

BÖLÜM 1

TANIMLAR

(1) Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi Sektörü

Terim	Tanım
Büyük İyileştirme	Fırın gereksinimlerinde veya teknolojisinde büyük bir değişiklik içeren tesis/fırın iyileştirmesi veya fırının değiştirilmesi
Atığın Yakıt ve/veya Hammadde Olarak Kullanımı	Terim, aşağıdakilerin kullanımını içerir: - yakıt olarak kullanılabilir yüksek kalorifik değere sahip atıklar, - yüksek kalorifik değere sahip olmayan ama, ara ürün klinker oluşumuna katkıda bulunan hammadde olarak kullanılan mineral bileşenler içeren atık materyaller, - hem yüksek kalorifik değere sahip olan hem de mineral bileşenler içeren atık materyaller.
Belirli Ürünler İçin Tanımlar	
Beyaz Çimento	Şu PRODCOM kodu altındaki çimento: 23.51.12.10.04 - Beyaz Portland Çimento
Özel Çimento	Şu PRODCOM kodları altındaki özel çimentolar: - 23.51.12.90.00 – Alüminli Çimento - 23.51.12.90.00 – Diğer Hidrolik Çimentolar
Dolime veya Kalsine Edilmiş Dolime	Beyaz mermerin dekabonizasyonu ile üretilen, kalıntı CO ₂ içeriği %0,25'i geçen ve hacimsel yoğunluğu 3,05 g/cm ³ 'ün oldukça altında olan kalsiyum ve magnezyum oksitlerin karışımı. MgO olarak serbest içerik, %25 ile %40 arasındadır.
Sinterlenmiş Dolime	Sadece refrakter tuğla ve diğer refrakter ürünlerin üretimi için kullanılan, minimum hacimsel yoğunluğu 3,05 g/cm ³ olan kalsiyum ve magnezyum oksitlerin karışımı.

(2) Cam ve Fiberglas Üretimi ile Minerallerin Eritilmesi ve Mineral Liflerinin Üretimi Sektörleri

Terim	Tanım
Yeni Fırın	1/12/2025 tarihinden itibaren, işletme sahasına getirilen bir fırın veya bir fırının komple/tüm yeniden inşası.
Normal Fırın Yeniden İnşası	Fırın gereksinimlerinde veya teknolojisinde önemli bir değişiklik olmadan, fırın çerçevesinin önemli ölçüde düzeltilmediği ve fırın boyutlarının temelde değişmeden kaldığı yeniden inşa. Fırın refrakteri ve uygun olduğu durumlarda, rejeneratörler, materyalin tamamen veya kısmen değiştirilmesiyle onarılır.
Komple/Tüm Fırın Yeniden İnşası	Fırın gereksinimlerinde veya teknolojisinde büyük bir değişiklik içeren ve fırının ve ilgili ekipmanların büyük ölçüde düzenlenmesi veya değiştirilmesini içeren yeniden inşa.

(3) Belirli Hava Kirleticileri İçin Tanımlar

Terim	Tanım
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	NO ₂ olarak ifade edilen azot oksit (NO) ve azot dioksitin (NO ₂) toplamı.
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	SO ₂ olarak ifade edilen kükürt dioksit (SO ₂) ve kükürt trioksitin (SO ₃) toplamı.
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür	HCl olarak ifade edilen tüm gaz halindeki klorürler.
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	HF olarak ifade edilen tüm gaz halindeki florürler.

KISALTMALAR

Terim	Tanım
ASK	Dairesel Şaft Fırın [Annual Shaft Furnace]
DBM	Ölü Yanmış Magnezya [Dead Burned Magnesia]
I-TEQ	Uluslararası Toksisite Eş Değeri [International Toxicity Equivalent]
LRK	Uzun Döner Fırın [Long Rotary Kiln]
MFSK	Karışık Beslemeli Şaft Fırını [Mixed Feed Shaft Kiln]
OK	Diğer Fırınlr [Other Kilns] Kireç endüstrisi için: - çift eğimli şaft fırınlar - çoklu bölmeli şaft fırınlar - merkezi brülörlü şaft fırınlar - dış bölmeli şaft fırınlar - ısı brülörlü şaft fırınlar - iç kemerli şaft fırınlar - hareketli ızgaralı fırınlar - “tepe şeklindeki” fırınlar - flaş kalsinatörlü fırınlar - döner ocaklı fırınlar
OSK	Diğer Şaft Fırınlr (ASK ve MFSK haricindeki) [Other Shaft Kilns]
PCDD	Poliklorlu Dibenzodioksin [Polychlorinated dibenzo-pdioxin]
PCDF	Poliklorlu Dibenzofuran [Polychlorinated dibenzofuran]
PFRK	Paralel Akışlı Rejeneratif Fırın [Parallel Flow Regenerative Kiln]
PRK	Ön Isıtıcı Döner Fırın [Rotary Kiln with Preheater]

BÖLÜM 2

GENEL HUSUSLAR

(1) Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi Sektörü

(1.1) Hava Emisyonları İçin Ortalama Alma Süreleri ve Referans Koşullar

Ek-2'de verilen MET'lerde belirtilen Mevcut En İyi Teknik ile ilişkili emisyon seviyeleri (MET-İES), standart koşulları ifade eder: 273 K sıcaklıkta ve 1.013 hPa basınçta kuru gaz.

Konsantrasyon olarak verilen değerler, aşağıdaki referans koşullar altında geçerlidir:

Faaliyetler	Referans Koşullar
Fırın Faaliyetleri	Çimento Endüstrisi
	hacimce %10 oksijen
	Kireç Endüstrisi ⁽¹⁾
Fırın Dışı Faaliyetler	hacimce %11 oksijen
	Magnezyum Oksit Endüstrisi (kuru proses yöntemi) ⁽²⁾
	hacimce %10 oksijen
Fırın Dışı Faaliyetler	Tüm Prosesler
	oksijen için yok
Fırın Dışı Faaliyetler	Kireç Söndürme Tesisleri
	salındığı gibi (oksijen ve kuru gaz için yok)

⁽¹⁾ Çift geçişli proses ile üretilen sinterlenmiş dolime için, oksijen düzenlemesi geçerli değildir.

⁽²⁾ Çift geçişli proses ile üretilen ölü yanmış magnezya için, oksijen düzenlemesi geçerli değildir.

Ortalama alma süreleri için aşağıdaki tanımlamalar geçerlidir:

günlük ortalama değer	Emisyonların süreli olarak izlenmesi ile ölçülen 24 saatlik bir süre boyunca ortalama değer
örnekleme süresi boyunca ortalama	Aksi belirtilmedikçe, her biri en az 30 dakikalık nokta ölçümlerin ortalama değeri

(1.2) Referans Oksijen Konsantrasyonuna Dönüşüm

Herhangi bir referans oksijen seviyesinde emisyon konsantrasyonu hesaplaması için kullanılan formül, aşağıda verilmektedir:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

E_R (mg/Nm³): referans oksijen seviyesi O_R ile ilişkili emisyon konsantrasyonu

O_R (hacimsel %): referans oksijen seviyesi

E_M (mg/Nm³): ölçülen oksijen seviyesi O_M ile ilişkili emisyon konsantrasyonu

O_M (hacimsel %): ölçülen oksijen seviyesi

(2) Cam ve Fiberglas Üretimi ile Minerallerin Eritilmesi ve Mineral Liflerinin Üretimi Sektörleri

(2.1) Hava Emisyonları İçin Ortalama Alma Süreleri ve Referans Koşullar

Aksi belirtilmedikçe, Ek-3'te verilen MET'lerde belirtilen hava emisyonlarına yönelik Mevcut En İyi Teknik ile ilişkili emisyon seviyeleri, Tablo 1'de sunulan referans koşullar altında geçerlidir. Atık gazlardaki tüm konsantrasyon değerleri, standart koşulları ifade eder: 273,15 K sıcaklıkta ve 101,3 kPa basınçta kuru gaz.

sürekli olmayan ölçümler için	MET-İES'ler, her biri en az 30 dakikalık üç nokta ölçümünün ortalama değerini ifade eder. Rejeneratif fırınlar için ölçme süresi, rejeneratör bölmelerinin en az iki ateşleme çevirimini kapsamalıdır.
sürekli ölçümler için	MET-İES'ler, günlük ortalama değerleri ifade eder.

Tablo 1
Hava emisyonlarına yönelik MET-İES'ler için referans koşullar

Faaliyetler		Birim	Referans Koşullar
Eritme Faaliyetleri	sürekli eriticilerde geleneksel eritme fırını	mg/Nm ³	hacimce %8 oksijen
	sürekli olmayan eriticilerde geleneksel eritme fırını	mg/Nm ³	hacimce %13 oksijen
	oksi-yakıtlı fırınlar	kg/ton erimiş cam	Referans oksijen konsantrasyonuna göre mg/Nm ³ olarak ölçülen emisyon seviyeleri geçerli değildir.
	elektrikli fırınlar	mg/Nm ³ veya kg/ton erimiş cam	Referans oksijen konsantrasyonuna göre mg/Nm ³ olarak ölçülen emisyon seviyeleri geçerli değildir.
	frit eritme fırınları	mg/Nm ³ veya kg/ton erimiş frit	Konsantrasyonlar, hacimce %15 oksijeni ifade eder. Hava-gazlı pişirme kullanıldığında, emisyon konsantrasyonu (mg/Nm ³) olarak ifade edilen MET-İES'ler geçerlidir. Yalnızca oksi-yakıtlı pişirme uygulandığında, özgül kütle emisyonları (kg/ton erimiş frit) olarak ifade edilen MET-İES'ler geçerlidir. Oksijenle zenginleştirilmiş hava-yakıtlı pişirme uygulandığında, emisyon konsantrasyonu (mg/Nm ³) veya özgül kütle emisyonları (kg/ton

Faaliyetler		Birim	Referans Koşullar
			erimiş frit) olarak ifade edilen MET-İES'ler geçerlidir.
	her tipte fırın	kg/ton erimiş cam	Özgül kütle emisyonları, 1 ton erimiş camı ifade eder.
Alt Akım Prosesleri Dahil, Eritme Dışındaki Faaliyetler	tüm prosesler	mg/Nm ³	oksijen için düzenleme yok
	tüm prosesler	kg/ton cam	Özgül kütle emisyonları, 1 ton üretilmiş camı ifade eder.

(2.2) Referans Oksijen Konsantrasyonuna Dönüşüm

Herhangi bir referans oksijen seviyesinde emisyon konsantrasyonu hesaplaması için kullanılan formül, aşağıda verilmektedir:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

E_R (mg/Nm³): referans oksijen seviyesi O_R ile ilişkili emisyon konsantrasyonu

O_R (hacimsel %): referans oksijen seviyesi

E_M (mg/Nm³): ölçülen oksijen seviyesi O_M ile ilişkili emisyon konsantrasyonu

O_M (hacimsel %): ölçülen oksijen seviyesi

(2.3) Konsantrasyonlardan Özgül Kütle Emisyonlarına Dönüşüm

Sektörel MET uygulamaları için özgül kütle emisyonları (kg/ton erimiş cam) olarak verilen MET-İES'ler, oksit-yakıtlı fırınlar ve sınırlı sayıdaki durumlarda, kg/ton erimiş cam cinsinde verilen MET-İES'lerin rapor edilen belirli verilerden sağlandığı elektrikli eritme hariç olmak üzere, aşağıdaki hesaplamaya dayanır.

Konsantrasyonlardan özgül kütle emisyonlarına dönüşüm için kullanılan hesaplama aşağıda verilmiştir.

$$\text{Özgül Kütle Emisyonu (kg/ton erimiş cam)} = \text{Dönüşüm Katsayısı} \times \text{Emisyon Konsantrasyonu (mg/Nm}^3\text{)}$$

$$\text{Dönüşüm Katsayısı} = (Q/P) \times 10^{-6}$$

Q : Nm³/h cinsinde atık gaz hacmi

P : ton erimiş cam/h cinsinde çekiş hızı

Atık gaz hacmi (Q); özgül enerji tüketimi, yakıt tütü ve oksitleyici maddeye (hava, oksijenle zenginleştirilmiş hava ve üretim prosesine bağlı olarak saf oksijen). Enerji tüketimi; (ağırlıklı olarak) fırın tipi, cam türü ve cam kırıntı yüzdesini içeren karmaşık bir fonksiyondur.

Bununla birlikte, konsantrasyon ve özgül kütle akışı arasındaki ilişkiyi, aşağıdakiler de dahil olmak üzere bir dizi faktör etkileyebilir.

- Fırın Tipi (hava ön ısıtma sıcaklığı, eritme tekniği)

- Üretilen Cam Türü (eritme için enerji gereksinimi)
- Enerji Karışımı (fosil yakıt/elektrikli ısıtma)
- Fosil Yakıt Türü (petrol, gaz)
- Oksitleyici Madde Türü (oksijen, hava, oksijenle zenginleştirilmiş hava)
- Cam Kırığı Yüzdesi
- Harman Bileşimi
- Fırın Yaşı
- Fırın Boyutu

Tablo 2’de verilen dönüşüm katsayıları, MET-İES’leri konsantrasyondan özgül kütle emisyonlarına dönüştürmek için kullanılmıştır.

Dönüşüm katsayıları, enerji verimli fırınlar temel alınarak tanımlanmış olup sadece tamamen hava/yakıtla çalışan fırınlara ilişkindir.

Tablo 2
Enerji verimli yakıt-hava fırınları temel alınarak tanımlanan, mg/Nm³’ü kg/ton erimiş cam birimine çeviren belirleyici faktörler

Sektörler		mg/Nm ³ ’ü kg/ton eritilen cam birimine çevirmek için kullanılan faktörler
Düz Cam		2,5x10 ⁻³
Cam Ambalaj	Genel Durum	1,5x10 ⁻³
	Özel Durumlar ⁽¹⁾	durum özelinde çalışma (genellikle 3,0x10 ⁻³)
Sürekli Filament Fiberglas		4,5x10 ⁻³
Cam Eşyaları	Soda Kireç	2,5x10 ⁻³
	Özel Durumlar ⁽²⁾	durum özelinde çalışma (2,5 ve >10 x10 ⁻³ arasında; genellikle 3,0x10 ⁻³)
Mineral Yün	Cam Yünü	2x10 ⁻³
	Taş Yünü Kupolu	2,5x10 ⁻³
Özel Cam	TV Camı (paneller)	3x10 ⁻³
	TV Camı (tüp)	2,5x10 ⁻³
	Borosilikat (tüp)	4x10 ⁻³
	Cam Seramikleri	6,5x10 ⁻³
	Aydınlatma Camı (soda-kireç)	2,5x10 ⁻³
Frit		durum özelinde çalışma (5-7,5 x10 ⁻³ arası)

⁽¹⁾ Özel durumlar, daha az elverişli durumlara karşılık gelir (genellikle 100 ton/gün’ün altında üretim kapasiteli ve %30’un altında cam kırığı oranına sahip özel küçük fırınlar). Bu kategori, cam ambalaj üretiminin sadece %1 veya 2’sini temsil eder.

⁽²⁾ Daha az elverişli durumlara ve/veya soda kireç haricindeki camlara karşılık gelen özel durumlar: Borosilikatlar, cam seramik, kristal cam ve daha seyrek olarak kurşunlu kristal cam.

(2.4) Atıksu Deşarjları İçin Ortalama Alma Süreleri

Aksi belirtilmedikçe, Ek-3'teki MET² lerde verilen atıksu emisyonlarına yönelik Mevcut En İyi Teknik ile ilişkili emisyon seviyeleri (MET-İES), 2 saat veya 24 saatlik süre boyunca alınan kompozit numunenin ortalama değerini ifade eder.

(3) Seramik Ürünlerinin Üretimi Sektörü

Hacimsel akış hızları ve konsantrasyonlarında standart koşullar aşağıdaki gibidir:

m ³ /s	hacimsel akış hızı: aksi belirtilmediği sürece, buradaki hacimsel akış hızı, hacmen %18 oksijen ve standart hali ifade eder.
mg/m ³	konsantrasyon: aksi belirtilmediği sürece, buradaki gaz halindeki maddelerin veya madde karışımlarının konsantrasyonları, hacmen %18'lik oksijen ve standart haldeki kuru baca gazını; benzen konsantrasyonları ise hacmen %15'lik oksijen ve standart hali ifade eder.
standart hal	273 K sıcaklık ve 1013 hPa basıncı ifade eder.

ÇİMENTO, KİREÇ VE MAGNEZYUM OKSİT ÜRETİMİ SEKTÖRÜ İÇİN MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER

KAPSAM

Bu Tebliğin bu bölümü, Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliğinin Ek-1’inde yer alan aşağıdaki endüstriyel faaliyetleri kapsar:

(3.1.) Çimento, kireç ve magnezyum oksit üretimi:

- Günlük üretim kapasitesi 500 ton üzerinde olan döner fırınlarda veya günlük üretim kapasitesi 50 ton üzerinde olan diğer fırınlarda çimento klinkeri üretilmesi,
- Günlük üretim kapasitesi 50 ton üzerinde olan fırınlarda kireç üretilmesi,
- Günlük üretim kapasitesi 50 ton üzerinde olan fırınlarda magnezyum oksit üretilmesi.

Yukarıdaki (3.1.c) maddesi ile ilişkili olan MET’ler, yalnızca doğal manyezite (magnezyum karbonat – $MgCO_3$) dayalı kuru proses işlemi kullanılarak MgO üretimini ele almaktadır.

Bu Tebliğin bu bölümü, özellikle aşağıdakileri içermektedir:

- çimento, kireç ve magnezyum oksit (kuru proses işlemi) üretimi,
- hammaddeler (depolama ve hazırlama),
- yakıtlar (depolama ve hazırlama),
- atıkların hammadde ve/veya yakıt olarak kullanımı (kalite gereksinimleri, kontrol ve hazırlama),
- ürünler (depolama ve hazırlama),
- ambalajlama ve dağıtım.

Bu Tebliğin bu bölümü, aşağıdaki faaliyetleri kapsamamaktadır:

- Kimya Endüstrisinde Mevcut En İyi Teknikler Tebliği kapsamındaki, başlangıç malzemesi olarak magnezyum klorürün kullanıldığı ıslak proses işlemi uygulanarak magnezyum oksit üretimi.
- Ultra düşük karbonlu dolime üretimi (Beyaz mermerin ($CaCO_3.MgCO_3$) neredeyse tam dekarbonizasyonu ile üretilen kalsiyum ve magnezyum oksitlerin karışımı. Üründeki kalıntı CO_2 içeriği %0,25’in altında olup hacimsel yoğunluk $3,05\text{ g/cm}^3$ ’ün oldukça altındadır.)
- Çimento klinker üretimine yönelik şaft fırınlar.
- Taş ocakçılığı gibi birincil faaliyetlerle doğrudan ilişkili olmayan faaliyetler.

(1) GENEL MET’LER

Bu bölümdeki Genel MET’ler, çevre yönetimi ve gürültü için olup, çimento, kireç ve magnezyum oksit üretimi sektörlerindeki kapsam dahilindeki tüm tesisler için geçerlidir. Yine bu bölümde yer alan sektörel MET, bu bölümde bahsedilen Genel MET’e ek olarak geçerlidir.

(1.1) Çevre Yönetim Sistemleri

MET 1: Aşağıdaki bileşenleri içeren bir çevre yönetim sistemi (ÇYS) kurulur:

- üst yönetimi de dahil olmak üzere, yönetimin taahhüdü,
- yönetim tarafından tesisin sürekli iyileştirilmesini içeren bir çevre politikasının tanımlanması,

- iii. finansal planlama ve yatırımlarla bağlantılı olarak gerekli prosedürlerin, hedeflerin ve amaçların planlanması ve oluşturulması,
- iv. aşağıdakilere özellikle dikkat ederek prosedürlerin uygulanması:
 - (a) yapı ve sorumluluklar
 - (b) eğitim, farkındalık ve yeterlilik
 - (c) iletişim
 - (d) çalışan katılımı
 - (e) dokümantasyon
 - (f) verimli proses kontrolü
 - (g) bakım programları
 - (h) acil durum hazırlığı ve müdahale
 - (i) çevre mevzuatına uyum sağlanması,
- v. performansın izlenmesi ve düzeltici eylemlerin alınması, özellikle:
 - (a) izleme ve ölçüm
 - (b) düzeltici ve önleyici faaliyet
 - (c) kayıtların tutulması
 - (d) mümkün olduğunda, bağımsız iç ve dış denetimlerin yapılması (ÇYS'nin planlanan düzenlemelere uygun olup olmadığını ve doğru şekilde uygulanıp sürdürülüp sürdürülmediğini belirlemek amacıyla),
- vi. ÇYS'nin ve sürekli uygunluğunun, yeterliliğinin ve etkinliğinin üst yönetim tarafından gözden geçirilmesi,
- vii. daha temiz teknolojilerin gelişiminin izlenmesi,
- viii. yeni bir tesisin tasarım aşamasında ve bütün kullanım ömrü boyunca, tesisin nihai olarak devreden çıkarılmasının olası çevresel etkilerinin dikkate alınması,
- ix. düzenli aralıklarla sektörel karşılaştırma uygulamalarının yapılması.

Uygulanabilirlik

ÇYS'nin kapsamı (örneğin ayrıntı düzeyi) ve niteliği (örneğin standartlaştırılmış veya standartlaştırılmamış) genellikle tesisin niteliği, ölçeği ve karmaşıklığı ve sahip olabileceği çevresel etkilerin çeşitliliği ile ilgili olacaktır.

(1.2) Gürültü

MET 2: Tüm imalat süreçlerinde gürültü emisyonlarını azaltmak veya en aza indirmek için, aşağıdaki tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır:

- a. Gürültülü faaliyetler için uygun bir konum seçilmesi
- b. Gürültülü faaliyetlerin/birimlerin kapalı bir ortamda tutulması
- c. Faaliyetlerin/birimlerin titreşim yalıtımı
- d. İç ve dış yüzeylerde darbe emici malzemeler kullanılması
- e. Malzeme işleme ekipmanlarını içeren gürültülü faaliyetlerin, ses yalıtımlı binalarda gerçekleştirilmesi
- f. Gürültü koruma duvarları ve/veya doğal gürültü bariyerlerinin kullanılması
- g. Bacalarda susturucuların kullanılması

- h. Ses yalıtımlı binalarda bulunan kanalların ve son üfleyicilerin izole edilmesi
- i. Kapalı alanlarda kapı ve pencerelerin kapalı tutulması
- j. Makine binalarının ses yalıtımı
- k. Duvar açıklıklarının ses yalıtımı (örn. bantlı konveyör giriş noktasına bir geçiş bölmesi eklenerek)
- l. Hava çıkışlarına, örneğin toz giderme ünitelerinin temiz gaz çıkışlarına, ses soğurucularının takılması
- m. Kanallardaki akış hızının düşürülmesi
- n. Kanalların ses yalıtımı
- o. Gürültü kaynakları ile olası rezonans oluşturabilecek bileşenlerin (örn. kompresörler ve kanallar) birbirinden ayrılarak konumlandırılması
- p. Filtre fanları için susturucuların kullanılması
- r. Teknik cihazlar için ses yalıtımlı modüllerin kullanılması (örn. kompresörler)
- s. Değirmenler için kauçuk koruyucuların kullanılması (metalin metale temasını önlemek amacıyla)
- t. Gürültülü faaliyetin bulunduğu alanla korunacak alan arasına binaların inşa edilmesi veya ağaç ve çalıların dikilmesi

(2) ÇİMENTO ÜRETİMİ SEKTÖRÜ İÇİN MET

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET, kapsam dahilindeki çimento üretimi sektöründeki tüm tesislere Genel MET'lere ek olarak geçerlidir.

(2.1) Genel Birincil Teknikler

MET 3: Fırından gelen emisyonları azaltmak ve enerjiyi verimli kullanmak için, aşağıdaki tekniklerin benimsenmesi suretiyle, stabil bir fırın çalıştırılır:

- i. Bilgisayar tabanlı otomatik kontrol de dahil olmak üzere proses kontrolünün optimizasyonu
- ii. Modern, gravimetrik katı yakıtlı besleme sistemlerinin kullanılması

MET 4: Emisyonları önlemek ve/veya azaltmak için, fırına giren tüm maddeler dikkatli bir şekilde seçilir ve kontrol edilir.

Fırına giren tüm maddelerin özenle seçilmesi ve kontrol edilmesi, emisyonları azaltabilir. Bu seçim sürecinde, maddelerin kimyasal bileşimi ve fırına nasıl beslendiği dikkate alınması gereken faktörlerdir. Önem arz eden maddeler arasında, MET 11 ile MET 24-28'de belirtilen maddeler yer alabilir.

(2.2) İzleme

MET 5: Proses parametreleri ve emisyonları, düzenli olarak izlenir ve ölçülür, ayrıca emisyonların ilgili standartlara veya standartların bulunmadığı durumlarda ISO, ulusal ya da

diğer uluslararası standartlara (eş değer bilimsel kalitede veri sağlanmasını teminen) uygun olarak izlenir. Aşağıdakiler de bu kapsamda değerlendirilmelidir:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Sıcaklık, O ₂ içeriği, basınç ve akış oranı gibi proses stabilitesini gösteren proses parametrelerinin sürekli olarak ölçülmesi	Genel olarak uygulanabilir.
b	Homojen hammadde karışımı ve yakıt beslemesi, düzenli dozaj ve aşırı oksijen gibi kritik proses parametrelerini izleme ve stabilitesini sağlama	Genel olarak uygulanabilir.
c	SNCR uygulandığında NH ₃ emisyonlarının sürekli ölçülmesi	Genel olarak uygulanabilir.
d	Toz, NO _x , SO _x ve CO emisyonlarının sürekli olarak ölçülmesi	Fırın proseslerine uygulanabilir.
e	PCDD/F ve metal emisyonlarının periyodik ölçülmesi	Fırın proseslerine uygulanabilir.
f	HCl, HF ve TOK emisyonlarının sürekli veya periyodik ölçülmesi (sürekli veya periyodik ölçüm seçimi, emisyon kaynağına ve beklenen kirletici türüne bağlıdır)	Fırın proseslerine uygulanabilir.
g	Toz emisyonlarının sürekli veya periyodik ölçülmesi	Fırın dışı faaliyetlerde uygulanabilir. Küçük kaynaklar için (<10.000 Nm ³ /h) soğutma ve ana öğütme süreçleri dışındaki tozlu işlemlerden, ölçüm frekansları veya performans kontrolleri bakım yönetim sistemine dayandırılmalıdır.

(2.3) Enerji Tüketimi ve Proses Seçimi

(2.3.1) Proses Seçimi

MET 6: Enerji tüketimini azaltmak amacıyla, çok kademeli ön ısıtma ve ön kalsinatörlü kuru proses fırını kullanılmalıdır. Nem içeriği yüksek hammadde kullanımı olan yeni tesisler ve büyük çapta iyileştirme yapılmış tesislerde uygulanır.

Bu tip fırın sisteminde, fırından çıkan baca gazları ve soğutucudan geri kazanılan atık ısı, fırına girmeden önce hammaddeyi ön ısıtmak ve ön kalsine etmek için kullanılabilir; böylece enerji tüketiminde önemli tasarruflar sağlanır.

Tablo 1

Çok kademeli ön ısıtma ve ön kalsinasyon ile kuru proses fırını kullanan yeni tesis ve büyük iyileştirmelere yönelik MET ile ilişkili enerji tüketim seviyeleri

Proses	Birim	MET ile ilişkili enerji tüketim seviyeleri ⁽¹⁾
Ön ısıtmalı ve ön kalsinasyonlu kuru prosesler	MJ/ton klinker	2.900-3.300 ⁽²⁾⁽³⁾

⁽¹⁾ Bu seviyeler; ürün özellikleri nedeniyle daha yüksek proses sıcaklığına sahip özel çimentolar veya beyaz çimento klinkeri üreten tesislere uygulanmaz.

⁽²⁾ Normal (örn. devreye alma ve faaliyet durdurma süreçleri hariç) ve optimize işletme koşulları için geçerlidir.

⁽³⁾ Üretim kapasitesi ile enerji tüketimi ters ilişkilidir; yüksek kapasiteler enerji tasarrufu sağlarken küçük kapasiteler daha fazla enerjiye ihtiyaç duyar. Öte yandan enerji tüketimi, ön ısıtıcıdaki siklon kademe sayısına da bağlıdır. Yüksek siklon kademesi fırın prosesinde daha düşük termik enerji tüketimine neden olur. Uygun siklon kademe sayısının belirlenmesi temel olarak ham maddelerin nem içeriğine bağlıdır.

(2.3.2) Enerji Tüketimi

MET 7: Termal enerji tüketimini azaltmak için aşağıda belirtilen tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır.

	Teknik	Uygulanabilirlik	Tanım
a	İyileştirilmiş ve optimize edilmiş fırın sistemleri ve aşağıdaki uygulamalarla proses parametreleri ayar noktalarına yakın işletilen düzgün ve kararlı fırın prosesi uygulaması: I. Bilgisayar tabanlı otomatik kontrol sistemi içeren, proses kontrolü optimizasyonu II. Modern, gravimetrik ve katı yakıt besleme sistemleri III. Mevcut fırın sistemi yerleşimini dikkate alan, mümkün olan ölçüde ön ısıtma ve ön kalsinasyon	Genel olarak uygulanabilir. Mevcut fırınlar için, ön ısıtma ve ön kalsinasyonun uygulanabilirliği fırın sisteminin yerleşimine bağlıdır.	
b	Fırınlardan, özellikle de soğutma bölgesinden gelen fazla ısının geri kazanılması. Özellikle soğutma bölgesinden (sıcak hava) veya ön ısıtıcıdan kaynaklanan fırın atık ısısı,	Çimento endüstrisinde genel olarak uygulanabilir. Soğutma bölgesinden atık ısının geri kazanımı, ızgaralı soğutucular	

	Teknik	Uygulanabilirlik	Tanım
	hammadde kurutmada kullanılabilir.	kullanıldığında uygulanabilir. Döner soğutucularda sınırlı geri kazanım verimi sağlanabilir.	
c	Kullanılan hammadde ve yakıtların özellikleri ve niteliklerine göre uygun sayıda siklon aşamasının uygulanması.	Ön ısıtıcıdaki siklon kademe sayısı, yeni tesisler ve büyük iyileştirme projeleri için uygulanabilir.	Ön ısıtma için gereken uygun siklon kademesi sayısı, üretim kapasitesi ile geri kalan baca gazı ısıyla kurutulması gereken hammadde ve yakıtların nem içeriğine bağlı olarak belirlenir. Bunun nedeni, yerel hammaddelerin nem İçeriği veya yanabilirlik açısından büyük ölçüde farklılık göstermesidir.
d	Termal enerji tüketimi üzerinde olumlu etkiye sahip yakıtların kullanılması	Bu tekniğin çimento fırınlarına uygulanabilmesi genel olarak yakıtın mevcudiyetine, mevcut fırınlar için ise yakıtın fırına enjeksiyonunda teknik imkanların yeterliliğine bağlıdır.	Çimento endüstrisinde geleneksel ve atık yakıtlar kullanılabilir. Kullanılan yakıtların uygun ısı değer ve düşük nem içeriği gibi özellikleri, fırının özgül enerji tüketimi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.
c	Geleneksel yakıtların yerine atıkların yakıt olarak kullanılması durumunda, atıkların yakılmasına uygun ve optimize edilmiş çimento fırın sistemlerinin kullanılması	Genel olarak tüm çimento fırın tipleri için uygulanabilir.	

	Teknik	Uygulanabilirlik	Tanım
f	Baypas akışlarının en aza indirilmesi	Genel olarak tüm çimento endüstrisi için uygulanabilir.	Sıcak hammadde ve sıcak gazın uzaklaştırılması, uzaklaştırılan fırın giriş gazının her yüzde puanı başına yaklaşık 6-12 MJ/ton klinker ek bir özgül enerji tüketimine yol açar. Dolayısıyla gaz baypas kullanımının en aza indirilmesi, enerji tüketimini olumlu yönde etkiler.

MET 8: Birincil enerji tüketimini azaltmak için, çimento ve çimento ürünlerinin klinker içeriğinin azaltılması değerlendirilmelidir. Dolguların ve/veya katkı malzemelerinin (yerel) bulunabilirliği ile yerel pazar koşullarına bağlı olmak kaydıyla, genel olarak çimento endüstrisine uygulanabilir.

Çimento ve çimento ürünlerindeki klinker içeriği, ilgili çimento standartlarına uygun olarak öğütme aşamasında yüksek fırın cürufu, kireçtaşı, uçucu kül ve puzolan gibi dolgular ve/veya ilave maddelerin eklenmesiyle azaltılabilir.

MET 9: Birincil enerji tüketimini azaltmak için, kojenerasyon tesisleri kullanılmalıdır. Yeterli atık ısının bulunması, uygun proses parametrelerinin sağlanabilmesi ve ekonomik açıdan uygulanabilir olması koşuluyla, bu teknik tüm çimento fırınlarında kullanılabilir.

Klinker soğutucusu veya fırın baca gazlarından atık ısıyı geri kazanarak geleneksel buhar çevrimi veya diğer yöntemler aracılığıyla buhar ve elektrik üreten kojenerasyon (birleşik ısı ve güç) tesisleri, çimento endüstrisinde uygulanabilir. Ayrıca, klinker soğutucusundan veya fırın baca gazlarından elde edilen atık ısı, bölgesel ısıtma veya diğer sanayi uygulamalarında da kullanılabilir.

MET 10: Elektrik enerjisi tüketimini azaltmak/en aza indirmek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Güç yönetim sistemlerinin kullanılması
b	Yüksek enerji verimliliğine sahip öğütme teknolojilerinin veya diğer elektrik temelli teknolojilerin kullanılması
c	İyileştirilmiş izleme sistemlerinin kullanılması
d	Hava kaçaklarının azaltılması
e	Proses kontrol optimizasyonu

(2.4) Atık Kullanımı

(2.4.1) Atık Kalite Kontrolü

MET 11: Çimento fırınında yakıt ve/veya hammadde olarak kullanılacak atıkların özelliklerini garanti altına almak ve emisyonları azaltmak için aşağıdaki teknikler uygulanır:

	Teknik
a	Atıkların özelliklerini garanti altına almak ve çimento fırınlarında hammadde ve/veya yakıt olarak kullanılacak atıkları analiz etmek için kalite güvence sistemlerinin uygulanması: I. kalite sürekliliği II. emisyon oluşumu, tane boyutu, reaktivite, yanabilirlik, kalorifik değer gibi fiziksel kriterler III. klor, kükürt, alkali ve fosfat içeriği ve ilişkili metal içeriği gibi kimyasal kriterler
b	Klor, ilişkili metaller (örn. kadmiyum, cıva, talyum), kükürt, toplam halojen içeriği gibi çimento fırınlarında hammadde ve/veya yakıt olarak kullanılacak her atık için ilgili parametre miktarlarının kontrol edilmesi
c	Her atık yükü için kalite kontrol sistemlerinin uygulanması

(2.4.2) Fırına Atık Beslemesi Yapılması

MET 12: Fırında yakıt ve/veya hammadde olarak kullanılacak atıkların uygun olarak kullanıldığından emin olmak için aşağıdaki teknikler uygulanır:

	Teknik
a	Fırın tasarımına ve operasyon koşullarına bağlı olarak atık beslemesi için sıcaklık ve bekleme süresi bakımından uygun noktaların kullanılması
b	Kalsinasyon bölgesinden önce uçucu hale geçebilecek organik bileşikleri içeren atıkların fırın sisteminin yeterli yükseklikteki sıcaklık bölgelerine beslenmesi
c	Kontrollü ve homojen bir şekilde atığın yanması sonucu elde edilen gazın en olumsuz şartlarda dahi minimum 2 saniye süre ile 850°C sıcaklıkta tutulması
d	Halojenli organik maddelerin (klor olarak ifade edilir) içeriği %1'den fazla olan tehlikeli atıkların eş zamanlı yakılması durumunda sıcaklığın 1.100°C'ye yükseltilmesi
e	Atıkların sürekli ve istikrarlı şekilde beslenmesi
f	Yukarıdaki maddelerde belirtildiği gibi, uygun sıcaklık ve bekleme süresine ulaşılamadığı durumlarda başlangıç ve/veya kapanış gibi operasyonlar için atıkların eş zamanlı yakılmasının ertelenmesi veya durdurulması

(2.4.3) Tehlikeli Atık Kullanımı İçin Güvenlik Yönetimi

MET 13: Atık kaynağı ve türüne bağlı olarak risk bazı yaklaşımların kullanılarak tehlikeli atıkların depolanması, işlenmesi ve beslemesi, etiketlenmesi, kontrol edilmesi, numune alınması ve işlenecek atığın test edilmesi için güvenlik yönetimi uygulanır.

(2.5) Toz Emisyonları

(2.5.1) Yayılı Toz Emisyonları

MET 14: Tozlu işlemlerden kaynaklanan toz emisyonlarını en aza indirmek/engellemek için aşağıdaki tekniklerden biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Basit ve doğrusal bir yerleşim planının uygulanması	Sadece yeni tesislerde uygulanabilir
b	Öğütme, eleme ve karıştırma gibi tozlu faaliyetlerin kapalı ve korumalı ortamlarda gerçekleştirilmesi	Genel olarak uygulanabilir
c	Yayılı toz emisyonu tozlu materyallerden kaynaklanıyorsa, kapalı sistem olarak inşa edilen konveyör ve elevatörlerin örtülmesi	
d	Hava kaçakları ve malzeme dökülme noktalarının azaltılması	
e	Otomatik cihazların ve kontrol sistemlerinin kullanılması	
f	Sorunsuz ve arızasız faaliyetlerin sağlanması	
g	Hareketli ve sabit vakumlu temizleme kullanarak kurulumun doğru ve eksiksiz bakımının sağlanması - Bakım operasyonları sırasında veya taşıyıcı sistemlerle ilgili sorunla karşılaşıldığı durumlarda, malzeme dökülmeleri yaşanabilir. Uzaklaştırma işlemleri sırasında yayılı toz emisyonlarının oluşumunu önlemek için, vakum sistemleri kullanılmalıdır. Yeni binalar sabit vakumlu temizleme boru hatlarıyla kolaylıkla döşenebilirken mevcut binalar, hareketli sistemlerle ve esnek bağlantılarla daha iyi donatılır. - Özel durumlarda, pnömomatik taşıma sistemleri için bir dolaşım sistemi tercih edilebilir.	
h	Havalandırma ve toz tutmanın bez filtreler ile yapılması - Mümkün olabildiğince, tüm materyal işleme faaliyetleri negatif basınç altındaki kapalı sistemlerde yürütülmelidir. Bu amaç	

	Teknik	Uygulanabilirlik
	doğrultusunda emilen hava, atmosfere verilmeden önce bez filtreler ile tozsuzlaştırılır.	
i	Otomatik sistemlerle donanımlı kapalı depolamanın kullanılması - Klinker siloları ve kapalı tam otomatik hammadde depolama alanları, yüksek hacimli stoklardan kaynaklanan yayılı toz emisyonu problemine yönelik en etkili çözüm olarak değerlendirilir. Bu tipteki depolamalar, yükleme ve boşaltma operasyonları sırasındaki yayılı toz emisyonlarını önlemek amacıyla bir veya birden fazla bez filtrelerle donatılır. - Dolum işlemleri sırasında yer değiştiren ve toz taşıyan hava ile başa çıkmak için yeterli kapasiteye sahip depolama siloları ile kesme anahtarlı ve filtreli seviye göstergelerinin kullanılması	
j	Sevkiyat ve yükleme işlemleri için yükleme bölgesine doğru konumlandırılmış bir çimento yüklemeye yönelik toz giderme sistemi ile donatılmış esnek dolum borularının kullanılması	

MET 15: Yığın depolama alanlarından kaynaklanan yayılı toz emisyonlarını en aza indirmek/önlemek için, aşağıdaki tekniklerden biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Yığın depolama alanlarının veya stok sahalarının örtülmesi veya perdeleme, duvar örme veya dikey yeşilliklerden oluşan bir muhafaza ile çevrelenmesi (açık yığınların rüzgardan korunması için yapay veya doğal rüzgar bariyerleri)
b	Açık yığınlar için rüzgar korumalarının kullanılması - Tozlu malzemelerin açık havada depolanmasından kaçınılmalıdır, ancak böyle bir durum söz konusu olduğunda, uygun şekilde tasarlanmış rüzgar bariyerleri kullanılarak yayılı tozun azaltılması mümkündür
c	Su spreyi ve kimyasal toz gidericilerin kullanılması - Yayılı tozun noktasal kaynağı iyi bir şekilde konumlandırıldığında, su püskürtme enjeksiyon sistemi kurulabilir. Toz partiküllerinin nemlendirilmesi, aglomerasyona yardımcı olur ve böylece tozun çökmesine yardımcı olur. Su spreyinin genel verimliliğini artırmak için çok çeşitli maddeler de mevcuttur.

	Teknik
d	Yol kaplama, yol ıslatma ve temizliğin sağlanması - Kamyonlar tarafından kullanılan alanlar mümkün olduğunca kaplanmalı ve yüzey mümkün olduğunca temiz tutulmalıdır. Yolların ıslatılması, özellikle kuru havalarda yayılı toz emisyonlarını azaltabilir. Ayrıca yol süpürme araçları ile de temizlenebilirler. Yayılı toz emisyonlarını minimumda tutmak için iyi temizlik uygulamaları kullanılmalıdır.
e	Stok yığınlarının nemlendirilmesinin sağlanması - Stok yığınlarının yayılı toz emisyonları, yükleme ve boşaltma noktalarında yeterli nemlendirme ve yüksekliği ayarlanabilir konveyör bantları kullanılarak azaltulabilir.
f	Depolama alanlarının doldurma veya boşaltma noktalarındaki yayılı toz emisyonlarının önlenemediği durumlarda, mümkünse otomatik olarak veya boşaltma hızı düşürülerek boşaltma yüksekliğinin değişen yığın yüksekliğiyle eşleştirilmesi

(2.5.2) Tozlu Operasyonlardan Kaynaklanan Kanalize Toz Emisyonları

Bu bölüm fırın pişirme, soğutma ve temel öğütme süreçlerinin dışındaki tozlu operasyonlardan kaynaklanan toz emisyonları ile ilgilidir. Bu, hammaddelerin kırılması; hammadde konveyörleri ve yükselticileri; hammadde, klinker ve çimento depolanması; yakıtların depolanması ve çimento sevkiyatı gibi süreçleri kapsar.

MET 16: Kanalize toz emisyonlarını azaltmak için özellikle fırın pişirme, soğutma ve temel öğütme işlemlerinden kaynaklanan dışındaki tozlu operasyonlara uygulanan filtrelerin performansını ele alan bir bakım yönetim sistemi uygulanır. Bu yönetim sistemi dikkate alınarak filtre ile kuru baca gazı temizliği uygulanır.

Tozlu operasyonlar için bir filtre ile kuru baca gazı temizliği genellikle bir bez filtreden oluşur.

Tozlu operasyonlardan (fırın pişirme, soğutma ve ana öğütme işlemlerinden kaynaklananlar hariç) kaynaklanan kanalize toz emisyonları için MET-İES, örnekleme süresi (en az yarım saat boyunca nokta ölçümü) boyunca ortalama olarak $<10 \text{ mg/Nm}^3$ 'tür.

Küçük kaynaklar ($<10.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) için, filtrenin performansını kontrol etme sıklığına ilişkin bakım yönetim sistemine dayalı bir öncelik yaklaşımının dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır (bkz. MET 5).

(2.5.3) Fırın Pişirme İşlemlerinden Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 17: Fırın pişirme işlemlerine ait baca gazlarından kaynaklanan toz emisyonlarını azaltmak için filtre ile kuru baca gazı temizliği yapılır. Fırın pişirme işlemlerinin baca gazlarından kaynaklanan toz emisyonları için MET-İES, günlük ortalama değer olarak $<10-20 \text{ mg/Nm}^3$ 'tür. Bez filtreler veya yeni veya yükseltilmiş ESP'ler uygulandığında, daha düşük seviyeye ulaşılır.

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Elektrostatik Filtreler (ESP'ler)	

b	Bez Filtreler	Tüm fırın sistemleri için uygulanabilir
c	Hibrit Filtreler	

(2.5.4) Soğutma ve Öğütme İşlemlerinden Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 18: Soğutma ve öğütme işlemlerinin baca gazlarından kaynaklanan toz emisyonlarını azaltmak için filtre ile kuru baca gazı temizliği yapılır. Soğutma ve öğütme işlemlerinin baca gazlarından kaynaklanan toz emisyonları için MET-IES, günlük ortalama değer veya örnekleme süresi boyunca ortalama olarak (en az yarım saatlik nokta ölçümler) <10-20 mg/Nm³'tür. Bez filtreler veya yeni ya da iyileştirilmiş ESP'ler uygulandığında, daha düşük bir seviyeye ulaşılır.

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Elektrostatik Filtreler (ESP'ler)	Genel olarak klinker soğutucular ve çimento değirmenleri için uygulanabilir.
b	Bez Filtreler	Genel olarak klinker soğutucular ve değirmenler için uygulanabilir.
c	Hibrit Filtreler	Klinker soğutucular ve çimento değirmenleri için uygulanabilir.

(2.6) Gaz Halindeki Bileşikler

(2.6.1) NO_x Emisyonları

MET 19: Fırın pişirme ve/veya ön ısıtma/ön kalsinasyon işlemlerinin baca gazlarından kaynaklanan NO_x emisyonlarını azaltmak için aşağıdaki tekniklerin bir tanesi veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Öncelikli Teknikler	
	I. Alev soğutma	Çimento üretiminde kullanılan tüm fırın tipleri için uygulanabilir. Uygulanabilirlik seviyesi, ürün kalite gereklilikleri ve proses stabilitesi üzerindeki potansiyel etkiler ile sınırlıdır.
	II. Düşük NO _x brülörleri	Tüm döner fırınlarda, ana brülör ve ön kalsinatörlerde uygulanabilir.
	III. Orta fırın pişirmesi	Genellikle uzun döner fırınlarda uygulanabilir.
	IV. Farin yanabilirliğini iyileştirmek için	Nihai ürün kalite gerekliliklerine tabi döner fırınlarda genellikle uygulanabilir.

	Teknik	Uygulanabilirlik
	mineralleştirici ilavesi (mineralleştirici klinker)	
	V. Proses optimizasyonu	Genel olarak tüm fırınlara uygulanabilir.
b	Ön kalsinatör ve optimize edilmiş yakıt karışımı kullanımı ile birlikte aşamalı yakma (geleneksel veya yakıt olarak kullanılabilen atıklar)	Genel olarak, sadece ön kalsinasyonlu fırınlarda uygulanabilir. Ön kalsinatörsüz siklon ön ısıtıcı sistemlerinde önemli tesis modifikasyonları gereklidir. Ön kalsinatörsüz fırınlarda, parça yakıt yakılmasının NO _x azaltımı üzerinde olumlu etkisi olabilir. Bu, kontrollü bir indirgeme atmosferi üretme ve ilgili CO emisyonlarını kontrol etme kapasitesine bağlıdır.
c	Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SNCR)	Prencip olarak döner çimento fırınlarına uygulanabilir. Enjeksiyon bölgeleri, fırın işlemlerinin türüne göre değişir. Uzun ıslak ve uzun kuru proses fırınlarında doğru sıcaklığı ve gerekli bekleme süresini elde etmek zor olabilir. Ayrıca bkz. MET 20.
d	Seçici Katalitik İndirgeme (SCR)	Uygulanabilirlik, uygun katalizör ve çimento endüstrisindeki proses gelişmelerine bağlıdır.

Tablo 2

Çimento endüstrisinde fırın pişirme ve/veya ön ısıtmalı/ön kalsinasyonlu proseslerden kaynaklanan baca gazındaki NO_x Emisyonlarına Yönelik MET-İES'ler

Fırın Türü	Birim	MET-İES (günlük ortalama değer)
Önden Isıtmalı Fırınlr	mg/Nm ³	<200-450 ⁽¹⁾⁽²⁾
Lepol ve uzun döner fırınlar	mg/Nm ³	<400-800 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Birincil tekniklerden sonra başlangıçtaki NO_x seviyesinin >1.000 mg/Nm³ olması durumunda MET-İES üst sınırı, 500 mg/Nm³'dir.

⁽²⁾ Mevcut fırın sistemi tasarımı, atık ve hammadde yanabilirliği dahil olmak üzere yakıt karışımı özellikleri (örn. özel çimento veya beyaz çimento klinkeri), etkin değer aralığı içinde kalma kapasitesini etkileyebilir. SNCR kullanıldığında, uygun koşullara sahip fırınlarda 350 mg/Nm³ altında seviyeler elde edilir. 2008 yılında, düşük bir değer olan 200 mg/Nm³, SNCR kullanan 3 tesis (kolay yanan karışım ile) için aylık ortalama olarak bildirilmiştir.

⁽³⁾ Başlangıç seviyelerine ve tepkimeye girmemiş NH₃ emisyonlarına bağlıdır.

MET 20: SNCR kullanıldığında, aşağıdaki teknik kullanılıp tepkimeye girmemiş amonyak emisyonlarını mümkün olduğu kadar düşük tutarak etkin NO_x azaltımı elde edilir.

SNCR, döner çimento fırınlarında uygulanabilir. Enjeksiyon bölgeleri, fırın tipine bağlı olarak değişiklik gösterir. Uzun ıslak ve uzun kuru proses fırınlarında doğru sıcaklığı elde etmek ve gerekli bekleme süresini sağlamak zor olabilir. Ayrıca MET 19'a bakınız.

	Teknik
a	Stabil operasyon prosesi ile birlikte uygun ve yeterli NO _x azaltım veriminin uygulanması
b	En yüksek verimde NO _x azaltımı sağlamak ve tepkimeye girmemiş amonyak emisyonlarını azaltmak için, amonyakın iyi bir stokiometrik dağılım göstermesinin sağlanması
c	NO _x azaltım verimliliği ile tepkimeye girmemiş NH ₃ emisyonları arasındaki ilişki göz önünde bulundurularak baca gazlarından kaynaklanan tepkimeye girmemiş NH ₃ emisyonlarının mümkün olan en düşük seviyede tutulması

Tablo 3

SNCR uygulandığında baca gazlarındaki tepkimeye girmemiş NH₃ emisyon seviyelerine yönelik MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (günlük ortalama değer)
Tepkimeye girmemiş NH ₃ emisyonu	mg/Nm ³	<30–50 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Tepkimeye girmemiş amonyak emisyonları, başlangıçtaki NO_x seviyesi ile NO_x azaltım verimliliğine bağlıdır. Lepol ve uzun döner fırınlar için bu seviye daha yüksek olabilir.

(2.6.2) SO_x Emisyonları

MET 21: Fırın pişirme ve/veya ön ısıtma/ön kalsinasyon işlemlerinden kaynaklanan baca gazlarındaki SO_x emisyonlarını azaltmak/en aza indirmek için aşağıdaki tekniklerden biri kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Absorban İlavesi	Absorban ilavesi, çoğunlukla süspansiyon ön ısıtıcılarda kullanılmakla birlikte, prensip olarak tüm fırın sistemlerine uygulanabilir. Fırın beslemesine kireç eklenmesi, granüllerin/nodüllerin kalitesini düşürür ve Lepol fırınlarında akış sorunlarına neden olur. Ön ısıtıcılı fırınlar için sönmüş kirecin baca gazına doğrudan enjeksiyonunun fırın beslemesine sönmüş kireç eklenmesinden daha az verimli olduğu bulunmuştur.
b	Islak Yıkayıcı	Alçı üretimi için uygun (yeterli) SO ₂ seviyesine sahip olan tüm çimento fırın tiplerinde uygulanabilir.

Hammaddelere ve yakıt kalitesine bağlı olarak SO_x emisyon seviyeleri, herhangi bir azaltım tekniği kullanılmaması gerektirmeden düşük tutulabilir. Gerekli ise, absorban ilavesi veya ıslak yıkayıcı gibi öncelikli teknikler ve/veya azaltım teknikleri, SO_x emisyonlarını azaltmak için kullanılabilir. Islak yıkayıcılar, başlangıçta azaltılmamış SO_x seviyeleri 800-1.000 mg/Nm³'ten yüksek olan tesislerde mevcut durumda kullanılmaktadır.

Tablo 4

Çimento endüstrisindeki fırın pişirme ve/veya ön ısıtma/ön kalsinasyon proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki SO_x emisyon seviyelerine yönelik MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES ⁽¹⁾⁽²⁾ (günlük ortalama değer)
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	mg/Nm ³	<50–400

⁽¹⁾ Değer aralığı, hammadde içindeki kükürt içeriğini göz önünde bulundurur.

⁽²⁾ Beyaz çimento ve özel çimento klinker üretimi için, klinkerin yakıt kükürt tutma kapasitesi önemli derecede düşük olabilir ve bu da daha yüksek seviyede SO_x emisyonlarına neden olabilir.

MET 22: Fırından kaynaklanan SO₂ emisyonlarının azaltılması için ham değirmen işlemleri optimize edilir. Bu, ham değirmenin fırın için SO₂ azaltımını sağlayacak şekilde işletilebilmesi için ham değirmen işlemlerinin optimize edilmesinden oluşur ve aşağıdaki parametrelerin kontrolü ile elde edilebilir:

- hammadde nem miktarı
- değirmen sıcaklığı
- değirmendeki bekleme süresi
- öğütülmüş materyal boyutu

Eğer, kuru öğütme işlemi bileşik modda kullanılıyorsa uygulanabilir.

(2.6.3) CO Emisyonları ve CO Yükselmeleri

(2.6.3.1) CO Yükselmelerinin Azaltımı

MET 23: Elektrostatik filtreler (ESP’ler) veya hibrit filtreler kullanıldığında, CO yükselme sıklığını en aza indirmek ve toplam süresini yıllık olarak 30 dakikanın altında tutmak için, aşağıdaki tekniklerin kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	ESP’nin aksama süresini azaltmak için CO yükselmelerinin yönetilmesi
b	CO kaynağına yakın bir şekilde konumlandırılmış ve kısa bir tepki süresine sahip izleme ekipmanı aracılığıyla sürekli ve otomatik CO ölçümlerinin yapılması

Güvenlik nedenleriyle, patlama riski dolayısıyla, baca gazlarındaki yüksek CO seviyeleri sırasında ESP'lerin kapatılması gerekecektir. Aşağıdaki teknikler, CO yükselmelerini önler ve bu sebeple, ESP kapanma sürelerini azaltır:

- yanma prosesinin kontrolü
- hammaddelere ait organik yükün kontrolü
- yakıt kalitesi ile yakıt besleme sisteminin kontrolü

Kesintiler ağırlıklı olarak başlatma operasyonu aşamasında meydana gelir. Güvenli bir operasyon için, ESP korumasına yönelik gaz analizörlerinin tüm operasyonel aşamalarda çevrim içi olması gerekir ve ESP kapanma süreleri, çalışır durumda tutulan bir yedek izleme sistemi kullanılarak azaltılabilir.

Sürekli CO izleme sistemi, tepkime süresi için optimize edilmeli ve CO kaynağına yakın bir şekilde konumlandırılmalıdır; örn., ön ısıtıcı kule çıkışında veya ıslak fırın uygulaması durumunda fırın girişinde.

Hibrit filtreler kullanıldığında, torba destek kafesinin hücre plakası ile topraklanması tavsiye edilir.

(2.6.4) Toplam Organik Karbon (TOK) Emisyonları

MET 24: Fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki TOK emisyonlarını düşük seviyede tutmak için, fırın sistemine yüksek miktarda uçucu organik bileşik (UOB) içeren hammaddelerin beslemesinden kaçınılır.

(2.6.5) Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF) Emisyonları

MET 25: Fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki HCl emisyonlarını önlemek/azaltmak için, aşağıdaki öncelikli tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Düşük klor içeriği olan hammadde ve yakıt kullanılması
b	Bir çimento fırınında hammadde ve/veya yakıt olarak kullanılacak herhangi bir atığın klor içeriğinin sınırlandırılması

HCl emisyonları için MET-ESD, günlük ortalama değer veya örnekleme süresi boyunca ortalama olarak (en az yarım saat boyunca nokta ölçümleri) $<10 \text{ mg/Nm}^3$ 'tür.

MET 26: Fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki HF emisyonlarını önlemek/azaltmak için, aşağıdaki öncelikli tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Düşük flor içeriği olan hammadde ve yakıt kullanılması
b	Bir çimento fırınında hammadde ve/veya yakıt olarak kullanılacak herhangi bir atığın flor içeriğinin sınırlandırılması

HF emisyonları için MET-ESD, günlük ortalama değer veya örnekleme süresi boyunca ortalama olarak (en az yarım saat boyunca nokta ölçümleri) $<1 \text{ mg/Nm}^3$ 'tür.

(2.7) PCDD/F Emisyonları

MET 27: PCDD/F emisyonlarını engellemek veya fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki PCDD/F emisyonlarını düşük seviyelerde tutmak için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Girdi maddelerin (hammaddelerin; örn. klor, bakır ve uçucu organik bileşikler) dikkatli bir şekilde seçimi ve kontrolü	Genellikle uygulanabilir
b	Girdi maddelerin (yakıtların; örn. klor ve bakır) dikkatli bir şekilde seçimi ve kontrolü	Genellikle uygulanabilir
c	Klorlu organik madde içeren atık kullanımının sınırlandırılması/önlenmesi	Genellikle uygulanabilir
d	İkincil ateşlemede yüksek miktarda halojen (örn. klor) içeren yakıt beslenmesinin önlenmesi	Genellikle uygulanabilir
e	Fırın baca gazlarının hızlı bir şekilde 200°C'nin altına soğutulması ve sıcaklıkların 300 ile 450°C arasında değiştiği bölgelerde baca gazlarının ve oksijen içeriğinin bekleme sürelerinin en aza indirilmesi	Ön ısıtmalı olmayan uzun ıslak fırınlar ile uzun kuru fırınlarda uygulanabilir. Modern ön ısıtmalı ve ön kalsinatörlü fırınlarda, bu özellik zaten bulunmaktadır.
f	Devreye alma ve/veya devre dışı bırakma süreçlerinde beraber atık yakma işlemlerinin durdurulması	Genellikle uygulanabilir

Fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki PCDD/F emisyonları için MET-ESD, örnekleme süresi (6-8 saat) boyunca ortalama olarak <0,05 – 0,1 ng PCDD/F I-TEQ/Nm³tür.

(2.8) Metal Emisyonları

MET 28: Fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki metal emisyonlarını en aza indirmek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Düşük metal içerikli materyallerin seçilmesi ve materyallerdeki metal içeriklerinin sınırlandırılması (özellikle civa için)
b	Kullanılan atıklara yönelik özelliklerin garanti altına alınması için kalite güvence sisteminin kullanılması
c	MET 17'de belirtilen, etkin toz uzaklaştırma tekniklerinin kullanılması

Tablo 5

Fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki metal emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Metaller	Birim	MET-İES (örnekleme süresi boyunca (en az yarım saat, noktasal ölçümler) ortalama değer)
Hg	mg/Nm ³	<0,05 (²)
Σ (Cd, Tl)	mg/Nm ³	<0,05 (¹)
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg/Nm ³	<0,5 (¹)

(1) Yakıt ve hammaddelerin kalitesine bağlı olarak düşük değerler raporlanmıştır.

(2) Yakıt ve hammaddelerin kalitesine bağlı olarak düşük değerler raporlanmıştır. 0,03 mg/Nm³ 'ün üzerindeki değerler, detaylı olarak incelenmelidir. 0,05 mg/Nm³ 'e yakın değerler için ise ilave teknikler düşünülmelidir (örn. baca gazı sıcaklığının düşürülmesi ve aktif karbon)

(2.9) Proses Kayıpları/Atıklar

MET 29: Çimento üretim proseslerinden çıkan atıkları azaltmak ve hammadde tasarrufunu sağlamak için, aşağıdaki tekniklerden uygun olanlar kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Mümkün olan durumlarda, toplanan proses tozlarının yeniden kullanımı	Genel olarak uygulanabilir ancak tozun kimyasal kompozisyonuna bağlıdır.
b	Mümkün olan durumlarda, proses tozlarının diğer ticari ürünlerde kullanılması	Proses tozlarının diğer ticari ürünlerde kullanılması işletmecinin kontrolünde olmayabilir.

Mümkün olan durumlarda toplanan tozun, üretim proseslerine geri kazanımı sağlanabilir. Bu, doğrudan fırına veya fırın beslemesine (alkali metal içeriği sınırlayıcı faktör) veya nihai çimento ürünleriyle karıştırılarak gerçekleştirilebilir. Toplanan tozlar üretim proseslerine geri dönüştürüldüğünde bir kalite güvence prosedürü gerekebilir. Geri kazanılamayan materyal için alternatif kullanım alanları bulunabilir (örn. yanma tesislerinde baca gazı desülfürizasyonu için katkı maddesi olarak).

(3) KİREÇ ÜRETİMİ İÇİN MET

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET, kapsam dahilindeki kireç üretimi sektöründeki tüm tesislere Genel MET'lere ek olarak geçerlidir.

(3.1) Genel Birincil Teknikler

MET 30: Tüm fırın emisyonlarını azaltmak ve enerjiyi verimli kullanmak için, aşağıdaki teknikler kullanılarak proses parametresi ayar noktalarına yakın çalışan düzgün ve istikrarlı bir fırın prosesi elde edilir:

	Teknik
a	Bilgisayar tabanlı otomatik kontrol dahil olmak üzere proses kontrol optimizasyonu
b	Modern, gravimetrik katı yakıt besleme sistemlerinin ve/veya gaz akış ölçerlerin kullanımı

Proses kontrol optimizasyonu, tüm kireç tesislerinde farklı derecelerde uygulanabilir. Kireç taşı kalitesi gibi kontrol edilemeyen değişkenler nedeniyle tam proses otomasyonuna genellikle ulaşılamaz.

MET 31: Emisyonları önlemek ve/veya azaltmak için, fırına giren hammaddelerin seçimi ve kontrolü dikkatli bir şekilde yürütülür.

Fırına giren hammaddeler, kirletici içerikleri nedeniyle hava emisyonları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir; bu nedenle, dikkatli bir şekilde yürütülen hammadde seçimi, bu emisyonları kaynağında azaltabilir. Örneğin, kireç taşı/beyaz mermer içeriğindeki sülfür ve klor miktarındaki değişimler, baca gazındaki SO₂ ve HCl emisyonları üzerinde etkili olurken organik maddenin varlığı TOK ve CO emisyonları üzerinde etkili olmaktadır.

Uygulanabilirlik, düşük safsızlık içeriğine sahip hammaddelerin (yerel) bulunabilirliğine bağlıdır. Nihai ürün ile kullanılan fırının türü, ek bir kısıtlama teşkil edebilir.

(3.2) İzleme

MET 32: Proses parametreleri ve emisyonları düzenli olarak izlenir ve ölçülür ve emisyonlar ilgili TS EN standartlarına veya TS EN standartlarının mevcut olmaması halinde, aşağıdakiler de dahil olmak üzere eş değer bilimsel kalitede veri sağlanmasını temin eden ISO, ulusal veya uluslararası standartlara uygun olarak izlenir:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Sıcaklık, O ₂ içeriği, basınç, akış hızı ve CO emisyonları gibi proses stabilitesini gösteren parametrelerin sürekli ölçümleri	Fırın prosesleri için uygulanabilir.
b	Yakıt beslemesi, düzenli dozaj ve fazla oksijen gibi kritik proses parametrelerinin izlenmesi ve stabilize edilmesi	
c	SNCR uygulandığında toz, NO _x , SO _x , CO emisyonları ve NH ₃ emisyonlarının sürekli veya periyodik ölçümleri	
d	Atıkların birlikte yakılması durumunda HCl ve HF emisyonlarının sürekli veya periyodik ölçümleri	
e	TOK emisyonlarının sürekli veya periyodik ölçümleri veya atıkların birlikte yakılması durumunda sürekli ölçümler	
f	PCDD/F ve metal emisyonlarının periyodik ölçümleri	

Teknik	Uygulanabilirlik
g Toz emisyonlarının sürekli veya periyodik ölçümleri	Fırın dışı prosesler için uygulanabilir. Küçük kaynaklar için (<10.000 Nm ³ /h) ölçümlerin sıklığı bir bakım yönetim sistemine dayanmalıdır.

MET 32(c) ila 32(f)'de belirtilen sürekli veya periyodik ölçümler arasındaki seçim, emisyon kaynağı ile beklenen kirleticisi türüne dayanmaktadır.

Toz, NO_x, SO_x ve CO emisyonlarının periyodik ölçümleri için kılavuz olarak normal çalışma koşullarında ayda bir ve yılda bir defaya kadar olan sıklıklar verilmiştir.

PCDD/F, TOK, HCl, HF, metal emisyonlarının periyodik ölçümleri için proseste kullanılan hammadde ve yakıtlara uygun bir sıklık kullanılmalıdır.

(3.3) Enerji Tüketimi

MET 33: Termal enerji tüketimini azaltmak/en aza indirmek için, aşağıdaki tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Tanım	Uygulanabilirlik
a	Proses parametreleri ayar noktalarına yakın çalışan, sorunsuz ve stabil fırın prosesi ile iyileştirilmiş ve optimize edilmiş fırın sistemlerinin, aşağıdakiler yoluyla uygulanması: I. proses kontrol optimizasyonu II. baca gazlarından ısı geri kazanımı (örn., kireç taşı öğütme gibi diğer prosesler için kireç taşı kurutmada döner fırından çıkan fazla ısısının kullanılması) III. modern, gravimetrik katı yakıt besleme sistemleri IV. teçhizat bakımı (örn. hava sızdırmazlığı, refrakter aşınması) V. optimize edilmiş taş tane boyutu kullanımı	Fırın kontrol parametrelerinin optimum değerlerine yakın tutulması, diğer şeylerin yanı sıra, daha az sayıda kapanma ve arıza durumları nedeniyle tüm tüketim parametrelerini azaltma etkisine sahiptir. Optimize edilmiş taş tane boyutunun kullanımı, hammadde mevcudiyetine bağlıdır.	Teknik (a) II, sadece uzun döner fırınlara (LRK) uygulanabilir.
b	Termal enerji tüketimi üzerinde olumlu etkiye sahip yakıtların kullanımı	Yakıtların özellikleri, örneğin yüksek kalorifik değer ve düşük nem içeriği, termal enerji tüketimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir.	Uygulanabilirlik, seçilen yakıtın fırına beslemesi için teknik imkanlara ve enerji politikalarından etkilenebilecek uygun yakıtların (örn. yüksek kalorifik değer ve düşük nem) mevcudiyetine bağlıdır.

	Teknik	Tanım	Uygulanabilirlik
c	Fazla havanın sınırlandırılması	Yanma için kullanılan fazla havanın azalması, yakıt tüketimi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir, çünkü yüksek hava yüzdeleri, buna bağlı olarak artan hacmi ısıtmak için daha fazla termal enerji gerektirir. Sadece LRK ve PRK’da fazla havanın sınırlandırılması, termal enerji tüketimi üzerinde bir etkiye sahiptir. Tekniğin TOK ve CO emisyonunu artırma potansiyeli vardır.	Fırındaki bazı alanların aşırı ısınması ve bunun sonucunda refrakter ömrünün kısılması sınırları dahilinde LRK ve PRK için uygulanabilir.

Tablo 6

Kireç ve beyaz mermer sektöründe MET ile ilişkili termal enerji tüketim seviyeleri

Fırın Tipi	Termal Enerji Tüketimi ⁽¹⁾ GJ/ton ürün
Uzun döner fırınlar (LRK)	6,0–9,2
Ön ısıtıcılı döner fırınlar (PRK)	5,1–7,8
Paralel akış rejeneratif fırınlar (PRK)	3,2–4,2
Dairesel şaft fırınlar (ASK)	3,3–4,9
Karışık beslemeli şaft fırınlar (MFSK)	3,4–4,7
Diğer fırınlar (OK)	3,5–7,0

⁽¹⁾ Enerji tüketimi ürün tipine, ürün kalitesine, proses koşullarına ve hammaddelere bağlıdır.

MET 34: Elektrik enerjisi tüketimini en aza indirmek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Güç yönetim sistemlerinin kullanımı
b	Optimize edilmiş tane boyutundaki kireç taşı kullanımı
c	Yüksek enerji verimliliğine sahip öğütme teçhizatı ve diğer elektrik bazlı teçhizatların kullanımı

Teknik (b): Dikey fırınlar genellikle sadece iri taneli kireç taşı çakıllarını yakabilir. Bununla birlikte, daha yüksek enerji tüketimine sahip döner fırınlar küçük fraksiyonları da değerlendirebilir ve yeni dikey fırınlar en küçük 10 mm olmak üzere küçük granülleri yakabilir. Fırın besleme taşlarının daha büyük boyuttaki granülleri, dikey fırınlarda döner fırınlara göre daha fazla kullanılır.

(3.4) Kireç Taşı Tüketimi

MET 35: Kireç taşı tüketimini en aza indirmek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Kireç taşının özel ocak işletmesi, kırılması ve iyi yönlendirilen kullanımı (kalite, tane boyutu)	Kireç endüstrisinde genel olarak uygulanabilir; bununla birlikte, taş işleme, kireç taşı kalitesine bağlıdır.
b	Ocaktan çıkarılan kireç taşından en iyi şekilde yararlanmak için daha geniş bir kireç taşı tane boyutu aralığıyla çalışmaya olanak tanıyan optimize edilmiş teknikler uygulayan fırın seçimi	Yeni tesisler ve büyük fırın yükseltmeleri için uygulanabilir. Dikey fırınlar prensip olarak sadece iri taneli kireç taşı çakıllarını yakabilir. İnce kireç PFRK ve/veya döner fırınlar, daha küçük kireç taşı tane boyutları ile çalışabilir.

(3.5) Yakıt Seçimi

MET 36: Emisyonları önlemek/azaltmak için, fırına giren yakıtların seçimi ve kontrolü dikkatli bir şekilde yürütülmelidir.

Fırına giren yakıtlar, kirletici içerikleri nedeniyle hava emisyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Sülfür (özellikle uzun döner fırınlar için), nitrojen ve klor içeriği baca gazındaki SO_x, NO_x ve HCl emisyonlarının değer aralığı üzerinde etkilidir. Yakıtın kimyasal bileşimine ve fırın tipine bağlı olarak, uygun yakıtların veya yakıt karışımının seçimi, emisyonların azaltılmasını sağlayabilir.

Karışık beslemeli şaft fırınları hariç tüm fırın tipleri, enerji politikalarından etkilenebilecek yakıt mevcudiyetine bağlı olarak her türlü yakıt ve yakıt karışımı ile çalışabilir. Yakıt seçimi aynı zamanda nihai ürünün istenen kalitesine, yakıtı seçilen fırına beslemek için teknik imkanlara ve ekonomik hususlara bağlıdır.

(3.5.1) Atıkların Yakıt Olarak Kullanımı

(3.5.1.1) Atık Kalite Kontrolü

MET 37: Kireç fırınında yakıt olarak kullanılacak atıklara yönelik özellikleri sağlamak için, aşağıdaki teknikler uygulanır:

	Teknik
a	Atıkların özelliklerini sağlamak ve kontrol etmek ve fırında yakıt olarak kullanılacak herhangi bir atığı aşağıdakiler kapsamında analiz etmek için kalite güvence sisteminin uygulanması: I. sabit kalite II. fiziksel kriterler, örn. emisyon oluşumu, kalınlık, reaktivite, yanabilirlik, kalorifik değer III. kimyasal kriterler, örn. toplam klor içeriği, kükürt, alkali ve fosfat içeriği ve ilgili metal (örn. toplam krom, kurşun, kadmiyum, cıva, talyum) içeriği

	Teknik
b	Yakıt olarak kullanılacak herhangi bir atık için toplam halojen içeriği, metaller (örn. toplam krom, kurşun, kadmiyum, cıva, talyum) ve kükürt gibi ilgili bileşenlerin miktarının kontrol edilmesi

(3.5.1.2) Fırına Atık Beslemesi

MET 38: Atıkların fırına yakıt olarak beslemesinden kaynaklanan emisyonları önlemek/azaltmak için, aşağıdaki teknikler kullanılır:

	Teknik
a	Fırın tasarımı ile operasyonuna bağlı olarak uygun atıkların beslemesi için uygun brülörlerin kullanımı
b	İşlemin, atıkların beraber yakılmasından kaynaklanan gaz sıcaklığının en olumsuz koşullarda bile kontrollü ve homojen bir şekilde 2 saniye boyunca 850°C'ye yükseltileceği şekilde çalıştırılması
c	%1'den fazla klor olarak ifade edilen halojenli organik madde içeriğine sahip tehlikeli atıkların beraber yakılması halinde sıcaklığın 1.100°C'ye yükseltilmesi
d	Sürekli ve sabit düzeyde atık beslemesinin yapılması
e	(b) ve (c) maddelerinde belirtilen uygun sıcaklık ve bekleme sürelerine ulaşamadığında, başlangıç ve/veya kapanış gibi operasyonlar için atık beslemenin durdurulması

(3.5.1.3) Tehlikeli Atıkların Kullanımına Yönelik Güvenlik Yönetimi

MET 39: Kazara meydana gelen emisyonları önlemek için tehlikeli atıkların depolanması, taşınması ve fırına beslenmesine yönelik güvenlik yönetimi uygulanır:

Tehlikeli atıkların depolanması, taşınması ve fırına beslenmesi için bir güvenlik yönetiminin uygulanması; atıkların etiketlenmesi, örneklenmesi ve test edilmesi için atık kaynağına ve türüne göre risk temelli bir yaklaşımdan oluşur.

(3.6) Toz Emisyonları

(3.6.1) Yayılı Toz Emisyonları

MET 40: Tozlu işlemlerden kaynaklanan yayılı toz emisyonlarını en aza indirmek/önlemek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Öğütme, eleme ve karıştırma gibi tozlu işlemlerin etrafının kapatılması
b	Toz emisyonlarının muhtemel olduğu durumlarda, kapalı sistemler olarak inşa edilen etraflı kapalı konveyörler ve asansörlerin kullanılması
c	Yeterli kapasiteye sahip depolama siloları ile doldurma işlemleri sırasında açığa çıkan tozlu hava için kesme anahtarlı ve filtreli düzey göstergelerinin kullanımı
d	Pnömatik aktarım sistemleri için faydalı olacak bir döngü sisteminin kullanımı
e	Malzeme taşımının negatif basınç altında kapalı sistemlerde yürütülmesi ve emis havasının atmosfere salınmadan önce bir bez filtre ile tozunun giderilmesi
f	Hava kaçakları ile dökülme noktalarının azaltılması, kurulumun tamamlanması
g	Kurulumun doğru ve eksiksiz bakımı
h	Otomatik cihazların ve kontrol sistemlerinin kullanımı
i	Sürekli ve sorunsuz işlemlerin uygulanması

j	Kamyonun yükleme seviyesinde konumlandırılmış, kireç yüklemek için toz giderme sistemi ile donatılmış esnek dolmuş boruların kullanılması
---	---

Kırma ve eleme gibi hammadde hazırlama işlemlerinde, hammaddenin nem içeriği nedeniyle toz ayırma normalde gerekmez.

MET 41: Yığın depolama alanlarından kaynaklanan yayılı toz emisyonlarını en aza indirmek/önlmek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Perdeleme, duvar örme veya dikey yeşillik (açık yığın rüzgar koruması için yapay veya doğal rüzgar bariyerleri) kullanarak depolama alanlarının çevrelenmesi
b	Ürün siloları ile kapalı, tam otomatik hammadde depolarının kullanılması (Bu tür depolar, yükleme ve boşaltma işlemlerinde yayılı toz oluşumunu önlemek için bir veya daha fazla bez filtre ile donatılır.)
c	Depo yükleme ve boşaltma noktalarında yeterli nemlendirme ve yüksekliği ayarlanabilen konveyör bantların kullanılması yoluyla stok sahalarındaki yayılı toz emisyonlarının azaltılması (Nemlendirme veya püskürtme önlemleri/teknikleri kullanıldığında, zemin kapatılabilir ve fazla su toplanabilir ve gerekirse bu su arıtılabilir ve kapalı döngülerde kullanılabilir.)
d	Depolama alanlarının yükleme veya boşaltma noktalarındaki önlenemeyen yayılı toz emisyonlarının, boşaltma yüksekliğini, eğer mümkünse otomatik olarak, yığının değişen yüksekliğiyle eşleştirerek veya boşaltma hızını düşürerek azaltılması
e	Püskürtme cihazları kullanarak yerlerin, özellikle kuru alanların ıslak tutulması ve temizleme araçlarıyla temizlenmesi
f	Sökme işlemleri sırasında vakum sistemlerinin kullanılması (Yeni binalar, sabit vakumlu temizleme sistemleriyle kolayca donatılabilirken mevcut binalar, normalde mobil sistemler ve esnek bağlantılarla daha iyi donatılır.)
g	Kamyonlar tarafından kullanılan alanlarda ortaya çıkan yayılı toz emisyonlarının, bu alanları mümkün olduğunda asfaltlayarak ve yüzeyi mümkün olduğunca temiz tutarak azaltılması (Yolların ıslatılması, özellikle kuru havalarda yayılı toz emisyonlarını azaltabilir. Yayılı toz emisyonlarını minimumda tutmak için iyi temizlik uygulamaları kullanılabilir.)

(3.6.2) Fırın Pişirme Dışındaki Tozlu İşlemlerden Kaynaklanan Kanalize Toz Emisyonları

MET 42: Fırın pişirme dışındaki tozlu işlemlerden kaynaklanan kanalize toz emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin biri kullanılır ve filtrelerin performansına yönelik bir bakım yönetim sistemi uygulanır:

	Teknik ⁽¹⁾	Uygulanabilirlik
a	Bez filtre	Genel olarak, öğütme tesislerinde ve kireç endüstrisindeki yan proseslerde, malzeme nakliyesinde ve depolama ve yükleme tesislerinde uygulanabilir. Kireç söndürme tesislerinde bez filtrelerin uygulanabilirliği, baca gazlarının

		yüksek nemi ve düşük sıcaklığı nedeniyle sınırlı olabilir.
b	Islak yıkayıcılar	Esas olarak kireç söndürme tesislerine uygulanabilir.

⁽¹⁾ Gerekirse, baca gazlarının ön arıtımı için santrifüj ayırıcılar/siklonlar kullanılabilir.

Tablo 7

Fırın pişirme dışındaki tozlu işlemlerden kaynaklanan baca gazı emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Teknik	Birim	MET-İES (günlük ortalama veya örnekleme süresi için ortalama (en az yarım saatlik nokta ölçümleri))
Bez filtre	mg/Nm ³	<10
Islak yıkayıcı	mg/Nm ³	<10-20

Küçük kaynaklar (<10.000 Nm³/h) için filtre performansının kontrol sıklığına yönelik bir önceliklendirme yaklaşımının dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır (bkz. MET 32).

(3.6.3) Fırın Pişirme İşlemlerinden Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 43: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki toz emisyonlarını azaltmak için baca gazı temizliği, filtre ile yapılır. Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılabilir:

Teknik	Uygulanabilirlik
a ESP	Tüm fırın sistemleri için uygulanabilir.
b Bez Filtre	Tüm fırın sistemleri için uygulanabilir.
c Islak Toz Ayırıcı	Tüm fırın sistemleri için uygulanabilir.
d Santrifüj Ayırıcı/Siklon	Santrifüj ayırıcılar sadece ön ayırıcı olarak uygundur ve tüm fırın sistemlerinden kaynaklanan baca gazlarının ön temizliği için kullanılabilir.

Tablo 8

Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki toz emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Teknik	Birim	MET-İES (günlük ortalama veya örnekleme süresi için ortalama (en az yarım saatlik nokta ölçümleri))
Bez Filtre	mg/Nm ³	<10

ESP veya Diğer Filtreler	mg/Nm ³	<20 ^(*)
--------------------------	--------------------	--------------------

^(*) Toz direncinin yüksek olduğu istisnai durumlarda MET-İES, günlük ortalama olarak 30 mg/Nm³'e varan değerlerde olabilir.

(3.7) Gaz Halindeki Bileşikler

(3.7.1) Gaz Halindeki Bileşiklerden Kaynaklanan Emisyonların Azaltılması İçin Birincil Teknikler

MET 44: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki gaz halinde bileşik emisyonlarını (NO_x, SO_x, HCl, CO, TOK/UOB, uçucu metaller) azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Fırına giren maddelerin dikkatli bir şekilde seçimi ve kontrolü	Genel olarak uygulanabilir.
b	Yakıtlarda ve mümkünse hammaddelerde bulunan kirlenici öncüllerin azaltılması: I. Mevcutsa, düşük kükürt (özellikle uzun döner fırınlar için), nitrojen ve klor içerikli yakıtların seçilmesi II. Mümkünse, düşük organik madde içerikli hammaddelerin seçilmesi III. Proses ve brülör için uygun atık yakıtların seçilmesi	Ham madde ve yakıtların yerel mevcudiyetine, kullanılan fırın tipine, istenen ürün kalitesine ve yakıtların seçilen fırına beslenmesinin teknik imkanına bağlı olarak kireç endüstrisinde genel olarak uygulanabilir.
c	Kükürt dioksitin etkin bir şekilde absorpsiyonunu sağlamak için proses optimizasyon tekniklerinin kullanılması (örn. fırın gazları ve sönmemiş kireç arasında etkin temas)	Tüm kireç tesisleri için uygulanabilir. Genellikle tam proses otomasyonu, kireç taşı kalitesi gibi kontrol edilemeyen değişkenler nedeniyle mümkün değildir.

(3.7.2) NO_x Emisyonları

MET 45: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki NO_x emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Birincil Teknikler	
	I. Yakıtta bulunan nitrojen içeriğinin sınırlandırılması ile birlikte uygun yakıt seçimi	Kireç endüstrisinde, enerji politikalarından etkilenebilecek yakıt mevcudiyetine ve seçilen fırına belirli bir yakıt türünün beslenmesinin teknik imkanına bağlı olarak genel olarak uygulanabilir.

II. Alev şekillendirme ve sıcaklık profili dahil, proses optimizasyonu	Proses optimizasyonu ve proses kontrolü, kireç üretiminde uygulanabilir ancak, nihai ürün kalitesine bağlıdır.
III. Brülör tasarımı (düşük NO _x brülörleri)	Düşük NO _x brülörleri, döner fırınlar ve yüksek birincil hava koşulları sunan dairesel şaft fırınlarına uygulanabilir. PFRK'ler ve diğer şaft fırınları, alevsiz yanmaya sahiptir; bu nedenle düşük NO _x brülörleri, bu fırın tipine uygulanamaz.
IV. Hava kademelendirme	Şaft fırınlarda uygulanamaz. Sadece PRK için, çok yanmış kireç üretimi söz konusu olmadığı sürece uygulanabilir. Uygulanabilirlik, fırının bazı bölgelerinde olası aşırı ısınma ve bunun sonucunda refrakter astarın bozulması nedeniyle, nihai ürünün getirdiği kısıtlamalarla sınırlı olabilir.
b SNCR	Lepol döner fırınlara uygulanabilir. Ayrıca bkz. MET 46.

Tablo 9

Kireç endüstrisinde fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki NO_x emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Fırın Tipi	Birim	MET-İES (günlük ortalama değer veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) için ortalama değer, NO ₂ olarak ifade edilmiştir)
PFRK, ASK, MFSK, OSK	mg/Nm ³	100–350 ⁽¹⁾⁽³⁾
LRK, PRK	mg/Nm ³	<200–500 ⁽¹⁾⁽²⁾

⁽¹⁾ Aralıkların üst sınırları, dolim ve çok yanmış kireç üretimi ile ilgilidir. Aralığın üst sınırından daha yüksek seviyeler, sinterlenmiş dolim üretimi ile ilgili olabilir.

⁽²⁾ Çok yanmış kireç üreten şaftlı LRK ve PRK için üst sınır, 800 mg/Nm³'e kadardır.

⁽³⁾ MET 45 (a)-I'de belirtilen birincil tekniklerin bu seviyeye ulaşmak için yeterli olmadığı ve ikincil tekniklerin NO_x emisyonlarını 350 mg/Nm³'e düşürmek için uygulanabilir olmadığı durumlarda, özellikle çok yanmış kireç ve yakıt olarak biyokütle kullanımı için üst seviye 500 mg/Nm³'tür.

MET 46: SNCR kullanıldığında, aşağıdaki teknik kullanılarak amonyak kaymasını mümkün olduğunca düşük tutarken verimli bir NO_x azaltımı sağlanır:

	Teknik
a	Stabil bir operasyon süreci ile birlikte uygun ve yeterli bir azaltım verimliliği uygulanması
b	NO _x azaltımında en yüksek verimi elde etmek ve amonyak kaymasını azaltmak için iyi bir stokiometrik oran ve amonyak dağılımı uygulanması
c	NO _x azaltım verimliliği ile NH ₃ kayması arasındaki ilişkiyi dikkate alarak baca gazlarından NH ₃ kayması emisyonlarının (reaksiyona girmemiş amonyak nedeniyle)

mümkün olduğunca düşük tutulması

Sadece 850 ila 1.020°C ideal sıcaklık aralığına erişilebilen Lepol döner fırınları için uygulanabilir. Ayrıca bkz. MET 45 (b).

MET ile İlişkili Emisyon Seviyeleri

Baca gazlarındaki NH₃ emisyonları için MET-İES, günlük ortalama değer veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) boyunca ortalama olarak <30 mg/Nm³ tür.

(3.7.3) SO_x Emisyonları

MET 47: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki SO_x emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Kükürt dioksitin verimli bir şekilde absorpsiyonunu sağlamak için proses optimizasyonu (örn. fırın gazları ile sönmemiş kireç arasında verimli temas)	Proses kontrol optimizasyonu, tüm kireç tesislerinde uygulanabilir.
b	Düşük kükürt içeriğine sahip yakıtların tercih edilmesi	Yüksek SO _x emisyonları nedeniyle özellikle uzun döner fırınlarda (LRK) kullanım için yakıt mevcudiyetine bağlı olarak genel olarak uygulanabilir.
c	Absorban ilavesi tekniklerinin kullanımı (örn. absorban ilavesi, bir filtre ile kuru baca gazı temizleme, ıslak yıkayıcı yıkayıcı veya aktif karbon enjeksiyonu)	Absorban ilavesi teknikleri prensip olarak kireç endüstrisinde uygulanabilir. Özellikle döner kireç fırınlarında uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Tablo 10

Kireç endüstrisinde fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki SO_x emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Fırın Tipi	Birim	MET-İES ⁽¹⁾⁽²⁾ (günlük ortalama değer veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) için ortalama değer, SO ₂ olarak ifade edilmiştir)
PFRK, ASK, MFSK, OSK, PRK	mg/Nm ³	<50–200
LRK	mg/Nm ³	<50–400

⁽¹⁾ Seviye, baca gazında başlangıçta bulunan SO_x seviyesi ile kullanılan azaltım tekniğine bağlıdır.

⁽²⁾ “Çift geçişli proses” kullanılarak sinterlenmiş dolim üretimi için SO_x emisyonları, aralığın üst sınırından daha yüksek olabilir.

(3.7.4) CO Emisyonları ve CO Yükselmeleri

(3.7.4.1) CO Emisyonları

MET 48: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki CO emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Düşük organik madde içerikli hammaddelerin	Hammaddelerin yerel mevcudiyeti

	seçilmesi	ve bileşimi, kullanılan fırın tipi ve nihai ürün kalitesi kısıtlamaları dahilinde kireç endüstrisine genel olarak uygulanabilir.
b	Kararlı ve tam bir yanma elde etmek için proses optimizasyon tekniklerinin kullanılması	Tüm kireç tesisleri için uygulanabilir. Genel olarak, tam proses otomasyonu, kireç taşı kalitesi gibi kontrol edilemeyen değişkenler nedeniyle sağlanamaz.

Bu bağlamda, ayrıca bkz. MET 30, 31 ve 32.

Tablo 11

Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki CO emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Fırın Tipi	Birim	MET-İES ⁽¹⁾⁽²⁾ (günlük ortalama değer veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) için ortalama değer)
PFRK, OSK, LRK PRK	mg/Nm ³	<500

⁽¹⁾ Kullanılan hammaddeye ve/veya üretilen kireç türüne (örn. hidrolik kireç) bağlı olarak, emisyonlar daha yüksek seviyede gerçekleşebilir.

⁽²⁾ MET-İES, MFSK ve ASK fırın tipleri için geçerli değildir.

(3.7.4.2) CO Yükselmelerinin Azaltımı

MET 49: Elektrostatik filtreler kullanılırken CO yükselmelerinin sıklığını en aza indirmek için, aşağıdaki teknikler kullanılır:

	Teknik
a	ESP kesinti süresini azaltmak için CO yükselmelerinin yönetimi
b	CO kaynağına yakın konumlandırılan ve kısa tepki süresine sahip ekipman aracılığıyla CO emisyonlarının sürekli olarak otomatik ölçümü

Patlama risklerinden dolayı güvenlik nedenleriyle baca gazlarındaki yüksek CO seviyeleri, ESP'lerin kapatılmasını gerektirecektir. Aşağıdaki teknikler, CO yükselmelerini önler ve dolayısıyla ESP kapatma sürelerini azaltır:

- yanma prosesinin kontrolü
- hammadde organik yükünün kontrolü
- yakıt ve yakıt besleme sistemi kalitesinin kontrolü

Kesintiler, ağırlıklı olarak başlatma/devreye alma aşaması sırasında gerçekleşir. Güvenli bir operasyon için, tüm operasyonel aşamalar boyunca ESP korumasına yönelik gaz analizörlerinin devrede olması gerekir. ESP kesinti süresi, çalışır durumda olan bir yedek izleme sistemi kullanılarak azaltılabilir.

Sürekli CO izleme sisteminin tepki süresi bakımından optimize edilmesi gerekir ve bahse konu sistem, CO kaynağına yakın bir yerde (örn. ön ısıtıcı kule çıkışı veya ıslak fırın uygulaması olduğu durumda fırın girişi) konumlandırılmalıdır.

Elektrostatik filtrelili (ESP) döner fırınlarda genellikle uygulanabilir.

(3.7.5) Toplam Organik Karbon (TOK) Emisyonları

MET 50: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki TOK emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Genel birincil tekniklerin ve izlemenin uygulanması (ayrıca bkz. MET 30, 31 ve 32)
b	Fırın sistemine yüksek oranda uçucu organik bileşik içerikli hammadde beslemesinden kaçınılması (hidrolik kireç üretimi hariç)

Genel birincil tekniklerin ve izlemenin uygulanabilirliği için bkz. MET 30, 31 ve 32.

Teknik (b), yerel hammadde mevcudiyetine ve/veya üretilen kireç türüne bağlı olarak, kireç endüstrisine genel olarak uygulanabilir.

Tablo 12

Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki TOK emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Fırın Tipi	Birim	MET-İES ⁽¹⁾ (günlük ortalama değer veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) için ortalama değer)
LRK, PRK	mg/Nm ³	<10
ASK, MFSK ⁽²⁾ , PFRK ⁽²⁾	mg/Nm ³	<30

⁽¹⁾ Seviye, kullanılan hammaddeye ait organik madde içerik miktarına ve/veya üretilen kireç türüne, özellikle doğal hidrolik kireç, bağlı olarak daha yüksek olabilir.

⁽²⁾ İstisnai durumlarda, seviye daha yüksek olabilir.

(3.7.6) Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF) Emisyonları

MET 51: Atık kullanıldığında, fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki HCl ve HF emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki birincil teknikler kullanılır:

	Teknik
a	Düşük klor ve flor içerikli geleneksel yakıtların kullanılması
b	Kireç fırınında yakıt olarak kullanılacak her türlü atık için klor ve flor içerik miktarının sınırlandırılması

Uygun yakıtların yerel mevcudiyetine bağlı olarak, kireç endüstrisinde genel olarak uygulanabilir.

Tablo 13

Atık kullanıldığında, fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Emisyon Türü	Birim	MET-İES (günlük ortalama değer veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) için ortalama değer)
HCl	mg/Nm ³	<10

HF	mg/Nm ³	<1
----	--------------------	----

(3.8) PCDD/F Emisyonları

MET 52: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki PCDD/F emisyonlarını önlemek veya azaltmak için, aşağıdaki birincil tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Düşük klor içerikli yakıtların seçilmesi
b	Yakıttan kaynaklanan bakır girdisinin sınırlandırılması
c	Sıcaklıkların 300 ila 450°C arasında değiştiği bölgelerde baca gazlarının bekleme süresi ile oksijen içeriğinin en aza indirilmesi

MET ile İlişkili Emisyon Seviyeleri
MET-İES'ler, örnekleme süresi (6-8 saat) boyunca ortalama olarak <0,05 – 0,1 ng PCDD/F I-TEQ/Nm³ değer aralığındadır.

(3.9) Metal Emisyonları

MET 53: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki metal emisyonlarını en aza indirmek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Düşük metal içerikli yakıtların seçilmesi
b	Atıkların yakıt olarak kullanılmasında gerekli özelliklerini sağlamak için bir kalite güvence sisteminin kullanılması
c	Materyallerde bulunan ilgili metal içeriklerinin, özellikle cıva, sınırlandırılması
d	MET 43'te verilen toz giderme tekniklerinin biri veya bir kombinasyonunun kullanılması

Tablo 14

Atık kullanıldığında, fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Metaller	Birim	MET-İES (örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) için ortalama değer)
Hg	mg/Nm ³	<0,05
Σ (Cd, Tl)	mg/Nm ³	<0,05
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)		<0,5

NB: MET 53 (a) – (d)'de belirtilen teknikler uygulandığında, düşük değerler rapor edilmiştir.

Bu bağlamda, ayrıca bkz. MET 37 ve MET 38.

(3.10) Proses Kayıpları/Atık

MET 54: Kireç üretim proseslerinden kaynaklanan atıkları azaltmak ve hammadde tasarrufu sağlamak için, aşağıdaki teknikler kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Toplanan toz veya diğer partikül maddenin (örn. kum, çakıl) proseste yeniden kullanımı	Pratik olduğunda, genellikle uygulanabilir.
b	Seçilmiş ticari ürünlerde toz, spesifikasyon dışı	Pratik olduğunda, seçilmiş farklı

sönmemiş kireç ve spesifikasyon dışı sönmüş kireç kullanımı	türdeki ticari ürünlerde genellikle kullanılır.
---	---

(4) MAGNEZYUM OKSİT ÜRETİMİ İÇİN MET

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET’ler Genel MET’lerle birlikte magnezyum oksit üretimi sektöründeki (kuru proses rotası) kapsamdaki tüm tesisler için geçerlidir.

(4.1) İzleme

MET 55: Proses parametreleri ve emisyonları düzenli olarak izlenir ve ölçülülür ve emisyonlar ilgili TS EN standartlarına veya TS EN standartlarının mevcut olmaması halinde, aşağıdakiler de dahil olmak üzere eş değer bilimsel kalitede veri sağlanmasını temin eden ISO, ulusal veya uluslararası standartlara uygun olarak izlenir:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Sıcaklık, O ₂ içeriği, basınç ve akış hızı gibi proses stabilitesini gösteren parametrelerin sürekli ölçümü	Fırın prosesleri için genel olarak uygulanabilir.
b	Ham madde ve yakıt beslemesi, düzenli dozaj ve fazla oksijen gibi kritik proses parametrelerinin izlenmesi ve stabilizasyonu	
c	Toz, NO _x , SO _x ve CO emisyonlarının sürekli veya periyodik ölçümü	
d	Toz emisyonlarının sürekli veya periyodik ölçümü	Fırın dışı prosesler için uygulanabilir. Küçük kaynaklar için (<10.000 Nm ³ /h) ölçümlerin veya performans kontrolünün sıklığı, bir bakım yönetim sistemine dayalı olmalıdır.

MET 55 (c)’de belirtilen sürekli veya periyodik ölçümler arasındaki seçim, emisyon kaynağına ve beklenen kirlenici türüne bağlıdır.

Fırın proseslerinden kaynaklanan toz, NO_x, SO_x ve CO emisyonları için kılavuz olarak normal çalışma koşullarında ayda bir ve yılda bir defaya kadar olan sıklıklar verilmiştir.

(4.2) Enerji Tüketimi

MET 56: Termal enerji tüketimini azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Tanım	Uygulanabilirlik
a	Aşağıdakileri uygulayarak sorunsuz ve kararlı bir fırın prosesi ile iyileştirilmiş ve optimize edilmiş fırın sisteminin uygulanması: I. proses kontrol optimizasyonu II. fırın ve soğutuculardan kaynaklanan baca gazlarından ısı geri kazanımı	Manyezitin ön ısıtılmasıyla baca gazlarından ısı geri kazanımı, yakıt enerjisi kullanımını azaltmak için uygulanabilir. Fırından geri kazanılan ısı yakıtların,	Proses kontrol optimizasyonu, magnezyum oksit endüstrisinde kullanılan tüm fırın tiplerine uygulanabilir.

	Teknik	Tanım	Uygulanabilirlik
		hammaddelerin ve bazı ambalajlama materyallerinin kurutulması için kullanılabilir.	
b	Termal enerji tüketimi üzerinde olumlu etkisi olan yakıtların kullanımı	Yakıt özellikleri, örn. yüksek kalorifik değer ve düşük nem içeriği, termal enerji tüketimi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.	Yakıt mevcudiyetine, kullanılan fırınların tipine, istenen ürün kalitesine ve yakıtların fırına beslenmesine ilişkin teknik imkanlara bağlı olarak genellikle uygulanabilir.
c	Fazla havanın sınırlandırılması	Gerekli ürün kalitesini elde edilmesi ve optimum yanma için fazla oksijen seviyesi genellikle pratikte yaklaşık %1-3'tür.	Genel olarak uygulanabilir.

MET ile İlişkili Tüketim Seviyeleri

MET ile ilişkili termal enerji tüketimi, prosese ve ürünlere bağlı olarak, 6-12 GJ/t'dur ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Bu aralık yalnızca MET'in magnezyum oksit bölümü için sağlanan bilgileri yansıtmaktadır.

Üretilen ürünlerle birlikte en iyi performans gösteren teknikler hakkında daha spesifik bilgi sağlanmamıştır.

MET 57: Elektrik enerjisi tüketimini en aza indirmek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Güç yönetimi sistemlerinin kullanımı
b	Yüksek enerji verimliliğine sahip öğütme teçhizatı ve diğer elektrik bazlı ekipmanların kullanımı

(4.3) Toz Emisyonları

(4.3.1) Yayılı Toz Emisyonları

MET 58: Tozlu işlemlerden kaynaklanan yayılı toz emisyonlarını en aza indirmek/önlemek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik
a	Basit ve doğrusal bir saha düzeni
b	Tesisin düzgün ve eksiksiz bakımının yanı sıra binaların ve yolların iyi bir şekilde temizlenmesi
c	Hammadde yığınlarının sulanması
d	Öğütme ve eleme gibi tozlu işlemlerin etrafının kapatılması
e	Toz emisyonlarının açığa çıkmasının muhtemel olduğu durumlarda, kapalı sistemler olarak inşa edilen etrafı kapalı konveyörler ve asansörlerin kullanılması

f	Doldurma işlemleri sırasında yer değiştiren tozlu havayı yönetmek için yeterli kapasiteye sahip depolama silolarının kullanılması ve bunların filtrelerle donatılması
g	Pnömatik aktarım sistemleri için sirkülasyon prosesinin tercih edilmesi
h	Hava sızıntı ve kaçak noktalarının azaltılması
i	Otomatik cihazların ve kontrol sistemlerinin kullanımı
k	Sürekli ve sorunsuz işlemlerin kullanımı

(4.3.2) Fırın Pişirme Dışındaki Tozlu İşlemlerden Kaynaklanan Kanalize Toz Emisyonları

MET 59: Fırın pişirme dışındaki tozlu işlemlerden kaynaklanan kanalize toz emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak bir filtre ile baca gazı temizliği yapılır ve tekniklerin performansını özellikle ele alan bir bakım yönetim sistemi kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Torba Filtreler	Magnezyum oksit üretim sürecindeki tüm birim işlemlere, özellikle tozlu işlemler, eleme ve öğütme, için genel olarak uygulanabilir.
b	Santrifüj Ayırıcılar/Siklonlar	Sisteme bağlı, sınırlı ayırma düzeyi nedeniyle siklonlar esas olarak, kaba toz ve baca gazları için ön ayırıcı olarak uygulanabilir.
c	Islak Toz Ayırıcılar	Genel olarak uygulanabilir.

MET ile İlişkili Emisyon Seviyeleri
Fırın pişirme dışındaki tozlu işlemlerden kaynaklanan baca gazındaki toz emisyonlarına yönelik MET-İES, günlük ortalama veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) boyunca ortalama olarak $<10 \text{ mg/Nm}^3$ tür.

Küçük kaynaklar ($<10.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) için, filtre performansının kontrol sıklığına ilişkin olarak bir bakım yönetim sistemine dayanan öncelikli bir yaklaşımın dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır (bkz. MET 55).

(4.3.3) Fırın Pişirme İşlemlerinden Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 60: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki toz emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak bir filtre ile baca gazı temizliği yapılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Elektrostatik Filtreler (ESP)	ESP'ler esas olarak döner fırınlarda uygulanabilir. Çiy noktasının üzerindeki ve $370 - 400^\circ\text{C}$ 'ye kadar olan baca gazı sıcaklıkları için uygulanabilir.
b	Bez Filtreler	Baca gazlarından toz giderimi için bez filtreler, prensip olarak magnezyum oksit üretim sürecindeki tüm birim işlemler için uygulanabilir. Çiy noktasının üzerindeki ve 280°C 'ye kadar olan baca gazı sıcaklıkları için kullanılabilir.

		Kostik kalsine magnezya (CCM) ve ölü yanmış magnezya (DBM) üretimi için yüksek sıcaklıklar, aşındırıcı yapı ve fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazlarının yüksek hacmi dolayısıyla, yüksek sıcaklığa dayanıklı filtre materyaline sahip özel bez filtreler kullanılmalıdır. Bununla birlikte, DBM üreten magnezya endüstrisinden elde edilen deneyimler, magnezya üretimi için yaklaşık 400°C'lik baca gazı sıcaklıklarına özel uygun ekipmanın mevcut olmadığını göstermektedir.
c	Santrifüj Ayırıcılar/Siklonlar	Sisteme bağlı sınırlı ayırma düzeyi nedeniyle, siklonlar esas olarak kaba toz ve baca gazları için ön ayırıcılar olarak uygulanabilir.
d	Islak Toz Ayırıcılar	Genel olarak uygulanabilir.

MET ile İlişkili Emisyon Seviyeleri

Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki toz emisyonlarına yönelik MET-İES, günlük ortalama veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) boyunca ortalama olarak <20-35 mg/Nm³'tir.

(4.4) Gaz Halindeki Bileşikler

(4.4.1) Gaz Halindeki Bileşiklerden Kaynaklanan Emisyonları Azaltmak İçin Genel Birincil Teknikler

MET 61: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki gaz halindeki bileşik emisyonlarını (NO_x, HCl, SO_x, CO) azaltmak için, aşağıdaki birincil tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Kirlenici öncüllerini azaltmak için fırına giren maddelerin dikkatli seçimi ve kontrolü: I. Düşük kükürt (mevcutsa), klor ve nitrojen içerikli yakıtların seçilmesi II. Düşük organik madde içerikli hammaddelerin seçilmesi III. Proses ve brülörler için uygun atık yakıtların	Hammadde ve yakıtların mevcudiyetine, kullanılan fırın tipine, istenen ürün kalitesine ve yakıtların seçilen fırına beslenmesinin teknik imkanına bağlı olarak genellikle uygulanabilir.

	Teknik	Uygulanabilirlik
	seçilmesi	Atıklar, magnezya endüstrisinde yakıt olarak değerlendirilebilir ancak, magnezya endüstrisinde uygulaması henüz mevcut değildir.
b	Gerekli stokiyometrik havaya yakın çalışan, sorunsuz ve stabil bir fırın prosesi için proses optimizasyonu önlemlerinin/tekniklerinin kullanılması	Proses kontrol optimizasyonu, magnezya endüstrisinde kullanılan tüm fırın tiplerine uygulanabilir. Ancak, yüksek gelişmişlikte bir proses kontrol sistemi gerekli olabilir.

(4.4.2) NO_x Emisyonları

MET 62: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki NO_x emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Yakıtta bulunan nitrojen içeriğinin sınırlanması ile birlikte uygun yakıt seçimi	Yakıt mevcudiyetine bağlı olarak genel olarak uygulanabilir.
b	Proses optimizasyonu ve iyileştirilmiş ateşleme tekniği	Genel olarak uygulanabilir.

MET ile İlişkili Emisyon Seviyeleri

Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki NO_x emisyonlarına yönelik NO₂ olarak ifade edilen MET-İES, günlük ortalama veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) boyunca ortalama olarak <500-1.500 mg/Nm³'tür. Daha yüksek değerler, yüksek sıcaklıklı DBM prosesiyle ilişkilidir.

(4.4.3) CO Emisyonları ve CO Yükselmeleri

(4.4.3.1) CO Emisyonları

MET 63: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki CO emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Tanım
a	Düşük organik madde içerikli hammaddelerin seçilmesi	CO emisyonlarının bir kısmı, hammaddelerde bulunan organik içerikten kaynaklanmaktadır; bu nedenle, düşük organik içerikli hammaddelerin seçimi CO emisyonlarını azaltabilir.
b	Proses kontrol optimizasyonu	CO emisyonlarını azaltmak için tam ve doğru bir yanma şarttır. Yanma sırasında oksijen seviyesini %1 (sinter) ila 1,5 (kostik) arasında tutmak için soğutucudan gelen hava beslemesi ve birincil havanın yanı sıra baca fanının çekişi kontrol edilebilir. Hava ve yakıt şarjının değiştirilmesi CO emisyonlarını azaltabilir. Ayrıca, brülörün derinliği değiştirilerek CO emisyonları azaltılabilir.
c	Kontrollü, sürekli ve kesintisiz bir	Kontrollü yakıt ilavesi, örneğin şunları içerir:

	Teknik	Tanım
	şekilde yakıt beslemesinin yapılması	- Petrol koku beslemesi için ağırlık besleyicileri ve hassas döner vanaların kullanılması ve/veya - fırın brülörüne ağır petrol veya gaz besleme düzenlemesi için akış ölçerler ve hassas vanaların kullanılması

CO emisyonlarını azaltmaya yönelik teknikler, magnezya endüstrisine genellikle uygulanabilir. Düşük organik içerikli hammaddelerin seçilmesi, hammadde mevcudiyetine bağlıdır.

MET ile ilişkili Emisyon Seviyeleri

Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki CO emisyonlarına yönelik MET-İES, günlük ortalama veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) boyunca ortalama olarak $<50 - 1.000 \text{ mg/Nm}^3$ tür.

(4.4.3.2) CO Yükselmelerinin Azaltılması

MET 64: Elektrostatik filtreler kullanılırken CO yükselmelerinin sıklığını en aza indirmek için, aşağıdaki teknikler kullanılır:

	Teknik
a	ESP kesinti süresini azaltmak için CO yükselmelerinin yönetimi
b	CO kaynağına yakın konumlandırılan ve kısa tepki süresine sahip ekipman aracılığıyla CO emisyonlarının sürekli olarak otomatik ölçümü

Patlama risklerinden dolayı güvenlik nedenleriyle baca gazlarındaki yüksek CO seviyeleri, ESP'lerin kapatılmasını gerektirecektir. Aşağıdaki teknikler, CO yükselmelerini önler ve dolayısıyla ESP kapatma sürelerini azaltır:

- yanma prosesinin kontrolü
- hammadde organik yükünün kontrolü
- yakıt ve yakıt besleme sistemi kalitesinin kontrolü

Kesintiler, ağırlıklı olarak başlatma/devreye alma aşaması sırasında gerçekleşir. Güvenli bir operasyon için, tüm operasyonel aşamalar boyunca ESP korumasına yönelik gaz analizörlerinin devrede olması gerekir. ESP kesinti süresi, çalışır durumda olan bir yedek izleme sistemi kullanılarak azaltılabilir.

Sürekli CO izleme sisteminin tepki süresi bakımından optimize edilmesi gerekir ve bahse konu sistem, CO kaynağına yakın bir yerde (örn. ön ısıtıcı kule çıkışı veya ıslak fırın uygulaması olduğu durumda fırın girişi) konumlandırılmalıdır.

Elektrostatik filtreli (ESP) fırınlarda genellikle uygulanabilir.

(4.4.4) SO_x Emisyonları

MET 65: Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki SO_x emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki birincil ve ikincil tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Proses optimizasyon teknikleri	Genel olarak uygulanabilir.
b	Düşük kükürt içeriğine sahip yakıtların tercih edilmesi	Enerji politikaları tarafından etkilenebilen düşük kükürt içerikli yakıt mevcudiyetine bağlı olarak genellikle uygulanabilir. Yakıt seçimi aynı zamanda nihai ürün kalitesine, teknik olasılıklara ve ekonomik hususlara bağlıdır.
c	Bir filtre ile birlikte kuru absorban ilavesi tekniği (reaktif MgO sınıfları, sönmüş kireç, aktif karbon vb. baca gazı akışına emici madde eklenmesi)	Genel olarak uygulanabilir.
d	Islak Yıkayıcı	Kurak alanlarda uygulanabilirlik; gerekli olan büyük su hacmi, atıksu arıtma ihtiyacı ve ilgili çapraz medya etkileri nedeniyle sınırlı olabilir.

Tablo 15

Magnezya endüstrisinde fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki SO_x emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Parametre	Birim	MET-İES⁽¹⁾⁽²⁾ (günlük ortalama değer veya örnekleme süresi (en az yarım saatlik nokta ölçümleri) için ortalama değer)
SO ₂ şeklinde ifade edilen SO _x	mg/Nm ³	<50 – 400 ⁽³⁾

⁽¹⁾ MET-İES, hammadde ve yakıt içeriklerinde bulunan kükürt miktarına bağlıdır. Aralığın alt sınırı, düşük kükürt içerikli hammadde kullanımı ve doğal gaz kullanımı ile ilişkilidir; aralığın üst sınırı ise, yüksek kükürt içerikli hammadde kullanımı ve/veya kükürt içeren yakıtların kullanımı ile ilişkilidir.

⁽²⁾ SO_x emisyonlarını azaltmaya yönelik en iyi MET kombinasyonunu değerlendirmek için, çapraz medya etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

⁽³⁾ Islak yıkayıcının uygulanmadığı durumlarda MET-İES, hammadde ve yakıt içeriklerinde bulunan kükürt miktarına bağlıdır. Bu durumda MET-İES, en az %60 oranında SO_x emisyon azaltımı sağlandığı sürece <1.500 mg/Nm³ 'tir.

(4.5) Proses Kayıpları/Atıkları

MET 66: Proses kayıplarını/atıklarını azaltmak/en aza indirmek için, toplanan farklı türdeki magnezyum karbonat tozları proseste yeniden kullanılır.

Tozun kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak, genellikle uygulanabilir.

MET 67: Proses kayıplarını/atıklarını azaltmak/en aza indirmek için, geri dönüştürülebilir olmadığı durumlarda toplanan farklı türdeki magnezyum karbonat tozları, diğer pazarlanabilir ürünlerde kullanılır.

Magnezyum karbonat tozlarının diğer pazarlanabilir ürünlerde kullanılması, işletmecinin kontrolünde olmayabilir.

MET 68: Proses kayıplarını/atıklarını azaltmak/en aza indirmek için, baca gazı desülfürizasyonunun ıslak prosesinden kaynaklanan çamur, proseste veya diğer sektörlerde yeniden kullanılır.

Baca gazı desülfürizasyonunun ıslak prosesinden kaynaklanan çamurun diğer sektörlerde kullanılması, işletmecinin kontrolünde olmayabilir.

(4.6) Atıkların Yakıt ve/veya Hammadde Olarak Kullanılması

MET 69: Magnezyum oksit fırınlarında yakıt ve/veya hammadde olarak kullanılacak atıkların gerekli özelliklerini sağlamak için, aşağıdaki teknikler kullanılır:

	Teknik
a	Proses ve brülör için uygun atıkların seçilmesi
b	Atıkların gerekli özelliklerini sağlamak ve kontrol etmek için kalite güvence sistemlerinin uygulanması ve kullanılacak olan herhangi bir atığın aşağıdakiler için analiz edilmesi: I. Mevcudiyet II. Sabit kalite III. Emisyon oluşumu, kalınlık, reaktivite, yanabilirlik, kalorifik değer gibi fiziksel kriterler IV. Klor, kükürt, alkali ve fosfat içeriği ile ilgili metal (örn. total krom, kurşun, kadmiyum, cıva, talyum) içeriği gibi kimyasal kriterler
c	Kullanılacak herhangi bir atık için toplam halojen içeriği, metaller (örn. toplam krom, kurşun, kadmiyum, cıva, talyum) ve kükürt gibi ilgili parametre miktarlarının kontrol edilmesi

Atıklar; bulunabilirliğe (mevcudiyete), kullanılan fırın tipine, istenen ürün kalitesine ve fırına yakıt beslemesinin teknik imkanlarına bağlı olarak magnezya endüstrisinde yakıt ve/veya hammadde olarak kullanılabilir.

TEKNİKLERİN AÇIKLAMALARI

(1) Çimento Sektörüne Yönelik Tekniklerin Açıklamaları

(1.1) Toz Emisyonları

	Teknik	Açıklama
a	Elektrostatik Filtreler	Elektrostatik filtreler (ESP'ler), hava akımındaki partikül madde yolu boyunca bir elektrostatik alan oluşturur. Partiküller negatif yüklü hale gelir ve pozitif yüklü toplama plakalarına doğru hareket eder. Toplama plakaları periyodik olarak hafifçe hareket ettirilir veya titreştirilir; böylece, materyal yerinden oynatılır ve aşağıdaki toplama haznelerine düşer. Partiküllerin yeniden hareketlenmesini en aza indirmek ve böylelikle duman görünürlüğünü etkileme potansiyelini en aza indirmek için ESP titretme döngülerinin optimize edilmesi önemlidir. ESP'ler, yüksek sıcaklıklar (yaklaşık 400°C'ye kadar) ve yüksek nem koşulları altında çalışabilme özellikleriyle karakterize edilir. Bu tekniğin en büyük dezavantajları, yalıtım katmanı ile verimliliğin azalması ve yüksek klor ve kükürt girdileri ile oluşabilecek materyal birikimidir. ESP'lerin genel performansı için CO yükselmelerinden kaçınmak önemlidir. Çimento endüstrisindeki çeşitli proseslerde ESP'lerin uygulanabilirliği konusunda herhangi bir teknik kısıtlama olmamasına rağmen, yatırım maliyetleri ve başlatma/devreye alma ve kapatma sırasındaki verimlilik (nispeten yüksek emisyonlar) nedeniyle çimento değirmeni tozsuzlaştırması için genellikle tercih edilmezler.
b	Bez Filtreler	Bez filtreler, verimli toz toplayıcılardır. Bez filtrasyonun temel prensibi, gaz geçirgenliği olan ancak tozu tutacak bir bez membran kullanmaktır. Temel olarak, filtre ortamı geometrik olarak düzenlenmiştir. Başlangıçta toz, hem yüzey lifleri hem de bezin derinliğinde birikir; ancak yüzey tabakası oluştuğunda, tozun kendisi baskın filtre ortamı haline gelir. Çıkış gazı ya bezin içinden dışarı doğru ya da tam tersi şekilde hareket edebilir. Toz tabakası kalınlaştıkça, gaz akışına karşı direnç artar. Bu nedenle, filtre ortamının periyodik olarak temizlenmesi, filtre boyunca gaz basıncı düşüşünü kontrol etmek için gereklidir. Bez filtre, bez arızası durumunda ayrı ayrı izole edilebilen birden fazla

	Teknik	Açıklama
		bölmeye sahip olmalı ve bir bölme devre dışı bırakıldığında yeterli performansın sürdürülebilmesi için yeterli sayıda bölme bulunmalıdır. Böyle bir durumda, bakım ihtiyacını belirtmek için her bölmede “bez patlaması dedektörleri” bulunmalıdır. Filtre bezleri, çeşitli dokuma ve dokuma olmayan kumaşlarda mevcuttur. Modern sentetik bezler, 280°C’ye kadar oldukça yüksek sıcaklıklarda çalışabilir. Bez filtrelerin performansı, filtre ortamının baca gazı ve toz özellikleriyle uyumluluğu; hidroliz, asit, alkali ve oksidasyon ile proses sıcaklığı gibi termal, fiziksel ve kimyasal direnç için uygun özellikler gibi farklı parametrelerden etkilenir. Tekniğin seçimi sırasında, baca gazlarının nemi ve sıcaklığı göz önünde bulundurulmalıdır.
c	Hibrit Filtreler	Hibrit filtreler, ESP’ler ve bez filtrelerin aynı cihazda bir araya getirilmesidir. Genellikle mevcut ESP’lerin dönüştürülmesiyle oluşturulurlar. Eski ekipmanın kısmen yeniden kullanılmasına olanak tanırırlar.

(1.2) NO_x Emisyonları

	Teknik	Açıklama
a	Birincil Önlemler/Teknikler	
	I. Alev Soğutma	Bir akışkanın (sıvı) veya iki akışkanın (sıvı ve basınçlı hava veya katılar) enjeksiyonu veya yüksek su içerikli sıvı/katı atıkların kullanımı gibi farklı aktarım yöntemleri kullanılarak yakıtı veya doğrudan alev su eklenmesi, sıcaklığı düşürür ve hidroksil radikallerinin konsantrasyonunu artırır. Bu, yanma bölgesinde NO_x azaltımı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir.
	II. Düşük NO _x Brülörleri	Düşük NO_x brülörlerin (dolaylı ateşleme) tasarımları, detayları bakımından farklılık gösterir ancak temelde yakıt ve hava, eş merkezli borular aracılığıyla fırına enjekte edilir. Birincil hava oranı, stokiyometrik yanma için gerekli olanın (geleneksel brülörlerde tipik olarak %10-15) %6-10’u kadar azaltılır. Eksenel hava, dış kanala yüksek momentumda enjekte edilir. Kömür, orta borudan veya orta kanaldan aktarılabilir. Hava girdabı için üçüncü bir kanal kullanılır; girdap, ateşleme borusunun çıkışındaki veya arkasındaki kanatlar tarafından indüklenir. Bu brülör tasarımının net etkisi, oksijen eksikliği olan bir atmosferde özellikle yakıttaki uçucu bileşiklerin

	Teknik	Açıklama
		çok erken tutuşmasını sağlamaktır ve bu, NO_x oluşumunu azaltma eğiliminde olacaktır. Düşük NO_x brülörlerinin uygulanmasını her zaman NO_x azaltımı takip etmez. Brülör kurulumunun optimize edilmesi gerekir.
	III. Orta Fırın Pişirmesi	Uzun ıslak ve uzun kuru fırınlarda, parça yakıt yakarak bir indirgeme bölgesi oluşturmak, NO_x emisyonlarını azaltabilir. Uzun fırınların genellikle yaklaşık 900-1.000 °C'lik bir sıcaklık bölgesine erişimi olmadığından, ana brülörü geçemeyen yakıt olara atıkları (örn. lastikler) kullanabilmek için orta fırın pişirme sistemleri kurulabilir. Yakıtların yanma hızı kritik olabilir. Çok düşük olması halinde, yanma bölgesinde ürün kalitesini ciddi şekilde etkileyebilecek indirgeyici koşullar oluşabilir. Çok yüksek olması halinde, fırın zincir bölümü aşırı ısınabilir ve bu da zincirlerin yanmasına neden olur. Sıcaklık aralığının 1.100°C altında olması, klor içeriği %1'den fazla olan tehlikeli atıkların kullanımını engeller.
	IV. Farin (mineralize klinker) yanabilirliğini artırmak için mineralleştirici ilavesi	Hammaddeye flor gibi mineralleştiricilerin ilavesi, klinker kalitesini ayarlamak ve sinterleme bölgesi sıcaklığının düşürülmesini sağlamak için kullanılan bir tekniktir. Yanma sıcaklığının düşürülmesi NO_x oluşumu da azaltılır.
	V. Proses Optimizasyonu	NO_x emisyonlarının azaltılması için fırın operasyon ve ateşleme koşullarının düzgünleştirilmesi ve optimize edilmesi, fırın operasyon kontrolünün optimize edilmesi ve/veya yakıt beslemelerinin homojenleştirilmesi gibi proses optimizasyonları uygulanabilir. Proses kontrol önlemleri/teknikleri, iyileştirilmiş dolaylı ateşleme tekniği, optimize edilmiş soğutucu bağlantıları ve yakıt seçimi, optimize edilmiş oksijen seviyeleri gibi genel birincil optimizasyon önlemleri/teknikleri uygulanmıştır.
b	Ön kalsinatör ve optimize edilmiş yakıt karışımı kullanımı ile birlikte aşamalı yakma (geleneksel veya yakıt olarak kullanılabilen atıklar)	Aşamalı yakma, çimento fırınlarında özel olarak tasarlanmış bir ön kalsinatör ile uygulanır. İlk yanma aşaması, klinker yakma işlemi için optimum koşullar altında döner fırında gerçekleşir. İkinci yanma aşaması, sinterleme bölgesinde üretilen azot oksitlerin bir kısmını ayrıştıran indirgeyici bir atmosfer üreten fırın girişindeki bir brülördür. Bu bölgedeki yüksek sıcaklık, NO_x'i elementer azota yeniden dönüştüren reaksiyon için özellikle elverişlidir. Üçüncü yanma aşamasında, kalsinasyon yakıtı bir miktar üçüncül hava ile

	Teknik	Açıklama
		kalsinatöre beslenir ve burada da indirgeyici bir atmosfer üretilir. Bu sistem, yakıttan kaynaklanan NO _x oluşumunu azaltır ve aynı zamanda fırından kaynaklanan NO _x 'i de azaltır. Dördüncü ve son yanma aşamasında, kalan üçüncül hava, kalıntıların yanması için "üst hava" olarak sisteme beslenir.
c	Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SNCR)	Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SNCR), NO'yu N ₂ 'ye indirmek için yanma gazına amonyaklı su (%25'e kadar NH ₃), amonyak öncül bileşikler veya üre çözeltisi enjekte edilmesini içerir. Reaksiyon yaklaşık 830 ila 1.050°C sıcaklık aralığında optimum etkiye sahiptir ve enjekte edilen maddelerin NO ile reaksiyona girmesi için yeterli bekleme süresi sağlanmalıdır.
d	Seçici Katalitik İndirgeme (SCR)	SCR, yaklaşık 300-400°C sıcaklık aralığında NH ₃ ve bir katalizör yardımıyla NO ve NO ₂ 'yi N ₂ 'ye indirger. Bu teknik, diğer endüstrilerde (kömür yakıtlı elektrik santralleri, atık yakma tesisleri) NO _x azaltımı için yaygın olarak kullanılır. Çimento endüstrisinde temel olarak iki sistem göz önünde bulundurulur: Tozsuzlaştırma ünitesi ve baca arasında düşük tozlu konfigürasyon ile ön ısıtıcı ve tozsuzlaştırma ünitesi arasında yüksek tozlu konfigürasyon. Düşük tozlu baca gazı sistemleri, tozsuzlaştırma sonrasında baca gazlarının yeniden ısıtılmasını gerektirir. Bu da, ek enerji maliyetlerine ve basınç kayıplarına neden olabilir. Yüksek tozlu sistemler, teknik ve ekonomik nedenlerden dolayı tercih edilir. Bu sistemler yeniden ısıtma gerektirmez, çünkü ön ısıtıcı sisteminin çıkışındaki atık gaz sıcaklığı genellikle SCR çalışması için doğru sıcaklık aralığındadır.

(1.3) SO_x Emisyonları

	Teknik	Açıklama
a	Absorban İlavesi	Absorban, ya hammaddelere eklenir (örn. sönmüş kireç ilavesi) ya da gaz akışına enjekte edilir (örn. sönmüş kireç (Ca(OH)₂), sönmemiş kireç (CaO), yüksek CaO içerikli aktif uçucu kül veya sodyum bikarbonat (NaHCO₃)). Sönmüş kireç, hammadde bileşenleri ile birlikte farin değirmene veya doğrudan fırın beslemesine eklenebilir. Sönmüş kireç ilavesi, kalsiyum içeren katkı maddesinin klinker yakma prosesine doğrudan dahil edilebilen reaksiyon ürünleri oluşturmasını avantajını sunar.

	Teknik	Açıklama
		Gaz akışına absorban ilavesi, kuru veya ıslak biçimde (yarı kuru fırçalama) uygulanabilir. Absorban, baca gazı yoluna suyun çiylenme noktasına yakın sıcaklıklarda eklenir. Bu da, SO ₂ yakalama için daha uygun koşullar sağlar. Çimento fırın sistemlerinde, bu sıcaklık aralığına genellikle farin değirmen ile toz toplayıcı arasındaki alanda ulaşılır.
b	Islak Yıkayıcı	Islak yıkayıcı, kömür yakıtlı enerji santrallerinde baca gazı desülfürizasyonu için en yaygın olarak kullanılan tekniktir. Çimento üretim proseslerinde, SO₂ emisyonlarının azaltılması için ıslak proses kurulu bir tekniktir. Islak yıkama, aşağıdaki kimyasal reaksiyona dayanır: $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O}) + \text{CO}_2$ SO_x, bir püskürtme kulesinde püskürtülen bir sıvı/bulamaç tarafından absorbe edilir. Absorban genellikle kalsiyum karbonattır. Islak yıkama sistemleri, en düşük stokiyometrik faktörler ve en düşük atık üretim oranı ile tüm baca gazı desülfürizasyon (FGD) yöntemleri arasında çözünebilir asit gazları için en yüksek azaltım verimini sağlar. Bu teknik, belirli miktarda su gerektirir ve bunun sonucunda, atıksu arıtma ihtiyacı ortaya çıkar.

(2) Kireç Sektörüne Yönelik Tekniklerin Açıklamaları

(2.1) Toz Emisyonları

	Teknik	Açıklama
a	Elektrostatik Filtreler	ESP'lerin genel bir açıklaması, "(1.1) Toz Emisyonları" başlığı altında verilmiştir. ESP'ler, çiylenme noktasının üzerindeki ve 400°C'ye kadar olan sıcaklıklarda kullanım için uygundur. Ayrıca, ESP'leri çiylenme noktasına yakın veya çiylenme noktasının altındaki sıcaklıklarda kullanmak da mümkündür. Yüksek hacimli akışlar ve nispeten yüksek toz yükleri nedeniyle, çoğunlukla ön ısıtıcısız döner fırınlar, ancak ön ısıtıcılı döner fırınlar da ESP'lerle donatılmıştır. Bir söndürme kulesi ile birlikte kullanılması durumunda, mükemmel performans elde edilebilir.

	Teknik	Açıklama
b	Bez Filtreler	Bez filtrelerin genel bir açıklaması, “(1.1) Toz Emisyonları” başlığı altında verilmiştir. Bez filtreler, sönmemiş kireç ve kireç taşı için fırınlar, öğütme tesisleri; kireç söndürme tesisleri; malzeme taşıma ile depolama ve yükleme tesisleri için çok uygundur. Genellikle siklon ön filtrelerle bir kombinasyon yararlıdır. Bez filtrelerin çalışması sıcaklık, nem, toz yükü ve kimyasal kompozisyon gibi baca gazı koşulları ile sınırlıdır. Bu koşulları karşılamak için mekanik, termal ve kimyasal aşınmaya dirençli çeşitli kumaş materyaller mevcuttur.
c	Islak Toz Ayırıcı	Islak toz ayırıcılarla, gaz akışı bir yıkama sıvısıyla (genellikle su) yakın temasa getirilerek çıkış gazından toz giderilir; böylece, toz partikülleri sıvı içerisinde tutulur ve durulanarak uzaklaştırılabilir. Toz giderme için çok sayıda farklı tipte ıslak yıkayıcı mevcuttur. Kireç fırınlarında kullanılan başlıca tipler; çok kademeli/çok aşamalı ıslak yıkayıcılar, dinamik ıslak yıkayıcılar ve venturi ıslak yıkayıcılarıdır. Kireç fırınlarında kullanılan ıslak yıkayıcıların çoğunluğu çok kademeli/çok aşamalı ıslak yıkayıcılarıdır. Islak yıkayıcılar, baca gazı sıcaklıkları çiylenme noktasına yakın veya altında olduğunda seçilir. Alan sınırlı olduğunda da tercih edilebilirler. Islak yıkayıcılar, bazen daha yüksek sıcaklıklardaki gazlarla kullanılır; bu durumda, su gazları soğutur ve hacimlerini azaltır.
d	Santrifüj Ayırıcı/Siklon	Santrifüj bir ayırıcıda/siklonda, bir gaz akışından uzaklaştırılacak toz partikülleri, santrifüj etkisiyle ünitenin dış duvarına doğru itilir ve daha sonra ünitenin altındaki bir açıklıktan uzaklaştırılır. Santrifüj kuvvetleri, gaz akışının silindirik bir kaptan (siklonik separatörler) aşağıya doğru spiral bir hareketle yönlendirilmesiyle veya üniteye takılan döner bir pervane (mekanik santrifüj separatörler) ile oluşturulabilir. Bununla birlikte, sınırlı partikül giderme verimlilikleri nedeniyle yalnızca ön ayırıcılar olarak uygundurlar. ESP’leri ve bez filtreleri yüksek toz yükünden kurtarır ve aşınma sorunlarını azaltırlar.

(2.2) NO_x Emisyonları

	Teknik	Açıklama
a	Brülör Tasarımı (Düşük NO _x Brülörü)	Düşük NO _x brülörleri, alev sıcaklığını düşürmek ve böylece termal ve (bir dereceye kadar) yakıt kaynaklı NO _x 'i azaltmak için kullanışlıdır. NO _x azaltımı, alev sıcaklığını düşürmek için durulama havası sağlayarak veya brülörlerin atımlı çalışmasıyla elde edilir. Düşük NO _x brülörleri, daha az miktarda NO _x oluşumuna yol açan birincil hava bölümünü azaltmak için tasarlanırken, yaygın çok kanallı brülörler toplam yanma havasının %10 ila 18'lik birincil hava bölümüyle çalıştırılır. Birincil havanın yüksek kısmı, sıcak ikincil hava ve yakıtın erken karışmasıyla kısa ve yoğun bir aleve yol açar. Bu da, yüksek alev sıcaklıklarının yanı sıra düşük NO _x brülörleri kullanılarak önlenebilecek yüksek miktarda NO _x oluşumuyla sonuçlanır.
b	Hava Kademelendirme	Birincil reaksiyon bölgelerindeki oksijen kaynağı azaltılarak bir indirgeme bölgesi oluşturulur. Bu bölgedeki yüksek sıcaklıklar, NO _x 'i elementer nitrojene dönüştüren reaksiyon için özellikle elverişlidir. Daha sonraki yanma bölgelerinde, oluşan gazları oksitlemek için hava ve oksijen beslemesi artırılır. CO ve NO _x 'in her ikisinin de düşük seviyelerde tutulmasını sağlamak için ateşleme bölgesinde etkili hava/gaz karışımı gereklidir.
c	SNCR	Baca gazlarındaki azot oksitler (NO ve NO ₂), seçici katalitik olmayan indirgeme ile giderilir ve fırına azot oksitlerle reaksiyona giren bir indirgeyici madde verilerek azot veya suya dönüştürülür. İndirgeyici madde için tipik olarak amonyak veya üre kullanılır. Reaksiyonlar 850 ila 1.020°C arasındaki sıcaklıklarda gerçekleşir ve optimum aralık tipik olarak 900 ila 920°C arasındadır.

(2.3) SO_x Emisyonları

	Teknik	Açıklama
a	Absorban İlavesi Teknikleri	Bu teknik, SO _x emisyonlarını gidermek için doğrudan fırına kuru formda (beslenen veya enjekte edilen) veya baca gazlarına kuru veya ıslak formda (örn. sönmüş kireç veya sodyum bikarbonat) bir absorban eklenmesini içerir. Baca gazlarına absorban enjekte edildiğinde, verimli bir absorpsiyon elde etmek için enjeksiyon noktası ile toz toplayıcı (bez filtre veya ESP) arasında yeterli

	Teknik	Açıklama
		bir bekleme süresi sağlanmalıdır. Döner fırınlar için absorpsiyon teknikleri şunları içerebilir: - İnce kireç taşı kullanımı: Beyaz mermerle beslenen düz bir döner fırında, yüksek düzeyde ince parçalanmış kireç taşı içeren veya ısıtma sırasında parçalanmaya eğilimli besleme taşlarıyla SO₂ emisyonlarında önemli azalmalar meydana gelebilir. İnce parçalanmış kireç taşı kalsinleri, fırın gazlarında sürüklenir ve toz toplayıcıya giden yolda ve toz toplayıcıda SO₂'yi giderir. - Yanma havasına kireç enjeksiyonu: Fırının ateşleme başlığına beslenen havaya ince parçalanmış sönmemiş veya sönmüş kireç enjekte ederek döner fırınlardan SO₂ emisyonlarını gideren patentli (EP 0 734 755 A1) bir tekniktir.

(3) Magnezya Sektörüne Yönelik Tekniklerin Açıklamaları (Kuru Proses Yolu)

(3.1) Toz Emisyonları

	Teknik	Açıklama
a	Elektrostatik Filtreler	ESP'lerin genel bir açıklaması, "(1.1) Toz Emisyonları" başlığı altında verilmiştir.
b	Bez Filtreler	Bez filtrelerin genel bir açıklaması, "(1.1) Toz Emisyonları" başlığı altında verilmiştir. Bez filtreler, partikül boyutuna bağlı olarak tipik olarak %98'in üzerinde ve %99'a kadar yüksek partikül tutma özelliğine sahiptir. Bu teknik, magnezya endüstrisinde kullanılan diğer toz azaltma önlemlerine/tekniklerine kıyasla partikül madde toplama konusunda en iyi verimi sunar. Ancak, fırın baca gazlarının yüksek sıcaklıkları nedeniyle, yüksek sıcaklıkları tolere edebilen özel filtre malzemeleri kullanılmalıdır. DBM üretiminde, PTFE (teflon) filtre malzemesi gibi 250°C'ye kadar sıcaklıklarda çalışan filtre malzemeleri kullanılır. Bu filtre malzemesi asitlere veya alkalilere karşı iyi direnç gösterir ve birçok aşınma sorununu çözer.
c	Siklonlar (Santrifüj Ayırıcı)	Siklonların genel bir açıklaması, "(2.1) Toz Emisyonları" başlığı altında verilmiştir. Sağlam ekipmanlardır ve düşük enerji gereksinimi ile geniş bir çalışma sıcaklığı aralığına sahiptirler. Sisteme

	Teknik	Açıklama
		bağlı sınırlı ayırma derecesi nedeniyle, siklonlar esas olarak kaba toz ve baca gazları için ön ayırıcı olarak kullanılır.
d	Islak Toz Ayırıcılar	Islak toz ayırıcıların genel bir açıklaması, “(2.1) Toz Emisyonları” başlığı altında verilmiştir. Islak toz ayırıcılar, tasarımlarına ve çalışma prensiplerine göre venturi tipi gibi çeşitli türlere ayrılabilir. Bu tip ıslak toz ayırıcısının magnezya endüstrisinde, gazın venturi tüpünün en dar bölümü olan “venturi boğazı” boyunca yönlendirildiği ve 60 ila 120 m/s arasında gaz akış hızlarının elde edilebildiği durumlar da dahil olmak üzere, bir dizi uygulaması vardır. Venturi tüp boğazına beslenen yıkama sıvıları çok ince damlacıklardan oluşan bir sis halinde yayılır ve gazla yoğun bir şekilde karıştırılır. Su damlacıkları üzerine ayrılan partiküller ağırlaşır ve bu venturi ıslak toz ayırıcıya monte edilmiş bir damla ayırıcı kullanılarak kolayca çekilebilir.

(3.2) SO_x Emisyonları

	Teknik	Açıklama
a	Absorban İlavesi Teknikleri	Bu teknik, SO_x emisyonlarını gidermek için baca gazlarına kuru veya ıslak formda (yarı kuru yıkama) bir absorban enjeksiyonunu içerir. Enjeksiyon noktası ile toz toplayıcı (bez filtre veya ESP) arasında yeterli bir bekleme süresi, yüksek verimli absorpsiyon elde etmek için çok önemlidir. Reaktif MgO sınıfları, magnezya endüstrisinde SO₂ için verimli absorbanlar olarak kullanılabilir. Diğer absorbanlara kıyasla daha düşük verimliliğe rağmen, reaktif MgO sınıflarının kullanımı, daha düşük yatırım maliyetleri ve filtre tozunun diğer maddelerle kirlenmemesi sayesinde gübre (magnezyum sülfat) olarak veya magnezya üretiminde hammadde ikamesi olarak kullanılabilmesi yönünden avantaj sağlar.
b	Islak Yıkayıcı	Islak yıkama tekniğinde SO_x, bir püskürtme kulesinde baca gazlarına ters akımla püskürtülen bir sıvı/bulamaç tarafından emilir. Bu teknik, 5 ila 12 m³/ton ürün arasında bir su gerektirir ve bunun sonucunda, bir atıksu arıtımına ihtiyaç duyulur.

CAM VE FİBERGLAS ÜRETİMİ İLE MİNERALLERİN ERİTİLMESİ VE MİNERAL LİFLERİNİN ÜRETİMİ SEKTÖRLERİ İÇİN MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER

KAPSAM

Bu Tebliğin bu bölümü, Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliğinin Ek-1’inde yer alan aşağıdaki endüstriyel faaliyetleri kapsar:

- (3.2.) Günlük 20 ton üzerinde ergitme kapasitesiyle cam ve fiberglas üretimi,
 (3.3.) Günlük 20 ton üzeri ergitme kapasitesiyle minerallerin eritilmesi ve mineral liflerinin üretimi.

Bu MET’ler, aşağıdaki faaliyetleri kapsamamaktadır:

- Kimya Endüstrisinde Mevcut En İyi Teknikler Tebliği kapsamındaki, sıvı cam (su camı) üretimi.
- Çok kristalli yün üretimi.
- Ayna üretimi.

(1) GENEL MET’LER

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümdeki Genel MET’ler cam üretimi sektöründeki kapsam dahilindeki tüm tesisler için geçerlidir. Yine bu bölümde yer alan sektörel MET, bu bölümde bahsedilen Genel MET’e ek olarak geçerlidir.

(1.1) Çevre Yönetim Sistemleri

MET 1: Aşağıdaki maddelerin tümünü içeren bir çevre yönetim sistemi (ÇYS) uygulamaya alınır ve buna bağlı kalınır:

- i. üst yönetim de dahil olmak üzere yönetimin taahhüdü;
- ii. yönetim tarafından tesis için sürekli iyileştirmeyi içeren bir çevre politikasının tanımlanması;
- iii. finansal planlama ve yatırım ile bağlantılı olarak gerekli prosedürlerin, amaçların ve hedeflerin oluşturulması;
- iv. aşağıdaki hususlara özellikle dikkat edilerek ilgili prosedürlerin uygulanması:
 - (a) yapı ve sorumluluk,
 - (b) eğitim, farkındalık ve yetkinlik,
 - (c) iletişim,
 - (d) çalışan katılımı,
 - (e) dokümantasyon,
 - (f) etkin proses kontrolü,
 - (g) bakım programları,
 - (h) acil durum hazırlığı ve müdahalesi,
 - (i) çevre mevzuatına uyumun güvence altına alınması;
- v. özellikle aşağıdaki hususlara dikkat edilerek performans kontrolünün sağlanması ve düzeltici önlemlerin alınması:
 - (a) izleme ve ölçme,
 - (b) düzeltici ve önleyici eylem,
 - (c) kayıtların tutulması,

- (d) ÇYS'nin planlanan düzenlemelere uygun olup olmadığını ve doğru bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını, sürdürülüp sürdürülmediğini belirlemek için bağımsız (uygulanabilir olduğunda) iç veya dış denetim;
- vi. ÇYS'nin ve devam eden uygunluğunun, yeterliliğinin ve etkinliğinin üst yönetim tarafından gözden geçirilmesi;
- vii. daha temiz teknolojilere yönelik gelişmelerin takip edilmesi;
- viii. yeni bir tesisin tasarlanması aşamasında ve işletme ömrü boyunca, tesisin nihai olarak hizmetten çıkarılmasından kaynaklanan çevresel etkilerin dikkate alınması;
- ix. sektörel kıyaslamaların düzenli olarak yapılması.

Uygulanabilirlik

ÇYS'nin kapsamı (örn. ayrıntı düzeyi) ve niteliği (örn. standartlaştırılmış veya standartlaştırılmamış); genellikle tesisin yapısı, ölçeği ve karmaşıklığı ile sebep olabileceği çevresel etkilerin çeşitliliği ile ilişkili olacaktır.

(1.2) Enerji Verimliliği

MET 2: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak özgül enerji tüketimi azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Operasyonel parametrelerin kontrolü aracılığıyla proses optimizasyonu	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Eritme fırınının düzenli bakımı	
(iii) Fırın tasarımı optimizasyonu ile eritme tekniği seçimi	Yeni tesislerde uygulanabilir. Yeni tesisler için uygulama, fırının tamamen yeniden inşasını gerektirir.
(iv) Yanma kontrol tekniklerinin uygulanması	Yakıt/hava ve oksijen-yakıtla çalışan fırınlara uygulanabilir.
(v) Ekonomik ve teknik olarak uygun olduğu ve mevcut olduğu durumlarda, cam kırıklarının artan oranda kullanımı	Sürekli kesiksiz cam lifleri, yüksek sıcaklık yalıtım yünü ve frit sektörleri için uygulanabilir değildir.
(vi) Teknik ve ekonomik olarak uygun olduğu durumlarda, enerji geri kazanımı için atık ısı kazanımının kullanılması	Yakıt/hava ve oksijen-yakıtla çalışan fırınlara uygulanabilir. Uygulanabilirlik ve ekonomik uygulanabilirlik, üretilen buharın etkin kullanımı da dahil olmak üzere, elde edilebilecek toplam verimlilik tarafından belirlenir.
(vii) Teknik ve ekonomik olarak uygun olduğu durumlarda, harman ve cam kırığı ön ısıtmasının kullanılması	Yakıt/hava ve oksijen-yakıtla çalışan fırınlara uygulanabilir. Uygulanabilirlik, normalde %50'den fazla cam kırığı içeren harman bileşimleriyle sınırlıdır.

(1.3) Malzeme Depolama ve Taşıma

MET 3: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak katı malzemelerin depolanması ile taşınmasından (yükleme ve boşaltma) kaynaklanan yayılı toz emisyonları önlenir veya, bunun uygulanabilir olmadığı durumlarda, azaltılır:

I. Hammaddelerin Depolanması

- (i) Dökme toz malzemelerinin toz azaltma sistemi (örn. bez filtre) ile donatılmış kapalı silolarda depolanması
- (ii) İnce malzemelerin kapalı konteynerlerde veya sızdırmaz torbalarda depolanması
- (iii) Kaba tozlu malzeme stoklarının kapalı bir şekilde depolanması
- (iv) Yol temizleme araçlarının ve su ile toz bastırma tekniklerinin kullanılması

II. Hammaddelerin Taşınımı

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Yer üstünden taşınan malzemeler için, toz malzeme kaybını önlemek amacıyla kapalı konveyörlerin kullanılması	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Pnömatik taşımının kullanıldığı yerlerde, taşıma havasını salımından önce temizlemek amacıyla filtre ile donatılmış sızdırmaz bir sistemin uygulanması	
(iii) Harmanın nemlendirilmesi	Kullanım, fırın enerji verimliliği üzerindeki olumsuz sonuçlar nedeniyle sınırlıdır. Özellikle borosilikat cam üretiminde bazı harman reçeteleri için kısıtlamalar geçerli olabilir.
(iv) Fırın içinde hafif negatif basınç uygulanması	Fırın enerji verimliliği üzerindeki zararlı etkisi nedeniyle, yalnızca olağan operasyon dahilinde (yani frit üretimi için kullanılan eritme fırınlarında) uygulanabilir.
(v) Kristal çatlaması olaylarına neden olmayan hammaddelerin kullanılması (başlıca beyaz mermer ve kireç taşı). Toz emisyonlarında potansiyel bir artışa neden olan bu olaylar, ısıya maruz kalan minerallerin çatlamasıyla meydana gelir.	Hammaddelerin mevcudiyeti ile ilişkili kısıtlamalar dahilinde uygulanabilir.
(vi) Toz oluşumunun muhtemel olduğu proseslerde (örn. torba açma, frit harman karıştırma, bez filtre toz bertarafı, soğuk başlıklı eriticiler) filtre sistemine açılan bir ekstraksiyonun kullanılması	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(vii) Kapalı vidalı besleyicilerin kullanılması	
(viii) Besleme bölümlerinin etrafının kapatılması	Genel olarak uygulanabilir. Ekipmana zarar vermemek için soğutma gerekli olabilir.

MET 4: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak uçucu hammaddelerin depolanmasından ve taşınmasından kaynaklanan yayılı gaz emisyonları önlenir veya, bunun uygulanabilir olmadığı durumlarda, azaltılır:

- (i) Güneş ısıtması nedeniyle sıcaklık değişimlerine maruz kalan yığın depolama için solar emiciliği düşük tank boyası kullanımı.
- (ii) Uçucu hammaddelerin depolanmasına yönelik sıcaklık kontrolü.
- (iii) Uçucu hammaddelerin depolanmasına yönelik tank yalıtımı.
- (iv) Envanter yönetimi.
- (v) Büyük miktarlarda uçucu petrol ürünlerinin depolanmasında yüzer tavanlı tank kullanımı.
- (vi) Uçucu akışkanların transferinde (örn. tankerden depolama tankına) buhar geri dönüş aktarım sistemleri kullanımı.
- (vii) Sıvı hammaddelerin depolanmasında kese tavanlı tank kullanımı.
- (viii) Basınç değişimlerine dayanacak şekilde tasarlanan tanklarda basınç/vakum valfleri kullanımı.
- (ix) Tehlikeli maddelerinde depolanmasında bir salım tekniğinin (örn. adsorpsiyon, absorpsiyon, yoğunlaşma) uygulanması.
- (x) Köpüklenme eğilimi gösteren sıvıların depolanmasında yüzey altı dolgu uygulanması.

(1.4) Genel Birincil Teknikler

MET 5: Operasyonel parametrelerin sürekli izlenmesi ve eritme fırını için programlı bir bakımın sağlanması yoluyla, enerji tüketimi ve hava emisyonları azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
Teknik, fırın üzerindeki yıpranma etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla; fırın ve brülör bloklarının sızdırmazlığını sağlamak, yalıtımı maksimum düzeyde tutmak, stabil alev koşullarını ve yakıt/hava oranını kontrol etmek vb. gibi fırın tipine göre ayrı ayrı veya birlikte uygulanması mümkün olan bir dizi izleme ve bakım işleminden oluşur.	Rejeneratif, reküperatif ve oksı-yakıtlı çalışan fırınlara uygulanabilir. Diğer fırın tipleri için uygulanabilirlik, tesis bazında değerlendirme gerektirir.

MET 6: Hava emisyonlarını azaltmak veya önlemek için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınına giren tüm maddeler ile hammaddeler dikkatli bir şekilde seçilir ve kontrol edilir:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Düşük düzeyde safsızlık (örn. metaller, klorürler, florürler) içeren hammadde ve harici cam kırığı kullanımı	Tesiste üretilen cam türü ile hammadde ve yakıt mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalar dahilinde uygulanabilir.
(ii) Alternatif hammadde (örn. daha az uçucu olan hammaddeler) kullanımı	
(iii) Düşük metal safsızlıklarına sahip yakıtların kullanımı	

MET 7: Aşağıdakiler dahil olmak üzere, emisyonlar ve/veya diğer ilişkili proses parametreleri düzenli aralıklarla takip edilir:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Proses kararlılığını sağlamak için sıcaklık, yakıt beslemesi ve hava akışı gibi kritik proses parametrelerinin sürekli izlenmesi	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Kirliliği önlemek/azaltmak amacıyla, yakıt/hava oranını kontrol etmek için yanma gazlarındaki O ₂ miktarı gibi proses parametrelerinin düzenli olarak izlenmesi	
(iii) Toz, NO _x ve SO ₂ emisyonlarının sürekli ölçümleri veya ölçümler arasında arıtma sisteminin düzgün çalışmasını sağlamak için belirli parametrelerin kontrolü ile bağlantılı olarak yılda en az iki kez olmak üzere sürekli olmayan ölçümler	
(iv) Seçici Katalik İndirgeme (SCR) veya Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SNCR) tekniklerinin uygulandığı durumlarda, NH ₃ emisyonlarının sürekli veya düzenli ölçümleri	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(v) NO _x emisyonu azaltımı için birincil tekniklerin veya yakıt teknikleriyle kimyasal azaltımın uygulandığı veya kısmi yanmanın gerçekleşebileceği durumlarda, CO emisyonlarının düzenli veya sürekli ölçümleri	
(vi) Özellikle HCl, HF, CO ve metaller gibi maddeleri içeren hammaddelerin kullanıldığı veya kısmi yanmanın gerçekleşebileceği durumlarda, bu tür madde emisyonlarının düzenli periyodik ölçümleri	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(vii) Atık gaz arıtma sisteminin düzgün çalıştığından ve sürekli olmayan ölçümler arasında emisyon seviyelerinin korunduğundan emin olmak için belirli parametrelerin sürekli izlenmesi. İzlenecek belirli parametreler arasında reaktif beslemesi, sıcaklık, su beslemesi, voltaj, toz giderme, fan hızı vb. yer alır.	

MET 8: Emisyonları önlemek veya azaltmak için, atık gaz arıtma sistemleri normal çalışma koşullarında optimum kapasitede ve kullanımda çalıştırılır.

Uygulanabilirlik

Özellikle belirli çalışma koşulları için özel prosedürler tanımlanabilir:

- başlatma/devreye alma ve kapatma işlemleri sırasında,
- sistemlerin düzgün çalışmasını engelleyebilecek diğer özel işlemler sırasında (örn. fırın ve/veya atık gaz arıtma sistemine yönelik düzenli ve olağan dışı bakım çalışmaları ve temizlik işlemleri veya ciddi üretim değişiklikleri),
- sistemin tam kapasitede kullanılmasını engelleyen yetersiz atık gaz akışı veya sıcaklık durumunda.

MET 9: NO_x emisyonlarını azaltmak için, birincil tekniklerin veya yakıtla kimyasal indirgeme uygulandığında, eritme fırınından kaynaklanan karbon monoksit (CO) emisyonları sınırlandırılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
NO _x emisyonlarının azaltılmasına yönelik birincil teknikler, yanma modifikasyonlarını (örn. hava/yakıt oranının azaltılması, kademeli yanma, düşük NO _x brülörleri vb.) temel alır. Yakıtla kimyasal indirgeme, fırında oluşan NO _x 'i azaltmak için atık gaz akışına hidrokarbon yakıtın eklenmesiyle sağlanır.	Geleneksel hava/yakıt ateşlemeli fırınlara uygulanabilir.
Bu tekniklerin uygulanmasından kaynaklanan CO emisyonundaki artış, operasyonel parametrelerin dikkatli bir şekilde kontrolüyle sınırlandırılabilir.	

Tablo 3

Eritme fırınlarından kaynaklanan karbon monoksit emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
CO olarak ifade edilen karbon monoksit	<100 mg/Nm ³

MET 10: Yüksek verimlilikte NO_x emisyon azaltımı için, Seçici Katalitik İndirgeme (SCR) veya Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SCNR) uygulandığında, amonyak (NH₃) emisyonları sınırlandırılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
Teknik, reaksiyona girmemiş amonyak emisyonlarını sınırlamak amacıyla, SCR veya SNCR atık gaz arıtma sistemlerinin uygun çalışma koşullarının benimsenmesi ve sürdürülmesinden oluşur.	SCR veya SNCR kurulu bulunan eritme fırınları için uygulanabilir.

Tablo 4

SCR veya SNCR teknikleri uygulandığı durumlardaki amonyak emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾
NH ₃ olarak ifade edilen amonyak	<5 - 30 mg/Nm ³

⁽¹⁾ Daha yüksek seviyeler, giriş NO_x konsantrasyonları, indirgeme hızları ve katalizör yıpranma hızlarının daha yüksek olduğu durumlara ilişkilidir.

MET 11: Harman reçetesinde bor bileşikleri kullanıldığında, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınından kaynaklanan bor emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Bazı borik asit türlerinin baca gazında 200°C'nin altındaki, aynı zamanda 60°C'ye kadar inebilen sıcaklıklarda gaz halindeki bileşikler olarak mevcut olabileceği dikkate	Mevcut tesislerde uygulanabilirlik, mevcut filtre sisteminin konumu ve özellikleriyle ilgili teknik kısıtlamalarla sınırlı olabilir.

Teknik	Uygulanabilirlik
alınarak, katı haldeki bor bileşiklerinin ayrışmasını artırmak için uygun sıcaklıkta bir filtreleme sisteminin uygulanması	
(ii) Bir filtreleme sistemi ile birlikte kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Uygulanabilirlik, kuru alkali reaktifin yüzeyinde bor bileşiklerinin birikmesinden kaynaklanan diğer gaz halindeki kirleticileri (SO_x , HCl, HF) giderme verimliliğinin azalması nedeniyle sınırlı olabilir.
(iii) Islak yıkayıcı kullanımı	Mevcut tesislerde uygulanabilirlik, özel atıksu arıtımı ihtiyacı nedeniyle sınırlı olabilir.

İzleme

Bor emisyonlarının izlenmesi, hem katı hem de gaz formlarının ölçülmesine ve bu türlerin baca gazlarından etkin bir şekilde uzaklaştırılmasının belirlenmesine olanak tanıyan özel bir metodolojiye göre yürütülmelidir.

(1.5) Cam Üretim Proseslerinden Kaynaklanan Su Emisyonları

MET 12: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak su tüketimi azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Döküntü ve sızıntıların en aza indirilmesi	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(ii) Arıtma sonrası soğutma ve temizleme sularının yeniden kullanılması	Teknik genel olarak uygulanabilir. Yıkama suyunun resirkülasyonu, yıkama sistemlerinin çoğuna uygulanabilir; ancak, yıkama ortamının periyodik olarak boşaltılması ve değiştirilmesi gerekli olabilir.
(iii) Teknik ve ekonomik olarak mümkün olduğu sürece, yarı kapalı bir su döngüsü sisteminin çalıştırılması	Bu tekniğin uygulanabilirliği, üretim prosesinin güvenlik yönetimine ilişkin kısıtlamalarla sınırlı olabilir. Özellikle: - Güvenlik hususları nedeniyle gerekli olduğunda, açık devre soğutma kullanılabilir (örn. büyük miktarlardaki camın soğutulması gereken durumlar). - Bazı özel proseslerde (örn. sürekli filament fiberklas sektöründeki alt akım işlemler, cam ev eşyaları ve özel cam sektörlerindeki asitle cilalama vb.) kullanılan suyun tamamının veya bir kısmının atıksu arıtma sistemine boşaltılması gerekebilir.

MET 13: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak atıksu deşarjlarındaki kirleticilerin emisyon yükleri azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Çökeltme, eleme, sıyırma, nötralizasyon, filtrasyon, havalandırma, çöktürme, koagülasyon ve flokülasyon vb. standart kirlilik kontrol teknikleri	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
Sıvı hammadde ve ara ürünlerin depolanmasından kaynaklanan emisyonların kontrol edilmesi için uygulanan çevreleme, tankların denetimi/test edilmesi, aşırı doldurmaya yönelik koruma vb. standart iyi uygulamalar	
(ii) Organik bileşikleri uzaklaştırmak/bozundurmak amacıyla aktif çamur, biyofiltrasyon gibi biyolojik arıtma sistemleri	Uygulanabilirlik, üretim prosesinde organik madde kullanan sektörlerle (örn. sürekli filament fiberölas ve mineral yün sektörleri) sınırlıdır.
(iii) Kentsel atıksu arıtma tesislerine deşarj	Kirleticilerin daha fazla azaltılmasının gerekli olduğu tesisler için uygulanabilir.
(iv) Atıksuların harici olarak yeniden kullanımı	Uygulanabilirlik, genellikle frit sektörü ile sınırlıdır (seramik endüstrisinde yeniden kullanım imkanı).

Tablo 5
Cam üretiminden kaynaklanan atıksuların yüzey sularına deşarjına yönelik MET-İES’ler

Parametre ⁽¹⁾	Birim	MET-İES ⁽²⁾ (kompozit numune)
pH	-	6,5 - 9
Toplam askıda katı madde	mg/L	<30
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	<5 – 130 ⁽³⁾
SO ₄ ²⁻ olarak ifade edilen sülfatlar	mg/L	<1.000
F ⁻ olarak ifade edilen florürler	mg/L	<6 ⁽⁴⁾
Toplam hidrokarbonlar	mg/L	<15 ⁽⁵⁾
Pb olarak ifade edilen kurşun	mg/L	<0,05 – 0,3 ⁽⁶⁾
Sb olarak ifade edilen antimon	mg/L	<0,5
As olarak ifade edilen arsenik	mg/L	<0,3
Ba olarak ifade edilen baryum	mg/L	<3,0
Zn olarak ifade edilen çinko	mg/L	<0,5
Cu olarak ifade edilen bakır	mg/L	<0,3
Cr olarak ifade edilen krom	mg/L	<0,3
Cd olarak ifade edilen kadmiyum	mg/L	<0,05
Sn olarak ifade edilen kalay	mg/L	<0,5
Ni olarak ifade edilen nikel	mg/L	<0,5

Parametre ⁽¹⁾	Birim	MET-İES ⁽²⁾ (kompozit numune)
NH ₄ olarak ifade edilen amonyak	mg/L	<10
B olarak ifade edilen bor	mg/L	<1 - 3
Fenol	mg/L	<1

⁽¹⁾ Tabloda verilen kirleticilerin önemi, cam sektörüne ve tesiste yürütülen farklı faaliyetlere bağlıdır.

⁽²⁾ Seviyeler, iki saatlik veya 24 saatlik bir zaman periyodunda alınan bir kompozit numune içindir.

⁽³⁾ Sürekli filament fiberglas sektörü için MET-İES, <200 mg/L 'dir.

⁽⁴⁾ Değer, asitle cilalamanın gerçekleştirildiği faaliyetlerden kaynaklanan arıtılmış atıksu içindir.

⁽⁵⁾ Genel olarak toplam hidrokarbonlar, mineral yağlardan oluşur.

⁽⁶⁾ Aralığın üst sınırı, kurşun kristal cam üretimi için alt akım proseslerle ilişkilidir.

(1.6) Cam Üretim Proseslerinden Kaynaklanan Atıklar

MET 14: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak bertaraf edilecek atık üretimi azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Kalite gereksinimlerinin olanak sağladığı ölçüde atık harman malzemelerinin geri kazanımı	Uygulanabilirlik, nihai cam ürününün kalitesine ilişkin kısıtlamalarla sınırlı olabilir.
(ii) Hammaddelerin depolanması ve taşınması sırasında meydana gelen malzeme kayıplarının en aza indirilmesi	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(iii) Iskarta üretiminden kaynaklanan tesis içi cam kırıklarının geri dönüştürülmesi	Genellikle sürekli filament cam elyafı, yüksek sıcaklık yalıtım yünü ve frit sektörleri için uygulanabilir değildir.
(iv) Harman reçetesindeki tozun, kalite gereksinimlerinin olanak sağladığı ölçüde geri kazanımı	Uygulanabilirlik, çeşitli faktörlerle sınırlanabilir: - nihai cam ürününün kalite gereksinimleri, - harman reçetesinde kullanılan cam kırığı yüzdesi, - olası toz taşınımı ve refrakter gereçlerin aşınması, - kükürt dengesi kısıtlamaları.
(v) Atık ve/veya çamurun (örn. su arıtımından kaynaklanan çamur) sahada veya diğer endüstrilerde uygun şekilde kullanım yoluyla değerlendirilmesi	Cam ev eşyaları (kurşun kristal kesme çamuru için) ve cam ambalaj (yağ ile karıştırılmış ince cam parçacıkları) sektörleri için genellikle uygulanabilir. Öngörülemeyen, kontamine bileşim, düşük hacimler ve ekonomik uygulanabilirlik nedeniyle, diğer cam üretim sektörlerinde uygulanabilirlik sınırlıdır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(vi) Ömrünü tamamlamış refrakter malzemelerin diğer endüstrilerde olası kullanımı yoluyla değerlendirilmesi	Uygulanabilirlik, refrakter üreticileri ve potansiyel son kullanıcılar tarafından getirilen kısıtlamalarla sınırlıdır.
(vii) Çimentolu atık briketlerinin geri kazanımı için, kalite gereksinimlerinin olanak sağladığı ölçüde, sıcak hava döküm ocaklarına uygulanması	Çimentolu atık briketlerinin uygulanabilirliği, taş yünü sektörü ile sınırlıdır. Hava emisyonları ile atık üretimi arasında dengeleyici bir yaklaşım uygulanmalıdır.

(1.7) Cam Üretim Proseslerinden Kaynaklanan Gürültü

MET 15: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak gürültü emisyonları azaltılır:

- (i) Çevresel gürültü değerlendirmesi yapılması ve yerel çevreye uygun olacak şekilde bir gürültü yönetim planı oluşturulması,
- (ii) Gürültülü ekipmanların/işlemlerin ayrı bir yapıya/birime alınması,
- (iii) Gürültü kaynağını perdelemek için dolgu kullanılması,
- (iv) Gürültülü açık hava faaliyetlerinin gün içerisinde gerçekleştirilmesi,
- (v) Yerel koşullara bağlı olarak, tesis ile korunan alan arasında gürültü koruma duvarlarının veya doğal bariyerlerin (ağaçlar, çalılıklar) kullanılması.

(2) SEKTÖREL MET UYGULAMALARI

(2.1) Cam Ambalaj Üretimi İçin MET'ler

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET'ler kapsam dahilindeki cam ambalaj üretimi sektöründeki tüm tesislere Genel MET'lere ek olarak geçerlidir.

(2.1.1) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 16: Elektrostatik filtre veya bez filtre gibi bir baca gazı temizleme sistemi uygulanarak eritme fırınlarından kaynaklanan atık gazlardan gelen toz emisyonları azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
Baca gazı temizleme sistemleri, ölçüm noktasında katı haldeki tüm malzemelerin filtrasyonuna dayanan boru sonu tekniklerden oluşur.	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 6

Cam ambalaj sektöründe eritme fırından kaynaklanan toz emisyonlarına ilişkin MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
Toz	<10 - 20	<0,015 – 0,06

⁽¹⁾ Aralığın altı ve üst sınırlarının belirlenmesi için sırasıyla $1,5 \times 10^{-3}$ ve 3×10^{-3} 'lük çevrim katsayıları kullanılmıştır.

(2.1.2) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Azot Oksitler (NO_x)

MET 17: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan NO_x emisyonları azaltılır:

I. Birincil Teknikler:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Yanma modifikasyonları	
(a) Hava/yakıt oranının azaltılması	Hava/yakıtlı geleneksel fırınlara uygulanabilir. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(b) Düşük yanma havası sıcaklığı	Daha düşük fırın verimliliği ve daha yüksek yakıt talebi nedeniyle, yalnızca tesise özel koşullar altında (yani, rejeneratif fırınlar yerine reküperatif fırınların kullanılması durumunda) uygulanabilir.
(c) Kademeli yanma: - Hava kademelendirme - Yakıt kademelendirme	Yakıt kademelendirme, geleneksel hava/yakıt fırınların çoğuna uygulanabilir. Hava kademelendirmenin uygulanabilirliği, teknik karmaşıklığı nedeniyle çok sınırlıdır.
(d) Baca gazı resirkülasyonu	Uygulanabilirlik, atık gazın otomatik olarak resirküle edildiği özel brülörlerin kullanımı ile sınırlıdır.
(e) Düşük NO _x brülörleri	Teknik genel olarak uygulanabilir. Teknik kısıtlamalar ve fırın esnekliğinin daha düşük olması nedeniyle çapraz ateşlemeli, gazlı fırınlara yönelik uygulamalarda elde edilen çevresel faydalar genellikle daha düşüktür. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(f) Yakıt seçimi	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek farklı yakıt türlerinin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalarla sınırlıdır.
(ii) Özel fırın tasarımı	Uygulanabilirlik, yüksek seviyelerde (>%70) yabancı cam kırıkları içeren harman reçeteleri ile sınırlıdır. Uygulama, eritme fırınının tamamen yenilenmesini gerektirir. Fırın şekli, (uzun ve dar) alan kısıtlamalarına neden olabilir.

Teknik	Uygulanabilirlik
(iii) Elektrikli eritme	Büyük hacimli (>300 ton/gün) cam üretimleri için uygulanabilir değildir. Büyük çekiş varyasyonları gerektiren üretimler için uygulanabilir değildir. Uygulama, fırının tamamen yenilenmesini gerektirir.
(iv) Oksi-yakıtlı eritme	Maksimum çevresel faydalar, fırının komple yenilenmesi sırasındaki uygulamalar ile elde edilir.

II. İkincil Teknikler:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Seçici Katalitik İndirgeme (SCR)	Uygulama, toz emisyonu konsantrasyonlarının 10-15 mg/Nm³'ün altında olmasını garanti altına almak için toz azaltma sisteminin yenilenmesi ve SO_x emisyonlarının giderilmesi için desülfürizasyon sistemi gerektirebilir. Optimum çalışma sıcaklığı aralığı nedeniyle uygulanabilirlik, elektrostatik filtre kullanımı ile sınırlıdır. Teknik genellikle bez filtre sistemi ile kullanılmaz, çünkü 180-200°C aralığındaki düşük operasyon sıcaklığı, atık gazların yeniden ısıtılmasını gerektirebilir. Tekniğin uygulanması, önemli miktarda alanın mevcudiyetini gerektirebilir.
(ii) Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SNCR)	Teknik, reküperatif fırınlara uygulanabilir. Doğru sıcaklık aralığına erişmenin zor olduğu veya bu aralığın baca gazlarının reaktif ile iyi bir şekilde karışmasına izin vermediği geleneksel rejeneratif fırınlara uygulanabilirliği oldukça sınırlıdır. Ayrı rejeneratörlerle donatılmış yeni rejeneratif fırınlara uygulanabilir; bununla birlikte, bölmeler arasındaki alevlerin tersine çevrilmesi nedeniyle döngüsel bir sıcaklık değişimi meydana geldiğinden, sıcaklık aralığının korunması zordur.

Tablo 7

**Cam ambalaj sektöründe eritme fırından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik
MET-İES'ler**

Parametre	MET	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Yanma modifikasyonları, özel fırın tasarımları ⁽²⁾ (³)	500-800	0,75-1,2
	Elektrikli eritme	<100	<0,3
	Oksi-yakıtlı eritme ⁽⁴⁾	Uygulanamaz	<0,5-0,8
	İkincil teknikler	<500	<0,75

⁽¹⁾ Elektrikli eritme haricindeki (özel durumlar: 3×10^{-3}) genel durumlar için Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($1,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

⁽²⁾ Düşük değer, uygulanabilir olduğu durumlarda, özel fırın tasarımlarının kullanımına ilişkindir.

⁽³⁾ Eritme fırınının normal veya komple yenilemesi durumunda bu değerler, yeniden gözden geçirilmelidir.

⁽⁴⁾ Ulaşılabılır seviyeler, doğal gazın ve oksijenin kalitesine (azot içeriği) bağlıdır.

MET 18: Nihai ürün kalitesini sağlamak için harman reçetesinde nitratların kullanıldığı ve/veya özel oksitleyici yanma koşullarının gerekli olduğu durumlarda, birincil veya ikincil tekniklerle birlikte bu hammaddelerin kullanımı en aza indirerek NO_x emisyonları azaltılır.

MET-İES'ler Tablo 7'de verilmiştir.

Kısa çalıştırma süreleri veya <100 ton/gün kapasiteli eritme fırınları için harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlar için MET-İES'ler, Tablo 8'de verilmiştir.

Teknik	Uygulanabilirlik
Birincil Teknikler: - Harman reçetesindeki nitrat kullanımının en aza indirilmesi Nitrat kullanımı, yüksek kaliteli ürünlerin elde edilmesinde uygulanır (örn. flakonaj, parfüm şişeleri ve kozmetik ambalajları). Alternatif etkili malzemeler sülfatlar, arsenik oksitler ve seryum oksittir. Proses modifikasyonlarının (örn. özel oksitleyici yakma koşulları) uygulanması, nitrat kullanımına bir alternatif olabilir.	Harman reçetesinde nitratların ikame edilmesi, alternatif malzemelerin yüksek maliyetleri ve/veya daha yüksek çevresel etkileri ile sınırlı olabilir.

Tablo 8

Kısa alıştırma süreleri veya <100 ton/gün kapasiteli eritme fırınları için harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlarda, cam ambalaj sektöründe eritme fırınından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Birincil teknikler	<1.000	<3

⁽¹⁾ Özel durumlar için Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı (3×10^{-3}) uygulanmıştır.

(2.1.3) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Kükürt Oksitler (SO_x)

MET 19: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan SO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(ii) Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi ve kükürt dengesinin optimizasyonu	Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi genellikle nihai cam ürününün kalite gereksinimlerinin kısıtlamaları dahilinde uygulanabilir. Kükürt dengesinin optimize edilmesi için, SO_x emisyonlarının giderilmesi ile atık (filtre tozu) yönetimi arasında bir denge yaklaşımı benimsenmelidir. SO_x emisyonlarının etkin bir şekilde azaltılması, cam türüne bağlı olarak önemli ölçüde değişebilen kükürt bileşiklerinin camda tutulmasına bağlıdır.
(iii) Düşük kükürt içerikli yakıtların kullanımı	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek düşük kükürtlü yakıt türlerinin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalarla sınırlı olabilir.

Tablo 9

**Cam ambalaj sektöründe eritme fırından kaynaklanan SO_x emisyonlarına ilişkin
MET-İES'ler**

Parametre	Yakıt	MET-İES ⁽¹⁾⁽²⁾	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽³⁾
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	Doğal gaz	<200-500	<0,3-0,75
	Fuel oil ⁽⁴⁾	<500-1.200	<0,75-1,8

⁽¹⁾ Özel renkli cam türleri için (örn. indirgenmiş yeşil camlar), ulaşılması mümkün emisyon seviyelerine ilişkin hususlarda kükürt dengesinin araştırılması gerekebilir. Tabloda belirtilen değerlerin filtre tozu geri kazanımı ve dışardan alınan cam kırıklarının geri kazanım oranı ile birlikte elde edilmesi zor olabilir.

⁽²⁾ Daha düşük seviyeler, SO_x'in azaltımının daha düşük atık, yani sülfat açısından zengin filtre tozu, üretilmesine göre yüksek önceliğe sahip olduğu koşullarla ilişkilidir.

⁽³⁾ Genel durumlar için Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($1,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

⁽⁴⁾ İlişkili emisyon seviyeleri, ikincil azaltıma teknikleri ile birlikte %1 kükürt içerikli akaryakıt kullanımı ile ilişkilidir.

(2.1.4) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF)

MET 20: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından (muhtemelen sıcak kaplama faaliyetlerinden gelen baca gazı ile birlikte) kaynaklanan HCl ve HF emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük klor ve flor içerikli hammadde seçimi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türünün kısıtlamaları ve hammaddelerin mevcudiyeti ile sınırlı olabilir.
(ii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 10

Cam ambalaj sektöründe eritme fırından kaynaklanan HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür ⁽²⁾	<10-20	<0,02-0,03
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	<1-5	<0,001-0,008

⁽¹⁾ Genel durumlar için Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($1,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

⁽²⁾ Yüksek seviyeler, sıcak kaplama işlemlerinden kaynaklanan baca gazlarının eş zamanlı olarak arıtılmasıyla ilişkilidir.

(2.1.5) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Metaller

MET 21: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük metal içerikli hammadde seçimi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türüne ilişkin kısıtlamalar ve hammaddelerin mevcudiyeti ile sınırlı olabilir.
(ii) Son kullanıcıya giden cam kalitesi gereksinimlerine bağlı olarak camın renklendirilmesi ve renksizleştirilmesinin gerekli olduğu harman reçetesinde metal bileşiklerin kullanımının en aza indirilmesi	
(iii) Bir filtrasyon sistemi (bez filtre veya elektrostatik filtre) kullanılması	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(iv) Bir filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	

Tablo 11

Cam ambalaj sektöründe eritme fırınından kaynaklanan metal emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽⁴⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<0,2-1 ⁽⁵⁾	<0,3–1,5 x10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<1-5	<1,5–7,5 x10 ⁻³

⁽¹⁾ Seviyeler, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan metallerin toplamını ifade eder.

⁽²⁾ Düşük seviyeler, harman reçetesinde metal bileşiklerinin kasıtlı olarak kullanılmadığı durumlardaki MET-İES'lerdir.

⁽³⁾ Üst seviyeler, metallerin camın renklendirilmesi veya renksizleştirilmesi için kullanıldığı veya sıcak kaplama işlemlerinden kaynaklanan baca gazlarının eritme fırınından kaynaklanan emisyonlarla birlikte arıtıldığı durumlarla ilişkilidir.

⁽⁴⁾ Genel durumlar için Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı (1,5x10⁻³) uygulanmıştır.

⁽⁵⁾ Renksizleştirme için daha yüksek miktarlarda selenyum gerektiren (hammaddelere bağlı olarak) yüksek kaliteli kristal cam üretiminin gerçekleştirildiği özel durumlarda, 3 mg/Nm³'e kadar çıkabilen yüksek değerler rapor edilir.

(2.1.6) Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Emisyonlar

MET 22: Sıcak kaplama işlemleri için kalay, organo-kalay ve titanyum bileşikleri kullanıldığında, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak emisyonlar azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Uygulama sisteminin sızdırmazlığı sağlanarak ve etkili bir ekstraksiyon başlığı kullanılarak kaplama ürünü kayıplarının en aza indirilmesi. Uygulama sisteminin düzgün inşası ve sızdırmazlığı, reaksiyona girmemiş ürünün havaya kayıplarını en aza indirmede esastır.	Teknik genel olarak uygulanabilir.

(ii) İkincil arıtma sistemi uygulandığında (filtre ve kuru veya yarı kuru yıkayıcı), kaplama işlemlerinden kaynaklanan baca gazının eritme fırından çıkan atık gazla veya fırının yanma havasıyla birleştirilmesi. Kimyasal uyumluluğa bağlı olarak, kaplama işlemlerinden kaynaklanan atık gazlar, arıtmadan önce diğer baca gazları ile birleştirilebilir. Aşağıdaki iki seçenek uygulanabilir: - ikincil bir azaltma sisteminden (kuru veya yarı kuru yıkama ve filtrasyon sistemi) önce, eritme fırından çıkan baca gazları ile birleştirme - rejeneratöre girmeden önce yanma havası ile birleştirme, ardından eritme işlemi sırasında oluşan atık gazların ikincil azaltma işlemi (kuru veya yarı kuru temizleme ve filtrasyon sistemi)	Eritme fırından çıkan baca gazları ile birleştirme genellikle uygulanabilir. Yanma havası ile birleştirme, cam kimyası ve rejeneratör malzemeleri üzerindeki bazı potansiyel etkilerden dolayı teknik kısıtlamalardan etkilenebilir.
(iii) İkincil bir teknik uygulanması, örn. ıslak yıkama, kuru yıkama + filtrasyon sistemi	Teknikler genel olarak uygulanabilir.

Tablo 12

Cam ambalaj sektöründe alt akım işlemlerinden çıkan baca gazlarının ayrı olarak arıtıldığı durumlarda, sıcak kaplama işlemlerinden kaynaklanan hava emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
Toz	<10
Ti olarak ifade edilen titanyum bileşikleri	<5
Sn olarak ifade edilen organo-kalay dahil kalay bileşikleri	<5
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür	<30

MET 23: Yüzey arıtma işlemleri için SO₃ kullanıldığında, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak SO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Uygulama sisteminin sızdırmazlığını sağlayarak ürün kayıplarının en aza indirilmesi Uygulama sisteminin düzgün inşası ve bakımı, reaksiyona girmemiş ürünün havaya kayıplarını en aza indirmede esastır.	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) İkincil bir tekniğin, örn. ıslak yıkama, uygulanması	

Tablo 13

Cam ambalaj sektöründe yüzey arıtma işlemleri için SO₃ kullanıldığı veya ayrı arıtma yapıldığı durumlarda, alt akım işlemlerinden kaynaklanan SO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	<100-200

(2.2) Düz Cam Üretimi İçin MET'ler

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET'ler kapsam dâhilindeki düz cam üretimi sektöründeki tüm tesislere Genel MET'lere ek olarak geçerlidir.

(2.2.1) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 24: Elektrostatik filtre veya bez filtre uygulanarak eritme fırınlarından çıkan atık gazlardan kaynaklanan toz emisyonlar azaltılır.

Tablo 14

Düz cam sektöründe eritme fırınlarından kaynaklanan toz emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
Toz	<10-20	<0,025–0,05

⁽¹⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($2,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

(2.2.2) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Azot Oksitler (NO_x)

MET 25: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan NO_x emisyonları azaltılır:

I. Birincil Teknikler:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Yanma modifikasyonları	
(a) Hava/yakıt oranının azaltılması	Hava/yakıtlı geleneksel fırınlara uygulanabilir. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(b) Azaltılmış yanma havası sıcaklığı	Uygulanabilirlik, daha düşük fırın verimliliği ve daha yüksek yakıt talebi (diğer bir ifadeyle, rejeneratif fırınlar yerine reküperatif fırınların kullanılması) nedeniyle özel düz cam üretimi için kullanılan küçük kapasiteli fırınlar ve tesise özel koşullar ile sınırlıdır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(c) Kademeli yanma: - Hava kademelendirme - Yakıt kademelendirme	Yakıt kademelendirme, geleneksel hava/yakıt fırınların çoğuna uygulanabilir. Hava kademelendirmenin uygulanabilirliği, teknik karmaşıklığı nedeniyle çok sınırlıdır.
(d) Baca gazı resirkülasyonu	Uygulanabilirlik, atık gazın otomatik resirkülasyonuna sahip özel brülörlerin kullanımı ile sınırlıdır.
(e) Düşük NO _x brülörleri	Teknik genel olarak uygulanabilir. Teknik kısıtlamalar ve fırın esnekliğinin daha az olması nedeniyle çapraz ateşlemeli, gazlı fırınlara yönelik uygulamalarda elde edilen çevresel faydalar genellikle daha düşüktür. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(f) Yakıt seçimi	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek farklı yakıt türlerinin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalarla sınırlıdır.
(ii) Fenix prosesi Çapraz ateşlemeli rejeneratif şamandıra cam fırınlarının yanmasının optimizasyonuna yönelik birincil tekniklerin bir kombinasyonuna dayanmaktadır. Başlıca özellikleri şunlardır: - fazla yanma havasının azaltılması - sıcak noktaların bastırılması ve alev sıcaklıklarının homojenleştirilmesi - yakıt ile yanma havasının kontrollü karışımı	Uygulanabilirlik, çapraz ateşlemeli rejeneratif fırınlarla sınırlıdır. Yeni fırınlarda uygulanabilir. Mevcut fırınlar için teknik, fırının tasarımı ve inşası sırasında, tüm fırın yenilenmesi ile doğrudan entegre olmayı gerektirir.
(iii) Oksi-yakıtlı eritme	Maksimum çevresel faydalar, fırının komple yenilenmesi sırasındaki uygulamalar ile elde edilir.

II. İkincil Teknikler:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Yakıtlı kimyasal indirgeme	Rejeneratif fırınlarda uygulanabilir. Uygulanabilirlik, artan yakıt tüketimi ve sonucunda ortaya çıkan çevresel ve ekonomik etki ile sınırlıdır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(ii) Seçici Katalitik İndirgeme (SCR)	Uygulamada, toz emisyonu konsantrasyonlarının 10-15 mg/Nm³'ün altında olmasını sağlamak için toz azaltma sisteminin ve SO_x emisyonlarını gidermek için desülfürizasyon sisteminin yenilenmesi gerekli olabilir. Optimum çalışma sıcaklık aralığı nedeniyle uygulanabilirlik, elektrostatik filtre kullanımı ile sınırlıdır. Teknik genellikle bez filtre sistemi ile kullanılmaz, çünkü 180-200°C aralığındaki düşük çalışma sıcaklığı, atık gazların yeniden ısıtılmasını gerektirebilir. Tekniğin uygulanması, önemli miktarda alanın kullanılabilir olmasını gerektirebilir.

Tablo 15

Düz cam sektöründe eritme fırından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Yanma modifikasyonları, Fenix prosesi ⁽³⁾	700-800	1,75–2,0
	Oksi-yakıtlı eritme ⁽⁴⁾	Uygulanamaz	<1,25–2,0
	İkincil teknikler ⁽⁵⁾	400-700	1,0–1,75

⁽¹⁾ Özel camların üretimi için bazen nitratlar kullanıldığında yüksek emisyon seviyeleri beklenir.

⁽²⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı (2,5x10⁻³) uygulanmıştır.

⁽³⁾ Aralığın düşük sınırları, Fenix prosesinin uygulanmasıyla ilişkilidir.

⁽⁴⁾ Ulaşılabılır seviyeler, doğal gazın ve mevcut oksijenin kalitesine (azot içeriği) bağlıdır.

⁽⁵⁾ Aralığın yüksek sınırları, eritme fırınının normal veya tüm yenilemesine kadar, mevcut tesislerle ilişkilidir. Düşük seviyeler, daha yeni/yenilenmiş tesislerle ilişkilidir.

MET 26: Harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlarda, birincil veya ikincil teknikler ile birlikte bu hammaddelerin kullanımı en aza indirilerek NO_x emisyonları azaltılır. Eğer ikincil teknikler uygulanırsa, Tablo 15'te verilen MET-İES'ler geçerlidir.

Sınırlı sayıda kısa süreli çalıştırmalar ile özel camların üretimindeki harman reçetelerinde nitratlar kullanılıyorsa, Tablo 16'da verilen MET-İES'ler geçerlidir.

Teknik	Uygulanabilirlik
Birincil Teknikler: - harman reçetesinde nitrat kullanımının en aza indirilmesi Nitrat kullanımı, özel üretimler (diğer bir ifadeyle, renkli cam) için uygulanır. Alternatif etkili malzemeler sülfatlar, arsenik oksitler ve seryum oksitir.	Harman reçetesinde nitratların ikame edilmesi, alternatif malzemelerin yüksek maliyetleri ve/veya daha yüksek çevresel etkileri ile sınırlı olabilir.

Tablo 16

Sınırlı sayıda kısa süreli çalışmalar ile özel camların üretimindeki harman reçetelerinde nitratlar kullanıldığında, düz cam sektöründeki eritme fırından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Birincil teknikler	<1.200	<3

⁽¹⁾ Özel durumlar için Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($2,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

(2.2.3) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Kükürt Oksitler (SO_x)

MET 27: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan SO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkama	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(ii) Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi ve kükürt dengesinin optimizasyonu	Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi genellikle nihai cam ürününün kalite gereksinimlerinin kısıtlamaları dahilinde uygulanabilir. Kükürt dengesinin optimize edilmesi için, SO _x emisyonlarının giderilmesi ile atık (filtre tozu) yönetimi arasında bir denge yaklaşımı benimsenmelidir.
(iii) Düşük kükürt içerikli yakıtların kullanımı	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek düşük kükürtlü yakıt türlerinin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalarla sınırlı olabilir.

Tablo 17

Düz cam sektöründe eritme fırından kaynaklanan SO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Yakıt	MET-İES ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	Doğal gaz	<300-500	<0,75–1,25
	Fuel oil ⁽³⁾ (⁴)	500-1.300	1,25–3,25

⁽¹⁾ Daha düşük seviyeler, SO_x azaltımının, sülfat açısından zengin filtre tozuna karşılık gelen daha düşük miktarda atık üretilmesine göre yüksek önceliğe sahip olduğu koşullarla ilişkilidir.

⁽²⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($2,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

⁽³⁾ İlişkili emisyon seviyeleri, ikincil azaltma teknikleri ile birlikte %1 kükürt içerikli akaryakıt kullanımı ile ilişkilidir.

⁽⁴⁾ Büyük düz cam fırınları için, ulaşılabilir emisyon seviyelerine ilişkin hususlarda kükürt dengesinin araştırılması gerekebilir. Tabloda belirtilen değerlerin filtre tozu geri kazanımı ile birlikte elde edilmesi zor olabilir.

(2.2.4) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF)

MET 28: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan HCl ve HF emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük klor ve flor içerikli hammadde seçimi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türünün kısıtlamaları ve hammaddelerin mevcudiyeti ile sınırlı olabilir.
(ii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkama	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 18

Düz cam sektöründe eritme fırından kaynaklanan HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür ⁽²⁾	<10-25	<0,025-0,0625
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	<1-4	<0,0025-0,010

⁽¹⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($2,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

⁽²⁾ Aralığın yüksek sınırları, filtre tozunun harman reçetesinde geri kazanımı ile ilişkilidir.

(2.2.5) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Metaller

MET 29: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük metal içerikli hammadde seçimi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türüne özgü kısıtlamalar ve hammaddelerin mevcudiyeti ile sınırlı olabilir.
(ii) Bir filtrasyon sisteminin kullanılması	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(iii) Bir filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	

Tablo 19

Selenyumla renklendirilen camlar dışında, düz cam sektöründeki eritme firmından kaynaklanan metal emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<0,2-1	<0,5–2,5 x10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<1-5	<2,5–12,5 x10 ⁻³

⁽¹⁾ Aralıklar, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan metallerin toplamını ifade eder.

⁽²⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı (2,5x10⁻³) uygulanmıştır.

MET 30: Cam renklendirmesi için selenyum bileşiklerinin kullanıldığı durumlarda, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak eritme fırınlarından kaynaklanan selenyum emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Camda daha yüksek tutunma verimliliğine ve daha az uçuculuğa sahip hammaddeleri seçerek harman kompozisyonundan selenyum buharlaşmasının en aza indirilmesi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türüne özgü kısıtlamalar ve hammaddelerin mevcudiyeti ile sınırlı olabilir.
(ii) Bir filtrasyon sisteminin uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(iii) Bir filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	

Tablo 20

Düz cam sektöründe renkli cam üretimi için eritme firmından kaynaklanan selenyum emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾⁽²⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽³⁾
Se olarak ifade edilen selenyum bileşikleri	1-3	2,5–7,5 x10 ⁻³

⁽¹⁾ Değerler, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan selenyum toplamını ifade eder.

⁽²⁾ Daha düşük seviyeler, Se azaltımının, daha düşük miktarda atık üretilmesine kıyasla yüksek önceliğe sahip olduğu koşullara karşılık gelir. Bu durumda, yüksek bir stokiyometrik oran (reaktif/kirletici) uygulanır ve önemli bir atık akışı üretilir.

⁽³⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı (2,5x10⁻³) uygulanmıştır.

(2.2.6) Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Emisyonlar

MET 31: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak alt akım proseslerinden kaynaklanan hava emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Uygulama sisteminin sızdırmazlığını sağlayarak düz cama uygulanan kaplama ürünlerine yönelik kayıpların en aza indirilmesi	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Kontrol sistemini optimum bir şekilde çalıştırarak soğutma tüneline kaynaklanan SO ₂ kayıplarının en aza indirilmesi	

Teknik	Uygulanabilirlik
(iii) Soğutmadan kaynaklanan SO ₂ emisyonlarının, teknik olarak uygulanabilir olduğu durumlarda, ikincil bir arıtma sisteminin kullanıldığı eritme fırınından çıkan atık gazla birleştirilmesi (filtre + kuru veya yarı kuru yıkayıcı)	
(iv) İkincil bir teknik uygulanması, örn. ıslak yıkama veya kuru yıkama ve filtrasyon	Teknikler genel olarak uygulanabilir. Tekniğin seçimi ve performansı, giren atık gaz kompozisyonuna bağlı olacaktır.

Tablo 21

Düz cam sektöründeki alt akım proseslerinden kaynaklanan hava emisyonlarına yönelik, ayrı olarak arıtıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
Toz	<15-20
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür	<10
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	<1-5
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	<200
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<5

(2.3) Sürekli Filament Fiberglas Üretimi İçin MET'ler

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET'ler kapsam dahilindeki sürekli filament fiberglas üretimi sektöründeki tüm tesislere Genel MET'ler ek olarak geçerlidir.

(2.3.1) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Toz Emisyonları

Bu bölümde toz emisyonlarına yönelik sunulan MET-İES'ler, katı bor bileşikler dahil olmak üzere, ölçüm noktasında katı formda olan tüm materyaller için geçerlidir. Ölçüm noktasında gaz halindeki bor bileşikler dahil edilmemiştir.

MET 32: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından çıkan atık gazlardan kaynaklanan toz emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Hammadde modifikasyonları ile uçucu bileşenlerin azaltılması Bor bileşikler içermeyen veya düşük seviyelerde bor içeren harman reçeteleri, esas olarak volatilizasyon ile meydana gelen toz emisyonlarını azaltmak için birincil önlemdir. Bor, eritme fırınlarından kaynaklanan partikül maddenin ana bileşenidir.	Bor içermeyen veya düşük seviyelerde bor içeren harman reçeteleri patent kapsamında olduğundan tekniğin uygulanması, tescille ilişkin konularla sınırlıdır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(ii) Filtrasyon sistemi: elektrostatik filtre veya bez filtre	Teknik genel olarak uygulanabilir. Maksimum çevresel faydalar, filtrenin konumlandırılması ve özelliklerinin kısıtlama olmaksızın karşılaştırılabileceği yeni tesislerdeki uygulamalarda elde edilir.
(iii) Islak yıkama sistemi	Mevcut tesislerde uygulama, özel bir atıksu arıtma tesisine olan ihtiyaç gibi teknik kısıtlamalarla sınırlı olabilir.

Tablo 22

Sürekli filament fiberglas sektöründe eritme fırından kaynaklanan toz emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
Toz	<10-20	<0,045–0,09

⁽¹⁾ Birincil tekniklerin uygulanmasıyla bor içermeyen reçeteler için <30 mg/Nm³ 'lük (<0,14 kg/ton erimiş cam) değerler rapor edilmiştir.

⁽²⁾ Ek-1 Tablo 2' de verilen dönüşüm katsayısı (4,5x10⁻³) uygulanmıştır.

(2.3.2) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Azot Oksitler (NO_x)

MET 33: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan NO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Yanma modifikasyonları	
(a) Hava/yakıt oranının azaltılması	Hava/yakıtlı geleneksel fırınlara uygulanabilir. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(b) Azaltılmış yanma havası sıcaklığı	Fırın enerji verimliliği ve daha yüksek yakıt talebi kısıtlamaları dahilinde, hava/yakıtlı geleneksel fırınlara uygulanabilir. Çoğu fırın mevcut durumda reküperatif tiptedir.
(c) Kademeli yanma: - Hava kademelendirme - Yakıt kademelendirme	Yakıt kademelendirme, hava/yakıtlı ve oksijen-yakıtlı fırınların çoğuna uygulanabilir. Hava kademelendirmenin uygulanabilirliği, teknik karmaşıklığı nedeniyle çok sınırlıdır.
(d) Baca gazı resirkülasyonu	Bu tekniğin uygulanabilirliği, atık gazın otomatik olarak resirküle edildiği özel brülörlerin kullanımı ile sınırlıdır
(e) Düşük NO _x brülörleri	Teknik genel olarak uygulanabilir. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(f) Yakıt seçimi	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek farklı yakıt türlerinin mevcudiyeti ile ilgili kısıtlamalarla sınırlıdır.
(ii) Oksi-yakıtlı eritme	Maksimum çevresel faydalar, fırının komple yenilenmesi sırasındaki uygulamalar ile elde edilir.

Tablo 23

Sürekli filament fiberglas sektöründe eritme fırınından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Yanma modifikasyonları	<600-1.000	<2,7-4,5 ⁽¹⁾
	Oksi-yakıtlı eritme ⁽²⁾	Uygulanamaz	<0,5-1,5

⁽¹⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($4,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

⁽²⁾ Ulaşılabilir seviyeler, doğal gazın ve mevcut oksijenin kalitesine (azot içeriği) bağlıdır.

(2.3.3) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan SO_x Emisyonları

MET 34: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan SO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi ve kükürt dengesinin optimizasyonu	Teknik genellikle nihai cam ürününün kalite gereksinimlerinin kısıtlamaları dahilinde uygulanabilir. Kükürt dengesinin optimize edilmesi için, SO _x emisyonlarının giderilmesi ile bertaraf edilmesi gereken atık (filtre tozu) yönetimi arasında bir denge yaklaşımı benimsenmelidir.
(ii) Düşük kükürt içerikli yakıtların kullanımı	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek düşük kükürtlü yakıt türlerinin mevcudiyeti ile ilgili kısıtlamalarla sınırlı olabilir.
(iii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir. Baca gazlarında yüksek konsantrasyonlarda bor bileşiklerinin bulunması, kuru veya yarı kuru yıkama sistemlerinde kullanılan reaktifin azaltma verimliliğini sınırlayabilir.
(iv) Islak yıkama kullanımı	Teknik, özel bir atıksu arıtma tesisine olan ihtiyaç gibi teknik kısıtlamalarla dahilinde genellikle uygulanabilir.

Tablo 24

Sürekli filament fiberglas sektöründe eritme fırınından kaynaklanan SO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Yakıt	MET-İES ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	Doğal gaz ⁽³⁾	<200-800	<0,9–3,6
	Akaryakıt ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	<500-1.000	<2,25–4,5

⁽¹⁾ Aralığın yüksek sınırları, cam rafinasyonu için harman reçetesinde sülfatların kullanıldığı durumlarla ilişkilidir.

⁽²⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($4,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

⁽³⁾ Islak yıkama uygulanan oksı-yakıtlı fırınlar için SO₂ olarak ifade edilen SO_x'ye yönelik MET-İES'in, <0,1 kg/ton erimiş cam olduğu bildirilmektedir.

⁽⁴⁾ İlişkili emisyon seviyeleri, ikincil azaltma teknikleri ile birlikte %1 kükürt içerikli akaryakıt kullanımı içindir.

⁽⁵⁾ Daha düşük seviyeler, SO_x azaltımının daha düşük atık, yani sülfat açısından zengin filtre tozu, üretilmesine göre yüksek önceliğe sahip olduğu koşullarla ilişkilidir. Bu durumda daha düşük değerler, bez filtre kullanımı ile ilişkilidir.

(2.3.4) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF)

MET 35: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan HCl ve HF emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük klor ve flor içerikli hammadde seçimi	Teknik, genel olarak harman reçetesinin kısıtlamaları ve hammaddelerin mevcudiyeti dahilinde uygulanabilir.
(ii) Harman reçetesindeki flor içeriğinin en aza indirilmesi Eritme işleminden kaynaklanan flor emisyonlarının en aza indirilmesi aşağıdaki şekillerde sağlanabilir: - harman reçetesinde kullanılan flor bileşikleri (örn. florit) miktarının, nihai ürünün kalitesiyle orantılı olarak minimum düzeye indirilmesi/azaltılması. Flor bileşikleri; eritme sürecini optimize etmek, elyaflaşmaya yardımcı olmak ve lif kırılmasını en aza indirmek için kullanılır. - flor bileşiklerinin alternatif malzemelerle (örn. sülfatlar) ikame edilmesi.	Flor bileşiklerinin alternatif malzemelerle ikame edilmesi, ürünün kalite gereklilikleriyle sınırlıdır.
(iii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(iv) Islak yıkama	Teknik, özel bir atıksu arıtma tesisine olan ihtiyaç gibi teknik kısıtlamalarla dahilinde genellikle uygulanabilir.

Tablo 25

Sürekli filament fiberglas sektöründe eritme fırından kaynaklanan HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür	<10	<0,05
HF olarak ifade edilen hidrojen florür ⁽²⁾	<5-15	<0,02-0,07

⁽¹⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($4,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

⁽²⁾ Aralığın yüksek sınırları, harman reçetesinde flor bileşiklerinin kullanımı ile ilişkilidir.

(2.3.5) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Metaller

MET 36: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük metal içerikli hammadde seçimi	Teknik, genel olarak hammaddelerin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalar dahilinde uygulanabilir.
(ii) Bir filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(iii) Islak yıkama uygulaması	Teknik, özel bir atıksu arıtma tesisine olan ihtiyaç gibi teknik kısıtlamalarla dahilinde genellikle uygulanabilir.

Tablo 26

Sürekli filament fiberglas sektöründe eritme fırından kaynaklanan metal emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<0,2-1	<0,9-4,5 $\times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<1-3	<4,5-13,5 $\times 10^{-3}$

⁽¹⁾ Seviyeler, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan metallerin toplamını ifade eder.

⁽²⁾ Ek-1 Tablo 2'de verilen dönüşüm katsayısı ($4,5 \times 10^{-3}$) uygulanmıştır.

(2.3.6) Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Emisyonlar

MET 37: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak alt akım proseslerinden kaynaklanan emisyonlar azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Islak yıkama sistemleri	Teknikler, şekillendirme işleminden (liflere kaplama uygulanması) veya kürlenmesi veya kurutulması gereken bağlayıcı kullanımını içeren ikincil işlemlerden kaynaklanan atık gazların arıtılması için genel olarak uygulanabilir.
(ii) Islak elektrostatik filtreler	
(iii) Filtrasyon sistemi (bez filtre)	Teknik, ürünlerin kesme ve öğütme işlemlerinden kaynaklanan atık gazların arıtılması için genel olarak uygulanabilir.

Tablo 27

Sürekli filament fiberglas sektöründeki alt akım proseslerinden kaynaklanan hava emisyonlarına yönelik, ayrı olarak arıtıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
<i>Şekillendirme ve kaplamadan kaynaklanan emisyonlar</i>	
Toz	<5-20
Formaldehit	<10
Amonyak	<30
C olarak ifade edilen toplam uçucu organik bileşikler	<20
<i>Kesme ve frezelemeden kaynaklanan emisyonlar</i>	
Toz	<5-20

(2.4) Cam Ev Eşyaları Üretimi İçin MET

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET'ler, kapsam dahilindeki cam ev eşyaları üretimi sektöründeki tüm tesislere Genel MET'lere ek olarak geçerlidir.

(2.4.1) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 38: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından çıkan atık gazlardan kaynaklanan toz emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Hammadde modifikasyonları ile uçucu bileşenlerin azaltılması	Teknik, üretilen cam tipine ilişkin kısıtlamalar ve ikame hammaddelerin mevcudiyeti dahilinde genellikle uygulanabilir.
Harman reçetesi, eritme fırınından kaynaklanan toz emisyonlarının oluşumuna önemli ölçüde katkıda bulunan çok uçucu bileşenleri (örn. bor, florürler) içerebilir.	

(ii) Elektrikli eritme	Büyük hacimli (>300 ton/gün) cam üretimleri için uygulanabilir değildir. Büyük çekiş varyasyonları gerektiren üretimler için uygulanabilir değildir. Uygulama, fırının tamamen yenilenmesini gerektirir.
(iii) Oksi-yakıtlı eritme	Maksimum çevresel faydalar, fırının komple yenilenmesi sırasındaki uygulamalar ile elde edilir.
(iv) Filtrasyon sistemi: elektrostatik filtre veya bez filtre	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(v) Islak yıkama sistemi	Uygulanabilirlik, özellikle baca gazı hacimlerinin ve toz emisyonlarının genellikle düşük ve harman reçetesinin taşınmasıyla ilgili olduğu elektrikli eritme fırınlarının kullanımı gibi, belirli durumlarla sınırlıdır.

Tablo 28

Cam ev eşyaları sektöründe eritme fırınından kaynaklanan toz emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
Toz	<10-20 ⁽²⁾	<0,03–0,06
	<1-10 ⁽³⁾	<0,003–0,03

⁽¹⁾ 3×10^{-3} 'lük bir dönüşüm katsayısı uygulanmıştır (Ek-1 Tablo 2). Ancak, belirli üretimler için duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

⁽²⁾ Soda kireç camı üreten <80 t/gün kapasiteli fırınlarda MET-İES'lere ulaşmada ekonomik uygulanabilirliğe ilişkin hususlar rapor edilmiştir.

⁽³⁾ Bu MET-İES, Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'e (R.G. 11.12.2013, Sayı: 28848 Mükerrer) uygun olarak, zararlı madde kriterlerini karşılayan önemli miktarda bileşeni içeren harman reçeteleri için geçerlidir.

(2.4.2) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Azot Oksitler (NO_x)

MET 39: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan NO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Yanma modifikasyonları	
(a) Hava/yakıt oranının azaltılması	Hava/yakıtlı geleneksel fırınlara uygulanabilir. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(b) Azaltılmış yanma havası sıcaklığı	Daha düşük fırın enerji verimliliği ve daha yüksek yakıt talebi dolayısıyla sadece tesise özel koşullar altında uygulanabilir (başka bir ifadeyle, rejeneratif fırınlar yerine reküperatif fırınların kullanılması).
(c) Kademeli yanma: - Hava kademelendirme - Yakıt kademelendirme	Yakıt kademelendirme, hava/yakıtlı ve oksî-yakıtlı fırınların çoğuna uygulanabilir. Hava kademelendirmenin uygulanabilirliği, teknik karmaşıklığı nedeniyle çok sınırlıdır.
(d) Baca gazı resirkülasyonu	Bu tekniğin uygulanabilirliği, atık gazın otomatik olarak resirküle edildiği özel brülörlerin kullanımı ile sınırlıdır
(e) Düşük NO _x brülörleri	Teknik genel olarak uygulanabilir. Teknik sınırlamalar ve fırının daha düşük esneklik derecesi dolayısıyla ulaşılan çevresel faydalar, çapraz ateşlemeli ve gaz yakıtlı fırınlara yapılan uygulamalar için genellikle daha düşüktür. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(f) Yakıt seçimi	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek farklı yakıt türlerinin mevcudiyeti ile ilgili kısıtlamalarla sınırlıdır.
(ii) Özel fırın tasarımı	Uygulanabilirlik, yüksek miktarlarda (>%70) yabancı cam kırığı içeren harman reçeteleri ile sınırlıdır. Uygulama, eritme fırınının komple yenilenmesini gerektirir. Fırın şekli (uzun ve dar), alana yönelik kısıtlamalar oluşturabilir.
(iii) Elektrikli eritme	Yüksek hacimde cam üretimleri (>300 ton/gün) için uygulanabilir değildir. Büyük çekiş varyasyonları gerektiren üretimler için uygulanabilir değildir. Uygulama, fırının komple yenilenmesini gerektirir.
(iv) Oksî-yakıtlı eritme	Maksimum çevresel faydalar, fırının komple yenilenmesi sırasındaki uygulamalar ile elde edilir.

Tablo 29

Cam ev eşyaları sektöründe eritme fırından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Yanma modifikasyonları, özel fırın tasarımları	<500-1.000	<1,25-2,5
	Elektrikli eritme	<100	<0,3
	Oksi-yakıtlı eritme ⁽²⁾	Uygulanamaz	<0,5-1,5

⁽¹⁾ Yanma modifikasyonları ve özel fırın tasarımları için 2,5x10⁻³'lük dönüşüm katsayısı, elektrikli eritme için 3x10⁻³'lük dönüşüm katsayısı (Ek-1 Tablo 2) uygulanmıştır. Ancak, belirli üretimler için duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

⁽²⁾ Ulaşılabilir seviyeler, doğal gazın ve mevcut oksijenin kalitesine (azot içeriği) bağlıdır.

MET 40: Harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlarda, bu hammaddelerin kullanımı birincil veya ikincil tekniklerin kullanımıyla birlikte en aza indirilerek NO_x emisyonları azaltılır.

MET-İES'ler, Tablo 29'da verilmiştir.

Sınırlı sayıdaki kısa çalıştırma süreleri veya özel türlerde soda kireç camı (saydam/ultra-saydam cam veya selenyum kullanılarak renkli cam) ve diğer özel camları (borosilikat, cam seramik, buzlu cam, kristal ve kurşunlu kristal cam) üreten <100 ton/gün kapasiteli eritme fırınları için harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlar için MET-İES'ler, Tablo 30'da verilmiştir.

Teknik	Uygulanabilirlik
Birincil Teknikler: - Harman reçetesinde nitrat kullanımının en aza indirilmesi Nitrat kullanımı, çok renksiz (saydam) bir camın gerekli olduğu veya özel camların üretildiği yüksek kaliteli ürünler için uygulanmaktadır. Alternatif etkili malzemeler sülfatlar, arsenik oksitler ve seryum oksittir.	Harman reçetesinde nitratların ikame edilmesi, alternatif malzemelerin yüksek maliyetleri ve/veya daha ciddi çevresel etkileri ile sınırlı olabilir.

Tablo 30

Cam ev eşyaları sektöründe sınırlı sayıdaki kısa çalışma süreleri veya özel türlerde soda kireç camı (saydam/ultra-saydam cam veya selenyum kullanılarak renkli cam) ve diğer özel camları (borosilikat, cam seramik, buzlu cam, kristal ve kurşunlu kristal cam) üreten <100 ton/gün kapasiteli eritme fırınları için harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlarda, NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Fırın Tipi	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Yakıt/havalı geleneksel fırınlar	<500-1.500	<1,25–3,75 ⁽¹⁾
	Elektrikli eritme	<300-500	<8–10

⁽¹⁾ Soda kireç camı için Ek-1 Tablo 2'de verilen $2,5 \times 10^{-3}$ dönüşüm katsayısı uygulanmıştır.

(2.4.3) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Kükürt Oksitler (SO_x)

MET 41: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan SO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi ve kükürt dengesinin optimizasyonu	Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi, nihai cam ürününün kalite gereksinimlerinin kısıtlamaları dahilinde genellikle uygulanabilir. Kükürt dengesinin optimize edilmesi için, SO _x emisyonlarının giderilmesi ile bertaraf edilmesi gereken atık (filtre tozu) yönetimi arasında bir denge yaklaşımı benimsenmelidir.
(ii) Düşük kükürt içerikli yakıtların kullanımı	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek düşük kükürtlü yakıt türlerinin mevcudiyeti ile ilgili kısıtlamalarla sınırlı olabilir.
(iii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 31

Cam ev eşyaları sektöründe eritme fırından kaynaklanan SO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Yakıt/Eritme Tekniği	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	Doğal gaz	<200-300	<0,5–0,75
	Fuel oil ⁽²⁾	<1.000	<2,5
	Elektrikli eritme	<100	<0,25

⁽¹⁾ $2,5 \times 10^{-3}$ 'lük bir dönüşüm katsayısı (Ek-1 Tablo 2) uygulanmıştır. Ancak, belirli üretimler için duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

⁽²⁾ Seviyeler, ikincil azaltma teknikleri ile birlikte %1 kükürt içerikli akaryakıt kullanımı içindir.

(2.4.4) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF)

MET 42: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan HCl ve HF emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük klor ve flor içerikli hammadde seçimi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türü için harman reçetesinin kısıtlamaları ve hammaddelerin mevcudiyeti dahilinde sınırlı olabilir.
(ii) Harman reçetesindeki flor içeriğinin en aza indirilmesi ve flor kütle dengesinin optimizasyonu Eritme işleminden kaynaklanan flor emisyonlarının en aza indirilmesi; harman reçetesinde kullanılan flor bileşikleri (örn. florit) miktarının, nihai ürünün kalitesiyle orantılı olarak minimum düzeye indirilmesi/azaltılması ile başarılabılır. Cama opak veya bulanık bir görünüm vermek için harman reçetelerine flor bileşikleri eklenir.	Teknik, nihai ürünün kalite gerekliliklerine yönelik sınırlamalar dahilinde genellikle uygulanabilir.
(iii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(iv) Islak yıkama	Teknik, özel bir atıksu arıtma tesisine olan ihtiyaç gibi teknik kısıtlamalarla dahilinde genellikle uygulanabilir. Yüksek maliyet, çamur veya su arıtımından gelen katı artıkların geri kazanımındaki kısıtlamalar da dahil olmak üzere atıksu arıtımına yönelik hususlar bu tekniğin uygulanabilirliğini sınırlandırabilir.

Tablo 32

Cam ev eşyaları sektöründe eritme fırınından kaynaklanan HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür ⁽²⁾⁽³⁾	<10-20	<0,03–0,06
HF olarak ifade edilen hidrojen florür ⁽⁴⁾	<1-5	<0,003–0,015

⁽¹⁾ 3×10^{-3} 'lük bir dönüşüm katsayısı (Ek-1 Tablo 2) uygulanmıştır. Ancak, belirli üretimler için duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

⁽²⁾ Daha düşük değerler elektrikli eritme kullanımı ile ilişkilidir.

⁽³⁾ Rafinasyon maddesi olarak KCl veya NaCl'nin kullanıldığı durumlarda MET-İES, <30 mg/Nm³ veya <0,09 kg/ton erimiş cam'dır.

⁽⁴⁾ Daha düşük değerler elektrikli eritme kullanımı ile ilişkilidir. Daha yüksek değerler buzlu cam üretimi, filtre tozunun geri kazanımı veya harman reçetesinde yüksek seviyelerde yabancı cam kırıklarının kullanıldığı durumlar ile ilişkilidir.

(2.4.5) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Metaller

MET 43: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük metal içerikli hammadde seçimi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türü için harman reçetesinin kısıtlamaları ve hammaddelerin mevcudiyeti dahilinde sınırlı olabilir.
(ii) Camın renklendirilmesinin ve rensizleştirilmesinin gerekli olduğu veya cama belirli özelliklerin verildiği durumlarda, uygun hammadde seçimi yoluyla harman reçetesindeki metal bileşikleri kullanımının en aza indirilmesi	Kristal ve kurşunlu kristal cam üretimi için harman reçetesindeki metal bileşiklerin en aza indirilmesi, nihai cam ürünlerin kimyasal kompozisyonunu sınıflandıran Kristal Cam Ürünleri Yönetmeliği'nde (69/493/AT) (R.G. 19.03.2002, Sayı: 24700) tanımlanan sınır değerler dahilinde kısıtlanabilir.
(ii) Bir filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 33

Renksizleştirme için selenyumun kullanıldığı camlar hariç, cam ev eşyaları sektöründe eritme fırından kaynaklanan metal emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<0,2-1	<0,6-3 x10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<1-5	<3-15 x10 ⁻³

⁽¹⁾ Seviyeler, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan metallerin toplamını ifade eder.

⁽²⁾ 3x10⁻³'lük bir dönüşüm katsayısı (Ek-1 Tablo 2) uygulanmıştır. Ancak, belirli üretimler için duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

MET 44: Camın renksizleştirilmesi için selenyum bileşiklerinin kullanıldığı durumlarda, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak eritme fırınlarından kaynaklanan selenyum emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Uygun hammadde seçimi yoluyla, harman reçetesindeki selenyum bileşiklerinin en aza indirilmesi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türüne özgü kısıtlamalar ve hammaddelerin mevcudiyeti ile sınırlı olabilir.
(ii) Bir filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 34

Camın renksizleştirilmesi için selenyum bileşikleri kullanıldığında, cam ev eşyaları sektöründe eritme fırından kaynaklanan selenyum emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
Se olarak ifade edilen selenyum bileşikleri	<1	<3x10 ⁻³

⁽¹⁾ Değerler, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan selenyum toplamını ifade eder.

⁽²⁾ 3x10⁻³'lük bir dönüşüm katsayısı (Ek-1 Tablo 2) uygulanmıştır. Ancak, belirli üretimler için duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

MET 45: Kurşunlu kristal cam üretimi için kurşun bileşikleri kullanıldığında, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak eritme fırınlarından kaynaklanan kurşun emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Elektrikli eritme	Büyük hacimli (>300 ton/gün) cam üretimlerinde uygulanabilir değildir.
	Büyük çekiş varyasyonları gerektiren üretimler için uygulanabilir değildir.
	Uygulama, fırının tamamen yenilenmesini gerektirir.

(ii) Torba filtre	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(iii) Elektrostatik filtre	
(iv) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	

Tablo 35

Kurşun kristal cam üretimi için kurşun bileşikleri kullanıldığında, cam ev eşyaları sektöründe eritme fırınından kaynaklanan kurşun emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
Pb olarak ifade edilen kurşun bileşikleri	<0,5-1	<1-3 x10 ⁻³

⁽¹⁾ Değerler, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan kurşunun toplamını ifade eder.

⁽²⁾ 3x10⁻³ 'lük bir dönüşüm katsayısı (Ek-1 Tablo 2) uygulanmıştır. Ancak, belirli üretimler için duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

(2.4.6) Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Emisyonlar

MET 46: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak tozlu alt akım proseslerinden kaynaklanan toz ve metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Tozlu işlemlerin (örn. kesme, öğütme, parlatma) sıvı altında gerçekleştirilmesi	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Bez filtre sistemi uygulanması	

Tablo 36

Cam ev eşyaları sektöründe tozlu alt akım proseslerinden kaynaklanan hava emisyonlarına yönelik, ayrı olarak artırıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
Toz	<1-10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI}) ⁽¹⁾	<1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn) ⁽¹⁾	<1-5
Pb olarak ifade edilen kurşun bileşikleri ⁽²⁾	<1-1,5

⁽¹⁾ Seviyeler, atık gazda bulunan metallerin toplamı içindir.

⁽²⁾ Seviyeler, kurşunlu kristal cam üzerindeki alt akım prosesleri içindir.

MET 47: Asitli parlatma prosesleri için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak HF emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Uygulama sisteminin sızdırmazlığını sağlayarak cila ürünlerine yönelik kayıplarının en aza indirilmesi	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Islak yıkama gibi ikincil bir tekniğin uygulanması	

Tablo 37

Cam ev eşyaları sektöründe asitli parlatma proseslerinden kaynaklanan HF emisyonlarına yönelik, ayrı olarak arıtıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	<5

(2.5) Özel Cam Üretimi İçin MET'ler

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET'ler, kapsam dahilindeki özel cam üretimi sektöründeki tüm tesislere Genel MET'lere ek olarak geçerlidir.

(2.5.1) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 48: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından çıkan atık gazlardan kaynaklanan toz emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Hammadde modifikasyonları ile uçucu bileşenlerin azaltılması Harman reçetesi, eritme fırınından kaynaklanan toz emisyonlarının oluşumuna önemli ölçüde katkıda bulunan çok uçucu bileşenleri (örn. bor, florürler) içerebilir.	Teknik, üretilen cam tipine ilişkin kısıtlamalar dahilinde genellikle uygulanabilir.
(ii) Elektrikli eritme	Büyük hacimli (>300 ton/gün) cam üretimleri için uygulanabilir değildir. Büyük çekiş varyasyonları gerektiren üretimler için uygulanabilir değildir. Uygulama, fırının tamamen yenilenmesini gerektirir.
(iii) Filtrasyon sistemi: elektrostatik filtre veya bez filtre	Teknikler genel olarak uygulanabilir.

Tablo 38

Özel cam sektöründe eritme fırınından kaynaklanan toz emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
Toz	<10-20	<0,03–0,13
	<1-10 ⁽²⁾	<0,003–0,065

⁽¹⁾ $2,5 \times 10^{-3}$ ve $6,5 \times 10^{-3}$ 'lük dönüşüm katsayıları (Ek-1 Tablo 2), bazı değerler yaklaşık olarak verilerek, MET-İES aralığının altı ve üst sınır değerlerini belirlemek için uygulanmıştır. Ancak, üretilen cam türüne bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekir.

⁽²⁾ Bu MET-İES, Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'e (R.G. 11.12.2013, Sayı: 28848 Mükerrer) uygun olarak, zararlı madde kriterlerini karşılayan önemli miktarda bileşeni içeren harman reçeteleri için geçerlidir.

(2.5.2) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Azot Oksitler (NO_x)

MET 49: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan NO_x emisyonları azaltılır:

I. Birincil Teknikler:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Yanma modifikasyonları	
(a) Hava/yakıt oranının azaltılması	Hava/yakıtlı geleneksel fırınlara uygulanabilir. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(b) Azaltılmış yanma havası sıcaklığı	Daha düşük fırın verimliliği ve daha yüksek yakıt talebi dolayısıyla sadece tesise özel koşullar altında uygulanabilir (başka bir ifadeyle, rejeneratif fırınlar yerine reküperatif fırınların kullanılması).
(c) Kademeli yanma: - Hava kademelendirme - Yakıt kademelendirme	Yakıt kademelendirme, hava/yakıtlı geleneksel fırınların çoğuna uygulanabilir. Hava kademelendirmenin uygulanabilirliği, teknik karmaşıklığı nedeniyle çok sınırlıdır.
(d) Baca gazı resirkülasyonu	Bu tekniğin uygulanabilirliği, atık gazın otomatik olarak resirküle edildiği özel brülörlerin kullanımı ile sınırlıdır
(e) Düşük NO _x brülörleri	Teknik genel olarak uygulanabilir. Teknik sınırlamalar ve fırının daha düşük esneklik derecesi dolayısıyla ulaşılan çevresel faydalar, çapraz ateşlemeli ve gaz yakıtlı fırınlara yapılan uygulamalar için genellikle daha düşüktür. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(f) Yakıt seçimi	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek farklı yakıt türlerinin mevcudiyeti ile ilgili kısıtlamalarla sınırlıdır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(ii) Elektrikli eritme	Yüksek hacimde cam üretimleri (>300 ton/gün) için uygulanabilir değildir. Büyük çekiş varyasyonları gerektiren üretimler için uygulanabilir değildir. Uygulama, fırının komple yenilenmesini gerektirir.
(iii) Oksi-yakıtlı eritme	Maksimum çevresel faydalar, fırının komple yenilenmesi sırasındaki uygulamalar ile elde edilir.

II. İkincil Teknikler:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Seçici Katalitik İndirgeme (SCR)	Uygulama, 10-15 mg/Nm ³ 'ün altındaki toz konsantrasyonlarını garanti etmek için toz azaltma sisteminin iyileştirilmesini ve SO _x emisyonlarının giderilmesi için bir desülfürizasyon sistemi kullanılmasını gerektirebilir. Optimum işletim sıcaklık aralığı nedeniyle uygulanabilirlik, elektrostatik filtrelerin kullanımı ile sınırlıdır. Teknik genellikle bez filtre sistemi ile kullanılmaz, çünkü 180-200°C aralığındaki düşük işletim sıcaklığı, atık gazların yeniden ısıtılmasını gerektirebilir. Tekniğin uygulanması, önemli miktarda alanın kullanılabilir olmasını gerektirebilir.
(ii) Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SNCR)	Doğru sıcaklık aralığına erişmenin zor olduğu veya bu aralığın baca gazlarının reaktif ile iyi bir şekilde karışmasına izin vermediği geleneksel rejeneratif fırınlara uygulanabilirliği oldukça sınırlıdır. Aynı rejeneratörlerle donatılmış yeni rejeneratif fırınlara uygulanabilir; bununla birlikte, bölmeler arasındaki alevlerin tersine çevrilmesi nedeniyle döngüsel bir sıcaklık değişimi meydana geldiğinden, sıcaklık aralığının korunması zordur.

Tablo 39

Özel cam sektöründe eritme fırınından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Yanma modifikasyonları	600-800	1,5-3,2
	Elektrikli eritme	<100	<0,25-0,4
	Oksi-yakıtlı eritme ⁽²⁾⁽³⁾	Uygulanamaz	<1-3
	İkincil teknikler	<500	<1-3

⁽¹⁾ $2,5 \times 10^{-3}$ ve 4×10^{-3} 'lük dönüşüm katsayıları (Ek-1 Tablo 2), bazı değerler yaklaşık olarak verilerek, MET-İES aralığının alt ve üst sınır değerlerini belirlemek için uygulanmıştır. Ancak, üretim tipine bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekir.

⁽²⁾ Yüksek değerler, farmasötik kullanım için borosilikat cam boru özel üretimi ile ilişkilidir.

⁽³⁾ Ulaşılabilir seviyeler, doğal gazın ve mevcut oksijenin kalitesine (azot içeriği) bağlıdır.

MET 50: Harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlarda, bu hammaddelerin kullanımı birincil veya ikincil tekniklerin kullanımıyla birlikte en aza indirilerek NO_x emisyonları azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
Birincil Teknikler: - Harman reçetesinde nitrat kullanımının en aza indirilmesi Nitrat kullanımı, belirli özelliklere sahip camların üretildiği yüksek kaliteli ürünler için uygulanmaktadır. Alternatif etkili malzemeler sülfatlar, arsenik oksitler ve seryum oksittir.	Harman reçetesinde nitratların ikame edilmesi, alternatif malzemelerin yüksek maliyetleri ve/veya daha ciddi çevresel etkileri ile sınırlı olabilir.

Tablo 40

Özel cam sektöründe, harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlarda, eritme fırınından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Fırın Tipi	MET-İES ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Birincil veya ikincil tekniklerle birlikte, harman reçetesinde nitrat girdilerinin en aza indirilmesi	<500-1.000	<1-6

⁽¹⁾ Düşük seviyeler, elektrikli eritme kullanımı ile ilişkilidir.

⁽²⁾ $2,5 \times 10^{-3}$ ve $6,5 \times 10^{-3}$ 'lük dönüşüm katsayıları (Ek-1 Tablo 2), bazı değerler yaklaşık olarak verilerek, MET-İES aralığının alt ve üst sınır değerlerini belirlemek için uygulanmıştır. Ancak, üretim tipine bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekir.

(2.5.3) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Kükürt Oksitler (SO_x)

MET 51: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak, eritme fırınlarından kaynaklanan SO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi ve kükürt dengesinin optimizasyonu	Teknik, nihai cam ürününün kalite gereksinimlerinin kısıtlamaları dahilinde genellikle uygulanabilir.
(ii) Düşük kükürt içerikli yakıtların kullanımı	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek düşük kükürt içerikli yakıt türlerinin mevcudiyeti ile ilgili kısıtlamalarla sınırlı olabilir.
(iii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 41

Özel cam sektöründe eritme fırınından kaynaklanan SO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Yakıt/Eritme Tekniği	MET-İES ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	Doğal gaz, elektrikli eritme ⁽³⁾	<30-200	<0,08-0,5
	Fuel oil ⁽⁴⁾	500-800	1,25-2

⁽¹⁾ Aralıklar, üretilen cam türü ile ilişkili olarak farklı kükürt dengelerini dikkate almaktadır.

⁽²⁾ $2,5 \times 10^{-3}$ 'lük bir dönüşüm katsayısı (Ek-1 Tablo 2) uygulanmıştır. Ancak, üretim türüne bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

⁽³⁾ Düşük seviyeler, elektrikli eritme kullanımı ve sülfat içermeyen harman reçeteleri ile ilişkilidir.

⁽⁴⁾ İlişkili emisyon seviyeleri, ikincil azaltma teknikleri ile birlikte %1 kükürt içerikli fuel oil kullanımı içindir.

(2.5.4) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF)

MET 52: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan HCl ve HF emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük klor ve flor içerikli hammadde seçimi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türü için harman reçetesinin kısıtlamaları ve hammaddelerin mevcudiyeti dahilinde sınırlı olabilir.

Teknik	Uygulanabilirlik
(ii) Harman reçetesindeki flor ve/veya klor içeriğinin en aza indirilmesi ve flor ve/veya klor kütle dengesinin optimizasyonu Flor bileşikleri, özel camlara (opak aydınlatma camı, optik cam) belirli nitelikler vermek için kullanılır. Klor bileşikleri, borosilikat cam üretiminde inceltici madde olarak kullanılabilir.	Teknik, nihai ürünün kalite gerekliliklerine yönelik sınırlamalar dahilinde genellikle uygulanabilir.
(iii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 42

Özel cam sektöründe eritme fırından kaynaklanan HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür ⁽²⁾	<10-20	<0,03–0,05
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	<1-5	<0,003–0,04 ⁽³⁾

⁽¹⁾ $2,5 \times 10^{-3}$ 'lük bir dönüşüm katsayısı (Ek-1 Tablo 2), bazı değerler yaklaşık olarak verilerek, uygulanmıştır. Ancak, üretim türüne bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

⁽²⁾ Yüksek seviyeler, harman reçetesinde klor içeren malzemelerin kullanımı ile ilişkilidir.

⁽³⁾ Aralığın üst değeri, rapor edilen birtakım verilerden türetilmiştir.

(2.5.5) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Metaller

MET 53: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük metal içerikli hammadde seçimi	Uygulanabilirlik, tesiste üretilen cam türünün getirdiği kısıtlamalar ve hammaddelerin mevcudiyeti dahilinde sınırlı olabilir.
(ii) Camın renklendirilmesinin ve renksizleştirilmesinin gerekli olduğu veya cama belirli özelliklerin verildiği durumlarda, uygun hammadde seçimi yoluyla harman reçetesindeki metal bileşikleri kullanımının en aza indirilmesi	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(ii) Bir filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	

Tablo 43

Özel cam sektöründe eritme fırından kaynaklanan metal emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾⁽²⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽³⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<0,1-1	<0,3-3 x10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<1-5	<3-15 x10 ⁻³

⁽¹⁾ Seviyeler, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan metallerin toplamını ifade eder.

⁽²⁾ Düşük seviyeler, harman reçetesinde metal bileşiklerinin kasıtlı olarak kullanılmadığı durumlardaki MET-İES'lerdir.

⁽³⁾ 2,5x10⁻³'lük bir dönüşüm katsayısı (Ek-1 Tablo 2), bazı değerler yaklaşık olarak verilerek, uygulanmıştır. Ancak, üretim türüne bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

(2.5.6) Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Emisyonlar

MET 54: Tozlu alt akım prosesleri için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak toz ve metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Tozlu işlemlerin (örn. kesme, öğütme, parlatma) sıvı altında gerçekleştirilmesi	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Bez filtre sistemi uygulanması	

Tablo 44

Özel cam sektöründe alt akım proseslerinden kaynaklanan toz ve metal emisyonlarına yönelik, ayrı olarak arıtıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
Toz	1-10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI}) ⁽¹⁾	<1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn) ⁽¹⁾	<1-5

⁽¹⁾ Seviyeler, atık gazda bulunan metallerin toplamı içindir.

MET 55: Asitli parlatma prosesleri için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak HF emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Uygulama sisteminin sızdırmazlığını sağlayarak cila ürünlerine yönelik kayıplarının en aza indirilmesi	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Islak yıkama gibi ikincil bir tekniğin uygulanması	

Tablo 45

Özel cam sektöründe asitli parlatma proseslerinden kaynaklanan HF emisyonlarına yönelik, ayrı olarak arıtıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	<5

(2.6) Mineral Yün Üretimi İçin MET'ler

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET'ler kapsam dahilindeki mineral yün üretimi sektöründeki tüm tesislere Genel MET'lere ek olarak geçerlidir.

(2.6.1) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 56: Elektrostatik filtre veya bez filtre kullanılarak eritme fırınlarından çıkan atık gazlardan kaynaklanan toz emisyonları azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Filtrasyon sistemi: elektrostatik filtre veya bez filtre	Teknikler genel olarak uygulanabilir. Elektrostatik filtreler, fırın içerisinde oluşan karbon monoksitin alevlenmesinden kaynaklanan patlama riskinden dolayı, taş yünü üretimi için olan döküm ocaklarına uygulanabilir değildir.

Tablo 46

Mineral yün sektöründe eritme fırınından kaynaklanan toz emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
Toz	<10-20	<0,02-0,050

⁽¹⁾ Hem mineral yünü hem de taş yünü üretimlerine yönelik MET-İES aralığının altı ve üst sınır değerlerinin belirlenmesi için 2×10^{-3} ve $2,5 \times 10^{-3}$ dönüşüm katsayıları kullanılmıştır (Ek-1 Tablo 2).

(2.6.2) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Azot Oksitler (NO_x)

MET 57: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan NO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Yanma modifikasyonları	
(a) Hava/yakıt oranının azaltılması	Hava/yakıtlı geleneksel fırınlara uygulanabilir. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(b) Azaltılmış yanma havası sıcaklığı	Daha düşük fırın verimliliği ve daha yüksek yakıt talebi dolayısıyla sadece tesise özel koşullar altında uygulanabilir (başka bir ifadeyle, rejeneratif fırınlar yerine reküperatif fırınların kullanılması).

Teknik	Uygulanabilirlik
(c) Kademeli yanma: - Hava kademelendirme - Yakıt kademelendirme	Yakıt kademelendirme, hava/yakıtlı geleneksel fırınların çoğuna uygulanabilir. Hava kademelendirmenin uygulanabilirliği, teknik karmaşıklığı nedeniyle çok sınırlıdır.
(d) Baca gazı resirkülasyonu	Bu tekniğin uygulanabilirliği, atık gazın otomatik olarak resirküle edildiği özel brülörlerin kullanımı ile sınırlıdır
(e) Düşük NO _x brülörleri	Teknik genel olarak uygulanabilir. Teknik sınırlamalar ve fırının daha düşük esneklik derecesi dolayısıyla ulaşılan çevresel faydalar, çapraz ateşlemeli ve gaz yakıtlı fırınlara yapılan uygulamalar için genellikle daha düşüktür. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(f) Yakıt seçimi	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek farklı yakıt türlerinin mevcudiyeti ile ilgili kısıtlamalarla sınırlıdır.
(ii) Elektrikli eritme	Yüksek hacimde cam üretimleri (>300 ton/gün) için uygulanabilir değildir. Büyük çekiş varyasyonları gerektiren üretimler için uygulanabilir değildir. Uygulama, fırının komple yenilenmesini gerektirir.
(iii) Oksi-yakıtlı eritme	Maksimum çevresel faydalar, fırının komple yenilenmesi sırasındaki uygulamalar ile elde edilir.

Tablo 47

Mineral yün sektöründe eritme fırınından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Ürün	Eritme Tekniği	MET-İES	
			mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Cam yünü	Yakıt/hava ve elektrikli fırınlar	<200-500	<0,4–1,0
		Oksi-yakıtlı eritme ⁽²⁾	Uygulanamaz	<0,5
	Taş yünü	Tüm fırın tipleri	<400-500	<1,0–1,25

⁽¹⁾ Cam yünü için 2×10^{-3} ve taş yünü için $2,5 \times 10^{-3}$ 'lük dönüşüm katsayıları kullanılmıştır.

⁽²⁾ Ulaşılabilir seviyeler, doğal gazın ve mevcut oksijenin kalitesine (azot içeriği) bağlıdır.

MET 58: Cam yünü üretimi için harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlarda, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak NO_x emisyonları azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesinde nitrat kullanımının en aza indirilmesi Nitrat kullanımı, yüksek seviyelerde yabancı cam kırığı içeren harman reçetelerinde, kırıkta bulunan organik varlığını telafi etmek için oksitleyici madde olarak uygulanır.	Teknik, nihai ürünün kalite gerekliliklerine yönelik sınırlamalar dahilinde genellikle uygulanabilir
(ii) Elektrikli eritme	Teknik, genellikle uygulanabilir. Elektrikli eritme uygulaması, fırının komple yenilenmesini gerektirir
(iii) Oksi-yakıtlı eritme	Teknik, genellikle uygulanabilir. Maksimum çevresel faydalar, fırının komple yenilenmesi sırasındaki uygulamalar ile elde edilir.

Tablo 48

Cam yünü sektöründe, harman reçetesinde nitratların kullanıldığı durumlarda, eritme fırından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Fırın Tipi	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Birincil tekniklerle birlikte, harman reçetesinde nitrat girdilerinin en aza indirilmesi	<500-700	<1,0-1,4 ⁽²⁾

⁽¹⁾ 2x10⁻³'lük dönüşüm katsayısı uygulanmıştır.

⁽²⁾ Düşük seviyeler, oksi-yakıtlı eritme kullanımı ile ilişkilidir.

(2.6.3) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Kükürt Oksitler (SO_x)

MET 59: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan SO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi ve kükürt dengesinin optimizasyonu	Cam yünü üretiminde bu teknik, düşük kükürt içerikli hammaddelerin, özellikle de yabancı cam kırıklarının mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalar dahilinde genellikle uygulanabilir. Harman reçetesindeki yüksek miktardaki yabancı cam kırıkları, değişken kükürt içeriği nedeniyle kükürt dengesini optimize etme imkanını sınırlar.

	Taş yünü üretiminde kükürt dengesinin optimizasyonu, baca gazlarından çıkan SO _x emisyonlarının giderilmesi ile baca gazlarının arıtılmasından (filtre tozu) ve/veya elyaflaştırma prosesinden kaynaklanan ve harman reçetesine geri dönüştürülebilen (çimento briketleri) veya bertaraf edilmesi gerekebilen atıkların yönetimi arasında bir dengeleme yaklaşımı gerektirebilir.
(ii) Düşük kükürt içerikli yakıtların kullanımı	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek düşük kükürt içerikli yakıt türlerinin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalarla sınırlı olabilir.
(iii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Elektrostatik filtreler, taş yünü üretiminde kullanılan döküm ocakları için uygulanabilir değildir (bkz. MET 56).
(iv) Islak yıkayıcı kullanımı	Teknik, özel bir atıksu arıtma tesisine olan ihtiyaç gibi teknik kısıtlamalarla dahilinde genellikle uygulanabilir.

Tablo 49

Mineral yün sektöründe eritme fırınından kaynaklanan SO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Ürün/Koşullar	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	<i>Cam Yünü</i>		
	Gaz yakıtlı ve elektrikli fırınlar ⁽²⁾	<50-150	<0,1-0,3
	<i>Taş Yünü</i>		
	Gaz yakıtlı ve elektrikli fırınlar	<350	<0,9
	Briket veya cüruf geri kazanımssız kupol ocakları ⁽³⁾	<400	<1,0
	Çimento briketi veya cüruf geri kazanımlı kupol ocakları ⁽⁴⁾	<1.400	<3,5

⁽¹⁾ Cam yünü için 2×10^{-3} ve taş yünü için 5×10^{-3} 'lük dönüşüm katsayıları kullanılmıştır.

⁽²⁾ Düşük değerler, elektrikli eritme kullanımı ile ilişkilidir. Yüksek seviyeler, yüksek miktarda cam kırığı geri kazanımı ile ilişkilidir.

⁽³⁾ MET-İES, SO_x emisyonlarının azaltılmasının, daha düşük atık üretimine göre yüksek önceliğe sahip olduğu koşullarla ilişkilidir.

⁽⁴⁾ Atık azaltımının SO_x emisyonlarına kıyasla yüksek önceliğe sahip olduğu durumlarda, daha yüksek emisyon değerleri beklenebilir. Ulaşılabilir seviyeler, bir kükürt dengesini temel almalıdır.

(2.6.4) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF)

MET 60: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan HCl ve HF emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük klor ve flor içerikli hammadde seçimi	Uygulanabilirlik, harman reçetesinin kısıtlamaları ve hammaddelerin mevcudiyeti dahilinde sınırlı olabilir.
(ii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Elektrostatik filtreler, taş yünü üretiminde kullanılan kupol ocaklarına uygulanabilir değildir (bkz. MET 56).

Tablo 50
Mineral yün sektöründe eritme fırınından kaynaklanan HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	Ürün	MET-İES	
		mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür	Cam yünü	<5-10	<0,01–0,02
	Taş yünü	<10-30	<0,025–0,075
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	Tüm ürünler	<1-5	<0,002–0,013 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Cam yünü için 2×10^{-3} ve taş yünü için $2,5 \times 10^{-3}$ 'lük dönüşüm katsayıları kullanılmıştır.

⁽²⁾ MET-İES aralığının alt ve üst sınır değerlerinin belirlenmesi için 2×10^{-3} ve $2,5 \times 10^{-3}$ 'lük dönüşüm katsayıları kullanılmıştır.

(2.6.5) Taş Yünü Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Hidrojen Sülfür (H₂S)

MET 61: Hidrojen sülfürü SO₂'e oksitlemek için atık gaz yakma sistemi uygulanarak eritme fırınlarından kaynaklanan H₂S emisyonları azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
Atık gaz yakma sistemi	Teknik, taş yünü kupol ocaklarına genellikle uygulanabilir.

Tablo 51
Taş yünü üretiminde eritme fırınından kaynaklanan H₂S emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
H ₂ S olarak ifade edilen hidrojen sülfür	<2	<0,005

⁽¹⁾ Taş yünü için $2,5 \times 10^{-3}$ 'lük dönüşüm katsayısı uygulanmıştır.

(2.6.6) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Metaller

MET 62: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük metal içerikli hammadde seçimi	Teknik, hammaddelerin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalar dahilinde genellikle uygulanabilir. Cam yünü üretiminde, harman reçetesinde oksitleyici madde olarak manganez kullanımı, harman reçetesinde kullanılan yabancı cam kırığı miktarına ve kalitesine bağlıdır ve bunlara göre en aza indirilebilir.
(ii) Bir filtrasyon sisteminin uygulanması	Elektrostatik filtreler, taş yünü üretimi için kullanılan kupol ocaklarına uygulanabilir değildir (bkz. MET 56).

Tablo 52

Mineral yün sektöründe eritme fırından kaynaklanan metal emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<0,2-1 ⁽³⁾	<0,4-2,5 x10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<1-2 ⁽³⁾	<2-5 x10 ⁻³

⁽¹⁾ Aralıklar, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan metallerin toplamını ifade eder.

⁽²⁾ MET-İES aralığının altı ve üst sınır değerlerinin belirlenmesi için 2x10⁻³ ve 2,5x10⁻³'lük dönüşüm katsayıları kullanılmıştır.

⁽³⁾ Yüksek değerler, taş yünü üretimi için kupol ocaklarının kullanımı ile ilişkilidir.

(2.6.7) Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Emisyonlar

MET 63: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak alt akım proseslerinden kaynaklanan emisyonlar azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Darbeli jetler ve siklonlar Teknik, atık gazlardan partiküllerin ve damlacıkların çarpma/vurma yoluyla ve gaz halindeki maddelerin suyla kısmi absorpsiyon yoluyla uzaklaştırılmasına dayanmaktadır. Proses suyu normalde darbeli jetler için kullanılır. Geri dönüştürülen proses suyu tekrar uygulanmadan önce filtrelenir.	Teknik, mineral yün sektörüne, özellikle şekillendirme alanından kaynaklanan emisyonların artırılması için cam yünü proseslerine (liflere kaplamanın uygulanması) genel olarak uygulanabilir. Kullanılan diğer azaltma tekniklerini olumsuz etkileyebileceğinden, taş yünü proseslerinde uygulanabilirliği sınırlıdır.

Teknik	Uygulanabilirlik
(ii) Islak yıkayıcılar	Teknik, şekillendirme işleminden kaynaklanan atık gazların (liflere kaplamanın uygulanması) veya birleşik atık gazların (şekillendirme + kütleme) arıtılmasında genel olarak uygulanabilir.
(iii) Islak elektrostatik filtreler	Teknik, şekillendirme işleminden kaynaklanan atık gazların (liflere kaplamanın uygulanması) veya kütleme fırınından çıkan ya da birleşik atık gazların (şekillendirme + kütleme) arıtılmasında genel olarak uygulanabilir.
(iv) Taş yünü filtreler Bunlar, taş yünü levhaların monte edildiği ve filtre ortamı görevi gördüğü çelik veya beton bir yapıdan oluşur. Filtreleme ortamının periyodik olarak temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekir Bu filtre, yüksek nem içeriğine sahip atık gazlar ve yapışkan yapıya sahip partikül maddeler için uygundur.	Uygulanabilirlik, şekillendirme alanından ve/veya kütleme fırınlarından çıkan atık gazlar için esas olarak taş yünü prosesleriyle sınırlıdır.
(v) Atık gaz yakma	Teknik, özellikle taş yünü proseslerinde, kütleme fırınlarından çıkan atık gazların arıtılması için genel olarak uygulanabilir. Atık gazların yüksek hacmi, düşük konsantrasyonu ve düşük sıcaklığı nedeniyle birleşik atık gazlara (şekillendirme + kütleme) uygulanması, ekonomik açıdan uygulanabilir değildir.

Tablo 53

Mineral yün sektöründe alt akım proseslerinden kaynaklanan hava emisyonlarına yönelik, ayrı olarak artırıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton bitmiş ürün
Şekillendirme alanı - Birleşik şekillendirme ve kürleme emisyonları - Birleşik şekillendirme, kürleme ve soğutma emisyonları		
Toplam partikül madde	<20-50	-
Fenol	<5-10	-
Formaldehit	<2-5	-
Amonyak	30-60	-
Aminler	<3	-
C olarak ifade edilen toplam uçucu organik bileşikler	10-30	-
Kürleme fırını emisyonları ⁽¹⁾⁽²⁾		
Toplam partikül madde	<5-30	<0,2
Fenol	<2-5	<0,03
Formaldehit	<2-5	<0,03
Amonyak	<20-60	<0,4
Aminler	<2	<0,01
C olarak ifade edilen toplam uçucu organik bileşikler	<10	<0,065
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	<100-200	<1

⁽¹⁾ kg/ton bitmiş ürün olarak ifade edilen emisyon seviyeleri, üretilen mineral yün keçenin kalınlığından veya baca gazlarının aşırı derişik veya seyreltik olmasından etkilenmez. $6,5 \times 10^{-3}$ 'lük bir dönüşüm katsayısı kullanılmıştır.

⁽²⁾ Yüksek yoğunluklu veya yüksek bağlayıcı içerikli mineral yün üretimi söz konusu olduğunda, sektör için MET olarak listelenen tekniklerle ilişkili emisyon seviyeleri, verilen MET-İES'lerden önemli ölçüde daha yüksek olabilir. Bu tür ürünler, belirli bir tesisteki üretimin büyük bir bölümünü temsil ediyorsa, diğer tekniklerin kullanımı değerlendirilmelidir.

(2.7) Yüksek Sıcaklık Yalıtım Yünleri (HTIW) Üretimi İçin MET'ler

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET'ler kapsam dahilindeki HTIW üretimi sektöründeki tüm tesislere Genel MET'lere ek olarak geçerlidir.

(2.7.1) Eritme ve Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 64: Eritme fırınlarından çıkan atık gazlardan kaynaklanan toz emisyonları, bir filtrasyon sistemi uygulanarak azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
Genellikle bir bez filtreden oluşan filtrasyon sistemi	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 54

HTIW sektöründe critme fırınından kaynaklanan toz emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES
		mg/Nm ³
Toz	Filtrasyon sistemleri ile baca gazı temizliği	<5-20 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Değerler, bez filtre sisteminin kullanımıyla ilişkilidir.

MET 65: Tozlu alt akım prosesler için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak emisyonlar azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Üretim hattında sızdırmazlığı sağlayarak ürün kayıplarının en aza indirilmesi (teknik olarak uygulanabilir olduğu ölçüde) Potansiyel toz ve lif emisyon kaynakları şunlardır: - elyaflaştırma ve toplama - keçe oluşumu (iğneleme) - yağlayıcı madde yanıp tükenmesi - bitmiş ürünün kesilmesi, tıraşlanması ve paketlenmesi Havaya ürün kayıplarını en aza indirmek için alt akım proses sistemlerinin inşasının, sızdırmazlığının ve bakımının iyi olması çok önemlidir.	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Bez filtre ile birlikte etkin bir ekstraksiyon sistemi kullanılarak vakum altında kesme, tıraşlama ve paketleme Partikül ve lifli emisyonları salarak bunları bir bez filtreye iletmek için çalışma yerlerine (kesme makinesi, ambalajlama için karton kutu) negatif basınç uygulanır.	
(iii) Bez filtre sisteminin uygulanması Alt akım işlemlerden (örn. elyaflaştırma, keçe oluşturma, yağlayıcı madde yanıp tükenmesi) kaynaklanan atık gazlar, bez filtreden oluşan bir arıtma sistemine iletilir.	

Tablo 55

HTIW sektöründe tozlu alt akım proseslerinden kaynaklanan emisyonlara yönelik, ayrı olarak arıtıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
Toz ⁽¹⁾	1-5

⁽¹⁾ Aralığın düşük sınırları, alüminyum silikat cam yünü/refrakter seramik elyaf (ASW/RCF) emisyonlarını ifade eder.

(2.7.2) Eritme ve Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Azot Oksitler (NO_x)

MET 66: Yağlayıcı madde yakma fırınlarından kaynaklanan NO_x emisyonları, yanma kontrolü ve/veya modifikasyonları uygulanarak azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
Yanma kontrolü ve/veya modifikasyonları Termal NO _x emisyonlarının oluşumunu azaltma teknikleri, aşağıdaki temel yanma parametrelerinin kontrolünü içerir: - hava/yakıt oranı (reaksiyon bölgesindeki oksijen içeriği) - alev sıcaklığı - yüksek sıcaklıklı alanda bekleme süresi İyi bir yanma kontrolü, NO _x oluşumu için en az uygun olan koşulların oluşturulması ile sağlanır.	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 56

HTIW sektöründe yağlayıcı madde yakma fırınından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES
		mg/Nm ³
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Yanma kontrolü ve/veya modifikasyonları	100-200

(2.7.3) Eritme ve Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Kükürt Oksitler (SO_x)

MET 67: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından ve alt akım proseslerinden kaynaklanan SO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük kükürt içerikli hammadde seçimi	Teknik, hammaddelerin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalar dahilinde genel olarak uygulanabilir.
(ii) Düşük kükürt içerikli yakıt kullanımı	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek düşük kükürt içerikli yakıt türlerinin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalarla sınırlı olabilir.

Tablo 57

HTIW sektöründe eritme fırınından ve alt akım prosesinden kaynaklanan SO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES
		mg/Nm ³
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	Birincil teknikler	<50

(2.7.4) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF)

MET 68: Harman reçetesi için düşük klor ve flor içerikli hammaddeler seçilerek, eritme fırınlarından kaynaklanan HCl ve HF emisyonları azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
Harman reçetesi için düşük klor ve flor içerikli hammadde seçimi	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 58

HTIW sektöründe eritme fırından kaynaklanan HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür	<10
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	<5

(2.7.5) Eritme Fırınlarından ve Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Metaller

MET 69: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından ve/veya alt akım proseslerinden kaynaklanan metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük metal içerikli hammadde seçimi	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Bir filtrasyon sisteminin kullanılması	

Tablo 59

HTIW sektöründe eritme fırından ve/veya alt akım prosesinden kaynaklanan metal emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾
	mg/Nm ³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<5

⁽¹⁾ Seviyeler, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan metallerin toplamını ifade eder.

(2.7.6) Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Uçucu Organik Bileşikler

MET 70: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonunu kullanarak yağlayıcı madde yakma fırınlarından kaynaklanan uçucu organik bileşik (UOB) emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) İlgili CO emisyonlarının izlenmesi de dahil olmak üzere yanma kontrolü Teknik, atık gazdaki organik bileşenlerin (polietilen glikol) tam yanmasını sağlamak için yakma parametrelerinin (örn. reaksiyon bölgesindeki oksijen içeriği, alev sıcaklığı) kontrolünden oluşur. Karbon monoksit emisyonlarının izlenmesi, yanmamış organik malzemelerin varlığının kontrol edilmesini sağlar.	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(ii) Atık gaz yakma	Ekonomik uygulanabilirlik, düşük atık gaz hacimleri ve UOB konsantrasyonları nedeniyle bu tekniklerin uygulanabilirliğini sınırlayabilir.
(iii) Islak yıkayıcılar	

Tablo 60

HTIW sektöründe yağlayıcı madde yakma fırınından kaynaklanan UOB emisyonlarına yönelik, ayrı olarak artırıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET	MET-İES
		mg/Nm ³
C olarak ifade edilen uçucu organik bileşikler	Birincil ve/veya ikincil teknikler	10-20

(2.8) Frit Üretimi İçin MET'ler

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümde sunulan MET'ler kapsamdahilindeki tüm frit üretimi sektöründeki tesislere Genel MET'lere ek olarak geçerlidir.

(2.8.1) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 71: Elektrostatik filtre veya torba filtre kullanılarak eritme fırınlarından çıkan atık gazlardan kaynaklanan toz emisyonları azaltılır.

Teknik	Uygulanabilirlik
Filtrasyon sistemi: elektrostatik filtre veya bez filtre	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 61

Frit üretimi sektöründe eritme fırınından kaynaklanan toz emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
Toz	<10-20	<0,05-0,15

⁽¹⁾ MET-İES aralığının alt ve üst sınır değerlerinin belirlenmesi için 5x10⁻³ ve 7,5x10⁻³ 'lük dönüşüm katsayıları kullanılmıştır (Ek-1 Tablo 2). Ancak, yakma türüne bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısı uygulanması gerekebilir.

(2.8.2) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Azot Oksitler (NO_x)

MET 72: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan NO_x emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesinde nitrat kullanımının en aza indirilmesi Nitratlar, frit üretiminde gerekli özellikleri elde etmek için birçok ürünün harman reçetesinde yer alır.	Harman reçetesinde nitratların ikamesi, alternatif malzemelerin yüksek maliyetleri ve/veya daha yüksek çevresel etkileri ve/veya nihai ürünün kalite gereksinimleri ile sınırlı olabilir.
(ii) Fırına giren parazit havanın azaltılması Teknik; blok taşlarının, harman malzeme besleyicisinin ve eritme fırınının diğer herhangi bir açıklığının hava geçirmezliğinin sağlanmasıyla fırına hava girmesini önlemekten oluşur.	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(iii) Yanma modifikasyonları	
(a) Hava/yakıt oranının azaltılması	Hava/yakıtlı geleneksel fırınlara uygulanabilir. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(b) Azaltılmış yanma havası sıcaklığı	Düşük fırın verimliliği ve yüksek yakıt talebi nedeniyle, yalnızca tesise özel koşullar altında geçerlidir.
(c) Kademeli yanma: - Hava kademelendirme - Yakıt kademelendirme	Yakıt kademelendirme, hava/yakıtlı geleneksel fırınların çoğuna uygulanabilir. Hava kademelendirmenin uygulanabilirliği, teknik karmaşıklığı nedeniyle çok sınırlıdır.
(d) Baca gazı resirkülasyonu	Uygulanabilirlik, atık gazın otomatik olarak resirküle edildiği özel brülörlerin kullanımı ile sınırlıdır.
(e) Düşük NO _x brülörleri	Teknik genel olarak uygulanabilir. Optimum fırın tasarımı ve geometrisi ile birlikte, normal veya tüm fırın yenilemede tam fayda sağlanır.
(f) Yakıt seçimi	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek farklı yakıt türlerinin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalarla sınırlıdır.
(iv) Oksi-yakıtlı eritme	Maksimum çevresel faydalar, fırının komple yenilenmesi sırasındaki uygulamalar ile elde edilir.

Tablo 62

Frit üretimi sektöründe eritme fırınından kaynaklanan NO_x emisyonlarına yönelik
MET-İES'ler

Parametre	MET	Operasyonel Koşullar	MET-İES ⁽¹⁾	
			mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
NO ₂ olarak ifade edilen NO _x	Birincil teknikler	Oksi-yakıtlı ateşleme, nitrat kullanımı olmaksızın ⁽³⁾	Uygulanamaz	<2,5-5
		Oksi-yakıtlı ateşleme, nitrat kullanımı ile	Uygulanamaz	5-10
		Yakıt/hava, yakıt/oksijenle zenginleştirilmiş hava yanması, nitrat kullanımı olmaksızın	500-1.000	2,5-7,5
		Yakıt/hava, yakıt/oksijenle zenginleştirilmiş hava yanması, nitrat kullanımı ile	<1.600	<12

⁽¹⁾ Aralıklar, farklı eritme teknikleri uygulayan ve harman reçetelerinde nitrat bulunan veya bulunmayan çeşitli frit türlerini üreten fırınlardan gelen baca gazlarının kombinasyonunu dikkate alır ve bu da, uygulanan her bir eritme tekniğini ve farklı ürünleri karakterize etme olasılığını ortadan kaldırır.

⁽²⁾ Aralığın alt ve üst sınır değerlerinin belirlenmesi için 5×10^{-3} ve $7,5 \times 10^{-3}$ 'lük dönüşüm katsayıları kullanılmıştır (Ek-1 Tablo 2). Ancak, yakma türüne bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

⁽³⁾ Ulaşılabilir seviyeler, doğal gazın ve mevcut oksijenin kalitesine (azot içeriği) bağlıdır.

(2.8.3) Eritme Fırınlardan Kaynaklanan Kükürt Oksitler (SO_x)

MET 73: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan SO_x emisyonları kontrol edilir:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük kükürt içerikli hammadde seçimi	Teknik, hammaddelerin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalar dahilinde genel olarak uygulanabilir.
(ii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.
(iii) Düşük kükürt içerikli yakıtların kullanımı	Uygulanabilirlik, enerji politikalarından etkilenebilecek düşük kükürt içerikli yakıt türlerinin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalarla sınırlı olabilir.

Tablo 63

Frit üretimi sektöründe eritme fırınlarından kaynaklanan SO_x emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	<50-200	<0,25-1,5

⁽¹⁾ 5×10^{-3} ve $7,5 \times 10^{-3}$ 'lük dönüşüm katsayıları kullanılmıştır (Ek-1 Tablo 2); ancak, tabloda belirtilen değerler yaklaşık olarak alınmış olabilir. Yakma türüne bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

(2.8.4) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Hidrojen Klorür (HCl) ve Hidrojen Florür (HF)

MET 74: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan HCl ve HF emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük klor ve flor içerikli hammadde seçimi	Teknik, harman reçetesinin kısıtlamaları ve hammaddelerin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalar dahilinde genellikle uygulanabilir.
(ii) Nihai ürün kalitesini sağlamak için kullanıldığında, harman reçetesindeki flor bileşiklerinin en aza indirilmesi Flor bileşikleri, cam hamurlarına birtakım özellikler (termal ve kimyasal direnç) vermek için kullanılır.	Flor bileşiklerinin kullanımının en aza indirilmesi veya alternatif malzemelerle ikame edilmesi, ürünün kalite gereklilikleriyle sınırlıdır.
(iii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Teknik genel olarak uygulanabilir.

Tablo 64

Frit üretimi sektöründe eritme fırınlarından kaynaklanan HCl ve HF emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽¹⁾
HCl olarak ifade edilen hidrojen klorür	<10	<0,05
HF olarak ifade edilen hidrojen florür	<5	<0,03

⁽¹⁾ Yaklaşık olarak alınan bazı değerler ile 5×10^{-3} 'lük dönüşüm katsayısı kullanılmıştır (Ek-1 Tablo 2). Yanma türüne bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

(2.8.5) Eritme Fırınlarından Kaynaklanan Metaller

MET 75: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak eritme fırınlarından kaynaklanan metal emisyonları azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Harman reçetesi için düşük metal içerikli hammaddede seçimi	Teknik, tesiste üretilen frit tipine ve hammaddelerin mevcudiyetine ilişkin kısıtlamalar dahilinde uygulanabilir.
(ii) Renklendirmenin gerekli olduğu veya frite diğer belirli özelliklerin verildiği durumlarda, harman reçetesindeki metal bileşiklerinin kullanımının en aza indirilmesi	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(iii) Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	

Tablo 65

Frit üretimi sektöründe eritme firmından kaynaklanan metal emisyonlarına yönelik MET-İES'ler

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/ton erimiş cam ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<1	<7,5x10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<5	<37x10 ⁻³

⁽¹⁾ Seviyeler, baca gazlarında hem katı hem de gaz fazlarında bulunan metallerin toplamını ifade eder.

⁽²⁾ 7,5x10⁻³'lük dönüşüm faktörü kullanılmıştır (Ek-1 Tablo 2). Yanma türüne bağlı olarak duruma özel bir dönüşüm katsayısının uygulanması gerekebilir.

(2.8.6) Alt Akım Proseslerinden Kaynaklanan Emisyonlar

MET 76: Tozlu alt akım prosesleri için, aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu kullanılarak emisyonlar azaltılır:

Teknik	Uygulanabilirlik
(i) Islak frezeleme tekniklerinin uygulanması Teknik, bir bulamaç oluşturmak için yeterli sıvı ile frit istenen parçacık boyutu dağılımına getirilmek üzere öğütülmesini içerir. İşlem genellikle, alümin bilyeli değirmenlerde su ile gerçekleştirilir.	Teknikler genel olarak uygulanabilir.
(ii) Bez filtre ile birlikte etkin bir ekstraksiyon sisteminin kullanımıyla kuru frezeleme ve kuru ürün paketlemenin yapılması Toz emisyonlarını bir bez filtreye iletmek için, frezeleme ekipmanına veya paketlemenin yaptığı çalışma yerine negatif basınç uygulanır.	
(iii) Bir filtrasyon sisteminin kullanılması	

Tablo 66

Frit üretimi sektöründe alt akım proseslerinden kaynaklanan hava emisyonlarına yönelik, ayrı olarak arıtıldığı durumlarda, MET-İES'ler

Parametre	MET-İES
	mg/Nm ³
Toz	5-10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	<1 ⁽¹⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	<5 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Seviyeler, atık gazda bulunan metallerin toplamını ifade eder.

TEKNİKLERİN AÇIKLAMALARI

(1) Toz Emisyonları

Teknik	Açıklama
Elektrostatik filtre	Elektrostatik filtreler, parçacıkların bir elektrik alanının etkisi altında yüklenerek ayrılmasını sağlayacak şekilde çalışır. Elektrostatik filtreler, çok çeşitli koşullarda çalışma kapasitesine sahiptir.
Bez filtre	Bez filtreler, partikülleri uzaklaştırmak için gazların içinden geçirildiği gözenekli dokuma veya keçeli kumaştan yapılır. Bez filtre kullanımı, atık gazların özelliklerine ve maksimum çalışma sıcaklığına uygun kumaş malzeme seçimini gerektirir.
Hammadde modifikasyonları ile uçucu bileşenlerin azaltılması	Harman reçeteleri, en aza indirilebilen veya esas olarak uçuculaşma olayı ile meydana gelen toz emisyonlarını azaltmak için ikame edilebilen çok uçucu bileşenleri (örn. bor bileşikleri) içerebilir.
Elektrikli eritme	Teknik, enerjinin dirençli ısıtma ile sağlandığı bir eritme fırını içerir. Soğuk başlıklı fırınlarda (elektrotların genellikle fırının alt kısmına yerleştirildiği fırınlar), harman örtüsü eriyiğin yüzeyini kaplar ve bunun sonucunda, harman bileşenlerinin (kurşun bileşikleri) uçuculuğunun önemli ölçüde azalması sağlanır.

(2) NO_x Emisyonları

Teknik	Açıklama
Yanma Modifikasyonları	
(i) Hava/yakıt oranının azaltılması	Teknik esas olarak aşağıdaki özellikleri temel alır: - fırına olan hava sızıntılarının en aza indirilmesi - yanma için kullanılan havanın dikkatli kontrolü - fırın yanma bölmesinin modifiye tasarımı
(ii) Azaltılmış yanma havası sıcaklığı	Rejeneratif fırınların yerine reküperatif fırınların kullanılması, hava ön ısıtma sıcaklığının düşmesini ve dolayısıyla, daha düşük alev sıcaklığını sağlar. Ancak bu, düşük fırın verimliliği (daha düşük özgül çekiş), düşük yakıt verimliliği ve yüksek yakıt talebi ile ilişkili olup potansiyel olarak daha yüksek emisyonlara (kg/ton cam) neden olur.

Teknik	Açıklama
(iii) Kademeli yanma	- Hava kademelendirme, stokiyometrik altı ateşleme ve tam yanma için kalan havayı veya oksijeni fırına ekleme işlemlerini içerir. - Yakıt kademelendirmede, brülör boşluğunun boyun kısmında düşük güçlü birincil alev oluşturulur (toplam enerjinin %10'u); ikincil bir alev, birincil alevin kökünü kaplar ve çekirdek sıcaklığını düşürür.
(iv) Baca gazı resirkülasyonu	Oksijen içeriğini ve dolayısıyla alev sıcaklığını azaltmak için fırından çıkan atık gazın, aleve yeniden enjekte edilmesini ifade eder. Özel brülörlerin kullanımı, alevlerin kökünü soğutan ve en sıcak kısımlarındaki oksijen içeriğini azaltan yanma gazlarının iç resirkülasyonuna dayanır.
(v) Düşük NO _x brülörleri	Teknik; tepe alev sıcaklıklarını düşürme, yanmayı geciktirerek tamamlama ve ısı transferini artırma (alevin yayıcılığını artırma) prensiplerine dayanmaktadır. Modifiye bir fırın yanma bölmesi tasarımı ile ilişkilendirilebilir.
(vi) Yakıt seçimi	Genel olarak petrolle çalışan fırınlar, daha iyi termal yayıcılık ve daha düşük alev sıcaklıkları nedeniyle, gazla çalışan fırınlardan daha düşük NO_x emisyonlarına sahiptir.
Özel fırın tasarımı	Daha düşük alev sıcaklıklarına izin veren çeşitli özelliklerin entegre edildiği reküperatif tip fırın. Başlıca özellikleri şunlardır: - özel tip brülörler (sayı ve konum) - modifiye fırın geometrisi (yükseklik ve boyut) - fırına giren hammaddelerin üzerinden geçen atık gazlar ile iki aşamalı hammadde ön ısıtması ve yanma havasını ön ısıtmak için kullanılan reküperatörün alt akımında yabancı cam kırığı ön ısıtıcısı
Elektrikli eritme	Teknik, enerjinin dirençli ısıtma ile sağlandığı bir eritme fırını içerir. Başlıca özellikleri şunlardır: - elektrotlar genellikle fırının alt kısmına yerleştirilir (soğuk başlı) - kararlı, güvenli ve verimli bir üretim prosesi için gerekli oksitleme koşullarını sağlamak adına soğuk başlı elektrikli fırınların harman bileşiminde genellikle nitratlar gereklidir.

Teknik	Açıklama
Oksi-yakıtlı eritme	Teknik, yanma havasının oksijen (>%90 saflıkta) ile değiştirilmesini ve bunun sonucunda, fırına giren azottan kaynaklanan termal NO _x oluşumunun ortadan kaldırılmasını/azaltılmasını içerir. Fırında kalan azot içeriği; sağlanan oksijenin saflığına, yakıt kalitesine (doğal gazdaki N ₂ yüzdesine) ve potansiyel hava girişine bağlıdır.
Yakıtlı kimyasal indirgeme	Teknik, atık gaza fosil yakıt enjeksiyonuyla NO _x 'in bir dizi reaksiyon sonucunda kimyasal olarak N ₂ 'ye indirgenmesine dayanmaktadır. 3R prosesinde yakıt (doğal gaz veya akaryakıt), rejeneratör girişine enjekte edilir. Teknoloji, rejeneratif fırınlarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır.
Seçici Katalitik İndirgeme (SCR)	Teknik, 300-450°C civarındaki optimum çalışma sıcaklığında amonyak (genel olarak sulu çözelti) ile reaksiyonu yoluyla katalitik yataкта, NO_x'in azota indirgenmesini temel alır. Bir veya iki katalizör tabakası uygulanabilir. Daha yüksek miktarlarda katalizör kullanımıyla (iki tabaka) daha yüksek NO_x giderimi elde edilir.
Seçici Katalitik Olmayan İndirgeme (SNCR)	Teknik, NO_x'in yüksek sıcaklıkta amonyak veya üre ile reaksiyona girerek azota indirgenmesini temel alır. Çalışma sıcaklığı 900°C ile 1.050 °C arasında tutulmalıdır.
Harman reçetesinde nitrat kullanımının en aza indirilmesi	Nitrat kullanımının en aza indirilmesi, çok renksiz (saydam) bir camın istendiği çok yüksek kaliteli ürünler veya diğer camlar için gerekli özellikleri sağlamak adına oksitleyici bir madde olarak uygulanan bu hammaddelerin hammaddelerin bozunmasından kaynaklanan NO_x emisyonlarını azaltmak için kullanılır. Aşağıdaki seçenekler uygulanabilir: - Harman reçetesindeki nitratların ürün ve eritme gereksinimleri ile orantılı olarak minimum düzeye indirilmesi. - Nitratların alternatif malzemelerle ikame edilmesi. Etkili alternatif malzemeler sülfatlar, arsenik oksitler ve seryum oksittir. Proses modifikasyonlarının (örn. özel oksitleyici yanma koşulları) uygulanması.

(3) SO_x Emisyonları

Teknik	Açıklama
Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Kuru toz veya alkali reaktifin bir süspansiyonu/çözeltisi, atık gaz akışına eklenir ve dağıtılır. Malzeme, kükürt gazı türleriyle reaksiyona girerek filtrasyonla (bez filtre veya elektrostatik filtre) uzaklaştırılması gereken bir katı oluşturur. Genel olarak, bir reaksiyon kulesinin kullanılması yıkama sisteminin temizleme verimliliğini artırır.
Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi ve kükürt dengesinin optimizasyonu	Harman reçetesindeki kükürt içeriğinin en aza indirilmesi, inceltici madde olarak kullanılan kükürt içerikli hammaddelerin (genel olarak sülfatlar) ayrışmasından kaynaklanan SO _x emisyonlarını azaltmak için uygulanır. SO _x emisyonlarının etkin bir şekilde azaltılması, kükürt bileşiklerinin cam tipine bağlı olarak önemli ölçüde değişebilen camda bekleme süresine ve kükürt dengesinin optimizasyonuna bağlıdır.
Düşük kükürt içerikli yakıtların kullanımı	Yanma sırasında yakıtta bulunan kükürtün oksidasyonuyla ortaya çıkan SO _x emisyonlarının miktarını azaltmak için doğal gaz veya düşük kükürt içerikli akaryakıt kullanılır.

(4) HCl, HF Emisyonları

Teknik	Açıklama
Harman reçetesinde düşük klor ve flor içerikli hammadde seçimi	Teknik, safsızlık olarak klor ve flor içerebilen hammaddelerin (örn. sentetik soda külü, beyaz mermer, yabancı cam kırığı, geri dönüştürülmüş filtre tozu), eritme işlemi sırasında bozunmalarından kaynaklanan HCl ve HF emisyonlarını kaynağında azaltmak için dikkatli bir şekilde seçilmesini içerir.
Harman reçetesinde flor ve/veya klor bileşiklerinin en aza indirilmesi ve flor ve/veya klor kütle dengesinin optimizasyonu	Eritme işleminden kaynaklanan flor ve/veya klor emisyonlarının en aza indirilmesi, bu maddelerin harman reçetesinde kullanılan miktarlarının nihai ürünün kalitesiyle orantılı olarak minimum düzeye indirilmesi/azaltılması ile sağlanabilir. Flor bileşikleri (örn. florit, kriyolit, florosilikat), özel camlara (örn. opak cam, optik cam) belirli özellikler kazandırmak için kullanılır. Klor bileşikleri, inceltici madde olarak kullanılabilir.
Filtreleme sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Kuru toz veya alkali reaktifin bir süspansiyonu/çözeltisi, atık gaz akışına eklenir ve dağıtılır. Malzeme, gaz halindeki klorür ve florürlerle reaksiyona girerek filtrasyon yoluyla (elektrostatik filtre veya bez filtre) uzaklaştırılması gereken bir katı oluşturur.

(5) Metal Emisyonları

Teknik	Açıklama
Harman reçetesi için düşük metal içerikli hammadde seçimi	Teknik, safsızlık olarak metal içerebilen hammaddelerin (örn. yabancı cam kırığı), eritme işlemi sırasında bozunmalarından kaynaklanan metal emisyonlarını kaynağında azaltmak için dikkatli bir şekilde seçilmesini içerir.
Tüketiciye giden ürün kalitesi gereksinimlerine bağlı olarak camın renklendirilmesi ve renksizleştirilmesinin gerekli olduğu harman reçetesinde metal bileşik kullanımının en aza indirilmesi	Eritme işleminden kaynaklanan metal emisyonlarının en aza indirilmesi, aşağıdaki şekilde sağlanabilir: - renkli cam üretiminde harman reçetesindeki metal bileşikleri (örn. demir, krom, kobalt, bakır, manganez bileşikleri) miktarının en aza indirilmesi - saydam cam üretimi için renksizleştirme maddesi olarak kullanılan selenyum bileşiklerinin ve seryum oksit miktarının en aza indirilmesi
Uygun hammadde seçimiyle harman reçetesinde selenyum bileşikleri kullanımının en aza indirilmesi	Eritme işleminden kaynaklanan selenyum emisyonlarının en aza indirilmesi, aşağıdaki şekilde sağlanabilir: - harman reçetesindeki selenyum miktarının ürün gereksinimleriyle orantılı olarak minimum düzeye indirilmesi - eritme işlemi sırasında uçuculuğu azaltmak için, daha düşük uçuculuğa sahip selenyum hammaddelerinin seçilmesi
Bir filtrasyon sisteminin uygulanması	Cam eritme işlemlerinden kaynaklanan metallerin hava emisyonları büyük ölçüde partikül halinde bulunduğundan, toz azaltma sistemleri (bez filtre ve elektrostatik filtre) hem toz hem de metal emisyonlarını azaltabilir. Bununla birlikte, aşırı miktarda uçucu bileşik (örn. selenyum) oluşturan bazı metaller için uzaklaştırma verimliliği, filtrasyon sıcaklığına bağlı olarak önemli ölçüde değişebilir.
Filtrasyon sistemi ile birlikte, kuru veya yarı kuru yıkamanın uygulanması	Gaz halindeki metaller, alkali bir reaktif ile kuru veya yarı kuru yıkama tekniğinin kullanılmasıyla büyük ölçüde azaltılabilir. Alkali reaktif, gaz halindeki türlerle reaksiyona girerek filtrasyon (bez filtre veya elektrostatik filtre) ile uzaklaştırılması gereken bir katı oluşturur.

(6) Birleşik Gaz Emisyonları (Örn. SO_x, HCl, HF, Bor Bileşikleri)

Teknik	Açıklama
Islak yıkama	Islak yıkama işleminde, gaz halindeki bileşikler uygun bir sıvı (su veya alkali çözelti) içinde çözünür. Islak yıkayıcının alt akım yönünde, baca gazları suyla doyurulur ve deşarjlarından önce damlacıkların ayrılması gerekir. Ortaya çıkan sıvı, bir atıksu prosesi ile arıtılmalı ve çözünmeyen madde, sedimantasyon veya filtrasyon yoluyla toplanmalıdır.

(7) Birleşik Emisyonlar (Katı + Gaz)

Teknik	Açıklama
Islak yıkama	Bir ıslak yıkama işleminde (uygun bir sıvı ile; su veya alkali çözelti), katı ve gaz haldeki bileşiklerin aynı anda uzaklaştırılması sağlanabilir. Partikül veya gaz uzaklaştırma için tasarım kriterleri farklıdır; bu nedenle tasarım, genellikle iki seçenek arasında bir uyumu gerektirir. Oluşan sıvının bir atıksu prosesi ile arıtılması gerekir ve çözünmeyen madde (katı emisyonlar ve kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanan ürünler) sedimentasyon veya filtrasyon yoluyla toplanır. Mineral yün ve sürekli filament fiberklas sektöründe uygulanan en yaygın sistemler şunlardır: - üst akım yönünde darbeli jetler ile dolgulu yataklı yıkayıcılar - venturi yıkayıcılar
Islak elektrostatik filtre	Teknik, toplanan malzemenin uygun bir sıvıyla, genellikle su, akıtılarak toplayıcı plakalarından uzaklaştırıldığı bir elektrostatik filtreyi içerir. Atık gazın deşarjından önce su damlacıklarını uzaklaştırmak için genellikle bazı mekanizmalar kurulur (buğu çözücü veya son kuru alan).

(8) Kesme, Öğütme, Parlatma İşlemlerinden Kaynaklanan Emisyonlar

Teknik	Açıklama
Tozlu işlemlerin (örn. kesme, öğütme, parlatma) sıvı altında gerçekleştirilmesi	Su genellikle kesme, öğütme ve parlatma işlemlerinde ve toz emisyonlarının önlenmesinde soğutucu olarak kullanılır. Buğu giderici ile donatılmış bir ekstraksiyon sistemi gerekli olabilir.
Bez filtre sistemi uygulanması	Alt akım işlemlerinden kaynaklanan metaller, büyük ölçüde partikül halinde bulunduğu için, hem toz hem de metal emisyonlarının azaltılması için bez filtrelerin kullanımı uygundur.
Uygulama sisteminin sızdırmazlığını sağlayarak parlatıcı ürün kayıplarının en aza indirilmesi	Asitle parlatma, cam eşyaların hidroflorik ve sülfürik asitlerden oluşan bir parlatma banyosuna daldırılmasıyla gerçekleştirilir. Kayıpları en aza indirmek için uygulama sisteminin iyi tasarımı ve bakımı ile duman salımı en aza indirilebilir.
İkincil bir tekniğin (örn. ıslak yıkama) uygulanması	Emisyonların asidik yapısı ve uzaklaştırılacak gaz halindeki kirleticilerin yüksek çözünürlüğü nedeniyle, atık gazların arıtılması için ıslak yıkama uygulanır.

(9) H₂S, UOB Emisyonları

Teknik	Açıklama
Atık gaz yakma	Teknik, hidrojen sülfürü (eritme fırınındaki güçlü indirgeme koşulları ile üretilen) kükürt dioksit ve karbon monoksiti karbon dioksit oksitleyen bir son yakıcı sistemini içerir. Uçucu organik bileşikler, termal olarak yakılarak karbon dioksit, su ve diğer yanma ürünlerine (örn. NO_x, SO_x) oksitlenir.

SERAMİK ÜRÜNLERİNİN ÜRETİMİ SEKTÖRÜ İÇİN MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER

KAPSAM

Bu Tebliğin bu bölümü, Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliğinin Ek-1’inde yer alan aşağıdaki endüstriyel faaliyetleri kapsar:

(3.4.) Seramik ürünlerinin, özellikle kiremit, tuğla, refrakter tuğla, dayanıklı çanak, çömlek, fayans veya porselenin pişirme yöntemiyle günlük 75 ton üzerinde üretim kapasitesiyle ve/veya 4 m³’ü aşan fırın kapasitesi ve fırın başına 300 kg/m³ üzeri yoğunlukla üretilmesi.

Bu bölüm, birincil nitelikte olmadıkları için hammaddelerin çıkarılması gibi belirli faaliyetleri kapsamamaktadır.

(1) GENEL MET’LER

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümdeki Genel MET’ler seramik üretimi sektöründeki kapsam dahilindeki tüm tesisler için geçerlidir. Yine bu bölümde yer alan sektörel MET, bu bölümde bahsedilen Genel MET’e ek olarak geçerlidir.

(1.1) Çevre Yönetimi

MET 1: Aşağıdaki özellikleri, bireysel koşullara uygun olarak, kapsayan bir Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS) uygulanır ve bu sisteme bağlı kalınır:

a) üst yönetim tarafından tesis için bir çevre politikasının tanımlanması (üst yönetim tarafından verilen taahhüt, ÇYS’nin diğer özelliklerinin başarılı bir şekilde uygulanması için ön koşul olarak değerlendirilir)

b) gerekli prosedürlerin planlanması.

c) aşağıdakilere dikkate edilerek prosedürlerin uygulanması:

- I. yapı ve sorumluluk,
- II. eğitim, farkındalık ve yeterlilik,
- III. iletişim,
- IV. çalışan katılımı,
- V. dokümantasyon,
- VI. etkin proses kontrolü,
- VII. bakım programı,
- VIII. acil durum hazırlığı ve müdahalesi,
- IX. çevre mevzuatına uyumun güvence altına alınması.

d) özellikle aşağıdakilere dikkat edilerek performans kontrolünün yapılması ve düzeltici önlemlerin alınması:

- I. izleme ve ölçüm,
- II. düzenleyici ve önleyici eylemler,
- III. kayıtların tutulması,
- IV. ÇYS’nin planlanan düzenlemelere uygun olup olmadığını ve doğru bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını belirlemek için bağımsız (uygulanabilir olduğu durumlarda) bir iç denetim.

e) üst yönetim tarafından inceleme.

Yukarıdakileri tamamlayıcı üç özellik daha destekleyici olarak değerlendirilir. Bununla birlikte, aşağıda verilen bu üç özelliğin bulunmaması, MET için tutarsızlık teşkil etmez:

- f) yönetim sisteminin ve denetim prosedürünün akredite bir belgelendirme kuruluşu veya harici bir ÇYS doğrulayıcısı tarafından incelenmesi ve doğrulanması.
- g) tesisin tüm önemli çevresel özelliklerini açıklayan, çevresel amaçlar ve hedeflerin yanı sıra uygun bir şekilde sektörel kıyaslamalarla yıl bazında karşılaştırmaya olanak tanıyan bir çevre beyanının hazırlanması ve yayımlanması (ve muhtemel harici doğrulanması).
- h) EMAS ve TS EN ISO 14001:2015 gibi uluslararası kabul görmüş gönüllü bir sistemin uygulanması ve bu sisteme bağlı kalınması. Gönüllülük esaslı bu adım, ÇYS'ye daha fazla güvenilirlik kazandırabilir. Özellikle yukarıda belirtilen özelliklerin tümünü bünyesinde barındıran EMAS, daha fazla bir güvenilirlik kazandırır. Ancak, standardize olmayan sistemler de doğru bir şekilde tasarlanmaları ve uygulanmaları koşuluyla prensipte eşit derecede etkili olabilirler.

Özellikle seramik üretim endüstrisi için, ÇYS'nin aşağıdaki muhtemel özelliklerinin de dikkate alınması önem teşkil eder:

- i) yeni bir tesisin tasarlanması aşamasında ünitenin nihai olarak hizmet dışı bırakılmasından kaynaklanan çevresel etki.
- j) daha temiz teknolojilerin geliştirilmesi.
- k) uygulanabilir olduğu durumlarda, enerji verimliliği ve enerji tasarrufuna yönelik faaliyetler, girdi malzemelerinin seçimi, hava emisyonları, suya deşarjlar, su tüketimi ve atık üretimi dahil olmak üzere düzenli olarak sektörel kıyaslama uygulanması.

(1.2) Enerji Tüketimi

MET 2: Aşağıdaki tekniklerin bir kombinasyonu uygulanarak enerji tüketimi azaltılır:

- I. Fırın ve kurutucuların iyileştirilmiş tasarımı.
- II. Fırınlardan, özellikle soğutma bölümlerinden, kaynaklanan fazla ısının geri kazanımı. Soğutma bölümünden gelen sıcak hava formundaki fırın fazla ısı, kurutucuları ısıtmak için kullanılabilir.
- III. Fırın pişirme işleminde yakıt değişikliği uygulanması (ağır yakıtların ve katı yakıtların düşük emisyonlu yakıtlarla ikame edilmesi).
- IV. Seramik kütlelerin modifikasyonu.

MET 3: Ekonomik olarak uygulanabilir olan enerji düzenleme planları dahilinde, kullanılabilir ısı talebi bazında kojenerasyon/birleşik ısı ve güç tesisleri ile birincil enerji tüketimi azaltılır.

(1.3) Toz Emisyonları

(1.3.1) Yayılı Toz Emisyonları

MET 4: Aşağıdaki tekniklerin bir kombinasyonu uygulanarak yayılı toz emisyonları azaltılır:

- a) tozlu işlemlere yönelik önlemler,
- b) yığın depolama alanına yönelik önlemler.

(1.3.2) Tozlu İşlemlerden Kaynaklanan Kanalize Toz Emisyonları

Kurutma, püskürtmeli kurutma veya ateşleme dışındaki tozlu işlemlerden kaynaklanan toz emisyonlarıdır.

MET 5: Tozlu işlemlerden kaynaklanan kanalizasyon toz emisyonları, bez filtreler uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak 1-10 mg/m³ değer aralığına azaltılır. Ancak bu aralık, belirli çalışma koşullarına bağlı olarak daha yüksek olabilir.

(1.3.3) Kurutma Proseslerinden Kaynaklanan Toz Emisyonları

Kurutma proseslerinden kaynaklanan toz emisyonlarıdır.

MET 6: Kurutma proseslerinden kaynaklanan toz emisyonları; kurutucu temizlenerek, toz kalıntılarının kurutucuda birikmesi önlenerek ve uygun bakım protokolleri benimsenerek günlük ortalama değer olarak 1-20 mg/m³ değer aralığına azaltılır.

(1.3.4) Fırın Pişirme Proseslerinden Kaynaklanan Toz Emisyonları

Fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan toz emisyonlarıdır.

MET 7: Fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki toz emisyonları (partikül maddeler), aşağıdaki birincil önlemlerin/tekniklerin bir kombinasyonu uygulanarak günlük ortalama değer olarak 1-20 mg/m³ değer aralığına azaltılır:

- a) doğal gaz, LNG, LPG ve ekstra hafif fuel oil gibi düşük yakıtların kullanımı,
- b) fırında pişirilecek eşyaların yüklenmesinden kaynaklanan toz oluşumunun en aza indirilmesi.

Kuru baca gazı temizliğinin bir filtre ile uygulanması halinde MET-İES, temizlenen baca gazındaki 20 mg/m³'ten düşük toz emisyon seviyesidir.

Ardışık tipli dolgu yataklı adsorberlerin uygulanması halinde MET-İES, temizlenen baca gazındaki 50 mg/m³'ten düşük toz emisyon seviyesidir.

(1.4) Gaz Halindeki Bileşikler

(1.4.1) Birincil Önlemler/Teknikler

MET 8: Aşağıdaki önlemlerin/tekniklerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki gaz halindeki bileşik emisyonları (HF, HCl, SO_x, UOB, ağır metaller) azaltılır:

- I. kirletici öncül maddelerine yönelik girdinin azaltılması,
- II. ısıtma eğrisinin optimizasyonu.

MET 9: Genleştirilmiş kil agregası haricindeki birincil önlemlerin/tekniklerin bir kombinasyonu uygulanarak fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki NO_x emisyonları, 1.300°C altındaki fırın gazı sıcaklıkları için günlük ortalama NO₂ değeri olarak 250 mg/m³'ün altında veya 1.300°C ve üzeri fırın gazı sıcaklıkları için günlük ortalama NO₂ değeri olarak 500 mg/m³'ün altında tutulur.

MET 10: Proses optimizasyon önlemleri uygulanarak kojenerasyon motorlarından kaynaklanan çıkış gazlarındaki NO_x emisyonları, günlük ortalama NO₂ olarak 500 mg/m³'ün altında tutulur.

(1.4.2) Tek Başına ve Birincil Önlemler/Teknikler ile Kombinasyon Halinde Kullanılmak

Üzere İkincil Önlemler/Teknikler

MET 11: Aşağıdaki ikincil önlemler/tekniklerden birini uygulayarak fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazındaki gaz halindeki inorganik bileşik emisyonları azaltılır:

- ardışık tipli dolgulu yataklı adsorberler,
- filtre ile (torba filtre veya elektrostatik filtre) kuru baca gazı temizliği.

MET 8’de belirtilen birincil önlemler/tekniklerin bir kombinasyonu ve/veya MET 11’de belirtilen ikincil önlemler/tekniklerin bir kombinasyonu uygulanarak fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazlarındaki gaz halindeki inorganik bileşiklerine yönelik MET-İES’ler aşağıdaki gibidir:

Tablo 5.1

Fırın pişirme işlemlerinden kaynaklanan baca gazlarındaki gaz halindeki inorganik bileşik emisyonlarına yönelik MET-İES’ler

Parametre	Birim (günlük ortalama değer)	MET-İES ⁽¹⁾
HF olarak belirtilen florür	mg/m ³	1–10 ⁽²⁾
HCl olarak belirtilen klorür	mg/m ³	1–30 ⁽³⁾
SO ₂ olarak belirtilen SO _x	mg/m ³	<500
Hammaddedeki kükürt içeriği ≤%0,25	mg/m ³	
SO ₂ olarak belirtilen SO _x	mg/m ³	500–2.000 ⁽⁴⁾
Hammaddedeki kükürt içeriği >%0,25	mg/m ³	

⁽¹⁾ Aralıklar, hammaddelerdeki kirletici (öncülü) içeriğine bağlıdır. Hammaddelerdeki kirletici (öncülü) içeriği düşük olan seramik ürünlerin pişirme prosesleri için aralığın düşük seviyeleri MET-İES iken hammaddelerdeki kirletici (öncülü) içeriği yüksek olan seramik ürünlerin pişirme prosesleri için aralığın yüksek seviyeleri MET-İES’tir.

⁽²⁾ Hammaddenin özelliklerine bağlı olarak aralığın yüksek seviyesi, daha düşük olabilir.

⁽³⁾ Hammaddenin özelliklerine bağlı olarak aralığın yüksek seviyesi, daha düşük olabilir. Ayrıca, yüksek MET-İES, atıksuyun yeniden kullanımını engellemelidir.

⁽⁴⁾ Aralığın yüksek seviyesi, yalnızca aşırı yüksek miktarda kükürt içeriğine sahip hammaddede için geçerlidir.

(1.5) Proses Atıksuyu (Emisyonlar ve Tüketim)

MET 12: Proses optimizasyon önlemleri uygulanarak su tüketimi azaltılır.

MET 13: Proses atıksu arıtma sistemleri uygulanarak proses atıksuyu arıtılır. Bu sistemler; suyun üretim prosesinde tekrar kullanılacak veya su ortamlarına doğrudan deşarj edilecek veya kentsel atıksu kanalizasyon şebekesine dolaylı olarak deşarj edilecek şekilde yeterince temizlenmesini sağlamak için tek başına veya kombinasyon halinde uygulanabilir.

MET 14: Atıksu deşarjlarındaki kirletici emisyon yükü azaltılır. Atıksu deşarjlarına yönelik MET-İES’ler aşağıdaki gibidir:

Tablo 5.2
Atıksu deşarjlarındaki kirlletici emisyon yüklerine yönelik MET-İES'ler

Parametre	Birim	MET-İES (2 saatlik kompozit numune)
Askıda katı madde	mg/L	50,0
AOX	mg/L	0,1
Kurşun (Pb)	mg/L	0,3
Çinko (Zn)	mg/L	2,0
Kadmiyum (Cd)	mg/L	0,07

Proses suyunun %50'den fazlası üretim prosesinde yeniden kullanılıyorsa, üretim miktarı başına (kg cinsinden işlenmiş hammadde) özgül kirlletici yükünün su geri kazanım oranının %50'den az olmasıyla ortaya çıkan kirlletici yükünden yüksek olmaması koşuluyla, bu kirlleticilerin daha yüksek konsantrasyonları da MET-İES olabilir.

(1.6) Çamur

MET 15: Aşağıdaki tekniklerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak çamur geri dönüştürülür/yeniden kullanılır:

- çamur geri kazanım sistemleri,
- çamurun diğer ürünlerde yeniden kullanımı.

(1.7) Katı Proses Kayıpları/Atık

MET 16: Aşağıdaki tekniklerin bir kombinasyonu uygulanarak katı proses kayıpları/atık azaltılır:

- karıştırılmamış hammaddelerin geri beslemesi,
- kırık ürünlerin üretim prosesine geri beslemesi,
- katı proses kayıplarının diğer endüstrilerde kullanımı,
- pişirme prosesinin elektronik kontrolü,
- optimize edilmiş düzenlemelerin uygulanması.

(1.8) Gürültü

MET 17: Aşağıdaki tekniklerin bir kombinasyonu uygulanarak gürültü azaltılır:

- birimlerin etrafının kapatılması,
- birimlerin titreşim yalıtımının yapılması,
- susturucuların ve yavaş dönen fanların kullanılması,
- pencere, kapı ve gürültülü birimlerin komşulardan uzak yerlerde konumlandırılması,
- pencere ve duvarların ses yalıtımı,
- pencere ve kapıların kapatılması,
- gürültülü (açık hava) faaliyetlerinin sadece gün içinde yürütülmesi,
- tesis bakımının iyi yapılması.

(2) Sektörel MET Uygulamaları

Aksi belirtilmedikçe, bu bölümdeki Sektörel MET'ler, seramik üretimi sektöründeki aşağıdaki belirtilen ürün gruplarını üreten kapsam dahilindeki tüm tesisler için bu bölümde bahsedilen Genel MET'e ek olarak geçerlidir.

(2.1) Tuğla ve Kiremit

(2.1.1) Gaz Halindeki Bileşikler/Birincil Önlemler/Teknikler

MET 18: Fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazındaki gaz halindeki bileşik emisyonları (HF, HCl, SO_x), eğer son ürün kalitesi etkilenmiyorsa, kalsiyumca zengin katkı maddeleri eklenerek azaltılır.

(2.1.2) Uçucu Organik Bileşikler

MET 19: Ham gaz özelliklerine (örn. kompozisyon, sıcaklık) bağlı olarak ham gaz konsantrasyonu 100-150 mg/m³ değer aralığının üzerinde olan pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki uçucu organik bileşik emisyonları, tek ya da üç bölmeli ısıl reaktörde termal son yakma uygulanarak günlük ortalama toplam C değeri olarak 5-20 mg/m³'e düşürülür.

(2.2) Sırlı Kil Borular

(2.2.1) Kanalize Toz Emisyonları

MET 20: Püskürtmeli sırlama proseslerinden kaynaklanan baca gazı toz emisyonları, filtreler veya sinterlenmiş katmanlı filtreler uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak 1-10 mg/m³'e düşürülür.

(2.3) Ateşe Dayanımlı Ürünler

(2.3.1) Uçucu Organik Bileşikler

MET 21: Organik bileşiklerle işleme sonucunda oluşan düşük hacimli çıkış gazlarındaki uçucu organik bileşik emisyonları, aktif karbon filtreleri uygulanarak azaltılır.

Yüksek hacimli çıkış gazları için, organik bileşiklerle işleme sonucunda oluşan uçucu organik bileşik emisyonları, termal son yakma uygulanarak günlük ortalama toplam C değeri olarak 5-20 mg/m³'e düşürülür.

MET 22: Ham gaz özelliklerine (örn. kompozisyon, sıcaklık) bağlı olarak ham gaz konsantrasyonu 100-150 mg/m³ değer aralığının üzerinde olan pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki uçucu organik bileşik emisyonları, tek ya da üç bölmeli ısıl reaktörde termal son yakma uygulanarak günlük ortalama toplam C değeri olarak 5-20 mg/m³'e düşürülür.

(2.3.2) Katı Proses Kayıpları/Atık

MET 23: Aşağıdaki önlemlerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak şekillendirme işlemi sonucunda oluşan kullanılmış alçı kalıplar halindeki katı proses kayıpları/atık miktarı azaltılır:

- a) alçı kalıpların polimer kalıplarla ikamesi,
- b) alçı kalıpların metal kalıplarla ikamesi,
- c) vakumlu alçı karıştırıcılarının kullanımı,
- d) kullanılmış alçı kalıplarının diğer endüstrilerde yeniden kullanımı.

(2.4) Genleştirilmiş Kil Agregaları

(2.4.1) Kanalize Toz Emisyonları

MET 24: Elektrostatik filtreler veya ıslak toz ayırıcılar uygulanarak sıcak çıkış gazlarındaki baca gazı toz emisyonları, günlük ortalama değer olarak 5-50 mg/m³'e düşürülür.

(2.4.2) Gaz Halindeki Bileşikler/Birincil Önlemler/Teknikler

MET 25: Birincil önlemlerin/tekniklerin bir kombinasyonu uygulanarak döner fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki NO_x emisyonları, günlük ortalama NO₂ değeri olarak 500 mg/m³'ün altında tutulur.

(2.5) Duvar ve Zemin Karoları

(2.5.1) Kanalize Toz Emisyonları

MET 26: Püskürtmeli kurutma proseslerinden kaynaklanan kanalize toz emisyonları, torba filtreler uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak 1-30 mg/m³'e veya mevcut tesislerde, yıkama suyu yeniden kullanılabiliriyorsa, siklonlar ıslak toz ayırıcıları ile birlikte uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak 1-50 mg/m³'e düşürülür.

MET 27: Torba filtreler veya sinterlenmiş katmanlı filtreler uygulanarak püskürtmeli sırlama proseslerinden kaynaklanan baca gazı toz emisyonları, yarım saatlik ortalama değer olarak 1-10 mg/m³'e düşürülür.

(2.5.2) Fırın Pişirme Proseslerinden Kaynaklanan Toz Emisyonları

MET 28: Florürün uzaklaştırılması için de kullanılan bez filtreyle kuru baca gazı temizliği uygulanarak fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki toz (partikül madde) emisyonları, günlük ortalama değer olarak 1-5 mg/m³'e düşürülür.

(2.5.3) Gaz Halindeki Bileşikler/İkincil Önlemler/Teknikleri

MET 29: Bez filtreyle kuru baca gazı temizliği gibi uygulamalar kullanılarak, fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki HF emisyonları, günlük ortalama değer olarak 1-5 mg/m³'e düşürülür.

MET 30: Özellikle düşük baca gazı akış hızları (18.000 m³/h'in altında) ve HF haricindeki inorganik bileşiklere (SO₂, SO₃, HCl) ve tozlara yönelik düşük ham gaz konsantrasyonları için, fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki gaz halindeki inorganik bileşik emisyonları, modül adsorberler uygulanarak azaltılır.

(2.5.4) Proses Atıksuyunun Yeniden Kullanımı

MET 31: Proses optimizasyonu önlemleri ile proses atıksu arıtma sistemlerinin bir kombinasyonu uygulanarak, %50-100 arasındaki geri kazanım oranlarıyla proses atıksuyu, üretim prosesinde yeniden kullanılır.

(2.5.5) Çamurun Yeniden Kullanımı

MET 32: Proses atıksuyu arıtımından kaynaklanan çamur, uygulanabilir olduğu durumlarda çamur geri kazanım sistemleri ile seramik kütle hazırlık prosesinde, sermatik kütlelerine eklenen kuru çamur ağırlığı başına %0,4-1,5 oranında yeniden kullanılır.

(2.6) Sofra Takımları ve Dekoratif Eşyalar (Ev Kullanımına Yönelik Seramikler)

(2.6.1) Kanalize Toz Emisyonları

MET 33: Püskürtmeli kurutma proseslerinden kaynaklanan kanalize toz emisyonları, torba filtreler uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak $1-30 \text{ mg/m}^3$ 'e veya mevcut tesislerde, yıkama suyu yeniden kullanılabiliriyorsa, siklonlar ıslak toz ayırıcıları ile birlikte uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak $1-50 \text{ mg/m}^3$ 'e düşürülür.

MET 34: Torba filtreler veya sinterlenmiş katmanlı filtreler uygulanarak püskürtmeli sırlama proseslerinden kaynaklanan baca gazı toz emisyonları, yarım saatlik ortalama değer olarak $1-10 \text{ mg/m}^3$ 'e düşürülür.

(2.6.2) Gaz Halindeki Bileşikler/İkincil Önlemler/Teknikler

MET 35: Özellikle düşük baca gazı akış hızları ($18.000 \text{ m}^3/\text{h}$ 'in altında) ve HF haricindeki inorganik bileşiklere (SO_2 , SO_3 , HCl) ve tozlara yönelik düşük ham gaz konsantrasyonları için, fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki gaz halindeki inorganik bileşik emisyonları, modül adsorberler uygulanarak azaltılır.

(2.6.3) Proses Atıksuyunun Yeniden Kullanımı

MET 36: Proses optimizasyonu önlemleri ile proses atıksu arıtma sistemlerinin bir kombinasyonu uygulanarak, %30-50 arasındaki geri kazanım oranlarıyla proses atıksuyu, üretim prosesinde yeniden kullanılır.

(2.6.4) Katı Proses Kayıpları/Atık

MET 37: Aşağıdaki önlemlerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak şekillendirme işlemi sonucunda oluşan kullanılmış alçı kalıplar halindeki katı proses kayıpları/atık miktarı azaltılır:

- a) alçı kalıpların polimer kalıplarla ikamesi,
- b) alçı kalıpların metal kalıplarla ikamesi,
- c) vakumlu alçı karıştırıcılarının kullanımı,
- d) kullanılmış alçı kalıplarının diğer endüstrilerde yeniden kullanımı.

(2.7) Sıhhi Tesisat Gereçleri

(2.7.1) Kanalize Toz Emisyonları

MET 38: Püskürtmeli sırlama proseslerinden kaynaklanan kanalize toz emisyonları, torba filtreler veya sinterlenmiş katmanlı filtreler uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak $1-10 \text{ mg/m}^3$ 'e düşürülür.

(2.7.2) Gaz Halindeki Bileşikler/İkincil Önlemler/Teknikler

MET 39: Özellikle düşük baca gazı akış hızları ($18.000 \text{ m}^3/\text{h}$ 'in altında) ve HF haricindeki inorganik bileşiklere (SO_2 , SO_3 , HCl) ve tozlara yönelik düşük ham gaz konsantrasyonları için, fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki gaz halindeki inorganik bileşik emisyonları, modül adsorberler uygulanarak azaltılır.

(2.7.3) Proses Atıksuyunun Yeniden Kullanımı

MET 40: Proses optimizasyonu önlemleri ile proses atıksu arıtma sistemlerinin bir kombinasyonu uygulanarak, %30-50 arasındaki geri kazanım oranlarıyla proses atıksuyu, üretim prosesinde yeniden kullanılır.

(2.7.4) Katı Proses Kayıpları/Atık

MET 41: Aşağıdaki önlemlerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak şekillendirme işlemi sonucunda oluşan kullanılmış alçı kalıplar halindeki katı proses kayıpları/atık miktarı azaltılır:

- a) alçı kalıpların polimer kalıplarla ikamesi,
- b) alçı kalıpların metal kalıplarla ikamesi,
- c) vakumlu alçı karıştırıcılarının kullanımı,
- d) kullanılmış alçı kalıplarının diğer endüstrilerde yeniden kullanımı.

(2.8) Teknik Seramikler

(2.8.1) Kanalize Toz Emisyonları

MET 42: Püskürtmeli kurutma proseslerinden kaynaklanan kanalize toz emisyonları, torba filtreler uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak $1-30 \text{ mg}/\text{m}^3$ 'e veya mevcut tesislerde, yıkama suyu yeniden kullanılabiliriyorsa, siklonlar ıslak toz ayırıcıları ile birlikte uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak $1-50 \text{ mg}/\text{m}^3$ 'e düşürülür.

MET 43: Püskürtmeli sırlama proseslerinden kaynaklanan kanalize toz emisyonları, torba filtreler veya sinterlenmiş katmanlı filtreler uygulanarak yarım saatlik ortalama değer olarak $1-10 \text{ mg}/\text{m}^3$ 'e düşürülür.

(2.8.2) Gaz Halindeki Bileşikler/İkincil Önlemler/Teknikler

MET 44: Özellikle düşük baca gazı akış hızları ($18.000 \text{ m}^3/\text{h}$ 'in altında) ve HF haricindeki inorganik bileşiklere (SO_2 , SO_3 , HCl) ve tozlara yönelik düşük ham gaz konsantrasyonları için, fırın pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki gaz halindeki inorganik bileşik emisyonları, modül adsorberler uygulanarak azaltılır.

(2.8.3) Uçucu Organik Bileşikler

MET 45: Ham gaz özelliklerine (örn. kompozisyon, sıcaklık) bağlı olarak ham gaz konsantrasyonu $100-150 \text{ mg}/\text{m}^3$ değer aralığının üzerinde olan pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki uçucu organik bileşik emisyonları, tek ya da üç bölmeli ısıl reaktörde termal son yakma uygulanarak günlük ortalama toplam C değeri olarak $5-20 \text{ mg}/\text{m}^3$ 'e düşürülür.

(2.8.4) Katı Proses Kayıpları/Atık

MET 46: Aşağıdaki önlemlerin biri veya bir kombinasyonu uygulanarak şekillendirme işlemi sonucunda oluşan kullanılmış alçı kalıplar halindeki katı proses kayıpları/atık miktarı azaltılır:

- a) alçı kalıpların polimer kalıplarla ikamesi,
- b) alçı kalıpların metal kalıplarla ikamesi,
- c) vakumlu alçı karıştırıcılarının kullanımı,
- d) kullanılmış alçı kalıplarının diğer endüstrilerde yeniden kullanımı.

(2.9) İnorganik Silme Taşları

(2.9.1) Uçucu Organik Bileşikler

MET 47: Ham gaz özelliklerine (örn. kompozisyon, sıcaklık) bağlı olarak ham gaz konsantrasyonu $100-150 \text{ mg/m}^3$ değer aralığının üzerinde olan pişirme proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki uçucu organik bileşik emisyonları, tek ya da üç bölmeli ısı reaktörde termal son yanma uygulanarak günlük ortalama toplam C değeri olarak $5-20 \text{ mg/m}^3$ 'e düşürülür.