hallerde oluşan kirliliğin önlenmesi için, olay yeri bir ay içinde eski haline getirilmelidir. Olayın vuku bulduğu andan itibaren 24 saat içerisinde il müdürlüğü bilgilendirilmelidir. Kaza yeri, tarihi, sebebi, atığın tür ve miktarı, rehabilitasyon için yapılan işlemler, atık işleme türüne ilişkin bilgileri içeren rapor 30 günü içerisinde Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne sunulmalıdır. Miktarına bakılmaksızın tehlikeli atıkları oluşturan, geçici depolayanlar bir kaza dolayısıyla üçüncü şahıslara verebilecekleri zararlara karşı tehlikeli atık mali sorumluluk sigortası yaptırımları gerekmektedir [32].

Çimento fabrikalarında kullanılan araçlar, iş makineleri ve makine ekipmanlardan atık yağ oluşmaktadır. Atık Yağların Yönetimi Yönetmeliği gereğince motor yağı değişim noktası için izin belgesi alınmalı ve Bakanlığın çevrimiçi programlarına kayıt olunmalıdır. İzin alınabilmesi için değişim noktasının zemini sızdırmaz betondan olması gerekmektedir. Değişim sonrasında oluşan atık yağların depolanacağı geçici depolama sahası kurulmalıdır. Depolanacak alanın yağışlardan etkilenmemesi için üzeri ve etrafı kapalı inşa edilmelidir. Geçici depolama sahasında farklı gruplardaki atık yağlar birbirleriyle veya başka maddelerle karıştırılmamalıdır. Geçici depolama alanında, üzerinde “atık yağ” yazan ve kolayca doldurulup boşaltılabilen variller/tanklar bulunmalı, dökülme, taşma gibi durumları önleyecek tedbirler alınmalıdır. Motorlu araçların yağ değişimine ilişkin bilgiler çevrimiçi program kullanılarak bildirilmeli ve onaylanmalıdır. Atık yağlar öncelikli olarak atık yağ rafinasyon tesislerinde geri kazanılması esastır. Bu nedenle tesiste oluşan atık yağlar fırınlarda ek yakıt olarak kullanılmamalı ve yetkilendirilmiş kuruluşlara teslim edilmelidir. Geçen yılın bilgilerini içeren atık yağ beyan formları Mart ayı sonuna değin Bakanlığın uygulamaları kullanılarak doldurulmalı, onaylanmalı, ve çıktısı alınarak beş yıl boyunca saklanmalıdır^[33].

Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkında Yönetmelik gereği trafolardan kaynaklanan izolasyon yağları analiz ettirilmeli ve PCB ve PCT sınır değerlerine göre değerlendirme yapılmalıdır, analiz değerleri yüksekse lisanslı arındırma tesislerine gönderilmelidir^[34].

Tesiste kullanılan piller ve ömrünü tamamlamış aküler; Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği'ne göre, yemekhanede oluşan atık kızartma yağları; Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre, revirde oluşan tıbbi atıklar; Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre, elektrik bakım çalışmalarından çıkan ıskarta elektronik atıklar; Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre bertaraf edilmek üzere geri dönüşüm veya bertaraf tesislerine gönderilmelidir.

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre 7/3/2008 tarihinden önce iş yeri açma ve çalışma ruhsatı almış olan tesisler akustik rapor hazırlanmasından ve çevresel gürültü konulu çevre izninden muaftır ancak şikâyet vb. durumlarda yetkili mercii tarafından istenmesi halinde akustik rapor hazırlanması gerekebilir^[35].

Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği gereğince tesise ait hususi otomobillerin üç yaş sonunda ve devamında her iki yılda bir, diğer motorlu taşıtlar ise her yıl periyodik olarak egzoz gazı emisyon ölçümü yaptırılmalı ve uygunluğu belgelenmelidir^[36].

Çimento fabrikalarının, Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelikte “Faaliyet Ön Bilgi Formu” doldurma yükümlülüğü olduğu için Faaliyet Ön Bilgi Formları doldurulmalı ve İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğüne sunulmalıdır. Formların değerlendirilmesi sonucunda saha İl Müdürlüğü tarafından şüpheli saha listesine dahil edilirse tesis etki alanından toprak numuneleri alınıp analiz ettirilmeli ve gerekli işlemler yapılmalıdır^[37].

Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmeliğe göre SEVESO Bildirimi yapılmalıdır.

Tesiste fırın atık ısısını geri dönüştüren reküperatör kullanılmıyorsa, yani tesiste ısınma amaçlı olarak kazan kullanılması durumunda Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin şartlarının yerine getirilmesi gerekmektedir.

Tesis içinde bulunan hammadde ocakları için Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği gereği, Doğaya Yeniden Kazandırma Planı hazırlanıp İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğünden onay alınmalıdır. Doğaya yeniden kazandırma planına göre yapılan çalışmalar yıllık izleme raporları şeklinde her yıl Ocak ayı sonuna kadar İl Müdürlüğüne sunulmalıdır^[38].

Tesiste yeraltı suyu kullanımı varsa DSİ Bölge Müdürlüğü'nden yeraltı suyu kullanım izni alınması gerekmektedir.

Entegre çimento tesisleri, Çevre Denetimi Yönetmeliği gereği Bakanlık ve taşra teşkilatı tarafından bileşik denetim programları dâhilinde; denetime alınabilir, tesis çevre görevlileri tarafından 5 yıl süre ile saklanması gereken tutanaklar, bildirimler, ölçüm ve analiz sonuçları, tüm alınan belgeler denetimde hazır bulundurmaları gerekmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çimento entegre tesislerinde çevre yönetim birimlerinde yasal zorunlulukların yerine getirilmesi için disiplinli bir çalışma gerekmektedir. Tesisin belgeleri ve sertifikalarının kamu ve özel kuruluşlarda takibinin yanı sıra iyi bir saha kontrolünün de sağlanması şarttır. Çevresel performansın artırılması ile firmanın saygınlık ve güvenilirliği artacak bunun sonucunda market stratejileri güçlenecek, uluslararası rekabette avantaj sağlanacak ve pazar payı artacaktır. Bunun yanı sıra girdi malzemelerinden ve enerjiden tasarruf sağlamış olacaktır. Ayrıca çevre ile ilgili izin ve yetki belgelerinin alınmasında kolaylaşma sağlanacaktır. İyi bir çevre yönetimini takiben beraber yakma tesisi olması sebebi ile atık azaltma ve kirliliğin önlenmesi konularındaki çözüme ortaklık eden çimento üretim tesisleri sürdürülebilir üretim yolunda iki konuda Türkiye'de tek olan sektördür. Bu çerçevede çimento fabrikaları sürdürülebilirlik adına atık kullanımını fırsata dönüştürmektedir. Atıkların alternatif yakıt ve hammadde olarak kullanılması atıkların minimize edilmesinin yanında enerji ithalatında azalma da sağlayacaktır.

Sürdürülebilir çimento üretiminin önündeki en büyük engellerden birisi yakıt ve hammaddelerin doğal kaynaklardan karşılanmasıdır. Çimento üretimi sırasında doğal kaynak kullanımının önlenmesi hiç değilse azaltılması gerekmektedir. Atıkların alternatif hammadde veya yakıt olarak kullanıldığı endüstriyel simbiyoz yaklaşımı ile doğal kaynaklar korunacak ve sürdürülebilir çimento üretiminin önündeki engeller kaldırılacaktır. Ayrıca alternatif hammadde ve yakıt kullanımı ile doğal hammadde ve yakıtların elde edilmesi ve taşınması sırasında oluşan çevresel kirliliğin de önüne geçilmiş olacaktır. Bu nedenle işletmeler ve çimento sektörü arasında olan iş birliği ağları güçlendirilmeli ve daha gelişmiş simbiyotik ilişkiler (atık madde alışverişi) kurulmalıdır. Çimento ve diğer sektörlerin endüstriyel simbiyoz uygulamalarını artırmak için ortak Ar-Ge çalışmaları yapılmalıdır. Günümüzde sürdürülebilir üretim için mevzuatlar düzenlenmeli çimento fabrikalarında atıktan alternatif hammadde ve yakıt olarak yararlanılması teşvik edilmelidir. Çevresel performansın artırılmasında atığın hammadde ve yakıt olarak kullanılmasında sektörün kendine özgü tek olmasının avantajı öne çıkarılmalıdır.

Fırımların dizaynı ve iç ortamı atıkların yakılması için ideal ortamı sağlamaktadır. Atıkların prosete kullanılması çimento sektörünün çevresel maliyetleri düşürmekte, sektörün çevresel yükünü hafifletmekte, çevre ile dost, yeşil üretim olma yolunda sektöre yardımcı olmaktadır. Çimento kalitesinden ödün verilmemesi için atıkların, tane büyüklüğü, nem, klorür miktarı ve kalorifik değeri fırın beslemesinde kontrol edilmelidir. Çimento sektöründe atıkların kullanılması ile; üretimde kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanacak CO₂ gazlarından ve atıkların bertarafı için kurulacak yakma tesisleri veya çöp deponi sahalarından kaynaklanacak CO₂ gazlarından tasarruf edilecektir. Türkiye'nin tüm bölgelerinde mevcutta kurulu bulunan, atıkların yakılması için ilave artıma üniteleri gerektirmeyen, bacalarından çıkan emisyonların sürekli emisyon ölçüm cihazları ile anlık ve online olarak izlenen çimento fabrikalarının atık bertaraf potansiyelinden mümkün ölçüde yararlanılması ve atık yönetiminde çözüm ortağı olarak görülmesi gerekmektedir. Atık yakma tesislerinin ayrıca kurulmasından kaynaklanacak yatırım maliyetlerinden tasarruf edilmiş olacaktır.

Çimento sektöründe; Türk Çevre Mevzuatında bulunan Yönetmeliklerin takibi için ayrıntılı izleme-ölçme listesi oluşturulması gereklidir. Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği, Atık Yönetimi Yönetmeliği, Atıkların Yakılması Hakkındaki Yönetmelik, Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY), Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği, Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik çerçevesindeki izlemeler çok önemlidir. Çalışmada belirtilen çevresel etkiler ve mevzuat değerlendirmeleri, yönetici ve karar alıcıların sürdürülebilirlik göstergelerinin değerlendirilmesinde kullanılması için belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Engin Y., 2020, Türkiye Çimento İstatistikleri-2019, Beton ve Çimento, <https://www.betonvecimento.com/cimento/turkiye-cimento-istatistikleri-2019>, erişim tarihi:01.01.2020.
- [2] Schneider M., Romer M., Tschudin M., Bolio H., 2011, Sustainable Cement Production—Present and Future. *Cement and Concrete Research*, 41(7): 642–650.
- [3] Song D., Yang J., Chen B., Hayat T., Alsaedi A., 2016, Life-cycle Environmental Impact Analysis of a Typical Cement Production Chain. *Applied Energy*, 164 : 916–923.
- [4] Nguyena Q.A., Hens L., 2015, Environmental Performance of the Cement Industry in Vietnam: The Influence of ISO 14001 Certification , *Journal of Cleaner Production*, 96: 362-378.
- [5] Ekinçioğlu O., Gürgüna A.P., Engin Y., Tarhan M., Kumbaracıbaşı S., 2013, Approaches For Sustainable Cement Production – A Case Study From Turkey. *Energy and Buildings*, 66: 136–142.
- [6] Iglinski B., Buczkowski R., 2017, Development of Cement Industry in Poland e History, Current State, Ecological Aspects. A Review. *Journal of Cleaner Production*, 141: 702-720.
- [7] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Avrupa Birliği Yatırımları Dairesi Başkanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017, ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi, Çimento Üretimi Sektörü, pp.18.
- [8] Ostad M.J., Ghorabi A., Attari M., 2013, Advancing Environmental Evaluation in Cement Industry in Iran, *Journal of Cleaner Production*, 41; 23-30.
- [9] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), 2016, Çimento Üretim Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme Ve Kontrol İle İlgili AB Endüstriyel Emisyonlar Direktifinin (EED-2010/75/EU) Uygulanmasına İlişkin Sektör Notu, Ankara. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ippc/icerikler/c-mento-sektor-notu-20180425132301.pdf>, erişim tarihi:03.10.2019
- [10] Schuhmacher M., Domingo J.L., Garreta J., 2004, Pollutants Emitted By A Cement Plant: Health Risks For The Population Living in the Neighborhood. *Environmental Research*, 95: 198–206.
- [11] Chen W., Hong J., Xu C., 2015, Pollutants Generated by Cement Production in China, Their Impacts, and the Potential for Environmental Improvement. *Journal of Cleaner Production*, 103: 61-69.

- [12] Salas D.A., Ramirez A.D., Rodríguez C.R., Petroche D.M., Boero A.J., Duque-Rivera J., 2016, Environmental Impacts, Life Cycle Assessment and Potential Improvement Measures for Cement Production: A Literature Review. *Journal of Cleaner Production*, 113: 114-122.
- [13] Meyer C., 2009, The Greening of the Concrete Industry. *Cement & Concrete Composites*, 3: 601–605.
- [14] Szabo L., Hidalgo I., Ciscar J.C., Soria A., Russ P., 2003, Energy Consumption and CO₂ Emissions From the World Cement Industry, EU Report EUR 20769 EN, Spain.
- [15] Madloon N.A., Saidur R., Hossain M.S., Rahim NA., 2011, A Critical Review on Energy Use and Savings in the Cement Industries, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15 (4); 2042-2060 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.01.005>, erişim tarihi:01.08.2020.
- [16] Ali M.B., Saidur R., Hossain M.S., 2011, A Review on Emission Analysis in Cement Industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (4): 2252-2261. erişim tarihi:01.08.2020.
- [17] Aranda Usón A., López-Sabirón A.M., Ferreira G., Sastresa E.L., 2013, Uses of Alternative Fuels and Raw Materials in the Cement Industry as Sustainable Waste Management Options, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23; 242-260. DOI: 10.1016/j.rser.2013.02.024., erişim tarihi:06.09.2020.
- [18] Mikulčić H., Klemeš J., Vujanović M., Urbaniec K., Duić N., 2016, Reducing Greenhouse Gases Emissions by Fostering the Deployment of Alternative Raw Materials and Energy Sources in the Cleaner Cement Manufacturing Process, *Journal of Cleaner Production*, 136(B):119-132. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.04.145.
- [19] Georgiopoulou M., Lyberatos G., 2018, Life cycle assessment of the use of alternative fuels in cement kilns: A case study, *Journal of Environmental Management*. 216: 224-234. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.017>
- [20] Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik (2010, 6 Ekim). Resmî Gazete (Sayı:27721). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=14344&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> erişim tarihi:24.01.2021.
- [21] Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, 2019, Türk Çimento Sanayisi Atıkları Hammadde ve Enerji Kaynağı Olarak Değere Dönüştürüyor, Ankara. https://www.tcma.org.tr/tr/haber_detay/turk-cimento-sanayisi-atiklari-hammadde-ve-enerji-kaynagi-olarak-degere-donusturuyor, Ankara., erişim tarihi:01.01.2021.
- [22] Shen W., Liud Y., Yanb B., Wangb J., Hed P., Zhou C., Huod X., Zhangd W., Xud G., Dinga Q., 2017, Cement Industry of China: Driving Force, Environment Impact and Sustainable Development, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75: 618–628.
- [23] Çevresel Etki Değerlendirilmesi (ÇED) Yönetmeliği, (2014, 25 Haziran). Resmî Gazete (Sayı: 29186). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20235&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, erişim tarihi:24.01.2020.
- [24] Çevre Yönetimi Hizmetleri Hakkında Yönetmelik, (2019, 30 Temmuz). Resmî Gazete (Sayı: 30847). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=32689&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, erişim tarihi: 24.01.2021.
- [25] Çevre İzin ve Lisans (ÇİL) Yönetmeliği, (2014, 10 Eylül). Resmî Gazete (Sayı:29115). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/09/20140910-4.htm>, erişim tarihi:24.01.2021.
- [26] Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, (2014, 20 Aralık). Resmî Gazete (Sayı:29211). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141220-2.htm>, erişim tarihi:24.01.2021.
- [27] Sürekli Emisyon Ölçüm Sistemleri Tebliği, (2011, 12 Ekim). Resmî Gazete (Sayı:29211). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=15381&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5> erişim tarihi: 24.01.2021.
- [28] Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik (2014, 17 Mayıs). Resmî Gazete (Sayı:29003). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=19678&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> erişim tarihi:24.01.2021.
- [29] Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY), Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği, (2014, 20 Haziran). Resmî Gazete (Sayı:29036).

- <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=19804&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5> , erişim tarihi:24.01.2021.
- [30] Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği, (2006, 25 Kasım). Resmî Gazete (Sayı:26357).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=10799&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, erişim tarihi:24.01.2021.
- [31] Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, (2017, 27 Aralık). Resmî Gazete (Sayı:30283).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=24223&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, erişim tarihi: 24.01.2021.
- [32] Atık Yönetimi Yönetmeliği, (2015, 02 Nisan). Resmî Gazete (Sayı:29314).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20644&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, erişim tarihi: 24.01.2021.
- [33] Atık Yağların Yönetimi Yönetmeliği, (2019, 21 Aralık). Resmî Gazete (Sayı:30385).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=34051&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, erişim tarihi: 24.01.2021.
- [34] Poliklorlu Bifenil ve Poliklorlu Terfenillerin Kontrolü Hakkında Yönetmelik, (2007, 27 Aralık). Resmî Gazete (Sayı:26739).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=14012&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> erişim tarihi:24.01.2021.
- [35] Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, (2010, 4 Haziran). Resmî Gazete (Sayı:27601).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=14012&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> erişim tarihi: 24.01.2021.
- [36] Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği (2017, 11 Mart). Resmî Gazete (Sayı:30004).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=23410&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> erişim tarihi:24.01.2021)
- [37] Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik, (2010, 8 Haziran). Resmî Gazete (Sayı: 27605).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=14026&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> erişim tarihi: 24.01.2021.
- [38] Madencilik Faaliyetleri İle Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği, (2010, 23 Ocak). Resmî Gazete (Sayı:27471).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=13744&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> erişim tarihi:24.01.2021.