

Sıvı Bazlı Emaye amurlarının Geri Kazanımı

Mehmet Kerem Yıldırım

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül, 2011

The Recovery of Liquid Based Enamel Sludge

Mehmet Kerem Yıldırım

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Chemical Engineering

September, 2011

Sıvı Bazlı Emaye Çamurlarının Geri Kazanımı

Mehmet Kerem Yıldırım

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Temel İşlemler ve Termodinamik Bilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Hakan DEMİRAL

Eylül, 2011

ONAY

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Mehmet Kerem Yıldırım 'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Sıvı Bazlı Emaye Çamurlarının Geri Kazanımı” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Hakan Demiral

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç. Dr. Hakan Demiral

Üye : Prof.Dr. Sermet Kabasakal

Üye : Doç.Dr. Necmi Gönen

Üye : Yrd.Doç.Dr. Belgin Karabacakođlu

Üye : Yrd.Doç.Dr. İlker Kıpçak

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada; Doruk Ev Gereçleri San. ve Tic. Ltd. Şti. bünyesi içinde bulunan dökümhanenin ana üretim ürünü olan; döküm emayeli gri dökme demir ocak ızgaralarının, emayelenmesi sırasında açığa çıkan döküm emaye çamurlarının geri kazanımı üzerine araştırmalar yapılmıştır.

Denemeler atık emaye çamurlarının taze emaye çamuruyla %10 oranında karıştırılarak kullanılabilceğini göstermiştir. Atık çamurlardan daha yüksek oranlarda yararlanılabilmesi için ek araştırmalar yapılmalıdır.

Anahtar sözcükler: Emaye, dökme demir, geri kazanım

SUMMARY

The Casting Department of Doruk Ev Gereçleri San. ve Tic. Ltd. Şti. , which I am supervising, produces enamelled grey cast-iron oven grits as main product. During enamelling the oven grits, a great amount of solid waste casting enamel sludge is produced. The aim of this study was to investigate the recovery of this sludge.

Experiments have showed that, waste enamel sludge could be reused as the ratio of 10% of fresh enamel sludge. Some excess research should be done to beneficiate higher percentage of waste sludge.

Keywords: Enamel, cast iron, recovery (reclamation)

TEŞEKKÜRLER

Yüksek Lisans Eğitimim sırasında öncelikle desteğini esirgemeyen Kimya Mühendisliği Bölümünün Tüm Çalışanlarına, değerli hocam Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN 'a, tezimi bitirebilmem için benden çok emek veren değerli hocam Doç. Dr. Hakan DEMİRAL 'a, işyerim olan Doruk Ev Gereçleri San. ve Tic. Ltd. Şti. çalışanlarına, özellikle Emaye Bölümü personeline ve şimdi Lava Döküm Bünyesinde çalışan, tüm kaynaklarını seferber eden Sn. Aysel Ay Hanımefendiye; ayrıca bu günlere gelmemi sağlayan Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ailesi fertlerinden babam Prof. Dr. M. Ercengiz YILDIRIM 'a ve annem Öğr. Gör. Seviye YILDIRIM 'a, değerli eşim Seray YILDIRIM 'a, yoğun iş yaşamım yanında az kalan vaktimde ihmal etsem de anlayış gösteren oğullarım Ediz ve Eymen 'e teşekkürlerimi en içten dileklerle sunarım.

Saygılarımla

M. Kerem YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜRLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. EMAYE	2
2.1. Emayenin Tanımı.....	3
2.2. Emaye Çelikleri.....	3
2.2.1. Çelikleri Oluşturan Alaşım Elementlerinin Emayeye Etkileri.....	5
2.2.1.1. Karbon.....	5
2.2.1.2. Mangan.....	5
2.2.1.3. Alüminyum.....	5
2.2.1.4. Titanyum.....	6
2.2.1.5. Vanadyum.....	6
2.2.1.6. Krom.....	6
2.2.1.7. Fosfor.....	6
2.2.1.8. Nikel.....	6
2.2.1.9. Azot.....	7
2.2.1.10. Bakır.....	7
2.2.2. Emaye Saçları.....	7
2.3. Dökme Demir.....	7
2.4. Dökme Demir İçin Emaye Fritleri.....	9
2.4.1. Astar Emayeler.....	9

İÇİNDEKİLER (devam)

2.4.2. Yaş Yöntem İçin Saydam Fritler.....	10
2.4.3. Yaş Yöntem İçin Beyaz Fritler.....	10
2.4.4. Beyaz Toz Emayeler.....	10
2.4.4.1. Antimonlu Toz Emayeler.....	10
2.4.4.2. Zirkonyumlu Toz Emayeler.....	11
2.4.4.3. Titanyumlu Toz Emayeler.....	11
2.4.4.4. Renklendirilebilir Toz Emayeler.....	11
2.5. Dökme Demirlere Emayelerin Uygulanması.....	11
2.5.1. Astar Uygulaması.....	12
2.5.2. Mutfak Gereçleri (Kap, Kacak) Ve Döküm Izgaralar İçin Sulu Emaye.....	13
2.5.3. Toz Emaye Uygulanması.....	14
2.6. Bilinen Emaye Hataları.....	14
2.6.1. Emaye Akması.....	14
2.6.2. Kabarcıklaşma (Köpürme).....	14
2.6.3. Kılcal Çatlak Büyümesi.....	14
2.6.4. Yırtılma.....	14
2.6.5. İğne Deliği.....	15
2.6.6. Kaynama.....	15
2.6.7. Siyah Noktacıklar.....	15
2.6.8. Kenar Akıntıları.....	15
3. DÖKÜM VE EMAYE.....	16
3.1. Karbon.....	16
3.2. Silisyum.....	16
3.3. Kükürt.....	17

İÇİNDEKİLER (devam)

3.4. Mangan.....	17
3.5. Fosfor.....	17
3.6. Diğer Etkenler.....	17
3.7. Emaye Kaplama Yöntemler.....	18
3.7.1 Daldırma İşlemi.....	18
3.7.2 Püskürtme işlemi.....	19
3.8. Döküm Emayesinde Kurutma.....	20
3.9. Döküm Emayesinin Yoğunluğunun Ayarlanması.....	22
3.10. Pişen Emayenin Kontrolü.....	23
3.10.1. Darbe Dayanımı.....	24
3.10.2. Emaye Kalınlık Deneyi	24
3.11. Alışılmamış Özellikleri Olan Bir Yüksek Sıcaklık Emayesi.....	24
4. KULLANILABİLİRLİĞİ DÜŞÜNÜLEN EMAYE ÇAMURU.....	26
5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	28
5.1. %50 Atık Emaye Çamuru %50 Yeni Şarj Denemesi.....	28
5.2. %30 Atık Emaye Çamuru %70 Yeni Şarj Denemesi.....	28
5.3. %10 Atık Emaye Çamuru %90 Yeni Şarj Denemesi.....	29
5.4. %5 Atık Emaye Çamuru %95 Yeni Şarj Denemesi.....	29
5.5. %20 Atık Emaye Çamuru %80 Yeni Şarj Denemesi	29
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	30
6. EK AÇIKLAMALAR.....	32

İÇİNDEKİLER (devam)

EK AÇIKLAMALAR A : EMAYE YOĞUNLUK ÖLÇME TALİMATI.....	33
EK AÇIKLAMALAR B : EMAYE DEĞİRMENLERİ TALİMATI	34
EK AÇIKLAMALAR C: EMAYE KUTU FIRIN ÇALIŞTIRMA VE KULLANMA TALİMATI	35
EK AÇIKLAMALAR Ç: EMAYE HATA ANALİZ TALİMATI.....	36
EK AÇIKLAMALAR D: EMAYE KALINLIK ÖLÇÜM TALİMATI.....	37
EK AÇIKLAMALAR E: EMAYE RENK KONTROL TALİMATI.....	38
EK AÇIKLAMALAR F: EMAYE VE TOZ BOYA PARÇALARI KONTROL TALİMATI.....	39
EK AÇIKLAMALAR G: EMAYE FİZİKSEL KONTROL FORMU.....	40
7. KAYNAKLAR DİZİNİ.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1. Küçük döküm ızgaralar ve büyük döküm ızgaraların fotoğrafları	26
Şekil 6.1. Çamur oranı ile sağlam parça oranı değişimi.	31
Şekil Ek 1. Emaye kabini ve karşıda görünen emaye çamuru	41
Şekil Ek 2. Kabin duvarına sıvayan emaye çamuru kalıntıları	42
Şekil Ek 3. Emaye püskürtme-pistole uygulaması	42
Şekil Ek 4. Uygulama sonrası kurutmaya hazır büyük döküm ızgara	43
Şekil Ek 5. Pistole işleminin küçük döküm ızgaralardaki uygulaması	43
Şekil Ek 6. Kurutma Fırını	44
Şekil Ek 7. Kutu fırında ızgaranın emaye pişirimi	44
Şekil Ek 8. Kutu fırında ızgara çıkışı	45
Şekil Ek 9. Tünel fırında pişirme çıkışı	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Kullanılan emayenin bileşimi	22

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Üretim işletmelerinde her tür atığın (katı, sıvı ya da gaz) azaltılması çevre ve ekonomi açısından önemlidir. Öncelikli hedef atıksız teknolojiler geliştirmek olmakla birlikte; bunun sağlanamadığı durumlarda özellikle atıkların azaltılması ve geri kazanılması, yeniden aynı ya da başka amaçlarla kullanılması öncelikli hedefler olmalıdır. Çevre açısından zorunlu olmakla birlikte, atıkların arıtılmaları ya da depolanmaları ekonomik açıdan en son yeğlenen uygulamalar olmaktadır.

Yapılan bu çalışmada Doruk Ev Gereçleri San. Ve Tic. Ltd. Şti. (Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi) firmasında üretilen döküm ızgaraların emayeleme işlemi sırasında açığa çıkan döküm emayesi çamurlarının geri kazanılarak yeniden kullanımı hedeflenmektedir. Bu atıklar şimdiki uygulamada atık olarak deşarj edilmektedir.

Çeşitli atıkların geri kazanımını araştıran pek çok çalışma olmakla birlikte atık emaye çamurunun yeni emaye çamuru ile karıştırılarak yeniden kullanımına taranan yayınlarda rastlanmadığından bu çalışmanın özgün olduğu düşünülmektedir.(Çevre ve Orman Bakanlığı,2008)

Konunun altyapısını oluşturmak amacıyla bundan sonraki bölümlerde emaye ve emaye kaplanan malzemelerin yanı sıra emayeleme işlemi de açıklanmaktadır.

2. EMAYE

Emaye bu çalışmada geri kazanılması hedeflenen malzeme olduğundan aşağıda ayrıntılı olarak tanıtılacaktır.

2.1. Emayenin Tanımı

Emaye bazı metal oksit ve tuzlarının ve ergiticiler karışımının yüksek sıcaklıktaki fırınlarda ergitilip soğutulmasıyla elde edilen camsı bir maddedir.

Emayenin diğer kaplama türlerine tercih edilmesini sağlayan temel özellikler şöyle sıralanabilir: ([http1](#))

- Emaye kaplandığı metale estetik bir görünüm verir.
- Sert ve pürüzsüzdür, çizilmez ve aşınmaz.
- İstenilen her renk ve tonda renklendirilebilir, rengi zamanla hiçbir değişime uğramadan sabit kalabilir.
- Korozyondan koruyup uzun ömür verir.
- Zehirli değildir. Bin yılı aşkın bir süreden beri kullanılmasına rağmen hiçbir zararlı etkisi saptanmamıştır.
- Mikrop barındırmaz. Kolaylıkla temizlenir.
- Yüksek sıcaklığa, kimyasal ve iklimsel koşullara dirençlidir.

Yukarıda anlatılan özellikleri ile emaye inşaat sanayisinde, kimya ve makine sanayisinde, çeşitli enerji sistem ve aygıtlarında (örneğin güneş kolektörleri), elektronikte, termik santrallerdeki türbin kanatlarında, zirai silolarda, yol ve reklam panolarında ve güzel sanatlarda başarı ile uygulanmaktadır.

Ülkemizde ise emaye denince; soba, boruları ve diğer aksesuarları; mutfak fırınları; soğutucu, tencere gibi mutfak eşyaları; küvetler, duş tekneleri, evyeler gibi yapı elemanları; termosifonlar ve beyaz tahta (white-boards) denilen okul yazı panoları akla gelmektedir.(http2)

Bir emaye tabakasının dayanımı (mukavemeti) ilk olarak emaye fritinin kimyasal bileşimine bağlıdır. Bunun yanı sıra emaye tabakasının çeşitli bileşenlerden oluşan yapısı, katkıları, uygulanış şekli ve çalışma koşulları gibi ikincil etmenlerin de dayanım üzerinde önemli etkileri vardır. Bunların başında sac ve döküm kaliteleri gelmektedir. (candy grup firma bilgileri,2010)

2.2. Emaye Çelikleri

Hatasız bir emayeleme için kullanılan sac bileşim ve yüzey bakımından sabit kalitede olmalıdır. Emayelenecek saclarda karşılaşılan başlıca dört problem şöyle özetlenebilir:

- Yüksek sıcaklıklarda emayeyi pişirme sırasında malzemenin kendi ağırlığının neden olduğu sarkma ve eğilmelerden meydana gelen bozulmalar.
- Yetersiz asitle temizleme (piklaj) işleminden dolayı metal ve emaye arasındaki zayıf bağ.
- Emaye sırasında metal bünyesinde çözünmüş halde bulunan hidrojenin açığa çıkması ile oluşan balık pulu arızası.

- Yüzey karbürlerinin neden olduğu emaye içindeki karbon kaynaması.

Emayeleme işleminde altı değişik sac kullanmak mümkündür:

- a) Alüminyumla deokside edilmiş durgun madde çelikleri, derin sıvama özelliğine ve yüzey kusurlarına sahiptir. Üretim sırasında titanyum eklenmesi (%Ti - %Cx5) astar katın metale olan tutuculuğunu artırır. Üst kat olarak uygulandığı zaman balık pulu eğilimini azaltır.
- b) Soğuk haddelenmiş kaynar çelikler, alüminyum ile deokside edilmiş çeliklerden daha ucuzdur. Emayelemede astar katı gerektirir.

- c) Emaye kalitesi sac.

Emaye kalitesinde sac kullanmanın iki nedeni vardır.

- 1- Pişirme sıcaklığında sarkmalara karşı dirençli olması,
- 2- Karbon miktarının az olması nedeniyle karbon kaynamasının azalması ve şekillendirilebilme özelliklerini artırabilmek için üretim sırasında %0,20 mangan eklenir.

- ç) Dekarbonize çelikler karbon kaynamasını azaltmak ve doğrudan tek kat emaye uygulamak için geliştirilmiştir. Potada C miktarı kontrol edilir ve soğuk indirimin yüzdesi ayarlanarak balık puluna karşı karbonsuzlaştırılmış çeliklerin direnci artırılabilir.

- d) Serbest arayer çelikleri. Pişirme sırasında tane büyümesi olmadığından tek kat emaye uygulanabilir. Aşırı derecede sarkma, eğilme meydana gelmez. Diğer emaye saclarına göre daha iyi sıvama özelliği gösterir.

e Sıcak haddelenmiş çelikler; balık puluna ve karbon kaynamasına neden olacağından özel metal hazırlama ve emaye tekniği gereklidir. Bundan dolayı tavsiye edilmez. (candy grup firma bilgileri,2010)

2.2.1. Çelikleri Oluşturan Alaşım Elementlerinin Emayeye Etkileri

Çelikleri oluşturan alaşım elementlerinin emayeye etkileri aşağıda başlıklar halinde anlatılmıştır..

2.2.1.1. Karbon

Karbonun emayelenmeye hem zararlı hem de faydalı etkileri vardır. Faydası emayelenmiş malzemenin dayanımını artırmasıdır. Zararı ise pişirme sırasında malzemenin sarkmasına ve yüzeydeki küme karbürlerinin oksitlenerek karbon kaynamasına sebep olmasıdır. Bunun sonucunda tek kat emayelerinde malzeme yüzeyinin süngerimsi bir görünüm almasını önlemek amacıyla dekarbonizasyon işlemi ile C miktarı düşük değerlere indirgenir. Yüzeyde iri karbür oluşumunu engellemek için sıcak haddelemede tavlama sıcaklığı 675 °C altında tutulur. Fakat bu işlemler malzemenin şekillendirilebilme özelliklerinin azalmasına neden olur. Pişirme sırasında çeliklerde ferrit-östenit dönüşümünün oluşması, akma dayanımının azalması, soğutma sırasında da emaye örtüsünün ve metalin büzülme hızlarının farklı olması eğilmelerin nedenidir.

2.2.1.2. Mangan

Manganın balık pullarına ve karbon kaynamasına etkisi az olmasına karşın sarkmaya karşı etkisi oldukça fazladır.

2.2.1.3. Alüminyum

Saçların şekillendirilebilme özelliklerini düzeltir. Tek kat emaye uygulamasında kaynamaya neden olur. Tavsiye edilmez.

2.2.1.4. Titanyum

Alüminyum ile deokside edilmiş saçlarda eklenen titanyum yaptığı karbürler nedeniyle karbon kaynaması sorununu ortadan kaldırır. Soğuk ve sıcak haddelenmiş çeliklerde balık pullanmasına karşı direnci artırır. Dönüşüm sıcaklığının yükselmesi nedeniyle sarkmaları ve soğutma sırasında da gerilmeleri azaltır.

2.2.1.5. Vanadyum

Kaynamaya ve balık pullanmasına hiçbir etkisi yoktur. Azot ile birleşerek pişirme sırasındaki bozulmaları azaltır.

2.2.1.6. Krom

Ticari saçlarda miktarı %0,058 'in altındadır. Eğer miktarı artarsa, balık pullanması artar.

2.2.1.7. Fosfor

Dayanımı artırır. Sünekliği ve şekillendirilebilme özelliğini azaltır. Düşük karbonlu çeliklerde fosfor miktarı %0,018 'e kadar artırılırsa, balık pullanması eğilimi artar.

2.2.1.8. Nikel

Kaynamaya bir etkisi yoktur. Eğer miktarı artırılırsa balık pullanması eğilimini azaltır ve aynı zamanda sarkma dayanım özelliklerini düzenler.

2.2.1.9. Azot

Azot alüminyum ve titanyum ile birlikte tane büyümesini, dayanımın azalmasını engeller. Sünekliği azalttığından şekillendirilebilme özelliğinin önemli olduğu zaman kullanılır.

2.2.1.10. Bakır

Bakır miktarı arttıkça balık pullanması eğilimi de artar. (candy grup firma bilgileri,2010)

2.2.2. Emaye Saçları

Emaye sanayisinin başlıca sorununu kullanılan saç oluşturmaktadır. Türkiye’de geniş kullanım alanı olmasına rağmen emaye kalitesinde saç üretimi için herhangi bir girişimde bulunulmamıştır.

Üretilmekte olan saçlar arasında DIN: L623 R RST14 çift kat emayelemek için uygundur. Fakat tek kat emayelemek için yukarıdaki belirtilen özelliklere sahip saçlar üretilmelidir.

2.3. Dökme Demir

Dökme demirlerin mekanik özellikleri eskiden beri döküm kalınlıklarına ve kimyasal bileşimine bağlı olarak soğuma hızlarına göre ayarlanır. Tüm emayelenebilir ürünler için geçerli olabilecek ideal bir dökme demir bileşimi vermek mümkün değildir. Aşağıda belirtildiği gibi;

- Kalın veya ince kesitli döküme göre,
- Kullanılacak emayeleme metoduna göre,
- Ürünün çeşidine (soba, küvet, ızgara vb.) göre,
- Emaye tesisine göre ve
- Kullanılan frite bağlı kalarak pişirme sıcaklıklarına göre

uygun bir kimyasal bileşim seçilmelidir. Seçilen kimyasal bileşimin, seçilen frite uygunluğu araştırılırken dökme demirin emayelenmeden önce ve sonraki mikro yapısı ve genişleme katsayısı göz önüne alınmalıdır.

Aşağıda örnek olarak, dökme demir friti üreten Ferro, Bayer ve Wendel firmalarının önermiş oldukları bileşimin etkileri özetle verilecektir.

İşletme koşullarında özellikle karbon (C), fosfor (P), mangan (Mn), kükürt (S) ve krom (Cr) her metal eriyiğinden alınacak numune ile belirlenmelidir. Karbon dökme demirde serbest ve bileşik olarak iki durumda bulunur. Karbon serbest halde grafit ve bileşik halde ise karbür olarak bulunur. Normal analizde bulunan bir parça perlitik yapıda katılaşma gösterir. Emayeleme sonunda ise bunun ferritik yapıya dönüşmesi emayenin dökme demirle daha iyi bir bağ yapmasını sağlar. Eğer yapıda karbür oluşmuşsa ilk astar pişirimi sırasında karbürler bozulur ve CO, CO₂ gibi gazların çıkışına sebep olur. Bunun neticesinde kabarcıklanma (köpürme) problemi ile karşılaşılır. Eğer mangan, krom, titanyum gibi elementler limitleri aşarsa karbürlerin oluşması kolaylaşır. Bunlara karşı olarak da silisyumun artması dökümde serbest grafiti artırır. Çok fazla silisyum miktarı grafitlerin çok büyük olmasına neden olacağından dökümü gözenekli yapıp emayenin tutunmasını azaltır. Fosfor ise dökümde fosfor karbür adını verdiğimiz steatid fazında olup sıvı metalin akışkanlığını artırdığı gibi, %0,8 'den fazla ise taneler arasında kapalı bir ağ görünümünde bulunur. Bu ise dolaylı olarak karbonsuzlaşmaya karşı dökümü korur. Aşırı sert ve kırılğan olduğundan fazla miktarda olursa döküm parçanın yırtılmasına sebep olur. Fazla kükürt ise sıvı metalin akıcılığını azalttığı gibi meydana getirdiği bileşikler emayede kabarcıklanma problemine sebep olur.

2.4. Dökme Demir için Emaye Fritleri

Prensipte dökme demir için kullanılan fritler saç emayede kullanılanlardan yalnızca çok az farklıdır. Özellikle pişirme şartları ve dökümün kalın et kalınlığı baştan başa emaye çeşitlerini gerektirir. Yaş emayeleme metodunda düşük sıcaklıkta ergiyebilen fritler ilave edilir. Bazı majolik (çift renkli) çeşitleri ve hatta saydam (transparent) emayeler, herhangi bir özel talep olmaksızın kimyasal dirençlerine göre emayeleme işlemi için kolay ergiyebilen fritlere sahiptirler. En kolay ergiyebilenler ise daldırma toz emayelerdir.

2.4.1. Astar Emayeler

Yüzey emaye ile dökme demir arasındaki yapışmayı sağladığı gibi, emayeyi pişirim sırasında meydana gelebilecek istenmeyen reaksiyonlara karşı korur. Genellikle ergiyebilen astar fritler yaş olarak uygulanır. Değirmen şarjları birkaç frit karışımı ve değirmen ilaveleri ile hazırlanır. Aşağıda dökme demir ve saç için yaş emaye yöntemi kullanıldığında değirmen ilaveleri belirtilmiştir. Bilinen oksitlerin ilavesi ile astarın yapışma özelliği artırılır. Dikkat edilmesi gereken husus astar kalınlığının homojen olmasının gerekliliğidir. Aksi takdirde belli bir pişirim süresinde ince olan yerler yanacak kalın olan kısımlar ise pişmeden kalacağından kabarcıklanma problemine sebep olacaktır. Astar piştikten sonra azami kalınlığı 0,06 – 0,08 mm arasında olmalıdır.

Döküm emaye uygulamalarında astar pişirim sıcaklığı 900 °C 'nin üzerinde olmalıdır. Astar uygulama yöntemleri olarak spreyleme, daldırma ya da akıtma uygulanır.

2.4.2. Yaş Yöntem için Saydam Fritler

Yaş yöntem için kullanılan saydam fritler genellikle yumuşak olup ve biraz yüksek genleşme katsayısına sahiptirler. Son zamanlarda bu fritlerin kimyasal dirence sahip olmaları istenmektedir. Majolik (çift renk) emayeler bu alt sınıfa girmekte olup sobalar için hazırlanan majolik emayeler ise çok az kimyasal dirence sahiptir. Uygulama yöntemleri genellikle yaş yöntemdir. Toz majolik uygulama örnekleri banyo küvetlerinde görülebilir. Direkt olarak uygulanan siyah emayeler ve mavi emayeler frit hazırlama aşamasında renklendirilir. (candy grup firma bilgileri,2010)

2.4.3. Yaş Yöntem için Beyaz Fritler

Dökme demir üzerine yaş olarak uygulanan fritler antimonlu beyaz fritlerdir. Çok iyi bir renk kararlılığına sahip olmaları son derece popüler kılmıştır. Fakat son zamanlarda ev gereçlerinde beyaz frit olarak titan içerenler kullanılmaya başlanmıştır.

2.4.4. Beyaz Toz Emayeler

Beyaz toz emayelerin çeşitli türleri aşağıda açıklanmaktadır.

2.4.4.1. Antimonlu Toz Emayeler

Toz emayenin ilk kullanılmaya başlandığı zamanlarda antimon ile opaklaştırılmış beyaz fritler olup asit direncine sahiptirler. 1950 'li yıllardan sonra kullanımı azalmıştır.

2.4.4.2. Zirkonyumlu Toz Emayeler

Düşük asit direnci yüksek alkali (deterjan) direnci gösteren zirkonyum ile opaklaştırılmış olan bu fritler antimonlularda karşılaşılan "siyah nokta" problemini yenmiştir.

2.4.4.3. Titanyumlu Toz Emayeler

1960 'lı yıllardan sonra kullanılmaya başlanan bu fritler temperlenmemiş (menevişlenmemiş) ve temperlenmiş olarak iki gruba ayrılırlar. Temperlenmemiş olanları zirkonyumlu fritlerin özelliklerini gösterirken en çok kullanım alanı bulan temperlenmişler iyi bir asit direnci göstermektedir. Bu tip fritlerin kullanımı temizliğe çok dikkat edilerek yapılmalıdır.

2.4.4.4. Renklendirilebilir Toz Emayeler

Antimonlu ve zirkonyum ile opaklaştırılmış olmak üzere iki tip renklendirilebilen frit vardır. Gerekli olan renk oksitleri değirmenlerde ilave edilerek istenen renkler hazırlanır.

2.5. Dökme Demirlere Emayelerin Uygulanması

Dökme demirler için başlıca yaş (sulu) ve kuru (toz) olmak üzere iki yöntem uygulanır. Diğer bir yöntem ise; ikisinin karışımı diyebileceğimiz, yalnızca küçük parçalar için uygulanan, belli bir sıcaklığa kadar ısıtılan sıcak parçaların soğuk toz emayeye daldırılarak yapılan emaye kaplamalardır.

Sulu emayeleme metodu ile 5 – 200 litrelik kazanlar, sobalar, lavabolar, mutfak gereçleri ve evyeler emayelenirken; banyo küvetleri ise toz emaye ile emayelenebilir. Sulu emaye uygulaması saç üzerine uygulanan ile aynıdır, yalnızca kullanılan

malzemelerin bileşimi ve daha sonraki özellikleri farklıdır. Genel bir kural gibi, parçaların yüzeylerine tek kat yüzey emaye uygulanır. Bunun için emayelerin çok fazla saflaştırılmış olmaları gerekmektedir. Titanyum emayeler bu şartı yerine getirir.

2.5.1. Astar Uygulaması

Astarlamada parçaların büyüklüğüne ve şekline bağlı olarak daldırma, akıtma ve püskürtme yöntemlerinden biri seçilir. Dökme demirin yaş emaye uygulaması için fritleştirilmiş astarlar daha uygundur. Bu fritlerin değirmen ilavelerine büyük oranlarda refrakter malzeme ilave edilir.

Böylece astar pişirimi sırasında sinterleşmiş parçalar kalır. Bu astarın mekaniksel dayanımı ve yapışması zayıftır. Bu durumun dökme demir ile yüzey emaye arasında bir esneklik verdiği düşünülür.

Fritleşmiş astarın parlak rengi ara beyaz vazifesi görür. Fakat bunların üzerine yaş yüzey emayesi uygulandığında bunun kurumaması uzun zaman alır ve yaygın olarak püskürtme yöntemi karşımıza çıkar. Parçaların yüzeyleri basınçlı hava ile temizlendikten sonra su ya da sulandırılmış astar ile yüzey fırçalanır. Devamlı sistemlerde su ile duşlama yapılabilir. Astarın öğütme inceliğine ve parçaların büyüklüğüne göre pistole memesi seçilmelidir. Bazı uygulamalarda astar inceliği 0,8 bayere (3600 mesh/cm²) kadar düşürülebilir. Püskürtme yönteminde ise kıvamlılık daldırmaya göre daha düşüktür ve daha homojen astar kalınlığı elde edilir. Sabit yoğunlukta kıvamı ayarlamak için sodyum nitrit ve sodyum pirofosfat kullanılabilir.

Hangi yöntem kullanılacak olursa olsun, eğer yüzeyde boşluklar ve çukurluklar varsa hazırlanmış özel macunla bunlar doldurularak düzeltilmelidir. Astarlanmış parçalar paslanmaya neden olacak kadar uzun sürede kurutulmamalıdır. Çok yüksek sıcaklıkta yapılacak kurutmalar ise astarın döküm ile olan bağını azaltır. Astarla pas lekelerine rastlandığı zaman bunlar çinko oksit, boraks, sodyum fosfat katılması ile azaltılabilir.

Astarı kurutulmuş parçalar üzerinde astarlanmadan gelebilecek hatalar varsa bunların düzeltilmesi için tamir yoluna gidilebilir. Fakat mümkün olduğunca bu durumdan kaçınılmalıdır. Astar pişirimi için saç emayede olduğu gibi kutu ya da tünel fırınlar kullanılır.

Fırınları ısıtmak için elektrik, sıvı petrol gazı (LPG) ya da doğal gaz kullanılabilir.

Astar pişirme işlemi 850 – 950 °C arasında yapılabilir. Parçalar fırın içine yerleştirildiği zaman 50 – 100 °C sıcaklık düşüşleri olabilir. Sıcaklık ve pişirme süresi parçanın şekline bağlı olmakla birlikte 6 - 15 dakika arasında değişmektedir. Çok yüksek sıcaklıklarda çok uzun tutulması astar yanmasına sebep olur. İyi pişmiş bir astar mat görünümündedir. Astar katta emaye hataları varsa astar tamamen kaldırılıp yeniden astarlanması gerekmektedir. Astarı pişmiş parçalar nemlenmeye karşı korunmalı ve kuru odalarda muhafaza edilmelidir.

2.5.2. Mutfak Gereçleri (Kap, Kacak) ve Döküm Izgaralar için Sulu Emaye

Modern fabrikalarda mutfak eşyalarının hem içi hem de dışı emayelenmektedir. İç yüzeylerde beyaz ya da uçuk renkler için titanyumlu, dış yüzeylerde renkli (florürlü) emayeler kullanılır. Yüzey emaye uygulanmadan önce astar emayenin su ya da sulandırılmış yüzey emayenin daha homojen olmasını sağlayacağı gibi gözenekleri ve hava kabarcıklarını engeller. Eğer bu ıslatma yapılmayacak olursa pişmemiş yüzey emayede çatlama ve kabuk atmaları olabilir. Astarın ıslatılmasından sonra yüzey emaye daldırma ve püskürtme ile ince bir şekilde uygulanabilir. Emaye pişirme sıcaklıkları çok geniş bir limit içinde değişebilir. 760 – 780 °C arası en yaygın olanı olup kutu fırınlar için 45 dakikaya kadar pişirim süresi uzayabilir.

Pişirim sırasında sıcaklık yükselmesi çok yavaş olarak yapılmalıdır. Hızlı emaye pişirimi hatalara sebep olabilir. Parçalar fırından çıkarıldıktan sonra yavaş soğutma kabinlerine alınarak 5-10 dakika soğuması için beklenir. Daha sonra ortam sıcaklığına gelebilmesi için başka yere aktarılabilir.

2.5.3. Toz Emaye Uygulanması

Toz emaye yöntemi genellikle büyük parçalar için uygulanan bir yöntemdir. Banyo küvetleri ve kimyasal gereçlerin emayelenmesinde bu yöntemle karşılaşılır.

2.6. Bilinen Emaye Hataları

En sık karşılaşılan emaya hataları aşağıda özetlenmektedir.

2.6.1. Emaye Akması

Emaye kalınlığı çok fazlaysa - özellikle köşe ve kenarlarda- köşelerin yarıçapı çok keskin ise, emayenin genleşme katsayısı çok düşükse ya da tamamlanmamış perlit dönüşümü var ise bu hata ile karşılaşılabilir.

2.6.2. Kabarcıklaşma (Köpürme)

Olası nedenleri şunlardır: parçanın yüzeyi az ya da hiç temizlenmemiş, emaye ya da dökümdeki safsızlıklar (katışıklar), döküm yüzeyinin altındaki boşluklar, pişmemiş astar, cüruf artıkları.

2.6.3. Kılcal Çatlak Büyümesi

Olası nedenleri şunlardır: Emaye üzerindeki eşit olmayan gerilimler. Yeterli ısıtma olmamasına neden olan tasarım yanlışlığı. Genleşme katsayısı çok yüksek emaye ile döküm ürün arasında uygun olmayan genleşme ile büzülme.

2.6.4. Yırtılma

Genellikle kurutma sırasında olur. Başlıca nedenleri şunlardır: çok hızlı kurutma, ince öğütme, ince tatbikat, sert bisküvi, kötü emaye yapışması.

2.6.5. İğne Deliği

Bu hataya patlamış kabarcıklaşma, küçük döküm delikleri, kirli emaye ya da aşırı pişirme neden olabilir.

2.6.6. Kaynama

Emaye pişirimi sırasında meydana gelen gaz çıkışına yüzeydeki grafit kümeleri, kaynak bölgeleri neden olabilir. Bu hata kaynama olarak adlandırılır.

2.6.7. Siyah Noktacıklar

Siyah noktacıklar antimonlu fritlerin öğütölmeleri sırasında antimon oksidin indirgenmesinden ya da emaye ortamın kirliliğinden dolayı soğuma esnasında oluşur.

2.6.8. Kenar Akıntıları

Kenar akıntılarının başlıca nedenleri yumuşak emaye ve aşırı pişirimdir.

3. DÖKÜM VE EMAYE

Emayelemek üzere kullanılacak en uygun döküm kalitesi yumuşak kara dökümdür. Bu dökümün bünyesi kristal görünümde değildir ve Karbon perlit halinde olmayıp grafit Karbon şeklinde yer almıştır. Dökümün bileşiminde bulunabilen çeşitli elementlerin etkileri aşağıda özetlenmiştir.

3.1. Karbon

Dökümdeki Karbon dökümün kendine has özelliklerini veren maddedir. Dökümdeki yüzdesi % 3,2- 3,8 olmalıdır. Bu miktarın % 80-90 'ı serbest karbonu diğer bir deyişle %2,8-3,2 Grafitik Karbon olmalıdır. Grafitik Karbon varlığı dökümün kalınlığına, dolayısıyla dökümün özelliklerine ve mevcut diğer bileşenlerin oranına göre değişir. Bileşim halindeki karbon oranının yükseltilmesi dökümün sertliğinin artmasına yol açar. Dolayısıyla uygun bir dengenin sağlanması gereklidir.(http3)

3.2. Silisyum

Gri dökme demirde Silisyum, %1-3,5 arasındadır. Silisyum Grafitik Karbon oluşmasını kolaylaştırır ve dökümü yumuşatır. Yüksek silisyum miktarı (%2,6) iri taneli grafit oluşumuna neden olur. Bu da emayenin yapışma özelliğini azaltır. Aynı zamanda döküm yüzeyini gözenekli kılar. Silisyum dökme demirde hacimsel büyümenin sorumlusudur.

3.3. Kükürt

Dökme demirde % 0,25 oranında bulunan kükürt karbürü sabitleştiren (grafitleşmeyi sınırlayan) bir elementtir. Kükürdün %0,25 'in üzerindeki miktarı döküme istenmeyen sertlik kazandırır ve işlenebilme özelliğini azaltır.

3.4. Mangan

Tek başına grafitleşmeye direnç gösteren bir element olduğundan kükürtle bağlanabilecek miktardan fazla mangan istenmeyen perlitik mikro yapının kararlılığına neden olur. Emaye kalitesi dökümde mangan %0,4-0,6 arasında olmalıdır.

3.5. Fosfor

Dökümde steatit şeklinde bulunur. Döküm esnasında fosfor mevcudiyeti demirin akıcılığını geliştirir ki bu da kalıpların doldurulmasını kolaylaştırır. Düşük fosfor miktarlarında emaye döküme daha iyi yapışır.

3.6. Diğer Etkenler

Dökümün yüzey şartları da dikkat edilmesi gereken bir husustur. Dökümün gövdesinde gazların hapis kalabileceği hava ve cüruf boşlukları bulunmamalıdır. Bilhassa yüzeye yakın olan bu boşluklar kumlama esnasında ya da daha da kötüsü emayenin pişmesi sırasında açılarak yüzeyde hataların meydana gelmesine sebep olur.

Emaye kalitesi dökme demirde astar ve üst kat pişirilmeden önceki mikro yapı ile pişirildikten sonraki mikro yapı farklıdır.(http4)

Emayenin döküm üzerine iyi yapışması için aşağıdaki koşulların yerine getirilmesi gereklidir:

- Yüzey temiz olmalıdır.
- Kimyasal analiz ve metalografik yapı istenilen değerde olmalıdır.
- Aşırı basma ve çekme gerilimi olmamalıdır.

Dökme demirin hacimsel büyümesiyle ilgili oran, içyapıdaki karbür miktarı ne kadar fazla ise o derece yüksek olur. Araştırmacı Dietzel'e göre ([http5](#)) %1 'lik bileşik C miktarı, ferrit ve grafit tam dönüşümünden sonra % 60 'lık lineer bir uzunluk artışı gösterir. Bu beyaz katılaşılan bölgede altı misli daha fazla olur. Perlit dönüşümü astar kat pişerken tamamlanmış olmalıdır. Bu dönüşüm tamamlanmamışsa emayenin genleşme katsayısı ile dökme demirin genleşme katsayısı arasındaki ilişki anlamını yitirir.

3.7. Emaye Kaplama Yöntemleri

Emaye kaplamada daha önce de belirtildiği gibi kuru ve yaş olmak üzere başlıca iki yöntem uygulanır. ([http6](#))

Dökme demirlerde ise bilinen teknolojiye yaş yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler daldırma ve püskürtme şeklinde uygulanabilmektedir;

3.7.1. Daldırma İşlemi

Döküm ızgaranın emaye asılına (süspansiyonuna) batırılıp çıkarılması şeklinde olur. Bu şekilde kaplanan mallar büyük parçalar halinde ise banyoya batırıldıktan sonra asılı olarak bekletilir. Böylece fazla emaye akar. Küçük parçalar daldırıldıktan sonra sıçratma yoluyla fazla emayeleri akıtılır.

Öğütme analizi ve kaplamaya büyük etkisi vardır. Temizlendikten sonra kurutmadan çıkan ürünler soğumaya bırakılmadan emaye uygulanırsa bu durumda ürünlerin sıcaklığı oda sıcaklığından yüksektir ve ürünler normalden fazla emaye alır. Böylece emaye tabakası kalın olur. En uygun daldırma sıcaklık 17-22°C arasındadır. Modern işletmelerde bu sıcaklık yüksek tutulursa balık pulları meydana gelebilir. Çok soğuk emaye kolayca çöker ve daldırma esnasında bulutlanmalara yol açar. Pişme esnasında da sertliğin artmasına ve yüzey parlaklığının azalmasına neden olur.

3.7.2. Püskürtme işlemi

Püskürtme sistemi bir püskürtme kabini ya da odasından, bir kompresörden, bir pistoleden ve bir sıvı emaye deposundan oluşur. Kompresörün görevi genellikle basınçlı havayı sağlamaktır. Püskürtme konusunda yapılan araştırmalar emayenin %33 'ünün mala çekildiğini, %59 'unun ise kabinde kaldığını göstermiştir. Geri kalanın %7 'lik kısmi emme donanımının içinde kalmakta %1 'i ise tamamen kaybolmaktadır (ortama karışmaktadır).

Bu durumda emayenin yaklaşık olarak %66 'sı kullanılamamaktadır. Bu kütlenin yeniden kazanılabilmesi ve işletmenin hijyenik nedenleri ile püskürtme kabini içine vantilatörlü bir emme donanımı yapılmıştır.

Püskürtme kabinlerinin ön açıklıkları 1 m ile 18 m arasındadır. Sürekli üretim tiplerinde otomatik püskürtme yöntemi uygulanır. Otomatik püskürtme yöntemi dört tabancadan meydana gelen bir sistem ile yapılır. Parçalar konveyör ile püskürtme sisteminin önünden geçer ve hiç el değmeden kurutmaya girer. Kurutma mümkün olduğu kadar çabuk yapılmalı ve sıcaklık 70 °C 'yi aşmamalıdır.

3.8. Döküm Emayesinde Kurutma

Teorik olarak kurutmadaki olay emayedeki suyun buhar haline gelip emaye yüzeyinden uzaklaşmasıdır. Su molekülleri ıslak emaye yüzeyi üzerinde bir buhar filmi meydana getirip hava ile emaye yüzeyi arasına girer. Bu su buharı katmanı çevrede dolaşan hava yardımıyla sürüklenerek uzaklaştırılır. Kurutma için uygulanan ısı; sırasıyla moleküllerin ıslak yüzeyi terk etme olanağını, ortamdaki havanın buhar yükleme kapasitesini ve zerreciklerinin emaye yüzeyine sızmasını artırır. (Rion,,1979)

Ortamdaki havanın görevi sadece taşıma işleminden ibarettir. Isıyı emaye uygulanan parçalara götürür ve su buharını da parçalardan alıp uzaklaştırır.

Emaye yüzeyindeki suyun buharlaşması ile alt katmanlardaki sular yüzeye doğru sızmaya başlar ve yüzeydeki nem miktarını sabit tutarlar. Eğer yüzeydeki buharlaşma miktarı alt tabakalardan sızan su miktarından fazla ise, buharlaşma yüzeyi emaye katmanı içine doğru girip emayenin gerilmesi, dolayısıyla çatlaması gibi hasarlara sebebiyet verir. Kurutmanın iyi yapılmamasından ötürü, yavaş kurumalardaki metal paslanmaları ve çabuk kurumalardaki üst satıh sertlikleri meydana geldiği gibi; patlamalar (popping off), yırtılma ve yarılmalar (tearing) vb. gibi hatalarla da karşılaşmak mümkündür.

En randımanlı çalışan kurutucular devamlı konveyör tipi kurutucular olup ısıtma, ışınım (radyasyon) ve ulaşım (konveksiyonla) olur.

Kurutma işlem maliyetinin yüksekliği ve operasyonlardan kaybedilen zamanın geri kazanımı için, kurutma gerektirmeyen yöntemlerin dökme demirde uygulanabilmesi amacıyla çalışmalar bulunmaktadır. Açıklanacak olursa;

Kuru emaye araştırmalarında son yıllarda elektrostatik pudra gündeme gelmiştir. Elektrostatik pudra elektrik yükü alabilecek şekilde özel olarak hazırlanan fritin daha sonra silikat grubundan bir malzeme ile kaplanmasıyla elde edilir. Bu yağ pudraya

elektrik yükünü tutmada yardımcı olduğu gibi su sevmeyen (hidrofobik) özelliğinden dolayı pudranın rutubet almasını önleyip ona belli bir akıcılık da verir. Bu tekniğin temelinde göre elektronlar 60-90 kV 'a bağlı bir korona elektrottan çevredeki gaz alana akarlar ve havadaki elementleri iyonlaştırır. Bu anda oluşan pozitif yüklü azot iyonları negatif yüklü elektrot tarafından çekilip deşarj edilirler. Negatif oksijen iyonları hava akımı içinde dağılmış frit taneciklerinin üzerinde depolanır ve onları negatif yüklerle yükler. Kaplanacak olan parça pozitif kutba bağlandığından frit tanecikleri parçanın üzerinde depolanır. Negatif yükler çalışma parçasına aktarıldıkça kaplama gerçekleşir. Belli bir kalınlığa ulaşıldığında parça daha fazla frit çekemez. Böylece kaplama kalınlığı kendi kendine sınırlanır. Bu kalınlık kütle akışı ve elektrik yüküyle ayarlanır. Elektrostatik pudranın birçok avantajı vardır. Banyo dairesine, kurutma fırınına ve değirmen dairesine gerek yoktur. Dolayısıyla daha az kapalı alana gereksinim duyulmaktadır. Enerji ve işçilikten tasarruf edilmektedir. Ayrıca ürün tüketimi de yaş sistemlere göre daha az olmaktadır. Yaş uygulamada m² 'de 600 g emaye kaplanırken elektrostatik pudrada bu m² 'de 420-440 g olmaktadır. Değirmen katkıları (kil, kuvars gibi) olmadığı için bunların emaye yüzeyindeki kötü etkileri ortadan kalkmakta camsı bir görünüm kazanmaktadır. Ayrıca portakal kabuğu hatası da bu yöntemde oluşmamaktadır. (Saunders, S.G.,1941)

Bu şekilde çeşitli yöntemlerle kaplanan parçalar pişirme fırınına gönderilir. Fırınlar kutu ya da tünel fırın türlerinden birisidir. Günümüzde doğalgaz ya da yakıt yağ (fuel-oil) ile çalışan fırınların yerine elektrikle çalışan fırınlar kullanılmaktadır. Fırınlarda kullanılan ateş tuğlalarının yerini 1976 yılından itibaren seramik fiberlerden oluşan blok halindeki yalıtım malzemesi almıştır. Bu fırınlara tuğla ile örülmüş fırınların ağırlıklarının ¼ 'ü kadar olduğundan hafif sıklet (lightweight) adı verilmiştir. Bunların en önemli özelliği ısı depolama kapasitesinin çok düşük olmasıdır. Normal ateş tuğlalarında 8, izoterm ateş tuğlalarında 4 olan ısı iletkenlik katsayısı seramik fiber malzemede 1,5 civarındadır. Tesis kurma kolaylığı, ısı şok dayanımı ve ısı verimi diğer üstünlükleridir. Rengi beyaz olduğundan fırın içinde ışınım ile ısı yansıması olur. Bundan dolayı fırının her bölgesinde sıcaklık aynı olmakta, bu ise renkli emaye pişirilirken renk kontrolünden üstünlük sağlamaktadır.

3.9. Döküm Emayesinin Yoğunluğunun Ayarlanması

Candy Grup Firmasının kullandığı, özel bir kimya şirketinden sağlanan, karıştırıcılarda (mikserlerde) su ile karıştırılarak hazırlanan emaye bileşimi aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3.1 Kullanılan emayenin bileşimi

Hammadde cinsi / türü	kg
DA – 25 FRİT	24
KUVARS	50
KİL 510	6
FELDSPAT (potasyum)	18
ALÜMİNYUM HİDROKSİT	0,65
SODA	1,25
SODYUM NİTRİT	0,1

Emaye hazırlama işlemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

- Emaye bölümü değirmen operatörü, Ek Açıklamalar A 'da verilen "EMAYE YOĞUNLUK ÖLÇME TALİMATI "na uygun olarak döküm emayesini hazırlar.

- Ek Açıklamalar B 'de verilen "EMAYE DEĞİRMENLERİ TALİMATI"na göre değirmen çalıştırılır.
- Ek Açıklamalar C 'de verilen "EMAYE KUTU FIRIN ÇALIŞTIRMA VE KULLANMA TALİMATI"na göre pişirim yapılır.
- Ek Açıklamalar Ç 'de verilen EMAYE HATA ANALİZ TALİMATI,
- Ek Açıklamalar D 'de verilen EMAYE KALINLIK ÖLÇÜM TALİMATI,
- Ek Açıklamalar E 'de verilen EMAYE RENK KONTROL TALİMATI ve
- Ek Açıklamalar F 'de verilen EMAYE VE TOZ BOYA PARÇALARI KONTROL TALİMATI kontrol için kullanılır.
- Ek Açıklamalar G 'de verilen "EMAYE FİZİKSEL KONTROL FORMU" doldurulur.

3.10. Pişen Emayenin Kontrolü

Emaye uygulanan parçalara bütün işlemler bittikten sonra kalite ve dayanım deneyleri uygulanır. Bu deneyler emayenin kaplandığı eşyanın kullanım amacına göre değişir. Döküm ızgaralar için ısıl şoka dayanım deneyi, darbe deneyi ve emaye kalınlık deneyi yeterli olabilir.

Isıl şoka etki eden etkenler şöyle sıralanabilir:

- Emayenin ısıl genişmesi,
- Emayenin esnekliği,

- Emayenin kalınlığı,
- Emayenin yüzeye yapışma kuvveti.

Yöntem: ASTM C 385 normuna göre yapılır ve aynı norma göre değerlendirilir.

3.10.1. Darbe Dayanımı

Belirli bir ağırlığın belirli bir yükseklikten düşürülmesiyle metal yüzeyinden ayrılan emaye durumunu tespit etmektedir. Aynı işi gören tabanca aygıtları da vardır. Yöntem: ASTM ve DIN 51155 standartlarına göre yapılarak aynı standarda göre değerlendirilir.

3.10.2. Emaye Kalınlık Deneyi

Elkometre adı verilen aletlerle kalınlık mikron cinsinden doğrudan okunur.

3.11. Alışılmamış Özellikleri Olan Bir Yüksek Sıcaklık Emayesi

Bu emayenin tipik bir değirmen formülü aşağıdaki bileşenleri içerir:

DA – 25 FRİT	20 kg
KUVARS	54 kg
KİL 510	6 kg
FELDSPAT (potasyum)	18 kg
ALÜMİNYUM HİDROKSİT	0,55 kg
SODA	1,35 kg

SODYUM NİTRİT

0,1 kg

Bu katkı maddelerinin miktarları, kullanım amaçlarına ve emayeden istenen kimyasal ve fiziksel taleplere göre üretici firmalarında ayarlanır; en uygun (optimal) değirmen formülü denemelerle tespit edilir.

Yüksek sıcaklık emayesinin katkıları, pişirmeden sonra mükemmel bir yapışma veren, yüzeyi kabarcıksız ve arızasız olan kaliteyi temin edecek tarzda seçilmişlerdir. Özellikle belirtilecek husus, kaynak dikişlerinin üzerinde de çok iyi bir yapışma göstermesidir. Böylece, bu yerlerde ticari emayelerin bir zaafı olan paslanma ya da korozyon önlenmiş olur. Kenar örtücülüğü iyidir ve emaye mekanik zararlara karşı dirençlidir.

Alüminyum pudrasının değirmendeki yüksek miktarı kaplamaya alışılmamış ölçüde ısı iletkenlik sağlar. Bu da emayelenmiş kısımların zarar görmeden kaynak edilmesini sağlar. ([http7](http://7))

Böyle bir emaye ile kaplanmış malzeme kızıl derecedeyken defalarca suda şoka tabi tutulabilir ve görünümü, yapışması ya da kimyasal dayanımı hiçbir zarar görmez. Emaye mevcut değirmen verileriyle problemsiz olarak komplike parçalar üzerine uygulanabilir ve keskin kenarlardan çekilmeme gibi özel bir ayrıcalığı vardır. Emayenin pişirilmesinden sonra da bu kenarlar yeterli ölçüde iyi yapışan emaye ile kaplanmışlardır. Burada yüksek sıcaklık emayesi bugüne kadar bilinen konvansiyonel emaye tiplerinden ayrılır. Bilindiği gibi konvansiyonel emayelerde pişirme esnasında yüzey gerilim nedeniyle emaye kenarlarından çekilir ve buralarda korozyon meydana gelebilir.

Ticari emayelemede olduğu gibi emayelenebilen çelik kullanmak zorunluluğu yoktur. Diğer değerli çelik kaliteleri, örneğin sürekli döküm süreci ürünü olan çelikler de kullanılabilir.

4. KULLANILABİLİRLİĞİ DÜŞÜNÜLEN EMAYE ÇAMURU

Firmamızda döküm emayeleri, daha önce belirtilen pistole ile püskürtme yöntemi kullanılarak ızgaralar üzerine uygulanmaktadır. Bu durumda emaye asılısının yaklaşık olarak %66 'sı kullanılamamaktadır. Bu kütlelin yeniden kazanılabilmesi ve işletmenin hijyenik nedenleri ile püskürtme kabini içine vantilatörlü bir emme donanımı yapılmıştır.

Firmamızın yıllık döküm ızgara üretim kapasitesi 500.000 adettir. Üretilen ızgaralarda genel olarak iki farklı tip bulunmaktadır. Şekil 4.1'de fotoğrafları görülen bu iki tip küçük (yuvarlak) ızgaralar ve büyük dikdörtgen ızgaralar olarak adlandırılmaktadır.



(A)

(B)

Şekil 4.1. Küçük döküm ızgaralar (A) ve büyük döküm ızgaraların (B) fotoğrafları.

Emaye kullanımı, ızgara türüne göre küçük ve büyük ızgaralarda yüzey alanına bağlı olarak değişse de genel olarak ızgara başına püskürtülen 10 g ve 30 g gibi

miktarlardadır. Bu veriler ışığında ortalama tüketimin 20 g olduğunu varsayılabilir. Aşağıda verilen yaklaşık hesaplama bu varsayıma dayanmaktadır.

Firmamızın Yıllık Döküm Emayesi İhtiyacının Ve Kayıpların Hesaplanması:

- Yılda yaklaşık olarak 500.000 adet ızgara üretildiğine göre yıllık emaye tüketimi:

$$(20 \text{ g/adet}) (500.000 \text{ adet/yıl}) = 10.000.000 \text{ g/yıl} = 10.000 \text{ kg/yıl} = \underline{10 \text{ ton/yıl}}$$

- Emayenin %66 'sı püskürtme sırasında kaybolmaktaydı; buna göre yıllık kayıp miktarı şöyle bulunur:

$$(10 \text{ ton/yıl}) (0,66) = \underline{6,6 \text{ ton /yıl}}$$

- Ortalama hazır döküm emayesinin 1 kg satın alma fiyatı 2\$ = 3,2 TL olduğuna göre yıllık ortalama geri kazanılabilir emaye çamuru fiyatı:

$$(6.600 \text{ kg/yıl}) (3,2 \text{ TL/kg}) = \underline{21.120 \text{ TL/yıl}}$$

- Kayıp enerji ve işçiliklerle birlikte düşünüldüğünde bu rakam yıllık yaklaşık **30.000** TL 'ni bulmaktadır.

Kullanılmayıp doğaya bir yılda boşaltılan yaklaşık 6,6 tonluk emaye çamuru da sistem içinde kullanılarak atık olmaktan çıkacaktır. (http2)

5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

İşletmemizde kullanım sırasında atık durumuna geçen emaye çamurunun belirli oranlarda yeni çamurla karıştırılarak kullanılabilirliğinin araştırılması bu çalışmanın amacı olduğundan denemeler bu yönde yapıldı. Öncelikle yüksek oranlardan başlandı; ancak olumlu sonuçlar alınmadığında daha düşük oranlarda çalışma sürdürüldü.

5.1. %50 Atık Emaye Çamuru %50 Yeni Şarj Denemesi

%50 atık çamur + %50 yeni şarj karıştırılarak, yoğunluk mikser sonucu uygun olan $1,75 \text{ g/cm}^3$ olarak ayarlandı; eş pişirim süreci sonuçları şöyledir:

Piştirilen 5 büyük 5 küçük ızgarada; 3 büyük 3 küçük ızgarada kabarcıklaşma hatası, 2 büyük 2 küçük ızgarada iğne deliği oluşumu gözlemlendi. Sağlam parçaya rastlanamadı.

3.12. %30 Atık Emaye Çamuru %70 Yeni Şarj Denemesi

%30 atık çamur + %70 yeni şarj karıştırılarak, mikser sonucu uygun yoğunluk olan $1,75 \text{ g/cm}^3$ olarak ayarlandı; eş pişirim süreci sonuçları şöyledir:

Piştirilen; 5 büyük 5 küçük ızgarada; 2 büyük 3 küçük ızgarada kabarcıklaşma hatası, 2 büyük 2 küçük ızgarada iğne deliği oluşumu. 1 adet sağlam parça elde edildi.

3.13. %10 Atık Emaye Çamuru %90 Yeni Şarj Denemesi

%10 atık çamur + %90 yeni şarj karıştırılarak, mikser sonucu uygun yoğunluk olan $1,75 \text{ g/cm}^3$ olarak ayarlandı; eş pişirim süreci sonuçları şöyledir:

Piştirilen 5 büyük 5 küçük ızgarada; 1 büyük 0 küçük ızgarada kabarcıklaşma hatası. 1 büyük 0 küçük ızgarada iğne deliği oluşumu. 8 adet sağlam parça elde edildi.

3.14. %5 Atık Emaye Çamuru %95 Yeni Şarj Denemesi

%5 atık çamur + %95 yeni şarj karıştırılarak, mikser sonucu uygun yoğunluk olan 1,75 gr/cm³ olarak ayarlandı eş pişirim süreci sonuçları;

Piştirilen; 5 büyük 5 küçük ızgarada; 1 büyük 0 küçük ızgarada kabarcıklaşma hatası. 1 büyük 0 küçük ızgarada iğne deliği oluşumu. **8** adet sağlam parça elde edildi.

3.15. %20 Atık Emaye Çamuru %80 Yeni Şarj Denemesi

%20 atık çamur + %80 yeni şarj karıştırılarak, mikser sonucu uygun yoğunluk olan 1,75 gr/cm³ olarak ayarlandı eş pişirim süreci sonuçları;

Piştirilen; 5 büyük 5 küçük ızgarada; 2 büyük 2 küçük ızgarada kabarcıklaşma hatası. 1 büyük 1 küçük ızgarada iğne deliği oluşumu. **4** adet sağlam parça elde edildi.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Emaye çamuru geri kazanımı çalışmalarında yüksek oranlarla başladığında olumlu sonuçlar alınamadığı gözlemlendiğinden düşük oranlarda denemeler yapılarak, yeni döküm emaye çamuruna %10 oranında katılan atık döküm emaye çamuru, kabul edilebilir görünen hata paylarıyla geri kazanılmıştır.

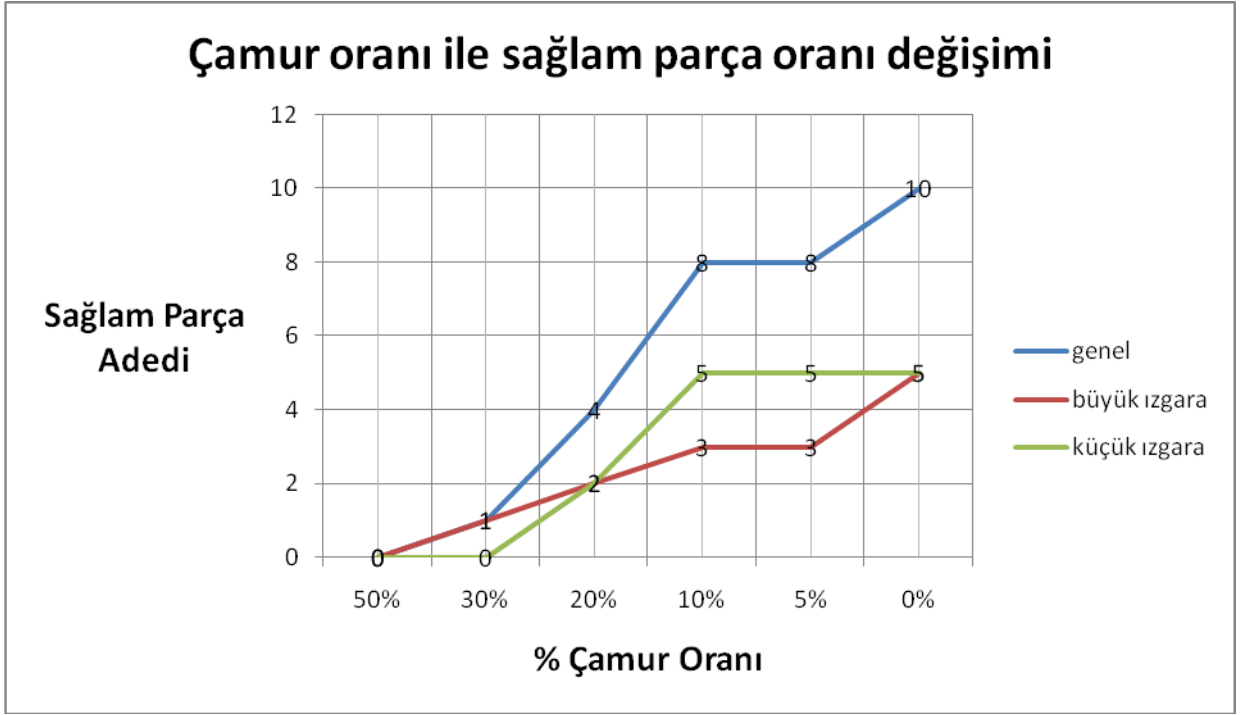
Orijinal durum, (%0) emaye çamuru kullanımında; Emaye kaynaklı hurda oranı kayıtlarda %5 'i asla geçmemiştir. Kullanılan emaye çamurunun atık olarak ortaya çıkan %66 'sı, %10 'luk yeniden kullanımla tüketilemeyeceğinden yine de başka yollarla değerlendirilme araştırmalarına geçilmiştir.

Hatalı ürün sayısını en aza indirmek amacıyla, kimyasal maddelerden üretici firma desteği ile kuvars ilavesi yapılmıştır. (Kuars; Döküm Emaye Çamurunun beklemesi sonucunda oluşan oksidasyon reaksiyonları ve bakteriyel reaksiyonların sonucunda artan gaz çıkışının pişirme süresini uzatarak ortamdan çıkışına imkân sağlaması için ilave edilmiştir.) Sonucunda kuvars maliyetine rağmen bölüm 5.3 ve bölüm 5.4 denemelerinden daha iyi sonuçlara rastlanmamıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bilgiler emaye tedarikçisi firmalarıyla paylaşılmıştır ve hazır döküm emayelerine çeşitli antioksidanlar ve anti bakteriyel malzeme katım denemeleri yapılmasına başlandığı tarafımıza bildirilmiştir.

Atık emaye çamurlarının, seramik sırları ve çamurları gibi malzemelerle karıştırılması vb. gibi başka sektörlerde değerlendirilmesi yönünde araştırmalara da başlanmıştır. Seramik ve yapı malzemesi üreticileri ile yapılan görüşmeler neticesinde henüz ekonomik bir katma değer yaratılabilmesi söz konusu değildir.

Sıvı Bazlı Emaye Çamur bileşiminin analizlerine maddi nedenlerden ötürü Doruk Ev Gereçleri San. Ve Tic. Ltd. Şti yönetimince izin verilmemektedir.



Şekil 6.1 Çamur oranı ile sağlam parça oranı değişimi.

7. EK AÇIKLAMALAR

Bu bölümde aşağıda belirtilmiş olan emaye işletmesinde çalışmaların yönetimi ile ilgili talimatları içeren formlar verilecektir.

EK AÇIKLAMALAR A : EMAYE YOĞUNLUK ÖLÇME TALİMATI

EK AÇIKLAMALAR B : EMAYE DEĞİRMENLERİ TALİMATI

**EK AÇIKLAMALAR C : EMAYE KUTU FIRIN ÇALIŞTIRMA VE
KULLANMA TALİMATI**

EK AÇIKLAMALAR Ç : EMAYE HATA ANALİZ TALİMATI

EK AÇIKLAMALAR D : EMAYE KALINLIK ÖLÇÜM TALİMATI

EK AÇIKLAMALAR E : EMAYE RENK KONTROL TALİMATI

**EK AÇIKLAMALAR F : EMAYE VE TOZ BOYA PARÇALARI KONTROL
TALİMATI**

EK AÇIKLAMALAR G : EMAYE FİZİKSEL KONTROL FORMU

EK AÇIKLAMALAR A: EMAYE YOĞUNLUK ÖLÇME TALİMATI

DORUK EV GEREÇLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ	EMAYE YOĞUNLUK ÖLÇME TALİMATI	DOKÜMAN NO	300.313.TA.18																		
		REVİZYON NO	0																		
		TARİH	06.11.2000																		
		SAYFA	1/1																		
<p>SORUMLU : Değirmen Operatörü</p> <p>UYGULAMA ;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Her değirmen çıkışında ölçüm yap, 2. Yoğunluk kabının ağırlığı 100 gr. dır. Bu kabı tamamen emaye ile doldur, 3. Kap ile emayeyi terazide tart, <p style="margin-left: 40px;">Örnek hesaplama : Emaye ile kabın ağırlığı 180 gr. geldi. Bu durumda yoğunluk 180 : 100 değerinden hesaplanarak, 1,8 gr/cm³ tür.</p> 4. Yoğunluğu düşürmek istediğinde 100 kğ. emaye üzerine 1 lt. su ilave et. Tekrar tart, 5. Yoğunluğu yükseltmek istediğinde aynı tür emayeden kalın yoğunlukta olanından ilave ederek tart, 6. Emayenin yoğunluğunu türüne göre ve çalışma alanına göre aşağıdaki gibi ayarla, <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>Emayenin Türü</u></th> <th style="text-align: center;"><u>Daldırma Gurubunda olması gereken Yoğunluk</u></th> <th style="text-align: center;"><u>Pistole gurubunda olması gereken Yoğunluk</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kahverengi, koyu kahverengi, siyah ve astar emayede</td> <td style="text-align: center;">1,8 gr/cm³</td> <td style="text-align: center;">1,8 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>Döküm astar emayede</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">1,75 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>Beyaz emayede</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">1,8 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>Majolik emayede</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td style="text-align: center;">1,75 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>Termosifon emayede</td> <td style="text-align: center;">1,75 gr/cm³</td> <td style="text-align: center;">1,75 gr/cm³</td> </tr> </tbody> </table>				<u>Emayenin Türü</u>	<u>Daldırma Gurubunda olması gereken Yoğunluk</u>	<u>Pistole gurubunda olması gereken Yoğunluk</u>	Kahverengi, koyu kahverengi, siyah ve astar emayede	1,8 gr/cm ³	1,8 gr/cm ³	Döküm astar emayede	—	1,75 gr/cm ³	Beyaz emayede	—	1,8 gr/cm ³	Majolik emayede	—	1,75 gr/cm ³	Termosifon emayede	1,75 gr/cm ³	1,75 gr/cm ³
<u>Emayenin Türü</u>	<u>Daldırma Gurubunda olması gereken Yoğunluk</u>	<u>Pistole gurubunda olması gereken Yoğunluk</u>																			
Kahverengi, koyu kahverengi, siyah ve astar emayede	1,8 gr/cm ³	1,8 gr/cm ³																			
Döküm astar emayede	—	1,75 gr/cm ³																			
Beyaz emayede	—	1,8 gr/cm ³																			
Majolik emayede	—	1,75 gr/cm ³																			
Termosifon emayede	1,75 gr/cm ³	1,75 gr/cm ³																			
HAZIRLAYAN		ONAYLAYAN																			
ÜRETİM ŞEFİ		GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (TEKNİK)																			

EK AÇIKLAMALAR B: EMAYE DEĞİRMENLERİ TALİMATI

DORUK EV GEREÇLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	EMAYE DEĞİRMENLERİ TALİMATI	DÖKÜMAN NO	300.313.TA.04														
		REVİZYON NO	1														
		TARİH	06.11.2000														
		SAYFA	1/1														
<p>SORUMLU : DEĞİRMEN OPERATÖRÜ Emaye değirmenleri, emayenin hammaddesi olan frit ve diğer katkı maddelerinin öğütülmesinde kullanılır.</p> <p>UYGULAMA :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Emayenin hammaddesini, katkı maddelerini; emayenin türüne ve emaye reçeteleri talimatına göre hazırla, 2- Hazırladığın maddeleri değirmene koy ve suyla doldur, 3- Değirmenin start düğmesine bas, 4- Değirmeni 4 saat çevirdikten sonra kapama düğmesine bas, 5- Değirmenden çıkan sıvı emayeyi elekten geçir, süz, 6- Emayenin yoğunluğunu, emaye yoğunluk ölçme talimatına göre ölç, 7- Plakadaki emaye ağırlığını kontrol etmek için 25cm² lik saç plakayı emaye içerisine daldırarak, emaye ile kaplanmasını sağla ve tart. Tarttığın ağırlıktan plaka ağırlığını çıkart. Sonuç plakadaki emaye ağırlığıdır, 8- Sonuç aşağıdaki tabloda verilen değerlerde ise emaye tanklarını doldur, eğer değerler tablodaki değerlerin altında ise aynı tür kalın emayeden azar azar tartarak ilave yap; eğer tablodaki değer üstünde ise azar azar su ilavesi yap ve tart. Bu şekilde plakadaki emaye ağırlığını ayarla. <table border="0"> <thead> <tr> <th><u>Emaye Türü</u></th> <th><u>Plakadaki Emaye Ağırlığı</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Siyah, koyukahverengi,</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kahverengi emaye</td> <td>0,48 kg</td> </tr> <tr> <td>Astar Emaye</td> <td>0,42 kg</td> </tr> <tr> <td>Beyaz Emaye</td> <td>0,32 kg</td> </tr> <tr> <td>Döküm Astar ve Majolik Emaye</td> <td>0,55 kg</td> </tr> <tr> <td>Termosifon Emaye</td> <td>0,48 kg</td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> 9- Emaye Tank Kartlarını doldur, 10- Tankların üzerindeki kontrol formunu doldur. 				<u>Emaye Türü</u>	<u>Plakadaki Emaye Ağırlığı</u>	Siyah, koyukahverengi,		Kahverengi emaye	0,48 kg	Astar Emaye	0,42 kg	Beyaz Emaye	0,32 kg	Döküm Astar ve Majolik Emaye	0,55 kg	Termosifon Emaye	0,48 kg
<u>Emaye Türü</u>	<u>Plakadaki Emaye Ağırlığı</u>																
Siyah, koyukahverengi,																	
Kahverengi emaye	0,48 kg																
Astar Emaye	0,42 kg																
Beyaz Emaye	0,32 kg																
Döküm Astar ve Majolik Emaye	0,55 kg																
Termosifon Emaye	0,48 kg																
HAZIRLAYAN		ONAYLAYAN															
ÜRETİM ŞEFİ		GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (TEKNİK)															

EK AÇIKLAMALAR C: EMAYE KUTU FIRIN ÇALIŞTIRMA VE KULLANMA TALİMATI

DORUK EV GEREÇLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ	EMAYE KUTU FIRIN ÇALIŞTIRMA VE KULLANMA TALİMATI	DOKÜMAN NO	300.312.TA.76
		REVİZYON NO	1
		TARİH	06.11.2000
		SAYFA	1/1
<p>SORUMLU : TÜNEL FIRIN OPERATÖRÜ</p> <p>UYGULAMA ;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Ana şalteri aç, 2- 1' den 6' ya kadar olan rezistans düğmelerini aç, 3- 1 ' nolu derece göstergesinin düğmesini çevirerek 840 °C' ye ayarla, 4- Aynı işlemi 2' nolu derece göstergesi içinde uygula, 5- Emayeli parçaları kutu fırın ızgarası üzerine yerleştir, 6- Kutu fırın kapağını açma düğmesine bas, 7- Kapak açılınca çevirme kolunu kullanarak ızgarayı kutu fırın içerisine yerleştir, 8- Zaman göstergesini üzerindeki düğmeyi çevirerek 12 dakikaya ayarla, 9- Bu zaman ayarı otomatiktir; zaman dolunca kapak açılacaktır, açıldığında çevirme kolunu kullanarak ızgarayı dışarı al, 10-Çıkan parçaları emaye ve toz boya parçaları kontrol talimatına göre kontrol et, 11-Arızalı parçaları arızalı parça alanına koy ve Kalite Kontrol Sorumlusuna ilet, 12-Sağlam parçaları Emaye Üretim Kademe Kartı ile birlikte üretime gönder, 13-Kutu fırın kapağını kapama düğmesine bas ve kapağı kapat, 14-Kutu fırını kapamak istediğinde stop butonuna bas, 15-1' den 6' ya kadar olan rezistans düğmelerini kapat, 16-Ana şalteri kapat. 			
HAZIRLAYAN		ONAYLAYAN	
ÜRETİM ŞEFİ		GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (TEKNİK)	

EK AÇIKLAMALAR Ç : EMAYE HATA ANALİZ TALİMATI

<p>DORUK EV GEREÇLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.</p>	<p>EMAYE HATA ANALİZ TALİMATI</p>	<p>DÖKÜMAN NO</p>	<p>300.313.TA.05</p>
		<p>REVİZYON NO</p>	<p>1</p>
		<p>TARİH</p>	<p>06.11.2000</p>
		<p>SAYFA</p>	<p>1/1</p>
<p>SORUMLU : KALİYTE KONTROL SORUMLUSU</p> <p>UYGULAMA :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fırından çıkan hatalı parçaların kontrolünü gözle yap. Hatalı parça formunu doldur. 2. Emaye kaplanan parçadaki hatanın neden kaynaklandığını gözle bakarak bul. 3. Emayeli parça üzerinde emayelenmemiş bölge yağ açmasından kaynaklandığını gösterir. Bu durumda Emaye Banyoları Analiz Talimatına göre emaye banyolarındaki yağ alma banyosunu kontrol et. 4. Kontrol ettiğin sonucu Emaye Banyoları Analiz Formuna yaz. 5. Fırından çıkan parçanın emaye rengi açıksa zayıf pişmeden kaynaklandığını gösterir. Gözle kontrol et. 6. Zayıf pişme durumunda, fırın operatörünü bilgilendir ; konveyör hızını yavaşlat veya fırın sıcaklık derecelerini Büyük Tünel Fırın Kullanma Talimatına göre ayarla. 7. Fırından çıkmış hazır ürünün emayesi üzerinde siyah noktaları (toz veya konveyör askısından düşen pislik) gözle kontrol et. 8. Siyah noktalar olan ürünü ayır, yerleşim planında belirlenen alana gönder. 9. Fırından çıkan parçanın rengi yanık derecesinde koyu ise bu emayede yanma meydana geldiğini gösterir, kontrol et. 10. Yanma meydana geldiğinde, fırın operatörünü bilgilendir; konveyör hızını arttır veya fırın sıcaklık derecelerini düşür. 11. Fırından çıkan parçanın üzerindeki emaye atmasını gözle kontrol et. 12. Atma emayenin kalın emayelenmesinden meydana gelir. Pistole operatörünü uyar. 13. Yaptığın kontrolleri Emaye Fiziksel Kontrol Formuna kaydet. 			
<p>HAZIRLAYAN</p>		<p>ONAYLAYAN</p>	
<p>ÜRETİM ŞEFİ</p>		<p>GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (TEKNİK)</p>	

EK AÇIKLAMALAR D : EMAYE KALINLIK ÖLÇÜM TALİMATI

<p>DORUK EV GEREÇLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.</p>	<p>EMAYE KALINLIK ÖLÇÜM ALİMATI</p>	<p>DÖKÜMAN NO</p>	<p>300.313.TA.06</p>
		<p>REVİZYON NO</p>	<p>1</p>
		<p>TARİH</p>	<p>05.4.2001</p>
		<p>SAYFA</p>	<p>1/1</p>
<p>SORUMLU : KALİYTE KONTROL SORUMLUSU</p> <p>Emaye kalınlığı ölçümünde ELCOMETRE kullanılır.</p> <p>UYGULAMA :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Üretime gönderilecek parçanın Elkometre ile kontrolünü yap. 2- Elkometrenin kapama düğmesi yoktur. Ölçümden sonra otomatik olarak kapanır. Kapatmaya çalışma. 3- Aletin alt kısmındaki düğmeye basarak aç. 4- Elkometrenin sondasını ürünün üzerine koy. Digital gösterge değeri gösterecektir. 5- Normal bir emaye kalınlığı 100 – 250 μ (Mikron) arasında olmalıdır. Kalın olduğunda emayede atıklıklar meydana gelir. Örnekleme tablosuna göre numune al ve kalınlığını ölç. 6- Ölçülen kalınlık istenen değerler arasında değil ise Emaye Fiziksel Kontrol Formunu doldur. 7- Ölçülen kalınlık istenen değerler arasında ise Emaye Fiziksel Kontrol Formunu doldur ürünü bir sonraki üretim aşamasına gönder. 			
<p>HAZIRLAYAN</p>		<p>ONAYLAYAN</p>	
<p>ÜRETİM ŞEFİ</p>		<p>GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (TEKNİK)</p>	

EK AÇIKLAMALAR E : EMAYE RENK KONTROL TALİMATI

DORUK EV GEREÇLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ	EMAYE RENK KONTROLÜ TALİMATI	DOKÜMAN NO	300.313.TA.08
		REVİZYON NO	0
		TARİH	05.04.2000
		SAYFA	1/1
<p>1. SORUMLU : Kalite Kontrol Sorumlusu</p> <p>2. UYGULAMA ;</p> <p>2.1. Fırından çıkan parçalardan örnekleme tablosunda belirtilen miktarda numune al.</p> <p>2.2. Fırından bir önceki partiden çıkan parçalardanda örnekleme tablosunda belirtilen miktarda numune al.</p> <p>2.3. Gözle bakarak renk tonlarını karşılaştır.</p> <p>2.4. Uygun olan parçaları takım halinde Üretime gönder.</p> <p>2.5. Uygun olmayan parçaları bir sonraki parti için beklet.</p> <p>2.6. Uygun bir parti bulunduğunda takım halinde Üretime gönder.</p> <p>2.7. Emaye Fiziksel Kontrol Formunu doldur.</p>			
HAZIRLAYAN		ONAYLAYAN	
ÜRETİM ŞEFİ		GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (TEKNİK)	

EK AÇIKLAMALAR F: EMAYE VE TOZ BOYA PARÇALARI KONTROL TALİMATI

DORUK EV GEREÇLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	EMAYE VE TOZ BOYA PARÇALARI KONTROL TALİMATI	DÖKÜMAN NO	300.313.TA.17
		REVİZYON NO	0
		TARİH	06.11.2000
		SAYFA	1/1
<p>SORUMLU : Tünel Fırın Operatörü</p> <p>UYGULAMA :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gözle görülen siyah nokta veya lekeleri olan parçayı ayır, 2. Tozboya veya emaye kaplanmamış bölgesi olan parçayı ayır, 3. Tozboya veya emaye kaplanmış bölgede eğik veya yamuk yüzey olan parçaları ayır, 4. Gözle bakıldığında emaye yüzeyi değişik renkte olan parçaları ayır, 5. Hatalı çıkan parçaları Kalite Kontrol Sorumlusuna ilet, 			
HAZIRLAYAN		ONAYLAYAN	
ÜRETİM ŞEFİ		GENEL MÜDÜR YARDIMCISI (TEKNİK)	

EK AÇIKLAMALAR G: EMAYE FİZİKSEL KONTROL FORMU

DORUK EV GEREÇLERİ SAN.TİC.LTD.ŞTİ.		EMAYE FİZİKSEL KONTROL FORMU				Form No	:300.310.FR.09		
FİRİN PARTİ NO ve MİKTARI :						TARİH :			
ÇALIŞILAN KASA SIRA FIŞ NOLARI :						NUMUNE SAYISI :			
I. EMAYE KONTROLÜ SONUCUNDA OLUŞAN HATALAR (HATA YOKSA KOD ve ÜRÜN ADI YAZILACAK, HATA BELİRTİLMEMEYECİK									
KOD :	ÜRÜN ADI	KALINLIK	ZAYIF PİŞME	YAĞ AÇMASI	SİYAH NOKTALAR	YANMA	ATIK	DİĞER	AÇIKLAMA
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
EMAYE KONTROL SONUCU		PARTİ UYGUN		<input type="checkbox"/>	PARTİ UYGUN DEĞİL		<input type="checkbox"/>		
UYGUN DEĞİLSE TAMİR BÖLÜMÜNE GÖNDERİLECEKTİR. UYGUN İSE RENK KONTROLÜNÜ YAP.									
II. RENK KONTROLÜ									
KOD :	ÜRÜN ADI	RENK KONTROLÜ		AÇIKLAMA		HATA NEDENLERİ			
(Bir önceki partiye göre)									
		UYGUN	UYGUN DEĞİL			KOYU RENK	AÇIK RENK		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
RENK KONTROLÜ SONUCU		<input type="checkbox"/>	PARTİYİ BEKLET		<input type="checkbox"/>	MONTAJA GÖNDER			<input type="checkbox"/>
SONUÇ :		MONTAJA GÖNDERİLEBİLİR			MONTAJA GÖNDERİLEMEZ (TAMİR		<input type="checkbox"/>)	
		<input type="checkbox"/>			(HURDA		<input type="checkbox"/>)	
					Nedeni :				
KONTROL EDEN :				ONAYLAYAN :					

8. KAYNAKLAR

A-(Çevre ve Orman Bakanlığı, Atık Yönetimi genel Esaslarına ilişkin yönetmelikler, T.C. Resmi Gazete, Sayı 26927)

B- http1 (<http://www.ertem-sanitary.com>)

C- http2 (<http://www.izaydas.com.tr>)

D- http3 (<http://www.alcelik.com.tr>)

E- http4 (<http://www.thefabricator.com/>)

F- http5 (<http://www.differencebetween.net/>)

G- http6 (<http://www.isibang.ac.in/>)

H-(Rion,R.G.,1979,Alternatives for Handling Porcelain Enamel Solid, Porcelain Enamel Institute Technical Forum, October 8-9, End 10, 1979, Columbus Ohio)

I-(Saunders,S.G.,1941 Ind.Eng.Cem33,pp230-233)

J- http7 (<http://www.thomasnet.com/>)

D- ([candy grup firma bilgileri.2010](#))

EKLER

Tezin bütünlüğünü bozmamak için emaye biriminden bazı fotoğraflar burada ek olarak verilmektedir.



Şekil Ek 1.

Emaye kabini ve karşıda görünen emaye çamuru



Şekil Ek 2.

Kabin duvarına sıvayan emaye çamuru kalıntıları



Şekil Ek 3.

Emaye püskürtme-pistole uygulaması



Şekil Ek 4.

Uygulama sonrası kurutmaya hazır büyük döküm ızgara



Şekil Ek 5.

Pistole işleminin küçük döküm ızgaralardaki uygulaması



Şekil Ek 6.
Kurutma firmı



Şekil Ek 7.
Kutu fırında ızgaranın emaye pişirimi



Şekil Ek 8.

Kutu fırında ızgara çıkışı



Şekil Ek 9.

Tünel fırında pişirme çıkışı