



Entegre Demir Çelik Üretimi

SEKTÖREL UYGULAMA KILAVUZU
(TASLAK)

*Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik
Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi*

İçindekiler

1. GİRİŞ.....	1
2. ENTEGRE TESİSLERDE DEMİR-ÇELİK ÜRETİMİ	2
2.1. Hammadde ve ara ürün taşıma ve depolama	2
2.2. Kok Fabrikası	3
2.3. Sinter Tesisleri	4
2.4. Yüksek Fırınlr.....	5
2.5. Çelikhane (Bazik Oksijen Fırını).....	6
2.6. Pota ocakları (İkincil metalürji tesisleri)	8
2.7. Sürekli Döküm Tesisleri	8
2.8. Haddehaneler	8
2.9. Enerji Üretim Tesisleri	8
3. EMİSYON KAYNAKLARI	9
3.1. Hammadde/Ara Ürün Taşıma ve Depolama	9
3.2. Kok Fabrikası	9
3.3. Sinter Fabrikası	11
3.4. Yüksek Fırınlr.....	11
3.5. Bazik Oksijen Fırını (BOF).....	14
3.6. Pota Ocakları (İkincil Metalürji Tesisleri)	15
3.7. Sürekli Döküm Tesisleri	15
3.8. Kaçak Emisyonlar	16
3.9. Haddehaneler	16
3.10. Enerji Üretim Tesisleri	16
4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ.....	17
4.1. Hammadde/Ara Ürün Taşıma ve Depolama	17
4.2. Kok Fırınları	17
4.3. Sinter Tesisleri	18
4.4. Yüksek Fırınlr.....	19
4.5. Bazik Oksijen Fırını.....	20

4.6. Enerji Üretim Tesisleri	22
5. ÖLÇÜM VE İZLEME	24
6. KAYNAKLAR.....	25

TASLAK

1. GİRİŞ

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı için hazırlanan ve T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenen “Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi” kapsamında hazırlanan bu Sektörel Uygulama Kılavuzları dizisi, sanayi tesislerindeki emisyon kaynaklarının ve bu kaynaklardan atmosfere verilen emisyonların belirlenmesi, emisyonların ölçümü ve izlenmesi ile bu emisyonların önlenmesi/azaltılması amacıyla ilgili sanayi tesisi çalışanları ve Bakanlık çalışanlarına yol gösterici olması amacıyla hazırlanmıştır. Bu kılavuzlarla;

- Bakanlık merkez ve taşra teşkilatları tarafından yürütülen tesis inceleme, kontrol ve denetim işlemlerinin kolaylaştırılması ve ülke çapında eş uygulamanın sağlanması,
- Sektördeki tesisler ile bunlara ölçüm hizmeti veren kurum ve kuruluşların ölçüm/izleme çalışmalarında uygulama birliğinin sağlanması,
- Tesislerin izin ve denetim süreçlerinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na yapacakları beyanlarda veri kalitesinin yükseltilmesi,
- Tesislere emisyon azaltma ve kontrol çalışmalarında yardımcı olunması hedeflenmektedir.

Cevherden çelik üreten entegre demir çelik tesislerini ele alan bu kılavuz kapsamında, öncelikle sektörde yaygın olarak kullanılan üretim süreçleri tanıtılmış, daha sonra bu süreçlerde emisyon oluşumuna neden olan kaynaklar belirlenmiş, emisyonların ölçümü ve izlenmesi ile emisyon azaltım teknikleri konusunda bilgiler verilmiştir.

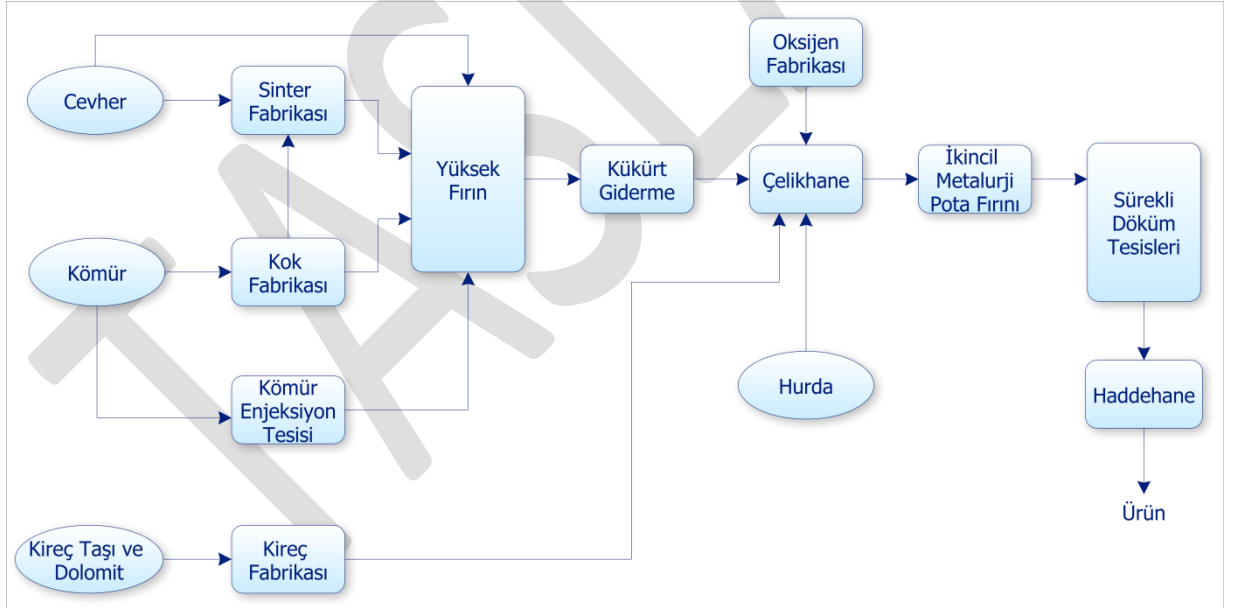
2. ENTEGRE TESİSLERDE DEMİR-ÇELİK ÜRETİMİ

Demir çelik üretim teknolojisi hammaddeden yarı mamul çelik üretimine kadar uzanan kademeleri içermektedir. Entegre Demir Çelik Tesisleri, hammadde olarak demir cevherinin kullanılarak önce pik ve sıvı çeliğin sonrasında nihai ürünlerin üretildiği tesislerdir. Bazı demir çelik tesislerinde cevherin yanısıra hurda metaller de kullanılmaktadır.

Entegre Demir Çelik Tesislerine ait üretim akım şeması Şekil 1’de verilmektedir. Bu tesisler;

- Kok fabrikası
- Sinter fabrikası
- Yüksek fırınlar
- Çelikhane (Bazik oksijen fırını)
- Pota ocakları (İkincil metalürji tesisleri)
- Sürekli döküm tesisleri
- Haddehane
- Enerji üretim tesisleri

gibi her biri ayrı fabrika olan tesisleri barındırmakta olup bunların üretim süreçleri aşağıda tanıtılmıştır.



Şekil 1. Entegre demir çelik tesisi proses akım şeması

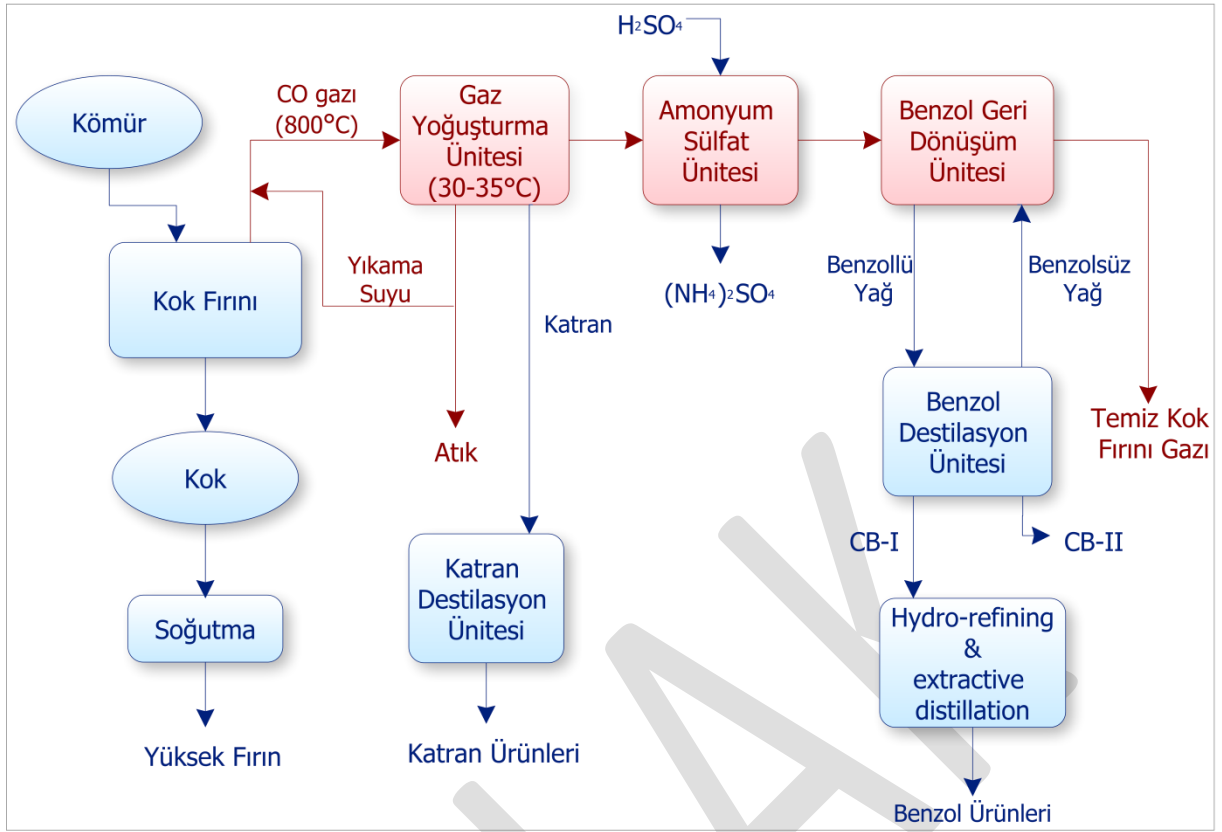
2.1. Hammadde ve ara ürün taşıma ve depolama

Entegre demir-çelik tesislerinde kullanılan ham maddeler demir cevheri, hurda, kömür, kireç ve kireç taşı, katkı maddeleri, yardımcı maddeler, yan ürünler ve atıklar gibi proses çıktılarıdır. Bu malzemeler, tesislere dökme yük olarak karayolu, demiryolu ve denizyolu aracılığı ile ulaştırılmaktadır. Genellikle stok sahasında veya silolarda depolanarak konveyör

bantlar aracılığı ile ilgili proseslere iletilmektedirler. Üretim aşamasında yerli veya ithal kömür ve demir cevheri kullanılmaktadır. Hammaddenin tesislere getirilmesiyle birlikte üretim süreci başlamış olur. Tesiste yüksek fırın prosesinden önce gerçekleştirilen cevher hazırlama işlemlerinin amacı, hammadde şartlarının iyileştirilmesi bunun sonucunda da yüksek fırın verimini arttırarak daha ucuza sıvı demir üretmektir.

2.2. Kok Fabrikası

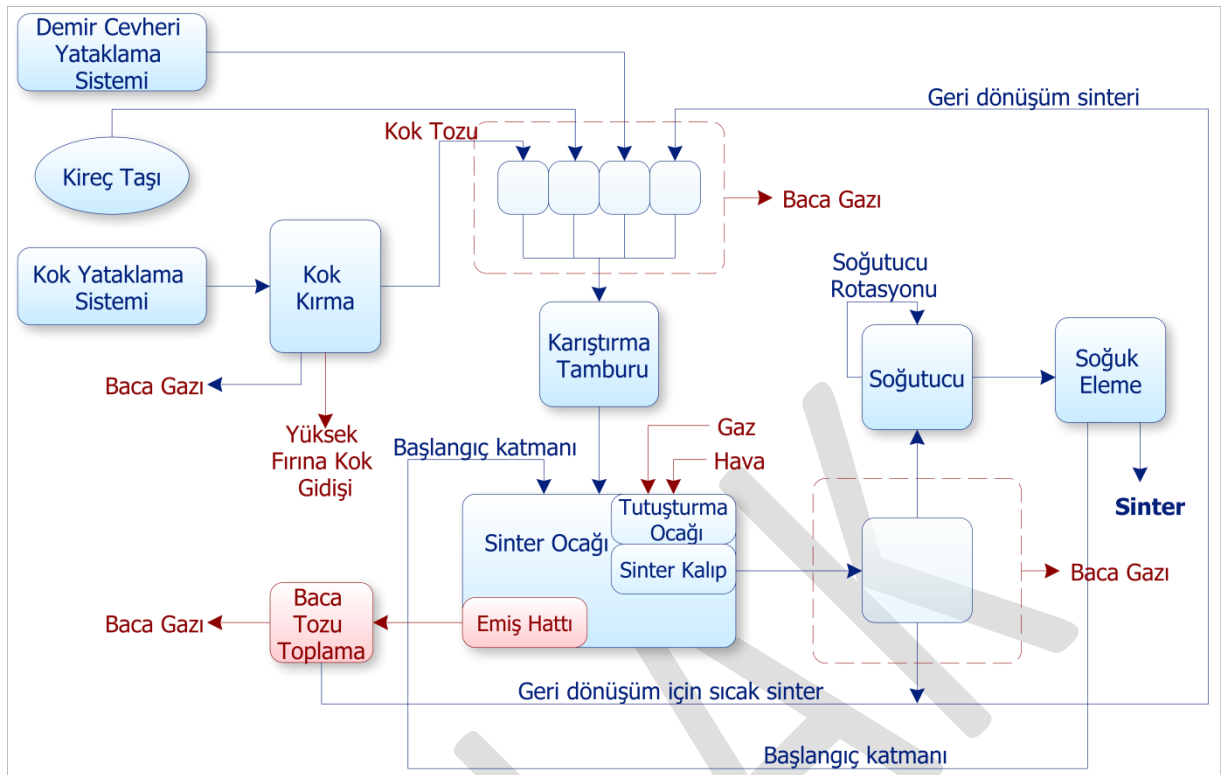
Kok tesisleri, koklaşabilir nitelikteki taş kömürünün, yüksek fırınların enerji ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla metalürjik koka dönüştürüldüğü tesislerdir. Deniz ve kara yoluyla gelen koklaşabilir nitelikteki kömürler sahada stoklanır. Bant konveyörleri ile kömür kırıcıya iletilerek yaklaşık 3,15 mm tanecik boyutuna kırıldıktan sonra karıştırma silolarında depolanmaktadır. Her bir silonun altındaki bant kantarları vasıtasıyla tartılan kömürler miksera sevk edilerek harmanlanmaktadır. Elde edilen kömür harmanı yine konveyör aracılığıyla kok bataryaları üzerinde bulunan batarya silosuna sevk edilmektedir. Kömür, fırınlara şarj edilerek yüksek sıcaklıkta ve oksijensiz ortamda yapısında bulunan uçucu maddeler uzaklaştırılarak koka dönüştürülür. Koklaşma proseslerinde yaygın olarak konvansiyonel, dikey kamaralı ve endirekt ısıtma yapan fırınlar kullanılmaktadır. Bu fırınlarının doldurulması genellikle üst taraftan serbest düşme ile yapılmakta olup ısıtma işlemi fırının dışarıdan kok gazı ve yüksek fırın gazı kullanılarak yaklaşık 1300 °C' ye ısıtılması ile sağlanmaktadır. Doldurulduktan sonra süngü ile şarj yüzeyi düzeltilen fırında koklaşma işlemi yaklaşık 18 saat sürmektedir. Bu işlemin ardından elde edilen kok, söndürme kulelerinde suyla söndürülmekte olup kırma-eleme işleminden sonra metalürjik kok elde edilmektedir. Elek altı, kok tozu olarak adlandırılmakta olup sinter fabrikasına gönderilmektedir. Koklaşma prosesi sırasında oluşan ham kok gazının yapısında bulunan ağır karbonların ayrıştırılması için tali mahsuller tesisine gönderilmektedir. Kok gazının bünyesindeki katranın büyük kısmı, batarya çıkışında amonyaklı su ile yıkanarak kok gazından ayrıştırılmakta olup kalan katran ilk soğutucular, egzosterler ve elektrofiltrelerde ayrıştırılarak dekanterlerde toplanmaktadır. Katran ayrıştırmanın ardından kok gazının yapısından sırasıyla naftalin, amonyak ve benzol uzaklaştırılır. Temiz kok gazı busterler vasıtası ile kullanıcı ünitelere sevk edilir. Bu proses sonucunda katran, ham benzol, amonyum sülfat ve kok gazı yan ürün olarak elde edilmektedir. Kok gazı, kok bataryaları, yüksek fırınlar, kuvvet santrali, sıcak haddehaneler ve diğer ünitelerde doğalgaza ikame olarak kullanılmaktadır. Şekil 2'de kok üretim fabrikalarına ait proses şeması verilmektedir.



Şekil 2. Kok üretimi akım şeması

2.3. Sinter Tesisleri

Sinter tesisi, yüksek fırınlarda doğrudan kullanılamayacak özellikteki kükürtlü ve toz cevherlerin ergime derecesinin altında bir sıcaklıkta ısıtılmak suretiyle kullanıma uygun ebat ve dayanıklılıkta külçeleştirilerek yüksek fırınlarda kullanımın sağlandığı tesistir. Toz cevher, demirli baca tozları ve tufal, sinter fabrikasında yüksek fırınların kullanılabileceği ebata getirilerek sinter üretimi gerçekleştirilmektedir. Sinter işlemi gerçekleştirildikten sonra elde edilen elek altı ve bir tanecik boyutundan büyük malzemeler konveyör bant sistemi ile yüksek fırınlara gönderilir. Sinterleme karışımı cevher, baca tozu, tufal gibi demir içeren malzemeler, kok tozu, su, cüruf ve kireç taşı gibi katkı maddeleri ve tane boyutu küçük olup sisteme geri dönen sinterden oluşur. 40-60 cm yüksekliğinde yataklanan karışım malzemeleri sinter ocağından geçerken kok gazının tutuşturulmasıyla sinterleme işlemi başlamaktadır. Sinter yatağı boyunca yatağın alt kısmında yer alan güçlü fanlar yanma sonucu oluşan gazları toplayarak yüzeyde başlayan tutuşmanın karışımın derinlerine ilerlemesine neden olmaktadır. Sinterleme sırasında nihai üründe kırılmalara neden olabilecek kükürt, arsenik ve nem fazlası buharlaştırılarak uzaklaştırılmaktadır. Elde edilen sinter elenmekte ve tartılmaktadır. Tane boyutu 10-20 mm arasındaki malzeme sinterleme süresince yatak malzemesi olarak kullanılmaktadır. 10 mm altındaki malzemeler sinterlenmek üzere geri döndürülür. 25 mm üzeri malzeme ise yüksek fırına gönderilmektedir. Sinter tesisine ait akım şeması Şekil 3'te gösterilmektedir.



2.4. Yüksek Fırınlar

Yüksek fırınlar, fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçmiş olan demir cevherinin, kok fabrikalarından elde edilen veya dışarıdan satın alınan metalürjik kok ile reaksiyona girmesi sonucunda demirin indirgendiği ve sıvı ham demirin üretildiği tesislerdir. Yüksek fırınlar, sürekli ve ters akımlı çalışan fırınlardır. Şarj edilen ve cevher, kok ve yardımcı hammaddeler, yukarıdan aşağıya doğru inerken, aşağıdan üflenlen hava ile yanan kok ile oluşan indirgeyici gaz, aşağıdan yukarıya doğru çıkar.

Sıvı ham demir; bileşiminde %2'den daha fazla karbon ihtiva eden karbon-demir alaşımıdır. Parça halinde bulunan demir cevheri, sinter, kok ve kireçtaşı fırının üst bölgesinden fırın içerisine şarj edilmektedir. Reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan yüksek fırın gazı kapalı devre sistem ile gaz yıkama sistemine alınarak tozundan arındırılarak, yüksek fırın sobalarında ve diğer ünitelerde kullanılmaktadır.

Yüksek fırın; boğaz, gövde, bel, karın ve hazne olmak üzere 5 bölgeye sahiptir. Sıcaklığın 1250 °C'ye ulaştığı karın bölgesinde Demir oksit kısmi olarak indirgenir. Demir oksidin indirgenmesi ile beraber kok ile reaksiyonu da bu bölgede başlar. Tüyer bölgesinde kok reaksiyonu devam eder, hazneden sıvı maden ve cüruf olarak dışarı alınır.

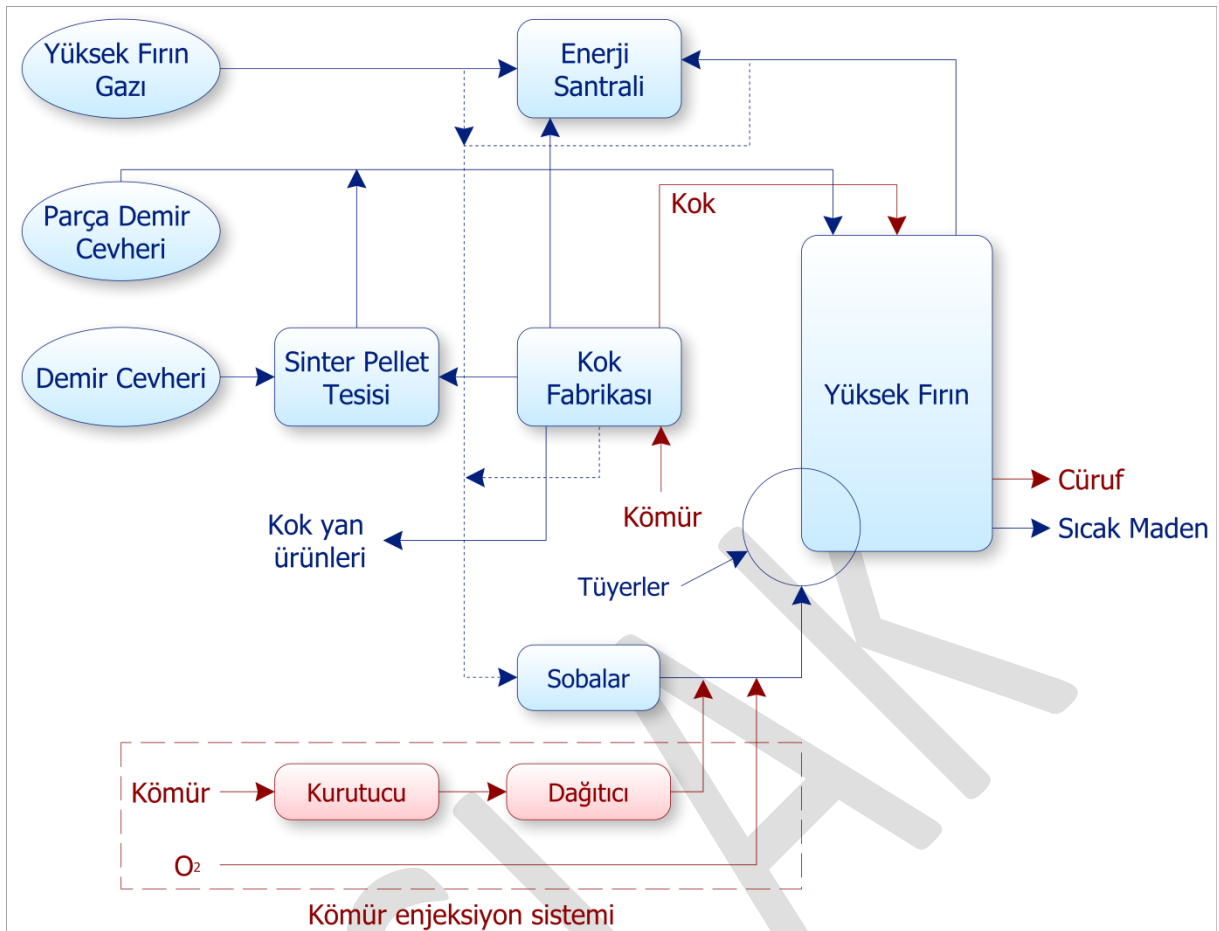
Yüksek fırın sobalarından sağlanan sıcak hava; oksijen ve diğer yardımcı indirgeyicilerle zenginleştirilerek kokun yanması için gerekli olan oksijeni sağlar. Yanma sonucu açığa çıkan karbon monoksit, demir oksitleri indirger.

Kok, indirgeyici olmasının yanı sıra yüksek fırın içinde yığın taşıyıcı görevi görmektedir. Bu taşıyıcı kapasite olmadan yüksek fırının çalışması mümkün değildir. Fırına şarj edilen malzemeler aşağıya doğru indikçe artan sıcaklığın etkisiyle içerdikleri nem azalır ve ısınarak reaksiyona girer. Demir cevherinde bulunan oksijen, kok veya karbon monoksit ile reaksiyona girmesiyle oluşan karbon monoksit veya karbondioksit en üst bölgeden borular vasıtası ile gaz yıkama ünitesine taşınır. Alev sıcaklığı tüyer bölgesinde 2000 °C'yi aşabilir. Bu ısı seviyesinde, pik demir ve indirgenmeyen diğer oksitler, kok külü ve silikatların karışımından oluşan cüruf yavaş yavaş hazneye dolar. Döküm deliğinden alınan sıvı maden ve cüruf, ana maden kanalı üzerinde bulunan sifon olarak adlandırılan bölgede yoğunluk farkı nedeniyle ayrışır. Cüruf; granüle cüruf tesisinde su ile granüle edilir. Sifondan geçerek torpidolara alınan sıvı ham demir, kükürt giderme tesislerinde kükürdü giderildikten sonra üretime girmek üzere potalar aracılığı ile çelikhaneye nakledilir. Yüksek fırın akım şeması Şekil 4'te verilmektedir.

2.5. Çelikhane (Bazik Oksijen Fırını)

Yüksek fırınlardan elde edilen sıvı ham demir (pik demir) potalar yardımıyla çelikhaneye taşınmaktadır. Isı kaybını minimize edecek şekilde tasarlanan ve 400 ton kapasiteye kadar ulaşan potalar, ürünün ara depolamasını sağlarken sıcaklık kaybını engellemektedir.

Cevher, içinde bulunan kükürt, fosfor ve silisyum içeriğinin düşürülmesi için ön işlemlerden geçirilmektedir. Bu ön işlemler esnasında özellikle kükürt giderimi sağlanırken fosfor ve silisyum giderimi maliyetli olduğu için yapılmamaktadır. Ancak gerekli olduğu durumlarda fosfor ve silisyum giderimi de uygulanabilmektedir. Geliştirilmiş yüksek fırın metalürjisi ve kok fırınlarına gelen kömürün kükürt içeriğinin azaltılması pik demirin içinde düşük kükürt seviyelerinin bulunmasını sağlamaktadır. Kükürt giderme (desülfürizasyon) işlemi pik demiri yüksek fırından çelikhaneye taşıyan pota ocakları içerisinde gerçekleştirilmektedir. Kükürt giderme işleminde kullanılan malzemeler, ağırlıklı olarak, kireç ve magnezyum alaşımlarıdır. . Fakat kireç, magnezyum, kalsiyum oksit ve nadiren soda külü içeren malzemeler de kullanılmaktadır. Kalsiyum karpit, kireç ve magnezyumun birlikte kullanılması en etkin kükürt giderme yöntemidir. Diğer taraftan soda külü de uygulanan bir yöntemdir, ancak alkali cüruflar oluşmasına sebep olduğu için çok fazla tercih edilmemektedir. Kükürt giderme işleminin ardından sıcak cevher (pik demir) potalar aracılığıyla Bazik Oksijen Fırını (BOF) aktarılmaktadır.



2.6. Pota ocakları (ikincil metalürji tesisleri)

Bazik oksijen fırınından gelen sıvı çeliğin sıcaklığını ve kompozisyonunu ayarlamak için kullanılan bir prosestir. İkincil metalürji olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamada cüruf sıyırma ve gaz alma işlemleri gerçekleştirilir. Burada ihtiyaca uygun ikincil metalürjinin en önemli bölümü vakum arıtmasıdır. Bu işlemle çeliğin içinde kalan hidrojen, oksijen ve azot gazları veya kalıntı karbon konsantrasyonları uzaklaştırılır.

2.7. Sürekli Döküm Tesisleri

Çelikhanede kalitesi ve sıcaklığı istenilen düzeye getirilen sıvı çelik şekillendirilmek üzere sürekli döküm tesislerine gönderilmektedir. Döküm sırasında çelik, yassı ürün veya çubuk ve filmaşın üretiminde kullanılmak üzere slab veya kütük olarak şekillendirilmektedir.

2.8. Haddehaneler

Haddeleme işleme üretilen çeliğin istenilen boyut ve özelliklere getirildiği son aşamadır. Haddehanelerde, alevle yüzey temizliği (skarfig) ve taşlama, tufal giderme, kesme, dilimleme ve bozuk kısımların alınması işlemleri gerçekleştirilmektedir. Haddeleme sıcak ve soğuk olarak yapılabilir. Haddeleme işlemi sonucunda isteğe bağlı olarak yassı ürün veya çubuk ve filmaşın üretilmektedir. Nihai haddelenmiş ürün talebe göre galvanizli, ya da kalay-krom kaplı çelik haline getirilmektedir.

2.9. Enerji Üretim Tesisleri

Demir-Çelik üretim prosesi enerjinin yoğun olarak kullanıldığı bir prosestir. Bir entegre demir-çelik tesisi temel olarak kok fabrikası, sinter fabrikası, yüksek fırınlar, çelikhane ve haddehaneden oluşur. Bunlara ilave olarak bir entegre demir çelik tesisindeki diğer en önemli ünite ise enerji ihtiyacını karşılayan güç santralidir. Bu tesisler enerji ihtiyaçlarının karşılanması ve prosesler arasında atık gazların yeniden kullanımı açısından oldukça önemlidir. Yan ürün olarak üretilen yüksek fırın, kok ve çelikhane gazlarının yakıt olarak değerlendirilmesi ve diğer ünitelere dağıtımının yapılması da güç santralinde gerçekleştirilmektedir.

3. EMİSYON KAYNAKLARI

Demir-Çelik sektörü kok, sinter, yüksek fırın, çelikhane ve haddehane üretim süreçlerinde hava kirliliğine en çok neden olan sektörler arasındadır. Sektörde çevre kirliliğini önlemeye yönelik çalışmalarda öncelik, atıkların içindeki değerli maddelerin geri kazanılarak değerlendirilmesidir. Böylelikle atıkların çevreye vereceği zarar en aza indirildiği gibi ekonomik yararlar da sağlamaktadır.

3.1. Hammadde/Ara Ürün Taşıma ve Depolama

Demir-çelik tesislerinde en önemli emisyon kaynaklarından birisi hammadde, yardımcı madde, katkı maddeleri ve ürünlerin açıkta depolanması ve taşınması işlemleridir. Cevher, hurda, kömür veya kok gibi maddelerin açıkta depolanması sırasında rüzgar etkisiyle tozuma oluşmakta, oluşan tozlar tesis içini ve yakın çevresini olumsuz etkileyebilmektedir. Toz emisyonlarının şiddeti, depolanan malzemelerin türüne, irilik ve yoğunluğu ile rüzgar etkisine göre değişmektedir. Bu malzemelerin yükleme-boşaltma ve taşınması sırasında tozuma daha da artmaktadır.

Üretim sonunda oluşan curuf ve baca tozlarının da açık alanda depolanması durumunda hem depolama sırasında hem de bunların yükleme-boşaltma ve taşınma işlemleri sırasında önemli bir miktarda toz emisyonu oluşmaktadır.

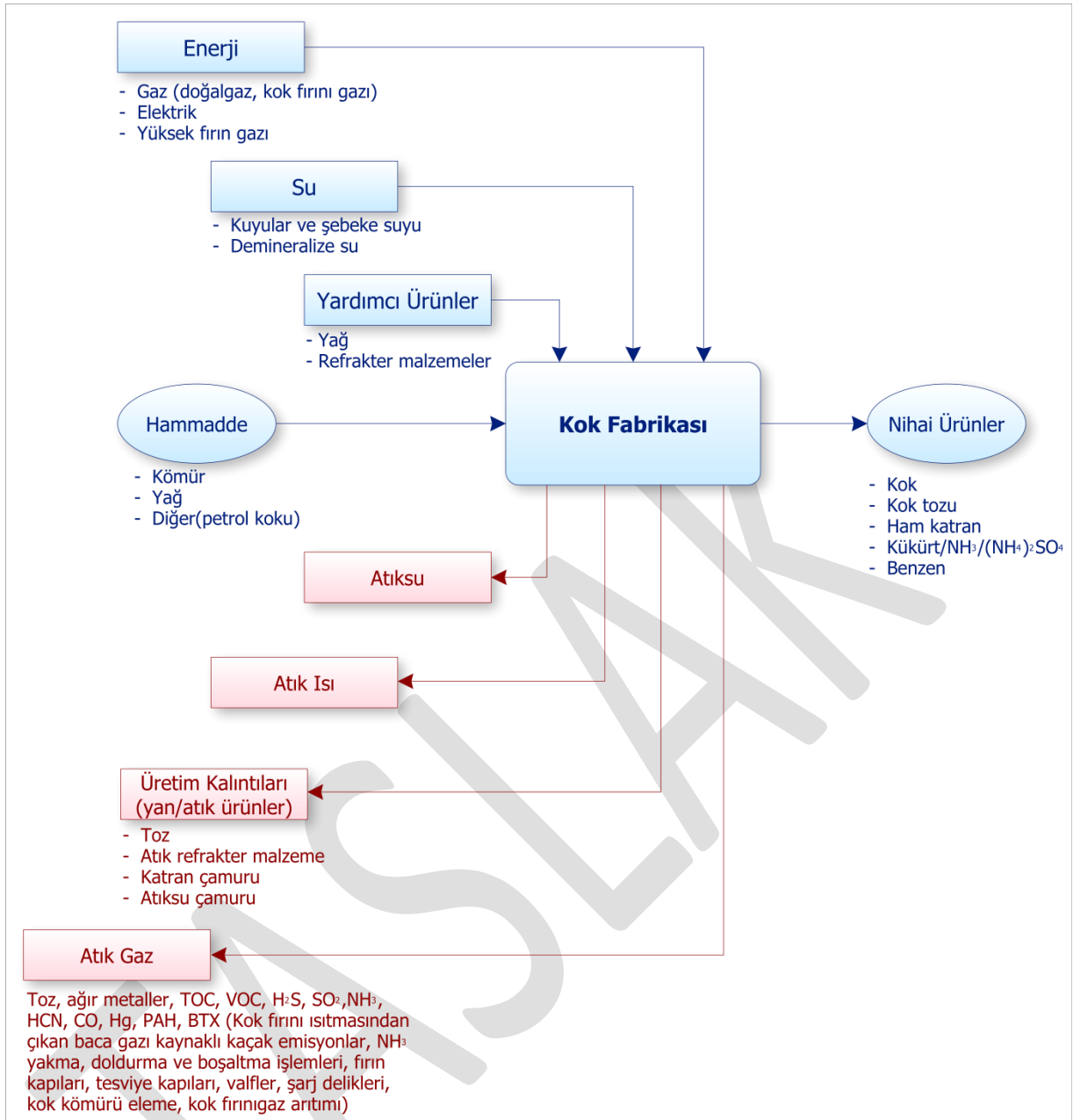
3.2. Kok Fabrikası

Kok fabrikalarında hammadde girdi ve ürün çıktıları Şekil 5'te gösterildiği gibi oluşmaktadır.

Kok fırını tesislerinde çok sayıda noktada farklı türde kirletici emisyonu oluşmaktadır. Bu emisyonlar doğrudan bacalardan atıldığı gibi çeşitli faaliyetler sırasında baca dışı kaynaklardan da havaya karışabilmektedir.

Baca emisyonları; çeşitli toz toplama sistemlerinden veya fırın ısıtma sistemlerinden borular vasıtasıyla toplanan atık gazlardır. Bu emisyonların çeşitli tekniklerle (torba filtre, elektrostatik filtre, vb.) kontrol edilerek azaltılması mümkündür.

Baca dışı kaynaklar ise; kömür ve kokun işleme, taşıma ve depolama işlemleri, bataryaların doldurulması ve boşaltılması ile kok söndürme işlemleridir. Bazı tesislerde bunların da bir kısmı toplanıp bacalara yönlendirilmektedir.



Şekil 5. Kok fabrikası girdi ve çıktıları

Kaçak emisyonlar; fırından, fırın kapaklarından, flanşlardan ve yan ürün fabrikasındaki sızıntılardan oluşan emisyonlardır.

Bu kaynaklarda oluşan atık gazların bileşiminde toz, CO, azotoksitler (NO_x), UOB (Uçucu Organik Bileşikler), HC (hidrokarbonlar), kükürtlü bileşikler (H_2S , SO_3 , SO_2), amonyak (NH_3), HCN, başta benzo[a]piren (BaP) olmak üzere polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve civa gibi ağır metaller bulunmaktadır.

Bu emisyonların miktarları ve türleri oluştukları noktalara göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin bataryaların boşaltılması sırasında oluşan emisyonlar çok kısa süreli emisyonlar iken kok fırınındaki kaçaklar bütün koklaşma süresince olabilmektedir.

3.3. Sinter Fabrikası

Sinterleme işlemi sırasında bazı kimyasal ve metalürjik reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bu işlemler hem sinterin kendisini hem de toz ve gaz emisyonlarını etkilemektedir.

Bir sinter tesisi için hammadde girdi ve ürün çıktıları Şekil 6'da gösterilmiştir.

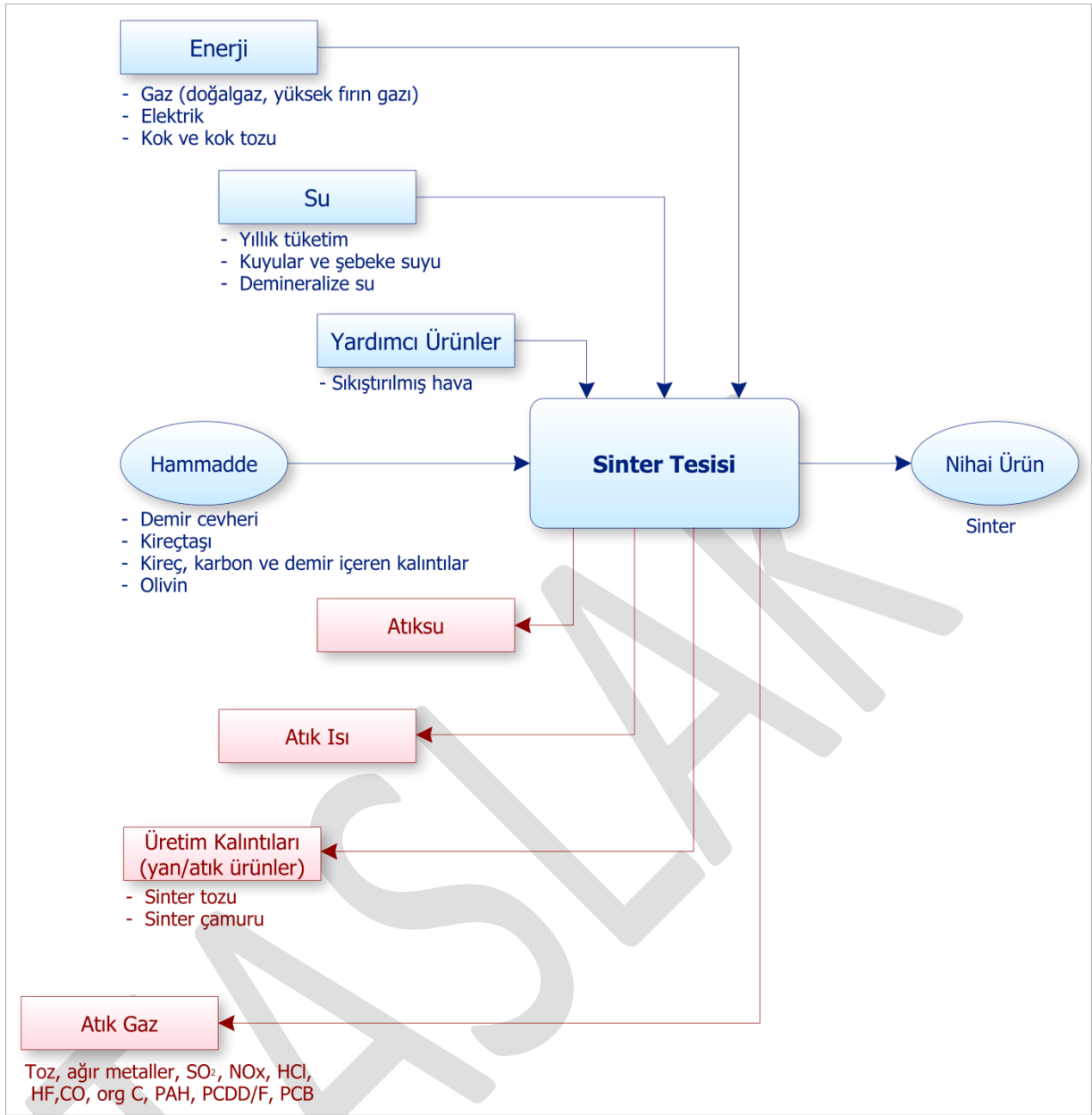
Sinter tesislerinden çıkan atık gaz, temel olarak demir bileşikler olmak üzere ağır metaller (kurşun, civa, çinko, vb.) içeren partiküller, SO_x, NO_x, hidrojen klorür (HCl), hidrojen florür (HF), HC, CO ve ayrıca PAH, poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD), poliklorlu dibenzofuranlar (PCDF) ve poliklorlu bifeniller (PCB) gibi aromatik organohalojen bileşikler de içermektedir. Sinter tesislerinden oluşan emisyonların, entegre demir çelik fabrikalarından gelen toplam emisyonlar içindeki payı yüksektir.

Hammadde veya sinterin işlenmesi, ezilmesi, elenmesi veya iletilmesi esnasında ikincil olarak toz emisyonları oluşmaktadır. Bu toz emisyonları uygun azaltma yöntemleri ve toz tutma sistemleriyle kontrol altına alınmalıdır.

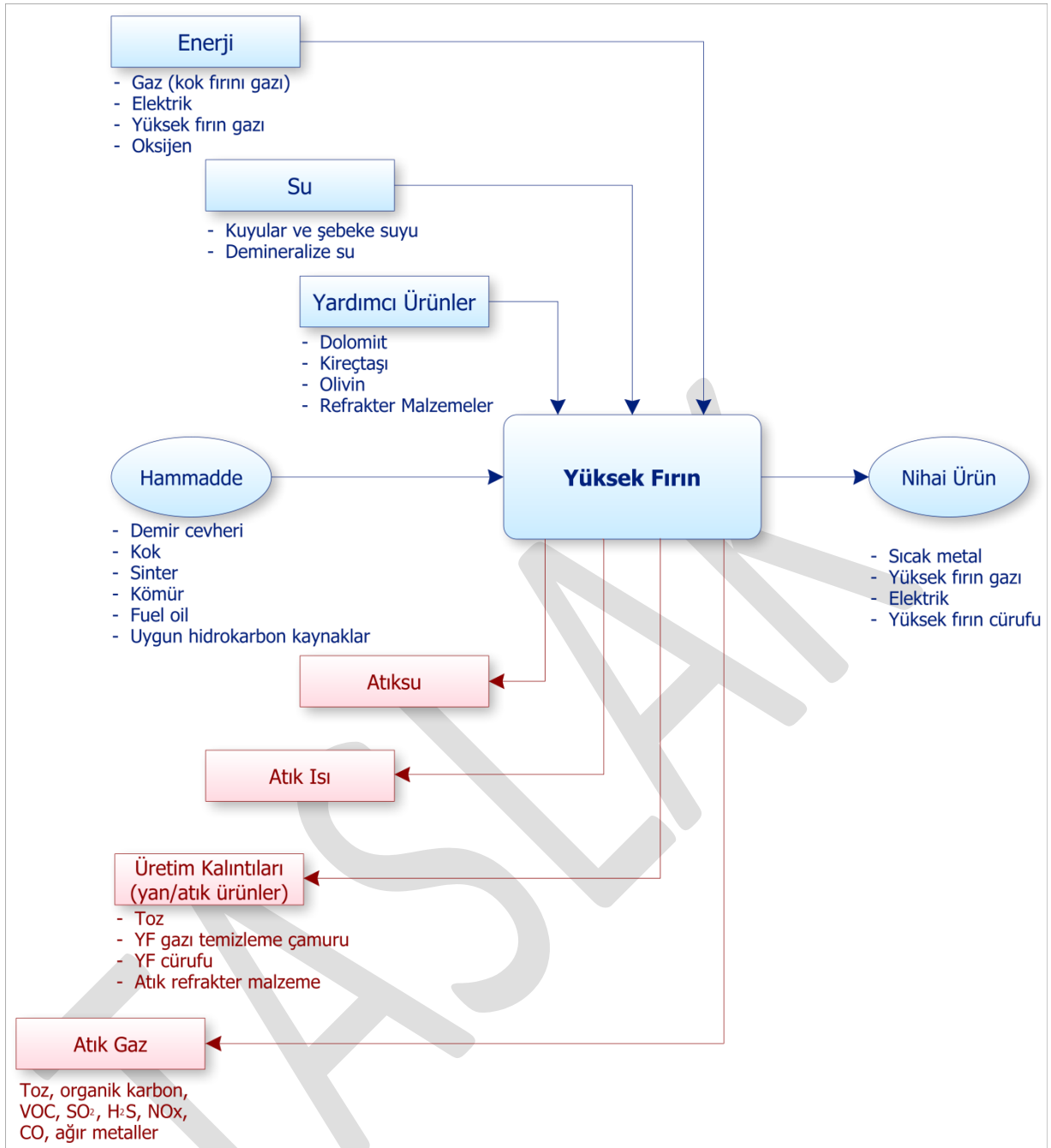
3.4. Yüksek Fırınlr

Entegre demir çelik tesislerinde emisyonların önemli bir kısmı demir cevherinden sıcak metalin oluştuğu proses olan yüksek fırın prosesinde meydana gelmektedir. Bu proseste yüksek miktarda enerji tüketilmekte ve kok ile pülverize kömür kullanılmaktadır. Bu prosesden kaynaklanan temel emisyonlar, toz, UOB, SO₂, NO_x, H₂S, CO ve ağır metallerdir.

Yüksek fırınlar için hammadde girdi ve ürün çıktıları Şekil 7'de verilmektedir.



Şekil 6. Sinter tesisi temel girdi ve çıktıları



Şekil 7. Yüksek fırın tesisi girdi ve çıktıları

Yüksek fırın prosesinde, kok gazı kükürt bileşenleri içerdiğinden yakma için kullanıldığında SO_2 emisyonları oluşabilmektedir. Sıcak sobalar, yüksek fırın prosesindeki NO_x emisyonlarının başlıca kaynağıdır. NO_x sobadaki yüksek sıcaklığın sonucunda oluşmaktadır. Ayrıca ağır metaller, HF, HCl ve PCDD/PCDF emisyonları da oluşabilmektedir. Bununla birlikte, yüksek fırın gazında bulunan tüm bileşenler şarj ve taşıma işlemleri sırasında salınabilmektedir. Ham yüksek fırın gazı partikül madde (ağır metaller ve karbon dahil), karbon monoksit, karbon dioksit, kükürt bileşenleri, amonyak, siyanür bileşenleri, PAH içermektedir.

Yüksek fırınların döküm holünde, sıvı metal yolluklarında ve potaya akış ağızlarında sıcak metalin havayla teması sonucu özellikle ağır metal içerikli toz emisyonları oluşabilmektedir. Ayrıca sıvı demir ve cüruf dökülmesi işlemleri sırasında H₂S ve SO_x emisyonları salınmaktadır.

3.5. Bazik Oksijen Fırını (BOF)

Sıvı çeliğin elde edildiği proses olan BOF'lardan kirletici emisyonları; hurda veya sıcak metalin şarjı, oksijen üfleme, oksijen üfleme sırasında fırını eğme işlemleri, sıvı çeliğin pota ocaklarına aktarılması ve cüruf alma işlemleri sırasında oluşur.

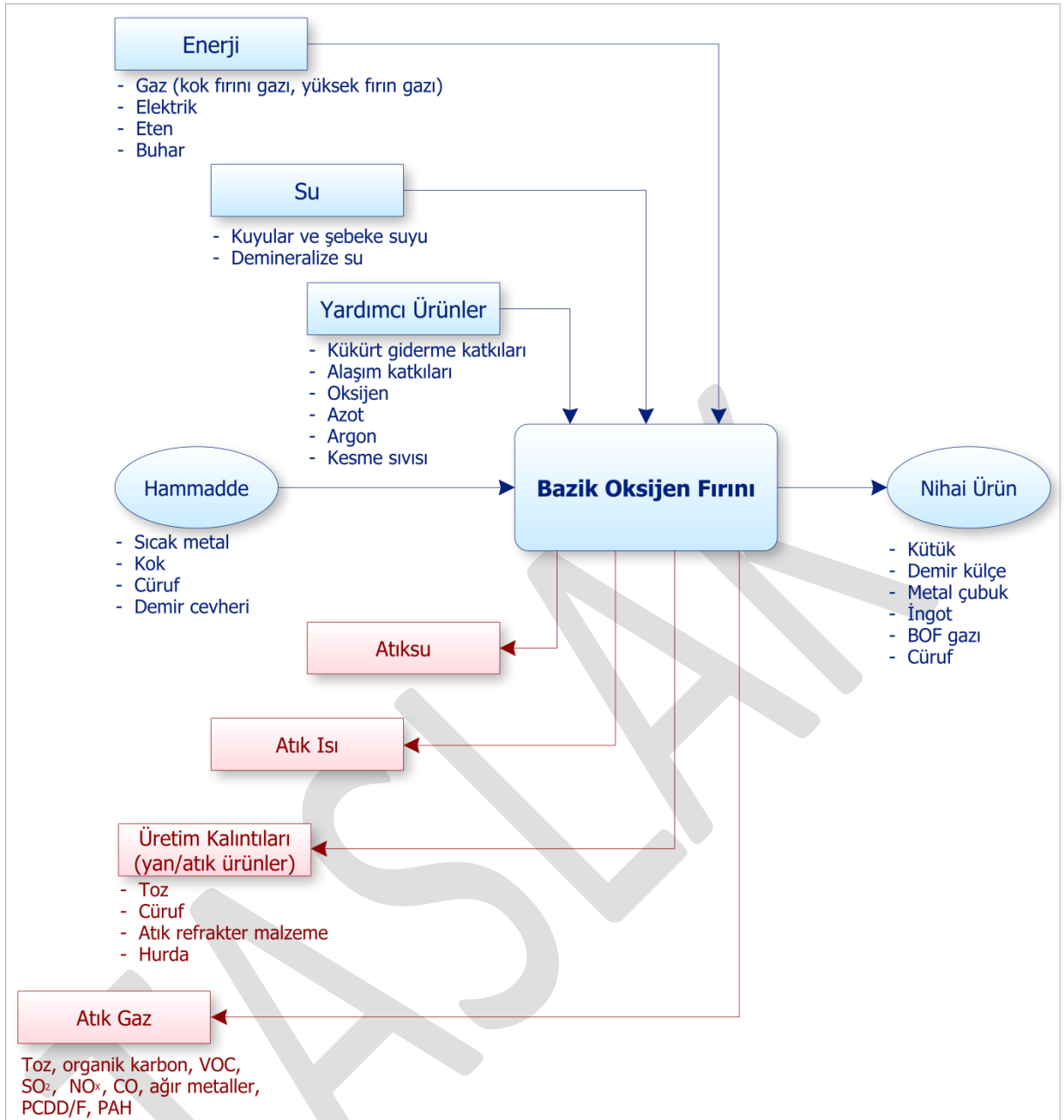
Bazik oksijen fırını için hammadde girdi ve ürün çıktıları Şekil 8'de verilmektedir.

Toz emisyonlarının çok büyük bir kısmı hürdanın ve sıcak metalin sisteme şarj edilmesi ve sıvı çeliğin ve cürufun potalara yüklenmesi esnasında oluşur. Burada oluşacak toz emisyonları toz tutma sistemleri ile toplanmaktadır. Direk olarak BOF'ndan toplanan atık gazların içinde ağırlık olarak tozlar, iz elementler/ağır metaller, eksik yanma ürünleri (CO ve HC'ler), HF ve HCl gibi halojenler, uçucu organik bileşikler (UOB) (benzen, toluen, ksilen, kloro benzenler) PCDD/PCDF'ler, PAH'lar, PCB'ler gibi kirleticiler bulunmaktadır. Zn, Pb, Mn, Cu, Sn, Cr, Cd, Sb, Hg karşılaşılan başlıca ağır metaller/iz elementlerdir.

Oksijen üflenmesi sırasında CO ve yüksek oranda toz içeren konvertör gazı oluşur. Burada oluşan tozlar içinde ağır metaller, metal oksitler ve az miktarda SO₂ ve NO_x bulunmaktadır. Bunlara ek olarak az miktarda PCDD/PCDF'ler ve PAH bileşenleri de yer almaktadır. BOF gazının içinde yer alan torba ya da elektrostatik filtreler aracılığı ile uzaklaştırılır.

Şarj ve döküm alma işlemlerindeki BOF'a hurda şarjı, sıcak metal şarjı ve BOF'dan döküm alma sırasında oluşan partikül maddeler ikincil emisyonları oluşturmaktadırlar. Şarj ve döküm işlemleri sırasında konverter yatırılmaktadır ve toz toplama işlemi, bu işlem sırasındaki partikül madde emisyonunu engellemek için yapılmaktadır. Toz toplama sistemi yatık durumdaki konverterin üzerindeki davlumbaz ve 'dog house' dan oluşur. Emilen gaz daha sonra torbalı filtrelerde veya ESP'de işleme sokulur.

BOF prosesinde kullanılan hürdanın kalitesine bağlı olarak organik maddelerin (yağ, boya, plastik, vb.) termal olarak parçalanması sonucunda hurda şarjı esnasında PAH, PCB, PCDD/PCDF ve klorobenzen emisyonları oluşabilir.



Şekil 8. Bazık Oksijen Fırını girdi ve çıktıları

3.6. Pota Ocakları (İkincil Metalürji Tesisleri)

Bu proste gerçekleştirilen tüm döküm alma işlemleri, gazsızlaştırma ve kimyasal katkı maddelerinin eklenmesi aşamasında toz emisyonları oluşmaktadır ve ikincil toz toplama sistemleri ile kontrol edilmektedir.

3.7. Sürekli Döküm Tesisleri

Belirli bir içeriğe uygun olarak hazırlanmış sıvı çeliğe şekil verme işlemlerinin gerçekleştiği bu proste, sıvı çelik potalardan tandişe ve daha sonra kalıplara aktarılır. Bu döküm

işlemleri sırasında toz emisyonları oluşabilir. Bu tesislerin bacası olmadığı için olası emisyonlar tesis içine yayılır.

3.8. Kaçak Emisyonlar

Kaçak emisyonlar yukarıda sıralanan tüm prosesler esnasında oluşan atık gazların tamamen ve doğru bir şekilde toplanamamasından kaynaklanmaktadır. Bu emisyonların kontrolü önemlidir. Bunun için birincil ve ikincil sistemlerin optimizasyonu gereklidir. Kaçak emisyonları engellemenin en uygun yolu emisyonları kaynağına en yakın şekilde toplamaktır.

3.9. Haddehaneler

Haddehanelerde oluşan emisyonlar ağırlıklı olarak ürünlerin işlenmeye hazır hale getirildikleri tav fırınlarından kaynaklanmaktadır. Burada yanmanın kontrol altına alınması, yanma koşullarının iyileştirilmesi, tav fırınlarının modernizasyonu ve bakımlarının düzenli olarak yapılması, emisyon miktarında önemli azalmalar sağlayabilmektedir. Baca gazındaki toz emisyonlarının giderimi için torba veya elektrostatik filtreler kullanılmaktadır. Tav fırınlarında tüketilen yakıt türü oluşacak emisyonlar açısından oldukça önemlidir. Fırınların ateşlenmesinde genellikle fuel oil, doğal gaz, kok fırın gazı (COG) ve yüksek fırın gazı (BFG) gibi tesis gazları kullanılmaktadır. Bu esnada temel olarak toz ve yanma gazları oluşur.

3.10. Enerji Üretim Tesisleri

Entegre demir-çelik fabrikaları bünyesinde bulunan enerji tesisleri genellikle doğal gaz, kok fırın gazı (COG) ve yüksek fırın gazı (BFG) gibi tesis gazlarını kullanmaktadır. Tesis emisyonları tükettikleri yakıt türüne bağlı olarak değişmekle birlikte ağırlıklı olarak toz ve yanma gazlarından oluşmaktadır.

4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ

4.1. Hammadde/Ara Ürün Taşıma ve Depolama

Tesis içinde kullanılan hammaddeler (hurda, kok, kireç taşı, oksidantlar ve refraktör malzemeler) kapalı alanlarda veya silolarda depolanmalıdır. Özellikle hurdalar sızdırmazlığı sağlanmış, mümkün olduğunca kapalı alanlarda depolanmalıdır. Sıvı olarak kullanılan hammaddeler dökme konteynır aracılığı ile tesise ulaştırılmakta ve gönderildikleri konteynırlarda depolanmaktadırlar. Tüm depolama ve taşıma faaliyetlerinden kaynaklanabilecek kaçak toz emisyonları için rüzgarın tozumaya olan katkısı engellenecek şekilde gerekli önlemler alınmalıdır. Taşıma esnasında oluşacak toz emisyonları taşıma işlemlerinin konveyör bantlar aracılığı ile sağlanması, yolların sulanması ve temizlenmesi ve araç hızlarının belirli hız limitlerine ayarlanması ile sağlanabilmektedir.

Açıktaki depolanan hurdaların yükleme ve boşaltma işlemlerinde ilave toz bastırma sistemleri kullanılmalıdır.

4.2. Kok Fırınları

- Kok fırını ateşlemesinden oluşan emisyonların azaltımı

Kok fırınının ateşlenmesi esnasında oluşan en önemli kirleticileri NO_x , SO_2 ve tozdur. Kok fırınının ateşlenmesinde oluşan emisyonların azaltılmasında, her bir kirletici için birincil ve ikincil azaltma önlemlerinin yanı sıra tuğlaların iyi bir şekilde bakımının yapılmasını da içermektedir.

- Birincil tedbirlerle azaltımı

Oluşan NO_x 'lerin neredeyse tamamen termal NO_x 'den oluşur ve yanma esnasında N_2 ve O_2 arasındaki reaksiyon sonucu oluşmaktadır. Dolaylı olarak NO_x emisyonları, yakıtla (zenginleştirilmiş yüksek fırın gazı veya kok fırını gazı) ve kullanılan kömür türüne, kömürün özgül yük ağırlığına, koklaşma zamanına ve kok fırın odasının boyutlarına da ilişkindir.

NO_x oluşumunu azaltmanın en etkili yolu ısıtma odasındaki alev sıcaklığını azaltmaktır. Bu nedenle serin bir alevle yanmayı gerçekleştirmektir. Bunun için üç yöntemin etkili olduğu belirlenmiştir. Bunlar;

- Atık gaz devir daimi: Kok fırından gelen atık gaz, yakıt ve yanma havasıyla karıştırılır. Düşük O_2 ve daha yüksek CO_2 konsantrasyonları alev sıcaklığını düşürür.
- Kademeli hava yakma: Yanma havasını birkaç aşamada ekleyerek yanma koşulları daha ılımlı hale getirilir ve NO_x oluşumu azaltılır.
- Koklaşma sıcaklıklarının düşürülmesi: Sıcaklığın ekonomi ve kok fırınlarının enerji verimliliği üzerinde etkisi vardır. Daha düşük bir koklaşma sıcaklığı, daha düşük bir

ısıtma odası sıcaklığı gerektirir, bu da NO_x oluşumunun daha az olmasına neden olmaktadır.

- İkincil tedbirlerle NO_x azaltımı

Kok fırını ateşlemesinden çıkan NO_x emisyonları, tercihen, prosese entegre edilmiş önlemler ile en aza indirilebilmektedir, ancak bacada uygulanan azaltım teknikleri de uygulanabilir. Seçici katalitik azaltım prosesinde, baca gazı içindeki NO_x, NH₃ ile N₂ ve H₂O'ya katalitik olarak indirgenir.

- Desülfürizasyon ile SO₂ azaltımı

SO₂ emisyonları, yakıtın kükürt içeriği ile ilişkilidir. Yakıtın kükürt içeriğini en aza indirgeyerek SO₂ emisyonları en aza indirilebilir. Genellikle, (zenginleştirilmiş) yüksek fırın gazı veya kok fırını gazı kok fırını ateşlemek için kullanılır. Kok fırını gazının kükürt içeriği, kok fırını gaz arıtma tesisinin kükürt giderme performansına bağlıdır.

- Kok itme esnasında oluşan emisyonların azaltılması

Kok itme esnasında oluşan toz emisyonlarının azaltımı için uygun toz toplama ve toz azaltma teknikleri kullanılmalıdır.

- Kok işlemede oluşan emisyonların azaltılması

- Oluşan toz emisyonlarının azaltımı için, kok ve kömür taşıma işlemlerinde kapalı bant konveyörler kullanılabilir. Kokun depolanmasında yüzey nemlendirme işlemi toz oluşumunu önleme amacıyla kullanılabilir. Depolama alanlarında rüzgar perdeleri veya çitleri kullanılabilir.
- Ham kok fırını gazı sonraki kullanımda yakıt olarak kullanılabilir. Bu nedenle, temizleme esnasında açığa çıkan uçucu özellikteki gazlar, flanşlardan, pompalardan ve basınç valflerinden emisyon oluşturmaktadırlar. Özellikler BTX (benzen, toluen ve ksilen) bileşikler, kok fırını gaz arıtma tesisine dahil edilen BTX tesisi ile giderilmelidir. Bu işlem için ıslak yıkama kuleleri kullanılabilir.

4.3. Sinter Tesisleri

Sinter tesislerinden havaya salınan emisyonların uygun azaltma teknikleri ile azaltılması ve arıtılması gerekmektedir. Sinter tesisleri için uygulanabilir arıtma sistemleri aşağıda sıralanmaktadır.

Elektrostatik çöktürücüler (ESP); sinter tesislerinde büyük miktarlarda oluşan atık gazların arıtılması için seri halinde düzenlenmiş üç veya dört bölümlü kuru ESP kullanılabilir. Kullanılan elektrostatik çöktürücülerin ardından kullanılan aktif karbon kolonları özellikle PCDD/PCDF arıtımında başarılı olabilmektedir. Karbon kaynağı olarak aktif kömür, inert bir malzeme olan kalker kullanılmaktadır.

Torba filtreler; sinter tesislerinde uygun torba filtreler kullanılabilir. Kullanılan torba filtreler, genellikle mevcut bir ESP veya siklonun altına uygulanır, ancak bağımsız bir arıtım sistemi olarak da çalıştırılabilir. Bu sistemler tozun giderilmesine ilave olarak, sönmüş kireç veya sodyum bikarbonat solüsyonlarının ilave edilmesi ile HCl, HF ve SO_x gibi asidik atık gaz bileşiklerinin uzaklaştırılmasını, toz linyit kömürü ya da aktif karbon ve zeolit ilavesi ile PCDD/PCDF, PCB, HCB veya PAH gibi kalıcı organik kirleticilerin uzaklaştırılmasını sağlayabilmektedir.

Siklonlar; sinter tesislerinde siklonlar ön arıtma amaçlı kullanılabilir. Siklonlar, sinter tesislerinde atık gazda bulunan tozun aşındırıcı etkisinden ekipmanları (örn. kanallar ve fanlar) korumak için ara gaz temizleme sistemi olarak kullanılabilir.

Bu sistemlere ilave olarak atık gaz bileşiminde bulunan uçucu organik bileşikler, PCDD/PCDF, SO₂ ve NO_x uygun yöntemler ile sistemden arıtılmalıdır. Bu amaçla;

- Uçucu organik bileşiklerin azaltımı için, mekanik kısımlarda uçucu hidrokarbon içeriği düşük olan yağlar kullanılmalıdır.
- Islak atık gaz kükürt giderme işlemi ile SO₂ salımlarının %98 oranında azaltılabilmekte ve 100 mg SO₂/Nm³ değerinin altında salım konsantrasyonları elde edilebilmektedir.
- PCDD/PCDF oluşumu engellemek için, oluşumu inhibe edici bir madde eklenebilmektedir. Bu durumda, PCDD/PCDF emisyonlarını azaltmak için etkili bir yöntem olarak, katı sinter karışımına azot bileşikleri eklemelidir. Bu amaçla, trietanolamin (TEA), monoetanolamin (MEA) veya üre ilavesi yapılabilir.
- Sinterleme kaynaklı SO₂ emisyonları aşağıdaki yöntemlerle azaltılabilir:
 - Düşük kükürt içerikli hammaddelerin kullanılması
 - Yakıt tüketiminin, özellikle kok miktarının en aza indirilmesi,
 - Sinter işleminde sülfür alımının arttırılması
 - Daha iri kok parçaları kullanılması
- NO_x azaltımı için;
 - yakıt olarak daha düşük N içeriğine sahip antrasit kullanılması
 - ateşleme için düşük NO_x brülörleri kullanılması
 - Seçici katalitik azaltım prosesinin uygulanması uygun yöntemler olarak sıralanabilmektedir.
- Proses optimizasyonu ile boru-sonu arıtma teknolojilerinin yanı sıra, temiz üretim/kirlilik önleme yaklaşımlarına da yer verilmelidir.

4.4. Yüksek Fırınlar

- Kömür enjeksiyonu ünitesi depolama tanklarından yükleme sırasında oluşacak emisyonların toplanması ve ardından kuru toz tutma sistemleri aracılığı ile tozsuzlaştırma işlemi gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

- Şarja hazırlık işlemleri (karıştırma, harmanlama) ve taşımaya ilişkin toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması ve gerekli durumlarda torba filtreler veya elektrostatik çöktürücüler yardımıyla toz giderimi ve tahliye işlemleri yapılmalıdır.
- Döküm hölü için (boşaltma deliği, yolluklar, torpido potaları, şarj noktaları) aşağıda yer alan bir veya daha fazla tekniğin kullanılması ile toz emisyonlarının önlenmesi ve azaltılması gerekmektedir:
 - Yollukların kaplanması,
 - Emisyonların tutulmasına dair mevcut sistemlerin optimizasyonunun sağlanması,
 - Torba filtre veya ESP'ler yardımıyla oluşan emisyonların tozsuzlaştırılması,
 - Demirin dökülmesi sırasında yüksek sıcaklığa sahip sıvı demir oksijenle temas ettiği için kahverengi duman adı verilen Fe_2O_3 oluşur. Bu emisyonun önlenmesi için toz toplama ve giderme sisteminin bulunmadığı durumlarda döküm hattı hareketli kapaklar yardımıyla kapatılabilir veya sıcak demirin azotla baskılanması sonucu demirin oksijenle olan ilişkisinin önüne geçilebilir.
- Katran içermeyen yolluk kaplamaları kullanmak
- Şarj sırasında yüksek fırın gazı kaçağını önlemek için:
 - birincil veya ikincil dengelemeli çansız tepe,
 - gaz veya havalandırma geri kazanım sistemi,
 - tepe haznesinde basınç uygulamak için yüksek fırın gazının kullanımı
- Yüksek fırın gazlarından kaynaklanan toz emisyonlarının aşağıda verilen yöntem/yöntemler kullanılarak önlenmesi gerekmektedir.
 - deflektör
 - toz yakalayıcı sistemler
 - siklonlar
 - elektrostatik çöktürücüler
- Yüksek fırın sobaları için BAT, kükürdü giderilmiş ve tozsuzlaştırılmış artık kömür fırını gazı, tozsuzlaştırılmış yüksek fırın gazı, tozsuzlaştırılmış bazik oksijen fırın gazı ve doğal gazın ayrı ayrı ya da kombinasyon halinde kullanılmasıyla emisyonların azaltılması

4.5. Bazik Oksijen Fırını

- Oksijen üfleme sırasında kapalı sistem/baskılanmış yakma ile BOF gazının geri kazanılması ve arıtılması

- Kuru veya ıslak toz tutma sistemleri ile kaba tozların tutulması
- Toz giderimi
 - Islak toz tutma (ıslak ESP veya ıslak yıkayıcılar)
 - Kuru toz tutma (ESP)
- Oksijen üfleme sırasında BOF gazının geri kazanılması ile ilgili olarak
 - Islak toz tutma (ıslak ESP, ıslak yıkayıcılar)
 - Kuru toz tutma (ESP veya torba filtreler)
- Oksijen üfleme hattından kaçan toz emisyonlarının kontrolü
 - Oksijen üfleme hattının kaplanması
 - Tozu gidermek için hatta inert gaz veya buhar enjeksiyonu yapmak
 - Hattı temizleme ekipmanları ile beraber diğer tüm sızdırmazlık önlemlerinin alınması
- Aşağıda bahsedilen işlemlerden kaynaklanan emisyonlar da dahil olmak üzere, ikincil emisyonların toz giderimine yönelik öncelikli olarak emisyonların önlenmesi, uygun olarak tahliye edilmesi, toplanması ve torba filtre ve ESP sistemleri gibi toz tutma sistemleri yardımıyla arıtılması gerekmektedir:
 - Torpido potasından elde edilen sıcak metalin şarj potasına aktarılması
 - Sıcak metallerin ön işlemde geçirilmesi (kazanların önceden ısıtılması, kükürt giderme, fosfor giderme, cüruf alma, sıcak metal transferi ve tartma)
 - Kazanların önceden ısıtılması, oksijen üflenmesi esnasında dökme, sıcak metal ve hurda dolumu, sıvı çeliğin ve BOF cürufunun dökümünün alınması gibi BOF ile ilgili prosesler
 - İkincil metalurji ve sürekli döküm

İkincil toz tutma sistemlerinde toz emisyonlarının minimize edilmesi kaçak emisyonların önlenmesi ile ilgili gerekli tedbirlerin alınması ve prosesler üzerine uygun kapalı veya davlumbaz sistemlerinin kurulması ve emisyonların ESP veya torba filtreler yardımıyla arıtılması ile mümkündür.

- Cüruf işlemlerinden kaynaklanan toz emisyonlarının önlenmesi için;
 - Gerektiği durumlarda, sonradan yapılan off-gaz temizliği ile, cüruf kırma ve eleme cihazlarının verimli bir şekilde çıkarımlarının yapılması
 - Kürekli yükleyicilerle işlenmemiş cürufun taşınması
 - Kırılmış malzemeler için taşıyıcı transfer noktalarının çıkarımı veya ıslatılması
 - Cürufun depolandığı yığınların ıslatılması
 - Kırık cüruf yüklendiğinde su sislerinin kullanılması

BOF prosesinden kaynaklanan kaçak emisyonların önlenmesi ile ilgili olarak;

- BOF prosesi içinde yer alan her bir toz kaynağı için ayrı toz toplama ve toz tutma sistemlerinin kurulması,
- Emisyonların önlenmesi için desülfürizasyon işleminin doğru yönetilmesi ve kapalı sistemlerde gerçekleşmesi,
- Sıcak demir cevherinin taşındığı torpidoların bakımının ve temizlik işlemlerinin sistem kullanılmıyorken yapılması ve üzerinin kapatılması veya alternatif olarak çatıdan uygulanan toz emiş sistemlerinin kullanılması,
- Eğer çatıdan uygulanan bir toz emiş sistemi yoksa torpido bakımlarının konvertörün hemen önünde cevherin konvertöre döküldükten 2 dakika süre ile konvertör önünde bekletilmesi,
- Çelikhane prosesinin bilgisayar sistemi ile kontrol edilebilir olması taşma/sıçrama durumunun önlenmesi veya azaltılması,
- Cevherin döküm işlemleri sırasında taşmaya/sıçramaya sebep olacak durumlarının önlenmesi ve taşma/sıçramaya karşı olan maddelerin kullanılması,
- Oksijen üfleme sırasında civarda bulunan ortamların kapalı olması ve kapılarının kapalı bulundurulması,
- Görünür emisyonların takibi için çatının sürekli olarak kamera ile izlenmesi,
- Çatıdan emiş sistemlerinin kullanılması gerekmektedir.

4.6. Enerji Üretim Tesisleri

Entegre demir çelik tesislerinde enerji kaynağı olarak; kok gazı, yüksek fırın gazı ve bazik oksijen fırını gazı ile gerektiği hallerde destek yakıt kullanılır.

Emisyonların önlenmesi için;

- Kullanılacak tüm gazlar toz giderim işlemine tabi tutulur. Kok gazı diğer gazlardan ayrı bir tesiste tozsuzlaştırılır ve aynı zamanda kükürt içeriği de düşürülür.
- Kok gazı az miktarda kükürt yüksek oranda ise H₂S içerir. Dolayısıyla kok gazı yakıt olarak kullanılmadan önce desülfürizasyon işlemine tabi tutulmalıdır. Yine de doğalgazın kullanılmasına kıyasla yüksek oranda SO₂ emisyonları oluşabilmektedir.
- CO'nun tamamı santrallerde yakılır ve kayda değer bir CO emisyonu oluşumu yoktur.
- NO_x emisyonlarının miktarı, tesisin verimliliğine, yakıtın azot miktarına ve yanma sırasındaki oksijen miktarına bağlıdır.
- Düşük tutuşma sıcaklığına sahip olmasından dolayı bu gazın yanması sonucu termal NO_x oluşmaz.
- Amonyak ve organik azot içermesinden dolayı kok gazının yanması sonucu NO_x emisyonu oluşur. Emisyon azaltımı için kok gazı, yüksek fırın ve bazik oksijen fırınından çıkan gazlar ile birlikte kullanılır.

- Düşük NO_x brulörleri gibi yakma teknolojileri de emisyonların kontrolünde önemlidir.

TASLAK

5. ÖLÇÜM VE İZLEME

Entegre demir çelik tesislerinde ölçülmesi ve izlenmesi gereken kirleticiler kaynaklarına göre Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Entegre demir çelik tesislerinde emisyon kaynakları ve izlenecek kirleticiler

Emisyon kaynağı (Ölçüm noktası)	İzlenecek kirleticiler	İzleme periyodu	Sürekli izleme ¹
Kok Fabrikası	Toz, TOK (Toplam Organik Karbon), NO _x , H ₂ S, SO ₂ , NH ₃ , HCN, CO, Hg, PAH, benzen, PCDD/PCDF	İzin + Periyodik	
Sinter Fabrikası	Toz, özel toz emisyonları (Cd, As, Ni, Hg, Cr, V, Pb), SO ₂ , NO _x , HCl, HF, CO, TOK, PAH, PCDD/ PCDF	İzin + Periyodik	
Yüksek Fırınlar	Toz, TOK, UOB, SO ₂ , NO _x , CO, özel toz emisyonları (Cd, As, Ni, Hg, Cr, V, Pb), PCDD/ PCDF, PAH, PCB, klorobenzenler	İzin + Periyodik	
Bazık Oksijen Fırını (BOF)	Toz, TOK, UOB, SO ₂ , NO _x , CO, özel toz emisyonları (Cd, As, Ni, Hg, Cr, V, Pb), PCDD/ PCDF, PAH, PCB, klorobenzenler	İzin + Periyodik	
Pota ocakları (İkincil metalürji tesisleri)	Toz, UOB, özel toz emisyonları (Cd, As, Ni, Hg, Cr, V, Pb)	İzin + Periyodik	
Haddehaneler	Toz, NO _x , SO ₂	İzin + Periyodik	
Sürekli döküm	Toz	İzin + Periyodik	

¹ EK-4’deki hükümlere de bakılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği.
- IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), 2013. JRC Reference Report Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production, Industrial Emissions Directive 2010/75/EU, Spain.
- TA LUFT, 2002. “Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit”, Almanya Hava Kirliliği Kontrolü Teknik Talimatnamesi - TA Luft).

TASLAK