



# Döküm Tesisleri

SEKTÖREL UYGULAMA KILAVUZU  
(TASLAK)

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

## İçindekiler

1. GİRİŞ.....	1
2. DÖKÜMHANELER.....	2
2.1. Kalıpların hazırlanması (Kalıp ve maça üretimi) .....	3
2.2. Ergitme ve metal işleme .....	4
2.2.1. Potalı Ocaklar.....	5
2.2.2. Kupol Ocakları.....	5
2.2.3. Elektrik Ark Ocakları .....	5
2.2.4. İndüksiyon Ocakları .....	5
2.3. Döküm İşlemleri.....	6
2.3.1. Harcanan kalıp kullanan döküm yöntemleri .....	6
2.3.2. Kalıcı kalıp kullanan döküm yöntemleri.....	7
2.4. Bitirme işlemleri.....	8
3. EMİSYON KAYNAKLARI .....	9
4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ.....	11
5. ÖLÇÜM VE İZLEME .....	12
6. KAYNAKLAR.....	13

## 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.

Döküm 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. DÖKÜMHANELER

Metaller farklı yöntemler ile şekillendirilmektedir. Bu yöntemler; makine ile işleme, dövme, kaynak, presleme, vb. olarak sıralanabilir. Bu yöntemlerin yanı sıra diğer bir şekil verme yöntemi ise döküm işlemi yapmaktır. Metal döküm; istenilen bir şekli elde etmek için, seçilen metal veya alaşımın ergitilmesi ve istenilen şekildeki bir kalıp boşluğuna dökülmesi ve katılaşmasını bekleme işlemi olarak tanımlanabilir.

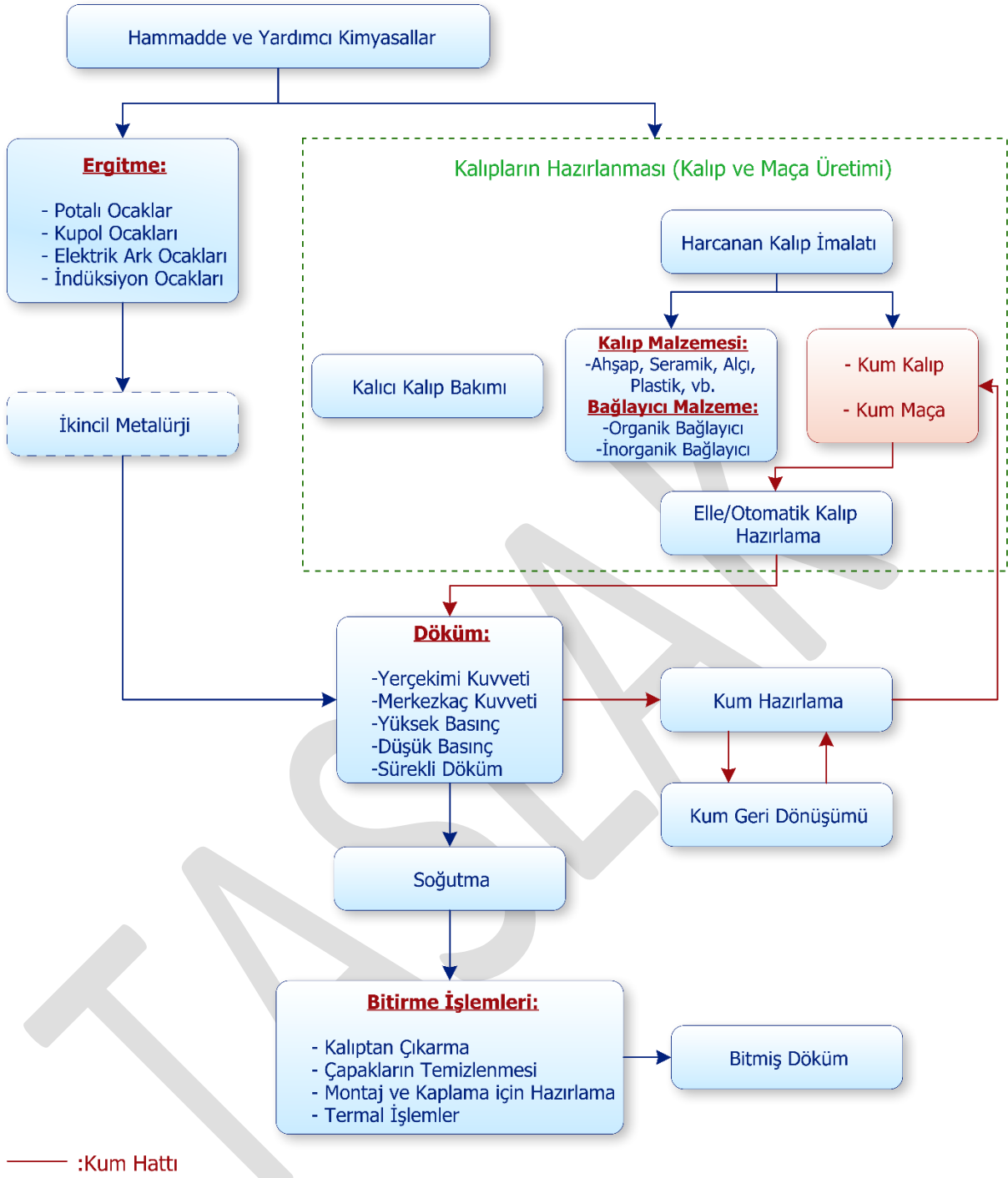
Döküm işlemi yapılacak metal alaşımları fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından farklılık göstermektedirler. Bunlar üç ana grupta inceleyebiliriz:

- Demir döküm
  - Lamel grafitli dökme demir
  - Küresel grafitli dökme demir
  - Temper dökme demir
- Çelik döküm
  - Karbon çelikleri ve az alaşımlı çelikler
  - Yüksek alaşımlı çelikler (paslanmaz, ısıya dayanıklı )
- Demir dışı döküm
  - Alüminyum esaslı alaşımlar
  - Bakır esaslı alaşımlar (pirinç ve bronz)
  - Magnezyum esaslı alaşımlar
  - Çinko esaslı alaşımlar
  - Nikel esaslı alaşımlar
  - Diğer alaşımlar (kurşun, kalay ve kobalt esaslı)

Bu döküm türlerinden bağımsız olarak tüm proseslerde yer alan temel işlemler aşağıda verilmiştir:

- Kalıpların hazırlanması (Model hazırlama)
- Ergitme ve metal işleme
- Ergimiş metalin kalıbın içine dökülmesi
- Katılaşma işlemi
- Soğutma ve kalıptan çıkarma
- Bitirme işlemleri

Döküm işleminin genel bir akış şeması Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Döküm işleminin genel bir akış şeması

## 2.1. Kalıpların hazırlanması (Kalıp ve maça üretimi)

Kalıplama, şekli verilmek istenen bir kalıp kullanılarak erimiş metalin bu kalıp içine döküm işlemidir. Kalıplar iki grupta sınıflandırılmaktadır;

- Harcanan kalıplar (tek kullanımlık kalıplar): Bunlar, her döküm için özel olarak üretilir ve döküm sonrası imha edilir. Kalıplar genellikle kumdan ve kilden yapılır. Kum veya kil farklı kimyasal kullanılarak bağlanmış veya bağlanmamış olabilir.
- Kalıcı kalıplar (çok kullanımlı kalıplar): Bu kalıplar genellikle metallerden üretilen kalıplardır. Düşük basınçlı döküm, basınçlı döküm ve santrifüj döküm yöntemlerinde kullanılmaktadırlar.

Kalıplama işlemlerinde kalıp ve/veya maça kullanılmaktadır. Kalıp, dökümü yapılacak ürünün modeller sayesinde hazırlanan ve dökülen malzemenin dışarıdan görülen şeklini almasını sağlayan parçadır. Maça ise kalıp boşluklarına yerleştirilen ve dökülen malzemelerin iç boşluklarının oluşmasını sağlayan şekildir. Bazı durumlarda, maçalar sadece iç boşluk için değil kalıbın tamamı için de kullanılabilir.

Demir dökümlerde kullanılan maçalar pratik olarak her zaman kumdan yapılır. Kum ve kil için bağlayıcılar kullanılmaktadır. Kullanılan bağlayıcı yönteminin seçimi; dökümün boyutu, üretim hızı, dökülen metal vb. gibi faktörlere bağlıdır.

Genel olarak, maçalar kalıplarla aynı tekniklerle üretilir, ancak küçük veya orta büyüklükteki maçalar genellikle ahşap, plastik veya metal kalıplar kullanılarak şekillendirilir. Kalıp ve kalıpların üretimi dökümhanede gerçekleştiği gibi dış tedarikçiler tarafından da gerçekleştirilir. Kalıp üretimi için metal ve plastik işleme sektörleri faaliyet göstermektedir.

Maça üretiminde kullanılan bağlayıcı yöntemleri;

- Organik bağlayıcı yöntemler
  - Furan Yöntemi
  - Soğuk kutu (cold box - Amin-sertleştirilmiş üretan bağlı) yöntemi
  - Pep-set yöntemi
  - Fascold yöntemi
  - Alkid-yağ yöntemi
- İnorganik bağlayıcı yöntemler
  - CO<sub>2</sub> yöntemi
  - Toz sertleştiricili sodyum silikat yöntemleri
  - Sıvı sertleştiricili sodyum silikat yöntemi

## 2.2. Ergitme

Ergitme, dökümü yapılacak olan metalin uygun ocaklarda ve yüksek sıcaklıkta eritilmesi işlemidir. Ergitme işlemlerinde farklı tip fırın veya ocaklar kullanılmakta olup fırın seçimi eritilecek olan metal türü, besleme yöntemi ve alaşım özelliklerine göre farklılıklar göstermektedir. Dökümhane ergitme fırınları yakıtlı (kupol ve pota ocakları) ve elektrikli (ark ve indüksiyon ocakları) olarak iki gruba ayrılabilir. Metalin eritilmesinden sonra eriyik

içindeki safsızlıkların uzaklaştırılması için cüruf alma işlemi yapılır. Ergitme işlemi, metalin ergitilmesi ile birlikte katkı maddeleri ilavesiyle istenen ürün özelliklerine göre alaşımların hazırlandığı ikincil metalürji işlemlerini de içerir. Aşağıda ergitme işleminde kullanılan ocak ve fırınlara ilişkin bilgiler verilmektedir.

### **2.2.1. Potalı Ocaklar**

Metal ergitme işleminde kullanılan en basit ve en eski yöntemdir. Ocakların içi ateş tuğlası (refrakter) ile örülmüştür ve üzerinde bir kapak bulunur. Kapasiteleri 15-1000 kg'dır. Bu tür ocaklarda genellikle alüminyum ve bakır ergitmesi yapılmaktadır.

### **2.2.2. Kupol Ocakları**

Dış çapları 1-2 m arasında olan ve yükseklikleri uygulamalara göre değişen 20 ton/saate kadar üretim yapabilen fırınlardır. Ocak için pik, hurda, kok ve kireç taşı belirli oranlarda birbirini izleyen tabakalar halinde üst üste yüklenir. Malzemenin üzerine bir kum yatak oluşturulur. Bunun üzerine uygun bir kok tabakası doldurularak ateşlenir. Ateşleme sonrasında yükleme kapısından belirli oranlarda pik, hurda, kok ve kireçtaşı ilavesi yapılır. Şarj malzemesi alttan erimiş metalin alınmasıyla kendi ağırlığı ile aşağıya iner.

### **2.2.3. Elektrik Ark Ocakları**

Elektrik ark ocakları, büyük bir kazan şeklindeki refrakter kaplı gövdeden oluşan eritme fırınlarıdır. Geniş fırın şekli, hacimli şarj malzemesinin kullanılmasına izin vermektedir. Tipik olarak ocak haznesi çapı 2 – 4 m arasında değişmektedir. Fırın, grafit elektrotlar ile ısıtılmaktadır. Elektrotlar, aşağı ve yukarı hareket etmeyi sağlayan kollarla desteklenmektedir. Ocağa yüklenmiş metal, üç grafit elektrot arasında üç fazlı alternatif elektrik akımı tarafından oluşturulan bir elektrik arkıyla ısıtılır.

Elektrik ark ocakları çoğunlukla çeliğin eritilmesinde kullanılır. Bazı durumlarda, eriyiğe kömür tozu ilavesi gerektiren dökme demir üretiminde de tercih edilebilmektedir.

### **2.2.4. İndüksiyon Ocakları**

Bu tür ocaklarda, fırın bir bobin ile sarılıdır. Bobinden geçirilen elektrik, kuvvetli bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan ergitilecek olan metalde bir elektrik direnci oluşmasına sebep olarak metalin ısısını artırır ve bu yolla ergitme sağlanmış olur. Bu fırınlar çeşitli kapasitelerde olup demir, çelik ve demir-dışı metallerin ergitilmesi için uygundur. Çekirdeksiz ya da kanal tipi indüksiyon ocakları kullanımdadır. İndüksiyon ocaklarının en önemli avantajları arasında proses kontrolünün kolaylığı, çevresel etkisinin diğer fırınlara göre daha az olması, yüksek ısı verim, düşük bakım gereksinimi sayılabilir. Ancak bu tür ocaklar hem yüksek yatırım hem de elektrik kullanımı nedeniyle yüksek işletim maliyetlerine sahiptir.

## 2.3. Döküm İşlemleri

Döküm işlemi, döküm malzeme üretiminin ana faaliyetidir. Kalıp; yerçekimi kuvveti, merkezkaç kuvveti veya basınç etkisi yardımıyla sıvı metalle doldurulur. Dökme işleminden sonra döküm katılaşması için soğutulur ve daha sonra ileri soğutma ve bitirme işlemleri için kalıptan çıkarılır. Kullanılan kalıp türüne göre döküm işlemleri farklılık göstermektedir. Kalıcı kalıp kullanan döküm yöntemlerinde bu işlemler daha kısa sürede gerçekleşirken harcanan kalıp kullanan döküm yöntemlerinde ise sıvı metalin tamamen katılaşması daha uzun sürelerde gerçekleşir. Kalıcı kalıplardan döküm parça alındıktan sonra kalıp tekrar kullanılır. Ancak harcanan kalıplar her döküm sonrası bozularak içinden döküm parça alınır.

### 2.3.1. Harcanan kalıp kullanan döküm yöntemleri

Hazırlanan kalıbın bir kez kullanıldığı harcanan kalıp yönteminde 5 ayrı döküm tekniği kullanılmaktadır.

**Kum Kalıba Döküm:** Dökümlerin büyük bir kısmı kum kalıplar kullanılarak yapılır. Kum kalıba döküm yöntemi, kullanılan kalıbın cinsine göre farklılık gösterir. Yaş kum kalıplarda bağlayıcı olarak doğal kil olan bentonit kullanılır. Refrakter malzeme olarak genelde silis kumu olarak ifade edilen kuvars ( $\text{SiO}_2$ ) kullanılır. Demir dökümlerde kalıp kumu içine taş kömüründen elde edilen kömür tozu da ilave edilir. Sıvı metalin kalıba doldurulması esnasında kalıp içindeki kömür tozu yanarak bir gaz perdesi oluşturur. Bu gaz perdesi hem kum tanelerinin sıcaklığın etkisi ile birbirine kaynamasını önler hem de döküm parça yüzeyinin temiz çıkmasını sağlar. Herhangi bir bağlayıcının ve nemin bulunmadığı, yalnız ince taneli kumun kullanıldığı bu yöntemde de kalıp şekli vakum etkisiyle sağlanmaktadır. Vakum yönteminde kum kitlesi bir plastik film ile şekillendirilip çerçevelenir. Kalıp içi basıncın azaltılması ile kum kitlesi sıkıştırılır ve kalıp oluşturulur.

**Kabuk Kalıba Döküm:** Kabuk kalıplama “Shell Molding” veya diğer tanımı ile “Croning” yönteminde kalıp, ısıtılmış bir model etrafında oluşturulan kum ve sıcaklıkla sertleşen reçine bağlayıcı karışımdan meydana gelir. Karışım belirtilen şekilde ısıtıldığında reçine ile bağlanan kum tanecikleri çok sert bir kabuk oluşturur. Kabuk kalıplama yöntemi demir ve demir dışı alaşımların dökümünde kullanılır.

**Seramik Kalıba Döküm:** Seramik kalıba döküm yöntemi hassas (investment) döküm yönteminden türetilerek geliştirilmiş bir yöntemdir. Diğer hassas yöntemler ile üretilmeyecek kadar büyük boyutlu parçalarda ya da parça sayısının çok az olduğu durumlarda tercih edilir.

**Alçı Kalıba Döküm:** Demir dışı metallerin şekillendirilmesinde kullanılan özel bir döküm yöntemidir. Ana kalıplama malzemesi alçıdır. Bu yöntemin kullanılma nedeni, boyutsal hassasiyetinin çok iyi olması, döküm yüzeyinin düzgünlüğü, kum kalıplara veya astarlanmış metalik kalıplara oranla son derece ince yüzey detaylarını şekillendirebilmesidir.



**Hassas Döküm (Investment):** Hassas döküm yönteminde, harcanan bir modelin etrafı oda sıcaklığında sertleşen bir refrakter çamurla sarılarak hazırlanan bir kalıp kullanılır. Genellikle balmumu ve plastikten hazırlanan model daha sonra ergitilerek veya yakılarak kalıp boşluğu meydana getirilir.

**Dolu Kalıba Döküm:** Dolu kalıba döküm tekniği farklı isimlerle de tanımlanmaktadır. Bunlar; kaybolan köpük, buharlaşan model dökümü, boşluksuz döküm, buharlaşan köpük dökümü, dolu kalıptır.

Bu döküm tipinde köpük esaslı malzemelerden yapılmış modellerin kullanıldığı metal döküm uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Kaybolan köpük döküm yöntemi alüminyum, bronz, pirinç, dökme demir ve çelik esaslı döküm parçalarının üretilmesinde başarılı biçimde uygulanmaktadır.

Genelde dolu kalıba döküm yönteminde üç tip polimer kullanılmaktadır bunlar sırasıyla ön şişirilmiş polistiren, ön şişirilmiş Polimetilmetakrilat (PMMA) ve bu iki polimerin karışımlarıdır. Ön şişirilmiş polistiren, üç polimer tipi içinde en ucuz olanıdır ve genelde alüminyum parçaların dökümünde köpük malzemesi olarak tercih edilmektedir. PMMA ve ortak karışım polimerleri ise demir esaslı malzemelerin dökümünde kullanım alanına sahiptir.

Köpük modellerin üretimde kullanılan en yaygın malzeme polistirendir. Polistiren, ham petrol ve doğal gazdan üretilen, % 92 karbon ve % 8 hidrojenle oluşmuş hidrokarbon polimeridir. Polistiren köpük parçalarının üretimde kullanılmakta olup genişletici gaz olarak % 4-8 pentan içermektedir.

### 2.3.2. Kalıcı kalıp kullanan döküm yöntemleri

Kalıcı kalıp kullanılan döküm işlemlerinde 4 döküm yöntemi kullanılmaktadır.

**Metal Kalıba Döküm:** Metal kalıba döküm, daha ziyade karmaşık şekilli dar boyut toleransları olan ve çok sayıda üretilmesi istenen döküm parçalar için kullanılır. Bütün alaşımlar metal kalıba dökmeye uygun değildir. Metal kalıpta dökümü yapılabilen metaller; alüminyum, bakır, magnezyum, çinko esaslı alaşımlar ve hiperötektik gri dökme demirdir.

**Basıncılı Döküm:** Sıvı metalin çok yüksek basınç altında metalden yapılmış yüzeyine kaydırıcı sürülmüş bir kalıba doldurulması esasına dayanır. Uygulanan basınç sayesinde fazla miktarda sıvı metalin kalıba çok hızlı bir şekilde doldurulması sağlanır. Katılma tamamlanmaya kadar basınç uygulanmaya devam edilir ve ardından kalıp açılarak itici çubuklar yardımıyla parça kalıptan çıkarılarak işlem tamamlanır. Bu yöntem sayesinde çok karmaşık şekilli parçaların dökümü mümkün olur.

**Savurma Döküm:** Sıvı metalin katı duruma geçerken büzülmesinden dolayı meydana gelen boşlukları gidermek için basınç kullanma düşüncesi savurma döküm yöntemini çıkarmıştır.

Prensip olarak sıvı metalin kalıp içine merkezkaç kuvvetinden faydalanarak gönderilmesi esasına dayanmaktadır.

**Sürekli Döküm:** Sıvı metalin dış yüzeyi su ile soğutulan iki ucu açık bir kalıptan geçirilerek katı hale dönüşmesini sağlayan işlemdir. Her ne kadar şekilli parça üretimine ilişkin bir yöntem değilse de bu ürünlerin özellikleri döküm teknolojisine bağlı olarak gelişir.

## 2.4. Bitirme işlemleri

Ham dökümün bitirme işlemleri, bitmiş bir ürün elde etmek için gerekli olan tüm işlemleri kapsamaktadır. Bitirme işlemleri sürece göre, aşağıdaki işlemlerden oluşur.

- işlemin sonlandırılması
- kalıptan çıkarma ve maça kalıplarının boşluklardan çıkarılması
- dökme sonucu oluşan çapakların giderilmesi
- mekanik işlem sonrası dökümü yapılmış parçaların montaj, ısıtma işlemi, kaplama gibi işlemler için hazırlanması

Bazı durumlarda, dökümhaneler aynı zamanda montaj, yüzey bitirme ve dökümlerin kaplanması işlemlerini de gerçekleştirir.

### 3. EMİSYON KAYNAKLARI

Dökümhanelerde oluşan emisyonlar; döküm yöntemi ve döküm yapılan metal türlerine göre değişmekle birlikte genel olarak toz, yanma ve reaksiyon ürünleri, piroliz ve buharlaşma ürünleri olarak gruplandırılabilir. Tablo 1’de dökümhanelerdeki işlemlere göre oluşan kirleticiler özetlenmiştir.

**Tablo 1.** Döküm işlem adımlarından çıkan kirleticiler

Faaliyet (Kaynak)	Ham madde depolama ve işleme	Ergitme işlemleri	Kalıp ve maça hazırlama	Döküm işlemleri	Bitirme işlemleri
Emisyon					
Toz	X	X	X	X	X
Kükürt oksitler (SO <sub>x</sub> )		X	X	X	
Azot oksitler (NO <sub>x</sub> )		X	X	X	
Karbon monoksit (CO)		X	X	X	
Karbon dioksit (CO <sub>2</sub> )		X	X	X	
Amonyak (NH <sub>3</sub> )			X	X	
Metal tozları	X	X	X	X	X
Metal buharları	X	X	X	X	X
Hidrojen sülfür (H <sub>2</sub> S)			X	X	
Hidrosiyanik Asit (HCN)			X	X	
Amin/Amitler			X	X	
Poliklorludibenzo-p-dioksinler (PCDD)		X			
Uçucu organik bileşikler (UOB)		X	X	X	
Asit buharları		X	X	X	
Fenol ve Formaldehit			X	X	

Kalıpların hazırlanması aşamasında özellikle tek kullanımlık kum ve kil malzemelerden yapılan kalıpların kullanımında toz; kalıplarda kullanılan bağlayıcılardan ise organik madde emisyonları (amin, fenol ve formaldehit gibi) emisyonlar oluşmaktadır.

Metalin ergitilmesi aşamasında oluşan emisyonlar kullanılan fırın türüne göre değişiklik göstermektedir. Potalı ocaklarda; toz, metal tozları ve ayrıca organik ve metal buharları

salınmaktadır. Kupol ocaklarında salınan emisyonlar; toz, metal tozları, CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, hidrojen florür (HF), PCDD, poliklorludibenzofuranlar (PCDF) ve organik kirleticiler olarak sayılabilir. Elektrikli ark ocaklarında toz, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, organik kirleticiler, metal oksitler, Dioksin, furan; İndüksiyon ocaklarında ise toz, CO, organik ve metal buharları salınmaktadır.

Döküm aşamasında oluşan emisyonlar; toz, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, UOB, fenol, formaldehit ve polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) emisyonlarıdır.

Bitirme işlemlerinde ise ağırlıklı olarak toz emisyonları açığa çıkmaktadır. Eğer ayrıca yüzey işlemleri yapılacaksa uygulanacak yüzey işlemine (kaplama, boyama vb.) bağlı olarak farklı emisyonlar (metal buharları ve UOB) açığa çıkmaktadır.

Dökümhanelerde emisyon kaçakları da önemlidir. Özellikle açık ocakların üstündeki davlumbazlar ve döküm alanlarının üzerinde bulunan davlumbaz sistemlerinin yetersiz olması durumunda emisyonlar iç ortama yayılmakta daha sonra da kapı ve pencerelerden atmosfere dağılmaktadır.

Diğer kaçak emisyonlar ise depolama alanlarından (örneğin; bölmeler, stoklar, yığınlar), nakliye konteynirlerinin yüklenmesi ve boşaltılmasından, malzemelerin aktarılması faaliyetlerinden (örneğin fırın, kepçe, silolar), kimyasal bağlayıcıların karıştırılması ve kürlenmesi (inorganik ve organik kimyasal emisyonlar) sırasında havaya karışan gaz ve toz fazda kirleticilerden oluşmaktadır.

## 4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ

Dökümhanelerde oluşan emisyonların türüne göre farklı prosesler için farklı kontrol yöntemleri uygulanabilir. Toz emisyonlarının kontrolü için siklonlar, torba filtreler ve ıslak yıkayıcılar kullanılabilir. Oluşan SO<sub>2</sub>, Cl<sup>-</sup> ve amin emisyonları için yıkama kuleleri ve venturi yıkayıcılar kullanılabilir. CO ve organik maddelerin kontrolü için ise art yakma ve biofiltre sistemleri kullanılabilir.

Döküm işlemlerinde kullanılan fırın türüne göre farklı emisyon azaltım teknikleri uygulanabilmektedir. Demir dökümü işlemlerinde kupol ocağı kullanılması durumunda kupol ocaklarında yüksek kaliteli kok kömürünün kullanılması, yakma işlemlerinde oksijence zengin havanın kullanılması ve termal verimliliği arttıracak önlemlerin alınması emisyonları azaltacaktır.

Konteyner ve taşıyıcıların kaplanması, depolamanın dış ortamda ve açıkta yapılmaması, dış ortamda yapılması gerekiyorsa tozmayı önleyici (perde, rüzgar kırıcı, spreyleme vb.) tedbirlerin alınması, kapalı konveyörlerin kullanılması, kalıplama ve döküm işlemlerinde vakumlu hava çekicilerin kullanılması, kapıların ve pencerelerin kapalı tutulması, zemine dökülen kum ve döküm artıklarının düzenli olarak temizlenmesi kaçak ve yayılı emisyonların oluşumunu önleyecektir.

Kum kalıpların hazırlanması ve kullanılması esnasında;

- işlemlerin atmosfere açık olarak değil vakum altında yapılması,
- bağlayıcı ve reçine kullanımının azaltılması,
- kalıp ve maça kaplamalarında alkol bazlı kaplayıcı yerine su bazlı kaplayıcıların kullanılması,
- kullanılmış kum kalıplarının tekrar kullanımının veya rejenere edilmesinin sağlanması emisyonların oluşumunu azaltacaktır.

## 5. ÖLÇÜM VE İZLEME

Döküm tesislerinde ölçülmesi ve izlenmesi gereken kirleticiler kaynaklarına göre Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Döküm tesislerinde emisyon kaynakları ve izlenecek kirleticiler

Emisyon kaynağı (Ölçüm noktası)	İzlenecek kirleticiler	İzleme periyodu	Sürekli <sup>1</sup> İzleme
Enerji üretimi <sup>2</sup>	Yakıt ve ısı gücüne göre belirlenir.		
Kalıp hazırlama	Toz, TOK, organik kirleticiler <sup>3</sup>	Periyodik + İzin	
Metalin ergitilmesi	Toz, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , HF, HCl, TOK, özel toz emisyonları	Periyodik + İzin	
Kupol ocakları	Toz, SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , HF, PAH, özel toz emisyonları	Periyodik + İzin	
Döküm işlemleri	Toz, TOK, özel toz emisyonları, organik kirleticiler <sup>2</sup>	Periyodik + İzin	
Bitirme işlemleri	Toz, TOK <sup>4</sup>	Periyodik + İzin	

<sup>1</sup> EK-4'teki hükümlere de bakılmalıdır.

<sup>2</sup> EK-1A hükümleri uygulanır.

<sup>3</sup> Maça yapımında kullanılan bağlayıcı türüne göre

<sup>4</sup> Boyama ve kaplama yapılıyorsa

## 6. KAYNAKLAR

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği.
- TA LUFT, 2002. “Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit”, Almanya Hava Kirliliği Kontrolü Teknik Talimatnamesi - TA Luft.
- IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), 2007. IPCC Reference Document on Best Available Techniques Reference Documents (BREFs) of Smitheries and Foundries Industry

TASLAK