



Tuğla- Kiremit Üretimi

SEKTÖREL UYGULAMA KILAVUZU
(TASLAK)

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

İçindekiler

1. GİRİŞ.....	1
2. KİREMİT-TUĞLA ÜRETİM PROSESİ	2
2.1. Hammaddenin Hazırlanması.....	4
2.2. Şekillendirme	6
2.3. Kurutma, Sırlama ve Astarlama	7
2.4. Pişirme	8
2.5. Ambalajlama ve Sevk (Bitirme İşlemleri)	10
3. EMİSYON KAYNAKLARI	12
4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ.....	14
5. ÖLÇÜM VE İZLEME.....	15
6. KAYNAKLAR.....	16

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.

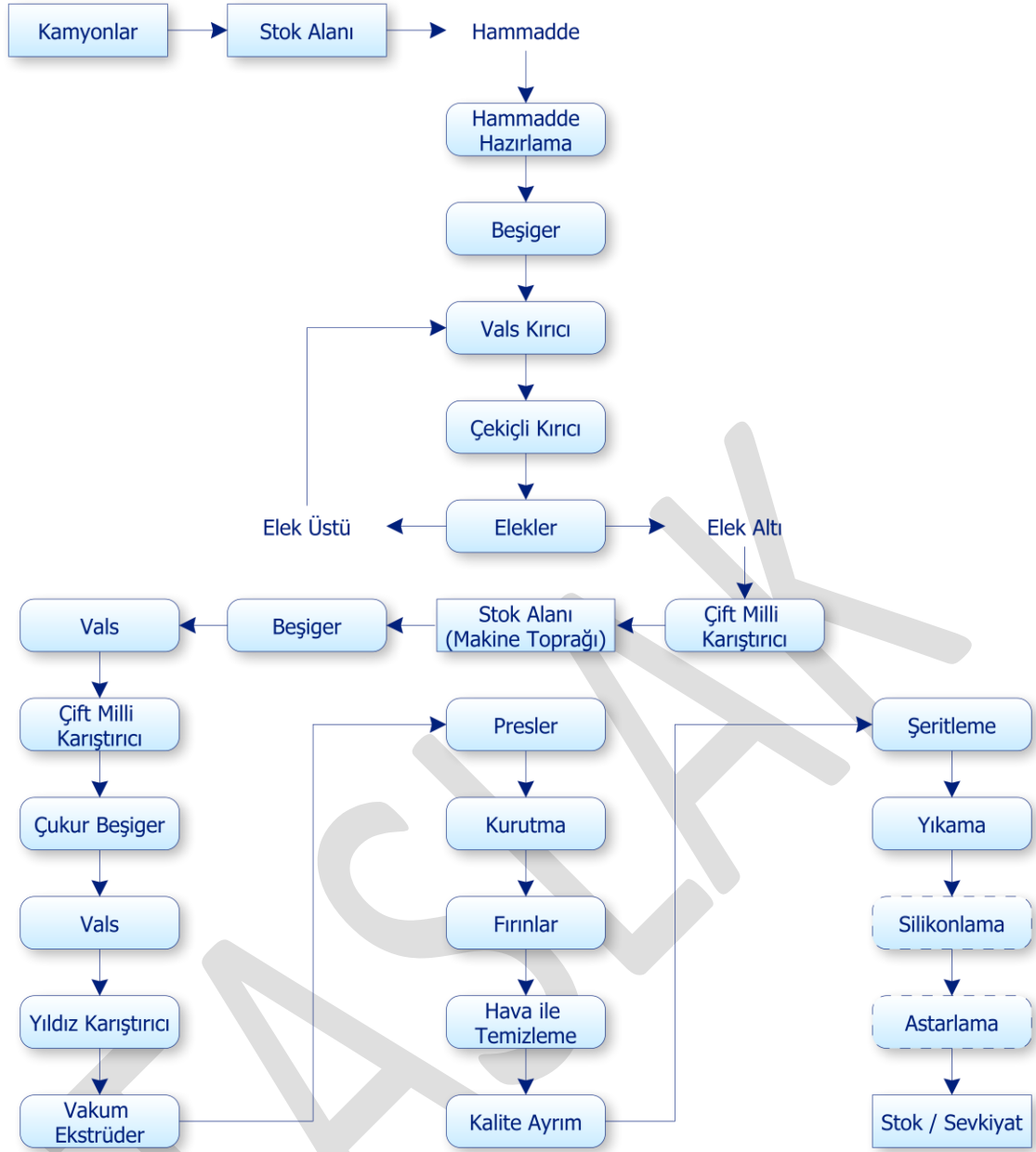
Topraktan tuğla ve kiremit üretimi yapan tesisleri ele alan bu kılavuz kapsamında, öncelikle sektörde yaygın olarak kullanılan üretim süreçleri tanıtılmış, daha sonra bu süreçlerde emisyon oluşumuna neden olan kaynaklar belirlenmiş, emisyonların ölçümü ve izlenmesi ile emisyon azaltım teknikleri konusunda bilgiler verilmiştir.

2. KİREMİT-TUĞLA ÜRETİM PROSESİ

Tuğla ürünleri birçok farklı inşaat ve müteahhitlik işlerinde kullanıldığı için çok yüksek miktarlarda üretilmektedir. Tuğla ve kiremitler, şekillendirme tekniğinden ziyade, kullanım amacına göre sınıflandırılır:

- İnşaat tuğlaları (örn., kil bloklar, dış cephe tuğlaları, klinker tuğlalar ve hafif tuğlalar)
- Çatı kiremitleri (örn., ekstrüde kiremitler, preslenmiş kiremitler)
- Kaldırım tuğlaları
- Baca tuğlaları (örn., baca boruları)

Tuğla ve kiremit imalatı, hammadde madenciliği, hammadde depolama ve hazırlama işlemleri dahil olmak üzere şekillendirme, kurutma, fırınlama ve son işlemleri içerir. Eğer özel olarak yüzey işleme ve renklendirme gerekiyorsa, sırlama ve astarlama gibi yüzey işlemleri uygulanabilir. Tuğla ve kiremit üretimi proses akım şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Tuğla-Kiremit üretim prosesi iş akım şeması

Tuğla ve kiremit üretiminde hammadde olarak killerden faydalanılır. Fabrikaya gelen hammadde bir süre dinlendirilir. Makina yardımı ile gerekli nem ilavesi yapıp öğütülerek, kil şekillendirmeye hazır hale getirilir. Şekillendirme işlemi biten tuğla ve kiremit ürünleri suni ve doğal kurutma sistemleri ile bünyesindeki nemi dışarı atar. Tuğla ve kiremit ürünleri Hoffman veya tünel fırınlarında 800-1000 °C arasında pişirilip fırından boşaltılan ürünler sevk ve satış için hazır hale gelmiş olur.

Tuğla ve kiremit üretimi; kullanılan kurutma sistemine (doğal kurutma-suni kurutma), üretim yöntemine (emek yoğun-teknoloji yoğun), otomasyona (otomatik-yarı otomatik),

hammadde işleme ve şekillendirmeye (vakumlu-vakumsuz) ve pişirme sistemine (Hoffman-tünel) göre değişmektedir.

Tuğla ve kiremit üretim prosesi üretim kademeleri özetle ana başlıklar halinde aşağıdaki gibidir:

1. Hammadde hazırlama
2. Şekillendirme
3. Kurutma
4. Pişirme
5. Ambalajlama ve sevk

2.1. Hammaddenin Hazırlanması

Üretimde kullanılan kil ağırlıklı toprak malzeme, doğada genellikle nemli, bazen kuru ve toz haline getirilebilir bir şekilde, bazen de taş/kaya niteliğinde bulunur. Doğadan temin edilen ve kamyonlar vasıtasıyla tesisteki stok alanına getirilen bu malzeme, gerek boyut gerekse fiziksel ve kimyasal özellikleri itibarıyla uygun hale getirilmesi için bir dizi ön işlemten geçirilir. Bu işlemler Şekil 2’de şematik olarak verilmiştir.



Şekil 2. Hammadde hazırlama aşaması iş akış şeması

Tuğla ve kiremit üretiminde kuru ve yarı-ıslak hammadde hazırlama süreçleri uygulanmaktadır. Kuru süreçler, düşük plastisiteli hammaddelerin tane boyutunun çekiçli veya merdaneli değirmenler ile düşürülüp, aynı zamanda su içeriğinin %3-6 oranına

ayarlandığı işlemleri içermektedir. Bu işlemler sırasında gerekli katkı maddeleri de eklenir. Yarı-ıslak süreçte, malzemeler büyük hacimli besleyiciler içinde su içeriği %20 olacak şekilde harmanlanır. Reçete değerlerine göre belirli oranlarda stok yığınlarından iş makineleriyle beşigerlere yüklenen toprak sırasıyla vals kırıcı, çekiçli kırıcı ve eleklerden geçirildikten sonra son olarak çift milli karıştırıcı ile karıştırılarak harman haline getirilmektedir.

Mikronize öğütülen hammadde ile son ürünün gözle görülür yüzey düzgünlüğüne sahip olması ve yüzeyinde kesinlikle kireç patlaklarına rastlanmaması sağlanır. Bu aşamada hammaddenin kurutulması da önemli bir işlemdir. Kurutuculara yaklaşık %15-28 nem aralığında giren harmanın nem değeri burada %7-9'a düşürülmektedir. Hammaddenin kurutulması bu evrede kritik bir aşamadır ve üretim sürecinde kullanılan değirmenin performansını olumlu etkilemektedir. Hammadde hazırlama sürecinin başında farklı toprak tiplerinin yüklenmesine olanak sağlayacak 2-3 adet beşiger bulunmaktadır. Harman haline getirilen toprak karışımı konveyör sistemi ile harman stok sahasına nakledilmektedir. Harman yığınının tekrar iş makinesi ile alınan toprak karışımı sırasıyla vals, çift milli karıştırıcı, çukur beşiger, vals ve yıldız karıştırıcıdan geçirilerek hamur kıvamına getirilmektedir. Bu noktada karışıma, çift milli karıştırıcı, yıldız karıştırıcı ve vals ünitelerinden geçerken reçete değerine göre su ilavesi yapılmaktadır.

Öğütme sonrası, homojen bir kil hamuru elde edebilmek için kilin yeterli miktarda su ile karıştırılması gerekmektedir. Su ilavesi öğütme öncesinde yapılabildiği gibi, öğütme sonrasında da yapılmaktadır. Değirmenlerden çıkan hammaddeler, mikserlerde nem miktarı ürün cinsine uygun orana ulaşıncaya kadar arttırılarak homojen bir şekilde karıştırılır. Böylelikle yaş kiremit için gerekli çamur elde edilmiş olmaktadır.

Elde edilen kil hamuru bir süre dinlendirme işlemine tabi tutulur. Dinlendirme, üretilen ürünün kalitesini etkileyen çok önemli bir işlem olup bu işlem hammadde hazırlama aşamalarının en önemlisi olarak kabul edilmektedir. Yoğurulmuş çamur dinlenme esnasında direnç kazanmaktadır. Dinlendirme işlemi öğütme işlemlerinden önce veya sonra da yapılabilmektedir.

Hammadde hazırlama aşamasında kullanılan ekipman ve işlemler aşağıda kısaca açıklanmıştır:

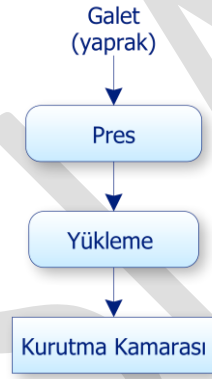
- **Beşiger:** İş makineleriyle toprak yığınının alınan malzeme, üretilecek ürün çeşidine göre belirli oranlarda beşiger adı verilen besleme bunkerine verilir. Bunkerin üstündeki kaba ızgara 10 cm aralıklıdır. Malzeme, bunkerin altındaki kapasite kontrollü (hız kontrollü) paletli konveyör bantla toprak canavarına aktarılır.
- **Toprak Canavarı:** Beşigerden gelen malzeme 4 cm gözenekli sarsak elekten geçerek toprak canavarına (eziciye) aktarılır. Burada, malzeme içinde bulunan taşlar ile tuğla

yapımında kullanılamayacak maddeler ayrılır. Bu ekipman vals prensibine göre çalışır. Silindirin bir tanesi düz silindirik, diğeri enine dişli yapıdadır. Bu ekipmanla, ezilemeyen toprak kesekleri (formasyonu bozulmuş malzeme) ve taşlar ayrılır.

- **Kaba Vals:** Hammadde bu valste ezilerek tane büyüklüğü kabaca ayarlanır.
- **Sulu Karıştırıcı (Tavlama):** Malzeme, Valse girmeden önce neminin ayarlanması için sulu karıştırıcıya aktarılır.
- **İnce Vals:** Nem miktarı ayarlanan malzeme bu valsten geçerek daha homojen hale getirilir ve preslenmeye hazırdır.

2.2. Şekillendirme

Hammadde hazırlama aşaması sonunda şekillendirilmeye uygun bir nitelik kazanan kil hamuru, farklı yöntemler kullanılarak şekillendirilmekte, değişik biçim ve boyutlarda yarı mamul tuğla-kiremit elde edilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Şekillendirme bölümü iş akış şeması

Şekillendirmede genellikle kalıplama, presleme ve vakumlama (extrude) yöntemleri kullanılmaktadır. Kalıplama, genellikle tuğla üretiminde kullanılan bir yöntem iken presleme daha çok kiremit üretiminde kullanılmaktadır. Vakumlama yönteminde ise vakum pres makinasında (extruder) hazırlanan hammaddeler çeşitli tip ve büyüklükteki presler ile kiremit şeklini almaktadır.

Vakumlama yönteminde, hazırlanan kil sonsuz vida yardımı ile kalıptan alınmaktadır. Bu yöntemde extruder makinasına gönderilen hazırlanmış hammaddenin vakum yöntemi ile 740 mm Hg değerinde havası emilmekte ve plastik hale gelmektedir. Helezonlar vasıtası ile itilen hammadde vakum presin ağız kısmındaki ağızlık vasıtası ile şeklini almakta ve sonsuz bant olarak sistemi terk etmektedir. Sonra ince tellerle kesilen malzeme nihai hale getirilip kurumaya bırakılır. Kiremit üretiminde ise vakum presten çıkan ürün (galet) yine tellerle kesilerek kalıp preslere alınır. Burada talep edilen kiremit çeşidine göre pres makinelerine takılan kalıplarla şekillendirilerek kurutma sehpalарına alınır.

2.3. Kurutma, Sırlama ve Astarlama

Kurutma, şekillendirme esnasında kile katılan suyun sonradan alınması amacıyla uygulanır. Kilin bünyesinden çıkarılmak istenen suyun uzaklaştırılması için değişik yöntemler uygulanmaktadır. Temel olarak kurutma işleminde doğal kurutma ve yapay (suni) kurutma olarak iki yöntem kullanılır.

Doğal kurutma, güneş enerjisinden faydalanma prensibine dayanan bir sistemdir. Vakum makinasından yaşı olarak çıkan mamuller genellikle kurutma sehpalara belli bir düzenle dizilmekte, bu sehpa geniş kapalı alanlarda (saya) ya da açık alanlarda kurumaya terk edilmektedir. Bu yöntemde kurutma için ek bir enerji kaynağı gerekmediği için ekonomiktir.

Suni kurutma ise ek bir ısı enerjisi kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntem, killi maddenin içindeki serbest suyun, önce yüksek buhar basıncı ve düşük sıcaklık, kurutmanın sonuna doğru ise düşük buhar basıncı ve yüksek sıcaklık sağlanarak dışarı atılması prensibine dayanır. Bu uygulama Hoffman fırınlarında kurutma odalarında (Şekil 4) veya tünel fırınlarında ise fırının içinde gerçekleştirilir.



Şekil 4. Hoffman fırın kullanan tesislerde kurutma bölümü iş akış şeması

Suni kurutmada vagonlar ile kurutma kamaralarına alınan kiremitler 50-60 °C sıcaklıkta 2,5-3 gün boyunca bekletilerek nem içeriği %10-15 seviyesine kadar düşürülür. Kurutma kamaralarında ihtiyaç duyulan sıcak hava için genellikle ayrı bir yakma tesisi kullanılmaz. Pişirme fırınlarından çekilen sıcak hava ya da buhar kazanından elde edilen sıcak buharın bir serpantin sisteminden geçirilmesi ile üretilen sıcak hava kullanılır.

Tuğla üretimi için genel olarak tünel veya oda tipi kurutucular kullanılmaktadır. İş yükü, mekanizasyon derecesi ve gövde malzemesinin hassasiyetine bağlı olarak kurutucular kullanılır. Tuğlalar, tünel tipi kurutucularda 8-72 saat arası 75-90 °C sıcaklıklarda işlem

görürken hızlı kurutucularda 8 saatten daha az bekletilir. Bazı kaplama tuğlaları için bu süre 72 saatten fazla olabilir. Kiremitler ise, tünel veya oda tipi kurutucularda 60-90 °C sıcaklıkta 12-48 saat arası bekletilir. Pişirme öncesi malzemenin su içeriği %3'e kadar düşürülür.

Kurutmadan çıkan kuru kiremitler tel ile bağlanarak vagonlara yüklenir ve ön ısıtmaya gönderilir. Ön ısıtmada kurutma çıkışında yaklaşık %3 civarında olan nem daha alt mertebelere indirilerek fırında oluşabilecek hatalar önlenir.

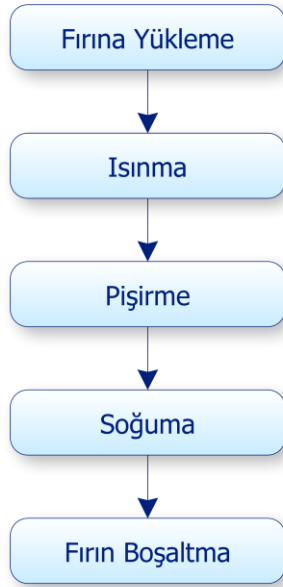
Çatı kiremitleri ve kaplama tuğlalarının görünen yüzü, özel renk vermek veya yoğunluğu artırmak amacıyla bazı durumlarda sırlanmakta veya astarlanmaktadır. Sırlama ve astarlama, kurutma işleminden sonra uygulanmaktadır. Astar malzeme; kil, akıcı madde, dolgu malzemesi ve pigmentlerden oluşan bir bileşimdir. Sır ise yığın malzeme, akıcı madde, kil ve renklendirici oksitlerin karışımıdır. Sırlama ve astarlama için kullanılan en yaygın yöntem spreylemedir.

2.4. Pişirme

Pişirme, proses akım şemasında üretimdeki en son aşamadır. Kilin kuruma aşamasında, serbest haldeki suyunu ve sonradan emdiği suyu kaybetmesinden dolayı boyutlarında küçülme (çekme) olur. Pişirme sırasında kil, bazı kimyasal reaksiyonlara maruz kalır. 300 °C civarında organik maddeler tamamen yanar, 450-650 °C arasında molekül suyunu kaybeder. 850-950 °C arasında kil hamurunun pişmesiyle oluşan bu yeni malzeme artık sert, şeklini değiştirmeyen, belirli mukavemet ve renge sahip bir üründür. Kilin bünyesindeki mineraller birbirleriyle bağ yaparak yapıya mukavemet kazandırabilmek ve kiremite kırmızı rengi verebilmek için bu sıcaklığa çıkılmalıdır.

Pişirme işleminde ürünler Şekil 5'te verilen ısınma, pişme ve soğuma aşamalarından geçer. Pişirme işlemi için en yaygın kullanılan fırın tipleri Hoffman fırın ve tünel fırındır. Ayrıca, Hoffman-tünel fırını karışımı olan kemer tünel fırınlar da nadiren kullanılır. Hoffman tipi fırın ve tünel fırın aşağıda tanıtılmıştır.

HOFFMAN TİPİ FIRIN



TÜNEL TİPİ FIRIN



Şekil 5. Fırın bölümü iş akış şeması

Hoffman Fırını: Fırın kesiti dairesel tonoz biçimindedir. Fırının üstündeki deliklerden yakıt püskürtülmekte, pişme safhası ilerledikçe püskürtme işlemi daha sonraki deliklerden yapılarak alevin ilerlemesi sağlanır. Dolayısıyla, fırında ateş hareketli olup ürünler hareketsiz (sabit) kalmaktadır. Yakıt olarak genelde kömür vb. katı yakıtlar, nadiren sıvı ve gaz yakıtlar kullanılmaktadır ve 950 °C’de 6-6,5 saat pişirme işlemi gerçekleştirilir.

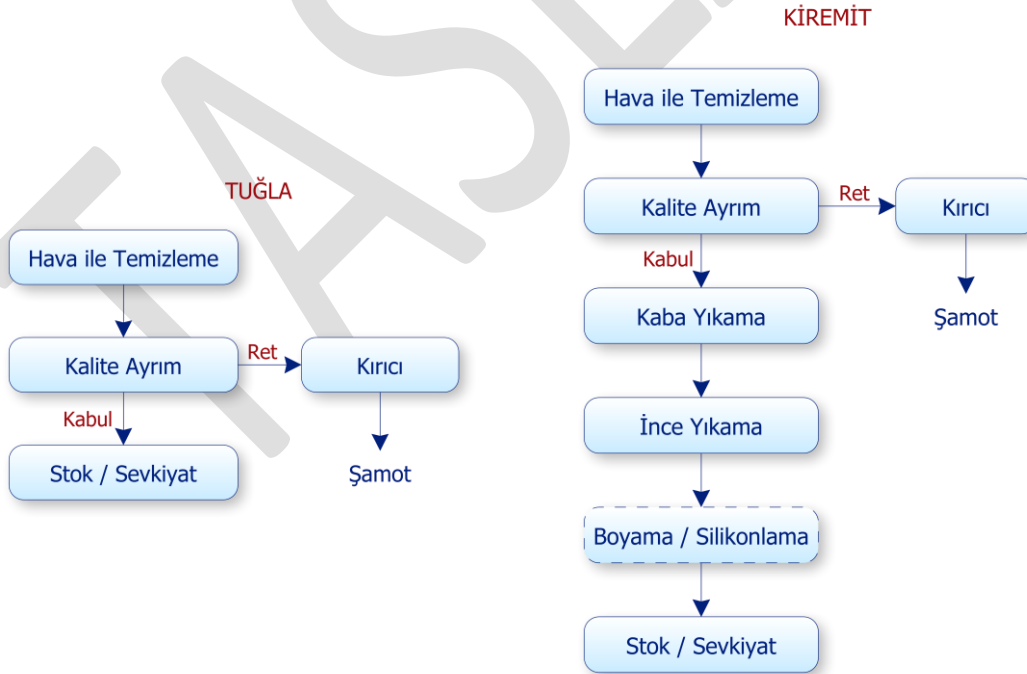
Isı eldesi amacıyla katı yakıt girişi fırın üstünde yer alan otomatik kovalı yakıt besleme ünitesi ile doğalgaz da brülörler ile yapılmaktadır. Vagonlar ile fırına yüklenen ürünler yakıtın püskürtme deliklerinin değişmesi ile sırasıyla ısınma, pişme ve soğuma aşamalarından geçer. Pişirme sıcaklığı en yüksek 900 °C’ye ulaşır ve sonrasında soğumaya başlar. Hoffman fırınlarında bir kiremit ya da tuğlanın pişirme fırınına yüklenmesi ile fırın kapağının açılıp ürünlerin çıkarılması arasında geçen süre ürün türüne göre 48 -72 saattir.

Tünel Fırın: Bu tip fırınlarda ürünler hareketli, ateş sabittir. Uzun bir tünel ve içinde hareketli fırın vagonları vardır. Yarı mamul ürünler fırın vagonlarına fırının dışında istif edilmekte ve birbiri ardına vagonlar belli bir hızda fırının içinde hareket etmektedir. Fırın içinde hareket eden ürünler önce tünel boyunca sıcaklığı artan ve nemi azalan bir hava ortamı ile karşılaşmaktadır. Bu bölge ısınma bölgesidir. Orta bölgede daha yüksek sıcaklıktaki pişme bölgesinde pişen ürün, yakıcıların olmadığı bölgeden geçerken soğumaya başlar. En sonunda fırın dışına çıkan ürünler fırın vagonları üzerinden alınmaktadır. Pişirme bölgesinde genel olarak sıvı yakıt kullanılmakta, ancak bazı durumlarda katı yakıtlı sistemler de kullanılmaktadır.

Tünel fırınlarında nihai pişirme sırasında, indirgeyici bir atmosferde (yakıtın yetersiz oksijenli ortama beslenmesi) ürün üzerinde özel renk efektleri oluşturulabilmektedir. Tuğlaların 800-1300 °C sıcaklığa kadar ısıtılması gerekmektedir. Gerekli gövde oluşma sıcaklığında 2-5 saat geçirdikten sonra, ürün 50 °C'ye soğutulur. Çatı kiremitlerinin 10-40 saat, kaldırım tuğlalarının 45-60 saat ve kil blokların 17-25 saat pişirilmesi gerekmektedir. Baca gazı sıcaklığı, gazın yoğunlaşma noktasına ve kompozisyonuna bağlıdır. Yüksek kükürt içeren killerin yoğunlaşma noktası daha yüksek olacağı için baca gazı sıcaklığı da yüksek olacaktır.

2.5. Ambalajlama ve Sevk (Bitirme İşlemleri)

Piştirme işlemi tamamlanan ürünler fırından römorklara boşaltılır. Fırından çıkan ürünler, temizlenmesi ve kontrol edilerek uygun olmayan (çatlak, kırık, yamuk ve rengi uygun olmayan) ürünlerin ayrılması için paketleme bölümüne gelir. Burada ürünler önce römork üzerinde hava ile temizlenir. Kalite kontrolünden geçen tuğlalar temizlik sonrası paketlenir. Kalite kontrolünden geçen kiremitler ise, römork üzerinde kaba yıkamadan sonra bantlara alınarak ince yıkama yapılır, kurutulduktan sonra paketlenir. Müşteri talebine göre yıkama sonrası özel renkler için yüzey boyama veya suyun etkilerinden korumak amacıyla hidrofobik malzemeler (silikonlama işlemi) uygulanabilir. Şekil 6'da bu işlemler akım şeması olarak verilmiştir.



Şekil 6. Ambalajlama ve sevk bölümü iş akış şeması

Kalite kontrol aşamasından geçemeyen ürünler ayrı bir kırıcı sistem ile kırılarak şamot adı verilen ve çoğunlukla peyzaj amacıyla kullanılan malzemeler elde edilir.

Paketleme işlemi otomatik makinalarla yapılmaktadır.

TASLAK

3. EMİSYON KAYNAKLARI

Tuğla ve kiremit üretiminden kaynaklanan emisyonlar arasında toz, kükürt dioksit (SO_2), azot oksitler (NO_x), karbon monoksit (CO), uçucu organik bileşikler (UOB), hidrojen klorür (HCl) ve florür bileşikler bulunmaktadır.

Emisyonları belirleyen faktörlerin başında hammadde bileşimi ve nem içeriği, pişirme fırını yakıt tipi, fırın işletme koşulları ve buhar kazanı yakıt tipi bulunmaktadır.

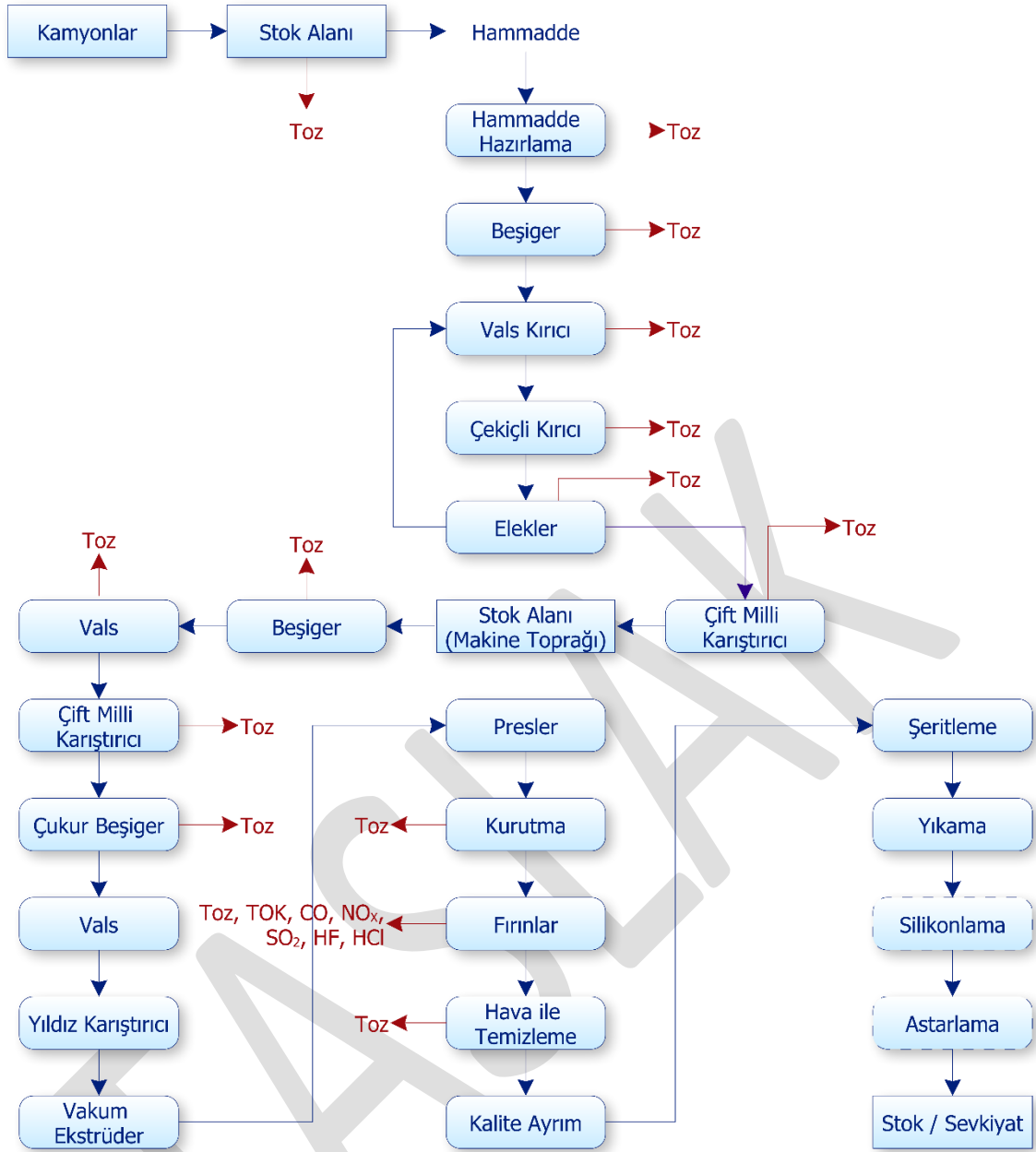
Toz emisyonlarının temel kaynakları, hammadde öğütme ve eleme işlemleri, ürün yüzey temizleme işlemleri ve fırınlardır. Üretim prosesindeki bu kaynaklara ek olarak tesis içindeki kaplamasız yollar ve açıkta depolanan hammaddeler de önemli toz kaynaklarıdır. Tesiste yakıt olarak kullanılan kömürün açık alanda depolanması ve taşınması esnasında toz emisyonları oluşmaktadır.

Toz ile birlikte yanma kaynaklı gaz kirleticiler (SO_2 , NO_x ve CO) pişirme fırınında kullanılan yakıtlardan kaynaklanmaktadır.

Kurutma fırınlarında/kamaralarında doğrudan bir yanma işlemi gerçekleşmemektedir. Pişirme fırınlarından çekilen sıcak hava ya da buhar kazanından elde edilen sıcak buharın bir serpantin sisteminden geçirilmesi ile üretilen sıcak hava kullanılır. Bu tür sistemler ayrı bir emisyon kaynağı değildir. Ancak, kurutucularda sadece kurutma amacıyla bir yakma tesisinin bulunması halinde bu bir emisyon (yakma tesisi) kaynağıdır. Doğal kurutmanın uygulandığı alanlarda (cebri çekiş uygulanmayan) emisyon kaynağı olarak değerlendirilmez.

Hidrojen florür (HF) ve diğer florür bileşikler, doğal hammaddede bulunan flor bileşiklerinin salınmasının bir sonucu olarak fırınlardan yayılabilir. Pişirme sırasında sıcaklık $500-600\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye ulaştığında hammadde içindeki flor, HF ve diğer flor bileşiklerine dönüşmektedir. Kil içindeki flor içeriği kilin çıkarıldığı bölgelere göre değişkenlik gösterdiği için fırınlarda oluşan HF emisyonları da kullanılan hammaddeye göre değişkenlik göstermektedir. Hidrojen klorür (HCl) emisyonları da HF emisyonları gibi hammadde içindeki klor varlığı sonucunda oluşmaktadır.

Şekil 7'de proses akım şeması üzerinde emisyon kaynakları ve kirleticiler verilmiştir.



Şekil 7. Tuğla-kiremit üretim prosesi emisyon kaynakları

4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ

Tuğla ve kiremit üretiminden kaynaklanan toz emisyonlarını azaltmak için çeşitli kontrol sistemleri kullanılabilir. Kırma, öğütme ve eleme işlemlerinden kaynaklanan toz emisyonları toz kontrol sistemleri ile azaltılabilir. Ayrıca, hammaddenin nem oranının yüksek olması da toz emisyonlarını azaltacaktır.

Fırınlarda oluşan toz emisyonlarını kontrol altına almak için torba filtreler ya da ıslak tutucuların kullanılması uygundur. Kaplamasız yollar ya da hammadde ve kömürün depolandığı yığınlarından oluşan toz emisyonları ise ıslak veya kuru bastırma sistemleri ile veya tesis çevresinde rüzgar etkisini azaltıcı engellerle (ağaçlandırma ve perdeler) azaltılabilir. Tesis içinde hammaddeyi taşıyan bantların üzeri kapatılabilir. Toz tutulduğu filtrelerin boşaltılması işlemi sırasında toz emisyonu oluşumunu önlemek için boşaltma işlemi kapalı bir ortamda yapılabilir ya da boşaltma sırasında nemlendirme işlemi uygulanabilir. Paketleme öncesi ürün üzerindeki tozların hava ile temizlenme işleminin kapalı ortamda yapılması ve bu esnada bir toz kontrol sisteminin kullanılması önerilir.

5. ÖLÇÜM VE İZLEME

Tuğla Kiremit üretim tesislerinde ölçülmesi ve izlenmesi gereken kirleticiler kaynaklarına göre Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Tuğla Kiremit üretim tesislerinde emisyon kaynakları ve izlenecek kirleticiler

Emisyon kaynağı (Ölçüm noktası)	İzlenecek kirleticiler	İzleme periyodu	Sürekli İzleme ¹
Buhar kazanı bacası ²	Yakıt ve ısı gücüne göre belirlenir.		
Kırma, öğütme, eleme ünitelerine ait bacalar	Toz	İzin + Periyodik	
Kurutma/Piştirme fırını bacaları	Toz, TOK, CO, NO _x , SO ₂ , HF, HCl	İzin + Periyodik	
Kurutma odası bacası ³	Toz	İzin + Periyodik	
Baca Dışı Kaynaklar	Yönetmelik EK-2’deki ilgili hükümler uygulanır.		

¹ EK-4’teki hükümlere de bakılmalıdır.

² EK-1A hükümleri uygulanır.

³ Yanma gazları içermeyen sıcak hava ile kurutma durumunda

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.
- IPCC, 2007. Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry.
- USEPA, 1995. AP-42: Compilation of Air Emissions Factors.

TASLAK