

Öncelikli Sektörlerde KOK Emisyonlarının Kontrolü - BAT/BEP Uygulamaları I

Prof. Dr. Ülkü Yetiş
ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü

İçerik

- **Stockholm Sözleşmesi – BAT/BEP Uygulama Takvimi**
- **Öncelikli Sektörler**
- **Metalurji Sektörü Termal Prosesler – Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II**
 - Sektörlerdeki Kasıtsız KOK Emisyon Kaynakları
 - Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri
 - AB Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (2010/75/EU) BAT Sonuçları ve Emisyon Limit Değerleri

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Kılavuzları

GUIDELINES ON BEST AVAILABLE TECHNIQUES AND PROVISIONAL GUIDANCE ON BEST ENVIRONMENTAL PRACTICES

**relevant to Article 5 and Annex C
of the Stockholm Convention on
Persistent Organic Pollutants**

Stockholm Sözleşmesi - BAT/BEP Uygulama Takvimi

1. Adım – Taraflar için Sözleşme yürürlüğe girdikten 2 yıl sonra:

- Ek C’de listelenen KOK’ların azaltımı ve ortadan kaldırılması için eylem planlarının hazırlanması (envanter, öncelikli kaynak kategorilerinin belirlenmesi, kılavuzlar doğrultusunda strateji ve önlemlerin değerlendirilmesi)

Stockholm Sözleşmesi - BAT/BEP

Uygulama Takvimi

2. Adım – Taraflar için Sözleşme yürürlüğe girdikten 4 yıl sonra:

- Öncelikli sektörlerdeki yeni tesisler için BAT uyum zorunluluğu (*'require use of BAT for the identified priority source categories'*)
- Yeni tesisler için BEP'in yaygınlaştırılması (*'promote use of BEP'*)
- Öncelikli sektörlerdeki eski tesisler için BAT/BEP yaygınlaştırılması (*'promote use of BAT/BEP for the identified priority source categories'*)

Stockholm Sözleşmesi - BAT/BEP Uygulama Takvimi

- Stockholm Sözleşmesi 12 Ocak 2010'da yürürlüğe girdi
- Türkiye Ulusal Uygulama Planı (UUP) 2011'de yayınlandı
 - 17 adet strateji
 - 127 adet eylem planı
- 2. UUP (taslak) Nisan 2015'te yayınlandı

(<http://www.csb.gov.tr/projeler/kok/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=14751>)

Kasıtsız KOK Envanteri (2.UUP)

Grup	Kaynak Grupları	Yıllık Salm (g TEQ y ⁻¹)				
		Hava	Su	Toprak	Ürün	Kalıntı
1	Atık Yakma	62.8	0.0	0.0	0.0	1.3
2	Demir ve Demir-Dışı Metal Üretimi	624.7	0.0	0.0	0.0	675.4
3	Isı ve Enerji Üretimi	59	0.0	0.0	0.0	13
4	Madeni Ürünlerin Üretimi	10	0.0	0.0	0.3	0.1
5	Ulaşım	21.5	0.0	0.0	0.0	0.0
6	Açık Yakma Prosesleri	151	0.0	96	0.0	0.0
7	Kimyasalların ve Tüketim Mallarının Üretimi	0.0	5.3	0.0	72.5	23.3
8	Diğer	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
9	Bertaraf	0.0	6.5	0.0	2.2	180
10	Potansiyel Kirlı Bölgelerin Belirlenmesi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1-10	Toplam	929	11.8	96	75	893.2
	Genel Toplam	2005				

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

- Kasıtsız KOK emisyon kaynakları
- «Göreceli olarak yüksek oranda emisyon ve salınım potansiyeli olan sektörler»
 - (i) İkincil Bakır Üretimi
 - (ii) Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri
 - (iii) İkincil Alüminyum Üretimi
 - (iv) İkincil Çinko Üretimi
- Ek C Bölüm II altında 4 ana sektör:
 - Atık yakma tesisleri
 - Tehlikeli atık yakan çimeler
 - Klor kullanan kağıt hamurları
 - Metalurji Sektörü Termal Prosesler

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm III

Ek C Bölüm III altında 13 ana sektör:

- Atıkların açık alanda yakılması
- Metalurji Sektörü Termal Prosesler
- Tekstil ve Deri Boyama (Chloranil ile) ve Bitirme İşlemleri
- Atık Yağ Rafinerileri
- Fosil Yakıtların Kullanıldığı Endüstriyel Kazanlar
- Klorofenol ve kloranil üretenler başta olmak üzere kimyasal üretim tesisleri
- Ağaç ve Diğer Biyokütle Yakan Tesisler
- Krematoryum
- Kurşunlu benzin yakan motorlu taşıtlar
- Bakır kabloların geri kazanımı
- ve diğerleri

Sözleşme Annex C, Part V

Genel BAT/BEP Kılavuzu

Önlemeye yönelik Genel BAT/BEP

- Az atık üreten teknolojiler
- Daha az tehlikeli kimyasalların kullanımı
- Geri kazanım/geri kullanım pratiklerinin uygulanması
- KOK nitelikli ya da KOK oluşumuna yol açan kimyasalların değiştirilmesi
- İyi bakım uygulama programları
- Atık yönetiminin atıkların açıkta kontrolsüz yakılmasını önleyecek biçimde iyileştirilmesi
- Yeni atık bertaraf tesislerine yönelik kararlarda, atık yönetim hiyerarşisinin ve halk sağlığı hususlarının göz önünde bulundurulması
- Üründe kontaminasyon olarak bulunan KOK'ları en aza indirilmesi
- Elementel klor kullanımının önlenmesi

Sözleşme Annex C, Part V

Genel BAT/BEP Kılavuzu

BAT/BEP seçiminde göz önüne alınacak genel hususlar:

- Kaynağın büyüklüğü
- İşletmeye alınma tarihi (mevcut veya yeni)
- O BAT için gereken zaman
- Hammadde tipi ve kullanımı, enerji verimliliği
- Yol açılacak çevresel risklerin ve etkilerin önlenmesi ya da azaltılması gereksinimi
- Olası kazaların ve etkilerinin önlenmesi ihtiyacı
- İş sağlığı ve güvenliği
- İlişkin başarılı uygulamalar
- Teknolojik gelişmeler

Sözleşme Annex C, Part V

Genel BAT/BEP Kılavuzu

BAT/BEP seçiminde göz önüne alınacak genel salım azaltım tedbirleri:

- Baca gazları için termal veya katalitik oksidasyon vb teknolojilerin kullanımı
- Tüm atık/artık/atıksuların inert hale getiren termal arıtma ya da toksik olmayan hale getiren kimyasal proseslerle arıtılması
- Salımları önleyecek ya da en aza indirecek proses değişikliklerinin uygulanması
- Proses tasarımlarının yanmayı iyileştirecek ve KOK oluşumunu engelleyecek şekilde geliştirilmesi (3 T's)

Seçilmiş Sektörlerde BAT/BEP Uygulamaları

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Bakır Üretimi

- **İkincil bakır üretim süreçleri:**
 - Hurda toplama (bakır hurda, bilgisayar ve elektronik hurda, vb.)
 - Hurda ayırma, hazırlama ve ön-işlemler
 - Ergitme
 - Alaşımlandırma
 - Döküm

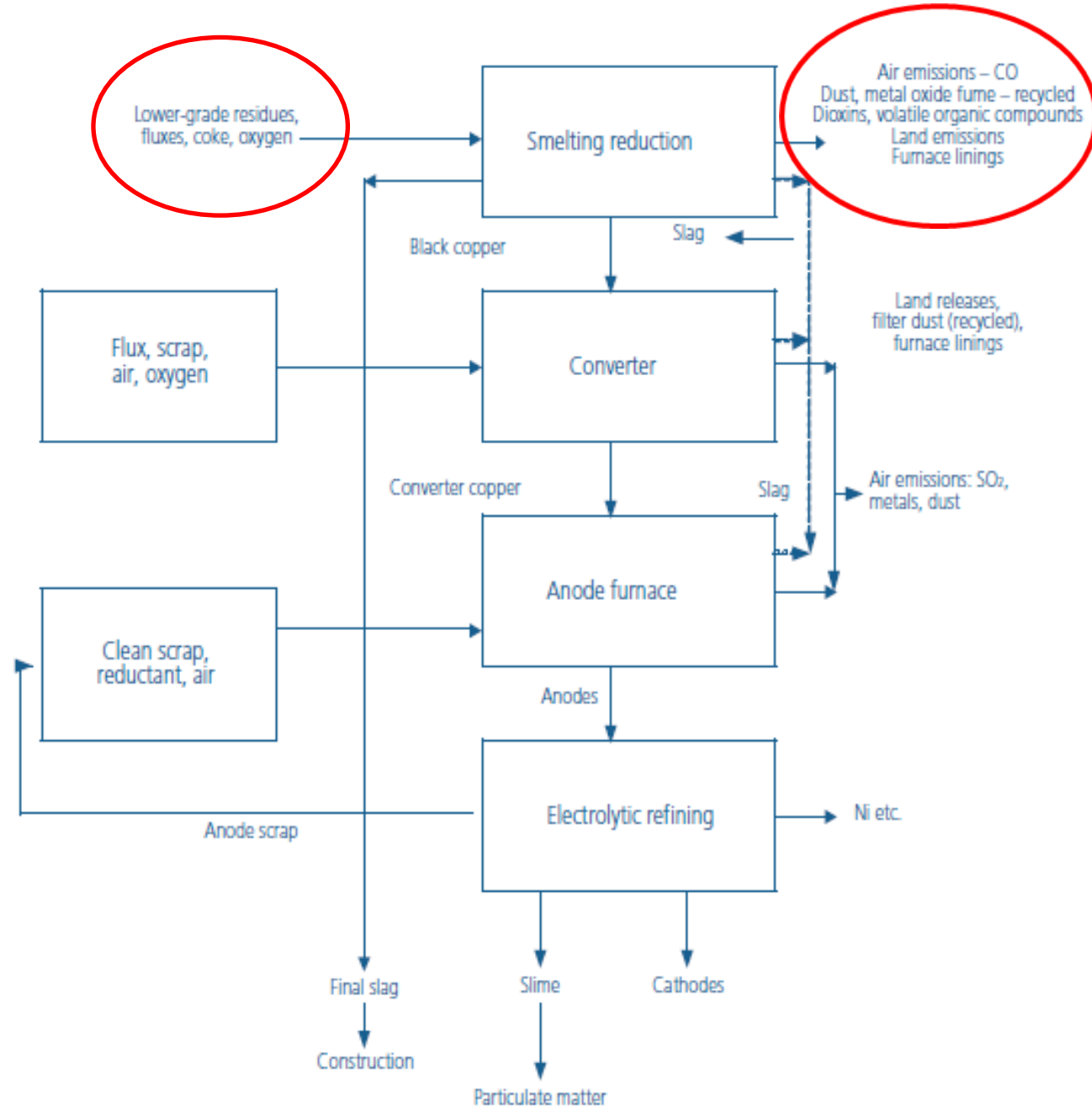
İkincil Bakır Üretimi

Girdiler

Kaplama veya yağ içeren hurda bakır, hurda bilgisayar vb.

GİRDİLER

POTANSİYEL ÇIKTILAR



Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Bakır Üretimi

PCDD/F Emisyon Kaynakları:

- Katalitik metallerin varlığı
- Kirli hurda malzemeler (yağ, plastik ve kaplama içeren)
- 250°C-500°C aralığında eksik yanma

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Bakır Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- Birincil Önlemler – Proses içi
- İkincil Önlemler – Boru Sonu

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Bakır Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- **Birincil Önlemler – Proses içi**
 - i. Hurdanın önceden ayrıştırılması
 - Proses girdilerinden yağın uzaklaştırılması, kablolardan plastiklerin ayrıştırılması, vb.
 - ii. Etkin proses kontrolü
 - Fırın sıcaklığının 850°C ve üzerinde tutulması
 - PCDD/F emisyonlarının azaltılması için optimum proses parametrelerinin sürekli izlenmesi

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Bakır Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

• İkincil Önlemler – Boru Sonu

- i. Kaçak (fugitive) emisyonların kontrolü
- ii. Yüksek verimlilikte toz giderimi
 - Ergitme sırasında yüksek miktarda çıkan partikül maddenin giderimi (yüzey alanında kasıtsız KOK oluşumu ve adsorblanması)
 - Toplanan partikül madde PCDD/F'lerin ortadan kaldırılması için yüksek sıcaklıkta fırınlarda arıtılmalı
- iii. Post-yakma
 - Minimum 950°C sıcaklıkta organiklerin tam yanması
- iv. Aktif karbon ile adsorpsiyon
 - Karbon kolonları veya karbon parçacıklarının atık gaza enjekte edilip gazın daha sonra arıtılması

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II İkincil Bakır Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

BAT/BEP uygulamaları ile erişilecek PCDD/F emisyon değeri $< 0.5 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3$

Yerel mevzuattan daha yüksek değerler BAT/BEP uyumlu emisyon olarak kabul edilebiliyor.

En güncel BAT-AEL değerleri için AB Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (2010/75/EU) kapsamında yayınlanan BAT Sonuçları ele alınmalıdır.

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

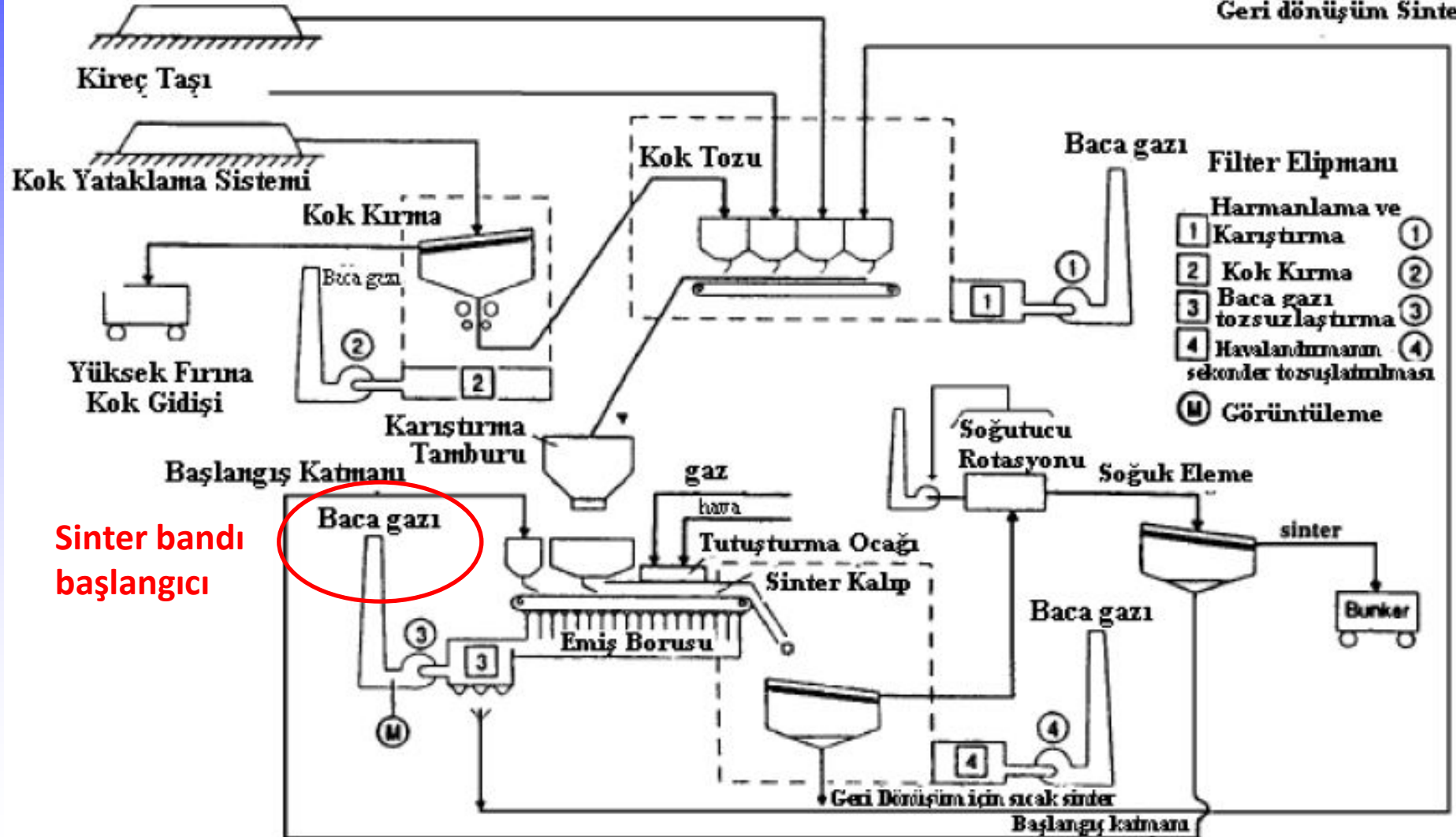
Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri

- Demir üretimde ön işlem aşaması
- İnce demir cevheri flaks, kok veya kömür ile ısıtılır ve sinter üretilir

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri

Demir Cevheri Yataklama Sistemi

Geri dönüşüm Sinteri



Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri

PCDD/F Emisyon Kaynakları:

- Sinter bandı başlangıcında PCDD/F oluşumu
- De novo sentezi
- Sinter tesisi atık gazlarında PCDF baskındır!
- Sinter beslemede karbon ve klor içeriği yüksekse PCDD/F oluşumu da yüksek olur!

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- Proses alternatifleri
- Birincil Önlemler – Proses içi
- İkincil Önlemler – Boru Sonu

Stockholm Sözleşmesi

Demir-Çelik Sanayi

Stockholm Sözleşmesi

• Proses Alternatifleri

i. Direkt indirgeme

- Circored® ve Circofer® prosesleri
- Tecnored®
- Hismelt demir üretimi

ii. Direkt ergitme

- Teknikler gelişme aşamasında

- İki aşamalı akışkan yatak prosesi
- Avantajları:
 - Düşük kalite Fe
 - İyi kütle ve ısı transfer koşulları
 - Düşük işletme ve ilk yatırım maliyeti

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- **Birincil Önlemler – Proses içi**

- i. Sinter bandının kararlı ve tutarlı işletilmesi

- PCDD/F salımları sinter bandında gerçekleştiği için herhangi bir işletim sorunu salımların artmasına sebep oluyor

- ii. Sürekli parametre izleme

- Optimum işletme koşullarını sağlamak için
 - Baca gazı emisyonları ile doğrudan ilişkili parametrelerin izlenmesi (ör. sinter bandı hızı, basınç düşüşü vb.)
 - Tesise özel izleme planı yapılmalı

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

• Birincil Önlemler – Proses içi

iii. Atık gazın geri sirkülasyonu

- Sinter bandının tümünden çıkan atık gazın bir kısmı veya sinter bandında belli bölümden çıkan atık gaz

iv. Hammadde seçimi ve hazırlığı

- Sinter bandı girişinde istenmeyen maddeler azaltılmalı (kontamine olmuş malzeme, yağ içeriği vb.)

v. Üre enjeksiyonu

- Testler sonucunda az miktarda üre enjeksiyonu ile %50 oranında PCDD/F salımında azaltım gözlemlendi
- Avrupa'da tesis ölçeğinde uygulanmamakta

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- **İkincil Önlemler – Boru Sonu**
 - i. Adsorpsiyon/absorpsiyon ve yüksek verimde tozsuzlaştırma
 - ii. İnce ıslak tip toz tutma (fine wet scrubbing)
- **İkincil Önlemler – Genel (Boru Sonu ile birlikte uygulama)**
 - i. Sinter atık gazlarından partikül maddelerin giderimi
 - ii. Sinter bandının üstünü kapama

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

BAT/BEP uygulamaları ile erilişecek PCDD/F emisyon değeri < 0.2 ng I-TEQ/Nm³

Yerel mevzuattan daha yüksek değerler BAT/BEP uyumlu emisyon olarak kabul edilebiliyor.

**AB Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (2010/75/EU)
kapsamında demir-çelik sektörü için yayınlanan BAT
Sonuçları**

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II Demir-Çelik Sanayi Sinter Tesisleri

AB Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (2010/75/EU) kapsamında demir-çelik sektörü için yayınlanan BAT Sonuçları

BAT/BEP uygulamaları ile erilişecek PCDD/F emisyon değeri:

< 0.05 - 0.2 ng I-TEQ/Nm³ (torba filtre)

< 0.2 – 0.4 ng I-TEQ/Nm³ (ileri elektrostatik çökeltici)

Yerel mevzuattan daha yüksek değerler BAT/BEP uyumlu emisyon olarak kabul edilebiliyor.

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Alüminyum Üretimi

- Alüminyum “yenilenebilir” bir malzeme
- 1 ton alüminyum hurda yeniden üretim sürecine sokularak, yaklaşık olarak (hurda hazırlama ve ergitme kayıpları nedeni ile) 0.9 ton yeni alüminyum malzeme üretilebilir
- En kritik konu → Hurda kalitesi ve bulunabilirliği

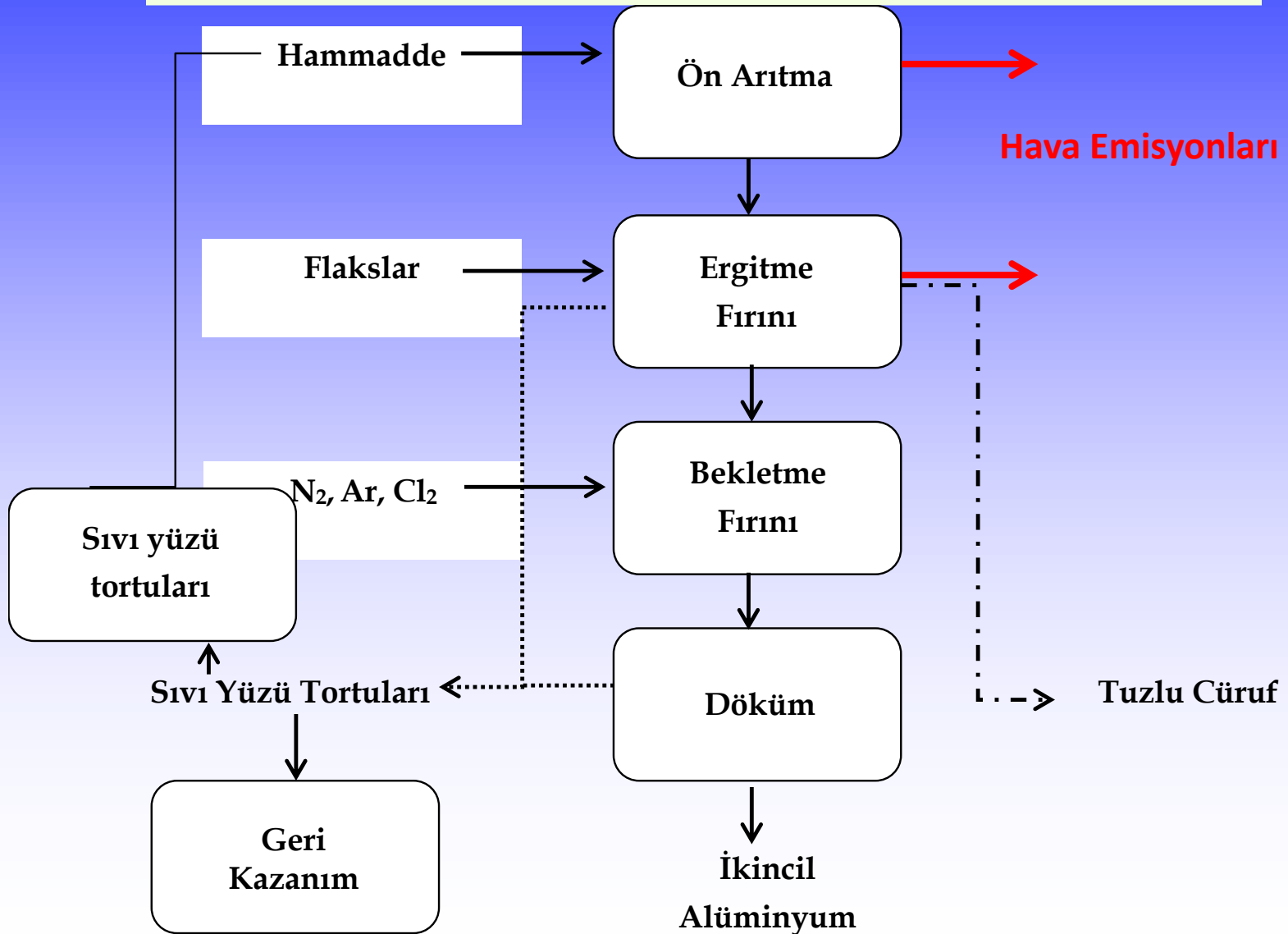
Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Alüminyum Üretimi

- İkincil Al üretim süreci:
 - Ön Arıtma
 - Hurda toplama
 - Hurda ayırma, hazırlama ve ön-işlemler
 - Ergitme
 - Alaşımlandırma
 - Metal rafinasyonu
 - Döküm
 - Curuf temizleme ve curuf değerlendirme

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Alüminyum Üretimi



Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Alüminyum Üretimi

PCDD/F Emisyon Kaynakları:

- Yetersiz yanma
- De novo sentezi (girdiler içerisinde organik ve klor, yağ, plastik varsa)

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Alüminyum Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- Birincil Önlemler – Proses içi
- İkincil Önlemler – Boru Sonu

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Alüminyum Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- **Birincil Önlemler – Proses içi**
 - i. Proses girdilerinin önceden ayrıştırılması
 - Yağ, organik madde, plastik, klor içeriği engellenmeli
 - Hurda malzeme önişlem ile temizlenmeli
 - ii. Etkin proses kontrolü
 - Fırın sıcaklığının 850°C üzerinde tutulması
 - Proses parametrelerin izlenmesi
 - iii. Ergitmede magnezyum giderilmesi (demagging)
 - Yöntemin dikkatlice değerlendirilmesi gerekiyor (sağlık ve güvenlik, çevresel hususlar söz konusu)

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Alüminyum Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- **İkincil Önlemler – Boru Sonu**
 - i. Gaz toplama
 - ii. Yüksek verimli toz giderimi
 - iii. Post-yakma
 - iv. Aktif karbon adsorpsiyonu
 - v. Katalizör kaplı filtre

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II İkincil Alüminyum Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

BAT/BEP uygulamaları ile erilişecek PCDD/F
emisyon değeri $< 0.5 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3$

Yerel mevzuattan daha yüksek değerler BAT/BEP
uyumlu emisyon olarak kabul edilebiliyor.

En güncel BAT-AEL değerleri için AB Endüstriyel
Emisyonlar Direktifi (2010/75/EU) kapsamında
yayınlanan BAT Sonuçları ele alınmalıdır.

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Çinko Üretimi

İkincil çinko üretim süreçleri:

- Girdi ayırma işlemi
- Ön-işlem ve temizlik
- Kırma
- Isıtma (hurda malzeme fırınlarda önce 364°C'ye ısıtılıyor)
- Ergitme
- Rafinasyon
- Distilasyon
- Alaşımlandırma

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Çinko Üretimi

İkincil çinko üretimi için hammaddeler:

- galvaniz drosu
- pres döküm artıkları
- köpük veya çinko külü
- çinko oksit tozu
- kimyasal artıklar
- alaşım tozları
- klişe artıkları, çinko kırıntıları ve diğer hurda çinko malzeme artıkları

İkincil Çinko Üretimi

Üç temel aşama:

1. Ön işlem

- Sınıflandırma
- Temizleme
- Öğütme/eleme
- Yoğuşturma (360-370°C)
- Liç (sodyum karbonat ile)

2. Ergitme "Farklı fırın teknolojileri"

3. Rafinasyon (982 - 1249°C)

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Çinko Üretimi

PCDD/F Emisyon Kaynakları:

- Kirli proses girdisi (ör. elektrik ark ocağı tozu)
- Yetersiz yanma
- De novo sentezi (yanmamış organikler ve klorlu bileşikler)

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Çinko Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- Birincil Önlemler – Proses içi
- İkincil Önlemler – Boru Sonu

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Çinko Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- **Birincil Önlemler – Proses içi**
 - i. Proses girdilerinin önceden ayrıştırılması
 - Elektrik ark ocağı ve bakır işlemeden gelen kontamine olmuş tozlar
 - Çinko hurda içindeki yağ, boya, plastik ayrıştırılmalı
 - ii. Etkin proses kontrolü
 - Fırın sıcaklığının 850°C üzerinde tutulması
 - Proses parametrelerin izlenmesi

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II

İkincil Çinko Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

- **İkincil Önlemler – Boru Sonu**
 - i. Gaz toplama
 - ii. Yüksek verimli toz giderimi
 - iii. Post-yakma
 - iv. Aktif karbon adsorpsiyonu

Stockholm Sözleşmesi Ek C Bölüm II İkincil Çinko Üretimi

Stockholm Sözleşmesi BAT/BEP Önerileri

BAT/BEP uygulamaları ile erilişecek PCDD/F
emisyon değeri $< 0.5 \text{ ng I-TEQ/Nm}^3$

Yerel mevzuattan daha yüksek değerler BAT/BEP
uyumlu emisyon olarak kabul edilebiliyor.

En güncel BAT-AEL değerleri için AB Endüstriyel
Emisyonlar Direktifi (2010/75/EU) kapsamında
yayınlanan BAT Sonuçları ele alınmalıdır.

TEŞEKKÜRLER