

**SERAMİK ENDÜSTRİSİNDE MEVCUT ÇEVRE
KONTROL PROBLEMLERİNİN ANKETLERE
DAYALI GÖSTERGELENDİRİLMESİ**

Sedat AYDOĞDU

Yüksek Lisans Tezi

**Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
1991**

**SERAMİK ENDÜSTRİSİNDE MEVCUT ÇEVRE
KONTROL PROBLEMLERİNİN ANKETLERE
DAYALI GÖSTERGELENDİRİLMESİ**

Sedat Aydoğdu

**Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.**

Danışman: Doç.Dr. Serap KARA

Şubat-1991

SEDAT AYDOĞDU'nun YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "SERAMİK ENDÜSTRİSİNDE MEVCUT ÇEVRE KONTROL PROBLEMLERİNİN ANKETLERE DAYALI GÖSTERGELENDİRİLMESİ" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

..8../3.../1991

Üye : Doç. Dr. Servap Kaya

Üye : Doç. Dr. Halil Çetink

Üye : Yard. Doç. Dr. ZAKİR DOYRAZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **15 MAYIS 1991**
gün ve **276-4** sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem Kaya

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada işçi, işveren ve çalışma durumu; sosyal, idari ve ekonomik problemler ve bu faktörlerin çevre problemleriyle ilişkilerini, bu endüstri dalının ülkemizdeki geleceği ve işletme hedeflerinin programlanması açısından irdelemek üzere bir anket programı hazırlanmıştır. Çeşitli hava kirlenici bileşenlerin tür, miktar, emisyon hızları, emisyon faktörleri ve etki seviyelerinin hammadde, ara ürün katkı maddeleri ve eğitim durumuna bağımlılığı ile ilişkilendirilmesini sağlayacağına inanılan bu anketin yakın bir gelecekte tüm seramik tesislerine dağıtılması ve elde edilen bulguların istatistiksel açıdan değerlendirilmesi planlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER

Seramikler

Seramik Teknolojisi

Seramik Tesislerinin Problemleri

Hava Kirliliği

Anket Programı

SUMMARY

In this study, a program to be conducted by questionnaire has been prepared to evaluate the employee - employer - and work - status; social, administrative and economical problems; and to relate these factors to the environmental problems, in view of the future of this national branch of industry and of the programming of the operational targets. The kinds, amounts, emission rates, emission factors and effective levels, of various air pollutants, are believed could be related to the raw - material, semi - products, additives and the education level, with the aid of this questionnaire which has been planned to be distributed to all the ceramics plants in a near future and then be evaluated statistically, the collected data.

KEY WORDS

Ceramics

Ceramics Technology

Problems of Ceramics Factories

Air Pollution

A survey by questionnaire

TEŞEKKÜR

Seramik Endüstrisinde Mevcut Çevre Kontrol Problemlerinin Anketlere Dayalı Göstergelendirilmesi başlıklı bu çalışma, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalarım sırasında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, değerli zamanlarını benim için ayıran ve çalışmalarımı yönlendiren danışman hocam Doç.Dr. Serap Kara'ya en içten teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım esnasında her zaman yakın ilgilerini ve yardımlarını gördüğüm Kimya Mühendisliği Bölümü Öğretim Görevlisi Tuncay Döğeroğlu'na içten teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince ilgi ve yardımlarını gördüğüm Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölüm Başkanı Doç.Dr. Mustafa Kara'ya, Kimya Mühendisliği elemanlarına yüksek lisans arkadaşlarıma en içten teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, tezdeki şekilleri büyük bir özenle çizen, Bölümümüz Teknik Ressamı Ahmet Gün'e de en içten teşekkür ederim.

Eğitim ve öğrenim sırasında olduğu kadar yüksek lisans çalışmalarım da daima yanımda hissettiğim, maddi ve manevi hiç bir fedakarlığı esirgemeyen anneme, babama ve aileme minnet borçluyum.

Sedat Aydoğdu

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iii
SUMMARY	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Yasal Kısıtlar ve İş Güvenliği	3
1.2 Amaç	12
2. SERAMİK SANAYİNİN YAPISI	13
2.1 Genel Yapı	13
2.1.1 Klasik seramikler	14
2.1.1.2 Sıhhi tesisat mamülleri	14
2.1.1.3 Sofra eşyası mamülleri	14
2.1.1.4 Elektroporselen mamulleri	16
2.1.1.5 Yer ve duvar karosu mamulleri	16
2.1.1.6 İnşaat malzemeleri	17
2.1.1.7 Refrakter malzemeleri	18
2.1.2 Yeni seramikler	20
2.1.2.1 Çok kristalli ve çok fazlı seramikler	20
2.1.2.2 Dielektrik	20
2.1.2.3 Ferro elektrik seramikler	21
2.1.2.4 Manyetik seramikler-ferritler	21
2.1.2.5 Tıpta kullanılan seramikler	22
2.1.2.5.1 Diş hekimliğinde seramik	22
2.1.2.5.2 Ortopedik tedavi için kullanılan seramikler	22
2.1.2.6 Sermetler	22
2.2 Teknolojik Yapı	23
2.2.1 Seramik hammaddeleri	23
2.2.2 Hammedenin yeryüzüne çıkarılması	24
2.2.3 Hammedde hazırlama işlemleri	24
2.2.3.1 Yıkama	25
2.2.3.2 Öğütme	25
2.2.3.3 Kalsinasyon	27

İÇİNDEKİLER (devam)

2.2.3.4 Eritme	27
2.2.4 Şekillendirme teknolojisi	27
2.2.4.1 Dökümle şekillendirme	27
2.2.4.2 Plastik şekillendirme	28
2.2.4.3 Presle şekillendirme	29
2.2.5 Kurutma teknolojisi	30
2.2.6 Sırlama teknolojisi	31
2.2.6.1 Sırlama yöntemleri	32
2.2.6.1.1 Daldırma ile sırlama	32
2.2.6.1.2 Püskürtme ile sırlama	32
2.2.6.1.3 Akıtma ile sırlama	33
2.2.6.1.4 Kuru sırlarla sırlama	33
2.2.7 Pişirme teknolojisi	34
2.2.7.1 Seramik fırınları	36
2.2.7.2 Periyodik çalışan fırınlar	37
2.2.7.2.1 Sahra fırını	37
2.2.7.2.2 Kamara fırın	37
2.2.7.2.3 Kubbeli yuvarlak fırın	38
2.2.7.2.4 Kessel fırın	39
2.2.7.2.5 Çan fırın	39
2.2.7.2.6 Elektrikli kamara fırın	39
2.2.7.3 Sürekli çalışan fırınlar	40
2.2.7.3.1 Ring fırın	41
2.2.7.3.2 Zigzag fırınlar	42
2.2.7.3.3 Tünel fırın	43
3. SERAMİK SANAYİNİN SORUNLARI VE İLGİLİ ÖNLEMLER	45
3.1 Eğitim, Personel ve Araştırma Sorunları	45
3.2 Teknolojik Sorunlar	49
3.2.1 Hammedde, yakıt ve malzeme sorunları	49
3.2.2 Standartlaşma ve kalite kontrol sorunları	53
3.3 Ekonomik Sorunlar	54
3.3.1 İthalat ihracat ve iç pazar problemleri	54
3.3.2 Finansman ve teşvik sorunları	57
3.4 Çevre Sorunları	58
3.4.1 Genel çevre sorunları	58

İÇİNDEKİLER (devam)

3.4.2 Hava kirliliği sorunları	58
3.4.2.1 Partiküller	59
3.4.2.2 Halojenli bileşikler	60
3.4.2.3 Metal ve bileşikleri	61
3.4.2.4 Yakma kökenli gazlar	63
3.4.2.5 Yasalar	65
3.5 Çözüm Seçenekleri	73
4 ANKET PROGRAMI	75
5 SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR	87
EkI Seger formülü ile sır bileşim hesabı	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Sofra eşyası üretim akım şeması	15
2.2 İnşaat tuğlası üretim akım şeması	17
2.3 Refrakter üretim akım şeması	19
2.4 Vakum pres ağzından çekme yöntemi ile şekillendirme	29
2.5 Kuru presleme ile şekillendirmede uygulanan dört metodun akım şeması	30
2.6 Alfa Al_2O_3 - SiO_2 sisteminin faz diyagramı	34
2.7 Pişme işlemi sırasında sıcaklığın zamanla değişimi	36
2.8 İki katlı kubbeli yuvarlak fırın kesiti	38
2.9 Kassel fırın kesiti	39
2.10 Elektrikli kamara fırın	40
2.11 Ring fırın kesiti	41
2.12 Zigzag fırın kesiti	42
2.13 Direkt ısıtmalı tünel fırın (enine kesit)	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Hava kalitesi sınır değerleri	4
1.2 Kirletici vasfı yüksek yanma tesisleri dışındaki	6
"Toprak ürünleri Tesisleri (Üçüncü Grup Tesisler) için emisyon değerleri	
1.3 Metal, metaloit ve bileşiklerinin sınır değerleri	8
1.4 İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğünde seramik	11
tesislerine özgü koruyucu önlemleri içeren maddeler	
3.1 Sofra ve süs eşyası sanayii dalında personel durumu	45
3.2 Yer ve duvar döşemeleri sanayii dalında personel durumu	46
3.3 Elektroporselen sanayii dalında personel durumu	47
3.4 Refrakter sanayiinde (Yarımcı) personel durumu	47
3.5 Seramik hammaddeleri sektöründe personel durumu	48
3.6 Partiküllerin etkileri	60
3.7 Flor, kurşun ve partikül madde bileşenleri için	66
hava kalitesi sınır değerleri	
3.8 İtalya'da seramik tesisleri için uygulanmakta olan	66
emisyon sınır değerleri	
3.9 Bazı seramik tesislerinde üretim basamaklarına	68
bağlı emisyon derişimleri	
3.10 Seramik tesislerinde kütleel emisyonların üretim	69
basamaklarına bağlı özellikler	
3.11 Seramik tesislerinde emisyon faktörlerinin üretim	70
basamaklarına bağlı özellikleri	
3.12 Yer ve duvar karosu üretim tesislerinde ölçümlenen	71
partikül emisyon verilerinin literatür değerleriyle karşılaştırılması	
3.13 Emisyon kaynaklarında kontrol periyotları	71
3.14 Seramik tesislerinde işyeri atmosferindeki tipik derişim seviyeleri	72

KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
IDLH	Yaşam ve sağlık için ani tehlike gösteren derişim (The Concentration that Immediately Dangerous to Life or Health).
KVS	Kısa vadeli sınır değer
MAK	Maksimum işyeri atmosferi derişimi
MEK	Maksimum emisyon derişimi
MİK	Maksimum imisyon derişimi
PEL	Müsaade edilen maruz kalma sınırı (Permissible Exposure Limit)
TLV	Müsaade edilen sınır değer (Threshold Limit Value)
TLV-C	Temas süresi ne olursa olsun aşılmaması gereken derişim (TLV-Ceeling)
TLV-STEL	Sınır değer-kısa süreli temas sınır değeri (TLV-Short Term Exposure Limit)
TLV-TWA	Sınır değer-zaman ağırlıklı ortalama (TLV-Time Feighted Average)
UVS	Uzun vadeli sınır değer

1. GİRİŞ

Seramik malzemeler anorganik kökenli ve genellikle birden fazla sayıda doğal ve yapay hammaddenin sulu veya kuru karışımının çeşitli yöntemlerle şekillendirilmesi, gerektiğinde sırlanması, kurutulması ve pişirilmesi yoluyla üretilen sert ve dayanıklı maddeler olarak tanımlanırlar.

Çeşitli tür seramik malzemelerinin üretimini sağlayan enerji-emek yoğun bir bilim ve sanat dalı olan seramik sanayiinde üretim süreci bilimsel ve teknolojik açıdan fizik, kimya, matematik, mineroloji, elektrik, elektronik, metalürji, makina, cevher hazırlama, yüksek sıcaklık tepkime kinetiği (özellikle katı faz) ve termodinamiği alanlarında heterojen bir bileşimdir. Bu denli fazla sayıda bilim dalının bileşkesi konumunda bulunan seramik teknolojisi, temel ve uygulama yönleriyle geniş bir alana yayılmıştır (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Ülkemizde geçmişi pek eski yıllara dayanmayan seramik sanayii, üretim kapasitesinden ziyade üretilen geleneksel seramik malzemelerinin kalitesi açısından bu sahada gelişmiş pek çok ülkenin (İtalya, Japonya, Brezilya, İspanya vb.) pazarına girebilecek düzeydedir ve çok yakın bir gelecekte bazı ileri teknoloji ürün türlerinin üretimine başlaması da amaçlanmaktadır.

Türkiye'nin seramik teknolojisi ile ilk tanışması Osmanlı döneminde,

1894 yılında fabrikasyon sofraya eşyası üretiminin başlamasıyla olmuş, takipeden duraklama ve yeniden canlanma aşamaları sonucunda teknoloji bugünkü konuma ulaşmıştır. En önemli gelişme, üretim hızı ve kapasite artışı ile halâ bu konumunu sürdüren yer ve duvar karosu üretim kolunda olmuştur. (Dünya'da 1 milyar m²/yıl; İtalya'da 350 milyon m²/yıl; Türkiye'de 50 milyon m²/yıl) (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Devlet İstatistik Enstitüsü'nün (DİE) 1985 yıllığında çanak, çömlek, çini porselen ve benzeri ürünleri üreten toplam tesis sayısı 709, taş ve toprağa dayalı diğer tüm tesislerin sayısı ise 4594 olarak belirtilmektedir. Ülkemizde sekizi yer ve duvar karosu, dokuzu sağlık gereçleri, yedisi sofraya ve süs eşyası ve yedisi elektroporselen üreten büyük kapasiteli tesislerde mevcuttur.

Bu tesisler için gerekli kalifiye eleman ihtiyacı Bilecik, Kütahya, Osmaniye, İzmir, Malatya, Çanakkale ve Edirne'deki Meslek Yüksekokulları'nın seramik programları, Anadolu, Dokuz Eylül, Gazi, Hacettepe, Marmara ve Mimar Sinan Üniversiteleri'ndeki Güzel Sanatlar Yüksek Okulları veya Fakültelerin seramik bölümleri ve Seramik Meslek Liseleri tarafından karşılanmaktadır (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Ancak, teknoloji ve hammadde açısından halâ dışa bağımlılığını sürdüren ve endüstri dalında rezerv, enerji, hammadde ve işçiliğin kayıpları azaltacak, çevre kalitesini ve işçi sağlığını koruyacak yönde optimum kullanımı, ülkemiz açısından özel önem taşır. Bu da ülkemizde seramik endüstrilerinin en son gelişmeleri (kapalı devre, otomatik kontrol ile donanım gibi) kesintisiz olarak anında takip edebilecek nitelik ve nicelikte yüksek kaliteli araştırma ekipleri ve olanaklarıyla donatılmasıyla veya desteklenmesiyle ve böylece teknoloji transferinde doğru karar verilmesiyle mümkündür.

Hammadde, sır ve frit hazırlama, şekillendirme, sırlama, kurutma ve pişirme gibi bir dizi soğuk ve sıcak işlemlerin yapıldığı faaliyet alanında yanma kaynaklı kirletici bileşenler yanında tesisin üretim amacına, kullanılan hammadde ve yardımcı maddelerin nitelik ve niceliği ve uygulanan işlem türüne (kıрма, öğütme, kalıplama, tornalama, kurutma,

pişirme vb.) özgül gaz, sıvı ve katı biçiminde pek çok zararlı bileşen canlı ve cansız varlıklara ve doğaya zarar verebilecek ölçüde çevreye terk edilmekte veya işyeri ortamında çalışan kişileri etkileyerek sağlık problemlerine neden olmaktadır (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

1.1. Yasal Kısıtlar ve İş Güvenliği

İnsan ve çevresi üzerine etki eden hava kirliliğinin göstergesi olan çevre havasında mevcut hava kirleticilerin artan miktarıyla azalan hava kalitesi için standart değerler mevcuttur (Resmî Gazete, 1986).

İnsan sağlığının korunması, çevrede kısa ve uzun vadeli olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için atmosferdeki hava kirleticilerin, birarada bulduklarında, değişen zararlı etkileri de gözönüne alınarak açık hava (emisyon), emisyon ve işyeri atmosferine ait bazı sınır değerler (UVS, KVS, MEK, MİK, MAK (TLV-C) TLV-TWA, TLV-STEL, PEL, IDLH gibi) tespit edilmiştir (Döğeroğlu, 1988; Arı ve Kul, 1988; Var; 1990).

Kısa vadeli sınır değer (KVS), Kısa sürede yüksek kirletici miktarının solunmasıyla ortaya çıkan kısa süreli akut etkileri için sınır değerleri göstermektedir. Daha düşük miktarların daha uzun süre solunmasıyla ortaya çıkan kronik etkileri için verilen uzun vadeli sınır değer (UVS) ise bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak belirlenen uzun vadeli değerlerin aşılması gereken üst sınırlarını gösterir (Bkz. Çizelge 1.1). UVS ve KVS değerleri genellikle bir yıllık dönemleri kapsar (Resmî Gazete, 1986).

Çizelge 1.1 Hava kalitesi sınır değerleri (Resmi Gazete 1986).

KİRLLETİCİ	Birim	Hava kalitesi Sınır değerleri	
		UVS	KVS
Kükürt dioksit (SO ₂)			
Kükürt trioksit (SO ₃) dahil			
a) Genel	µg/m ³	150	400(900)
b) Endüstri bölgeleri	µg/m ³	250	400(900)
Karbon monoksit (CO)	µg/m ³	10000	30000
Azot dioksit	µg/m ³	100	300
Azot monoksit (NO)	µg/m ³	200	600
Klor (Cl ₂)	µg/m ³	100	300
Klorlu hidrojen (HCl) ve gaz halde anorganik klorürler (Cl)	µg/m ³	100	300
Florlu hidrojen (HF) ve gaz halde anorganik flörürler (F)	µg/m ³	-	10(30)
Ozon (O ₃)			
fotokimyasal oksitleyiciler	µg/m ³	-	240
Hidrokarbonlar (HC)	µg/m ³	-	140(280)
Hidrojen sülfür (H ₂ S)	µg/m ³	-	40(100)
Havada asılı partikül maddeler (PM) (10 m ve daha küçük partiküller)			
a) Genel	µg/m ³	150	300
b) Endüstri bölgeleri	µg/m ³	200	400
PM içinde (Pb) ve bileşikleri	µg/m ³	2	-
PM içinde kodmiyum (Cd) ve bileşikleri	µg/m ³	0.04	-
Çökebilen tozlar (10 m'dan büyük partiküller dahil)			

Çizelge 1.1 (devam)

KİRLLETİCİ	Birim	Hava kalitesi Sınır değerleri	
		UVS	KVS
a) Genel	mg/m ² gün	350	650
b) Endüstri bölgeleri	mg/m ² gün	450	800
Çökebilir tozlarda kurşun ve bileşikleri	µg/m ² gün	500	-
Çökebilir tozlarda kadmiyum ve bileşikleri	µg/m ² gün	7.5	-
Çökebilir tozlarda talyum (Tl) ve bileşikleri	µg/m ² gün	10	-

Bilindiği gibi seramik tesisleri 2 Kasım 1986 tarih ve 19269 sayılı Resmi Gazete de yayımlanan Hava Kalitesinin Korunması yönetmeliğinin "Toprak Ürünleri Tesisleri" grubunda (Üçüncü grup tesisler) yer almakta; aynı yasada III. sınıfa giren (alüminyum karbür, alüminyum nitür, bakır ve çözünen bileşikleri, bizmut, çözünen bor bileşikleri, magnezyum hidroksit, magnezyum oksit, molibden ve çözünen bileşikleri, silisyum karbür) toz emisyonlarının (3 kg/h veya üzerindeki emisyon debileri için) 75 mg/m³ değerini aşmaması gerektiği belirtilmektedir. Kirletici vasfı yüksek "Yanma Tesisleri" (Birinci Grup Tesisler) dışında kalan toprak ürünleri tesisleri için toz emisyon sınırları Çizelge 1-2'de derlenmiştir.

Çizelge 1.2 Kirlenici vasfı yüksek yanma tesisleri dışındaki "Toprak Ürünleri Tesisleri (Üçüncü Grup Tesisler)" için emisyon değerleri (Resmi Gazete, 1986).

Tesis Türü	İslilik Derecesi	Toz Emisyonu (mg/m ³)
Taş çakırma, kırma ve sınıflandırma tesisleri	-	-
Şist, kil ve benzeri maddelerin patlatıldığı ve öğütüldüğü tesisler	-	200(%3 CO ₂)
Boksit, dolomit, feldspat, alçı, kiselgur, manyezit mineral kayalar, midye kabukları, kuvars, pegmetit kurumu, cruf, sabun taşı vb. maddelerin öğütüldüğü tesisler	-	200
Alçı taşı kavurma tesisleri	-	200(100)
Çimento fabrikaları Elektrik toz filtreleri ile donatılmış tesisler	-	75
Üretim metodu gereği elektrikli toz filtresi bulunan çimento fırını, klinker, kurutucu, öğütülerek kurutan tesisler, nemli atk havalı, borulu öğütücülü tesislerden elektrikli toz filtresi uygulananlar	-	120
Yüksek toz elektrik dirence nedeni ile toz ayırmanın oldukça zor olduğu ve elektrikli toz ayırıcıların uygulandığı tesisler	-	150
Tuğla vb. kaba seramiklerin pişirildiği tesisler	-	200(%3 CO ₂)

İşçi sağlığı ve iş güvenliği ile uğraşan çeşitli kuruluşlar ve kişiler iş kazalarını çeşitli şekilde tanımlamışlardır. Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımına göre, iş kazaları önceden planlanmamış sık sık kişisel yaralanmalara, araç ve gereçlerin zarara uğramasına ve bir süre üretimin kesilmesine neden olan olaydır (Aksoy, 1982). Diğer bir tanımda ise insanların isteği dışında ani bir kuvvet sonucu fiziksel veya zihinsel hasarlara neden olan olay diye belirtilmektedir. Elbette her şeyden önce insan yaşamının gözeltilmesi iş kazalarının önlenmesi yolunda gerekli önlemlerin alınmasını gerektirir. İş kazaları yol açtıkları acı ve ızdırabın yanısıra insan, makina, malzeme ve ürün kaybına neden olarak verimliliği düşürmektedir. Kaza tipleri arasında makinaların neden olduğu kazalar en büyük oranı oluşturmaktadır. Buhar ve su kazanlarının basınçlı gaz tüplerinin, tozların ve yaralayıcı sıvı ve gazların patlamaları, yanıcı ve uçucu maddelerin neden olduğu yangın olayları da iş kazalarının başında gelmektedir. Bunun yanında kapalı ortamlar için, insan sağlığına direkt etkiye bulunan maddelerin üretildiği işyerlerinde oluşan kirletici metal, metaloit ve bileşiklerin işyeri ortamında bulunabilecekleri en yüksek miktarları Çizelge 1.3'de belirtilmektedir.

İş kanunu kapsamına giren iş yerleri için bazı kısıtlamalar İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği tüzüğünde maddeler halinde verilmiştir (Bkz. çizelge 1.4). Seramik tesisleri açısından en önemli potansiyel kirleticilerin kurşunlu ve halojenli (özellikle florlu) bileşikler olduğu bilinmektedir (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Çizelge 1.3 Metal, metaloit ve bileşiklerinin sınır değerleri (ILO, 1983; Resmi Gazete, 1973; Kırk-Otmer, 1978; Velicangil ve Velicangil, 1987; Döğeroğlu ve Kara, 1988; Altay, 1988; Hacıoğlu, 1990; Kul, 1991).

KİRLLETİCİ	TLV				TLV-C	
	TWA		STEL		ppm	mg/m ³
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³		
Alüminyum						
metal ve oksitler	-	10	-	20	-	-
pyro tozları	-	5	-	-	-	-
Kaynak dumanları	-	5	-	-	-	-
Çökebilen tozlar	-	2	-	-	-	-
Antimon ve bileşikleri	-	0.5	-	-	0.1	-
Arsenik ve çözünebilen						
bileşikleri	-	0.2	-	-	-	-
Arsenik	0.05	0.2	-	-	-	-
Baryum ve çözünebilen						
bileşikleri	-	0.5	-	-	-	-
Bakır						
dumanları (fume)	-	0.2	-	-	-	-
toz ve dumanları (mist)	-	1	-	2	-	-
Berilyum	-	0.002	-	0.025	0.02	-
Civa						
alkali bileşikleri	-	0.01	-	0.03	-	-
buharları	-	0.05	-	-	-	-
inorganik bileşikleri	-	0.1	-	-	0.1	-
Çinko klorür dumanları	-	1	-	2	-	-
Çinko asit dumanları	-	5	-	10	-	-
Demir oksit dumanları	-	5	-	10	-	-
Demirin çözünebilen						
tuzları	-	1	-	2	-	-
Gümüş						
Metalik	-	0.1	-	-	-	-

Çizelge 1.3 (devamı)

KİRLLETİCİ	TLV				TLV-C	
	TWA		STEL		ppm	mg/m ³
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³		
çözünebilir bileşikleri	-	0.01	-	-	-	-
Kadmiyum tozları ve tuzları	-	0.05	-	0.2	0.1	-
Kadmiyum oksit dumanları	-	0.005	-	-	-	-
Karbon siyahı	-	3.5	-	7	-	-
İnorganik kurşun tozları ve dumanları	-	0.15	-	0.45	0.1	-
Kurşun arsenat	-	0.15	-	0.45	-	-
Kurşun kromat	-	0.05	-	-	-	-
Kalay						
metalik oksitleri ve inorganik bileşikleri	-	2	-	4	-	-
organik bileşikleri	-	0.1	-	0.2	-	-
Krom						
metalik çözünebilen tuzları	-	0.5	-	-	0.1	-
Kobalt						
metalik toz ve dumanları	-	0.1	-	-	-	-
Kaprolaktam (Caprolaktam)						
tuzları	-	1	-	3	-	-
buharları	5	20	10	40	-	-
Magnezyum oksit dumanları	-	10	-	-	-	-
Mangan						
toz ve bileşikleri dumanları	-	0.5	-	-	-	-
dumanları	-	1	-	3	-	-
Nikel						

Çizelge 1.3 (devamı)

KİRLLETİCİ	TLV				TLV-C	
	TWA		STEL		ppm	mg/m ³
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³		
metalik	-	1	-	-	-	-
çözünebilir tuzları	-	0.1	-	-	-	-
Radyum (Rh)						
metalik	-	1	-	-	-	-
çözünebilir tuzlar	-	0.001	-	0.003	-	-

Çizelge 1.4 İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğünde seramik tesislerine özgü koruyucu önlemleri içeren maddeler (Erçoşkun, 1987).

<u>İlgili maddeler</u>	<u>Koruyucu önlemler</u>
78 (Gürültü)	Titreşimi ve sesi azaltacak malzeme, çift kapılı, çift pencereci, duvarlar ses geçirmeyen malzeme ile yapılması, periyodik sağlık muayelerinin yapılması.
61 (Kurşun ve bileşikleri)	Aspirasyon sistemi, el, yüz, ağız temizliği, iş elbisesi, önlük, uygun ayakkabı, lastik eldiven, toz ve gaz maskeleri, periyodik muayeneler, laboratuvar tahlilleri, kurşun miktarının 0.15 mg/m ³ ' ü geçmemesi.
76 (Partiküller)	Havalandırma sistemi aspirasyon sistemi, su perdeleri, işlerin kapalı ortamda yapılması, maske kullanılması, ortamda yemek yememeleri, periyodik sağlık muayenelerin yapılması, laboratuvar tahlilleri, her altı ayda bir göğüs radyoğrafleri çekilmesi.
73 (Halojenli bileşikler)	Havalandırma sistemi, aspirasyon sistemi, çalışmalar kapalı sistemde, el, yüz, ağız periyodik sağlık muayeneler, laboratuvar tahlilleri.
70 (Azot oksitler)	Azot oksitlerin çevreye yayılmaması, maskelerin kullanılması, periyodik sağlık muayenelerin yapılması, laboratuvar tahlilleri yapılması.

1.2 Amaç

Bu çalışmanın amacı ülkemizde seramik sanayiinin sorunlarının ortaya konulması, bilimsel-teknolojik ve ekonomik açıdan uzun vadeli önlemlerin alınmasına yardımcı olabilmek üzere seramik tesislerinin çevre kirliliğine ve hava kalitesine etkilerinin bir anket programı eşliğinde belirlenmesidir.

2 SERAMİK SANAYİNİN YAPISI

2.1 Genel Yapı

Anorganik malzemelerin harmanlanması, şekillendirilmesi, kurutulması, kaplanması ve pişirilmesi süreçlerini içeren seramik sanayiinde üretilen ürünler:

1- Klasik Seramikler (sıhhi tesisat, sofraya eşyası, elektroporselen mamulleri ile yer ve duvar karosu, inşaat malzemeleri ve refrakter malzemeler).

2- Yeni seramikler (çok kristalli ve çok fazlı seramikler, dielektrikler, ferroelektrik seramikler, ferritler, tıpta kullanılan seramikler, elektrikli porselenler ve sermetler) olmak üzere iki grupta toplanabilir (Döğeroğlu, 1986).

Bu maddeler fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerine göre kaba (inşaat tuğlaları, drenaj boruları, kiremit) ve ince (yer ve duvar karosu, elektroporselen); yapılarına göre poröz (karofayans, tuğla, kiremit) ve sinter (sağlık gereçleri, elektroporselen) seramikler şeklinde gruplandırılabilir. Bu sınıflandırmayı pişme sıcaklıklarına (900-1000°C'da pişebilen kaba seramikler, 1350-1700°C'da pişebilen refrakterler) veya kullanım alanlarına (yapı seramikler, biyoseramikler, aşındırıcı seramikler) göre yapmakta mümkündür (Döğeroğlu, 1986).

Seramik sanayii, bugünkü uzay çağının gelişmesine ayak uydurarak roketlerde dahi kullanılan yeni seramikler üretmiştir.

2.1.1 Klasik seramikler

2.1.1.2 Sıhhi tesisat mamulleri

Bu mamüller genellikle "Vitreous Chine" bünyeli olarak imal edilmektedir. Sıhhi tesisat malzemelerinde kullanılan belli başlı hammaddeler kil ve kaolinler, kuvarz, mermer, dolomit ve magnezit her bünyeye girmeyebilir. Genel olarak çamura % 50 kil ve kaolin, % 30 kuvarz, % 20 feldspat katılmaktadır.

Gözeneksiz bir yapı ve kolay imalat özellikleri veren bu maddeler yüksek mekanik dirençleri ve pişme sırasında az deforme olma özellikleri yanında % 0.1-1 arasında su absorblarlar.

Sıhhi tesisat mamülleri dökümle şekillendirilir. Alçı kalıpları nadiren tek parçadan meydana gelir. Büyük hacimli mamüllerin kalıpları birden fazla parçadan oluşur. Bu parçalar döküm sırasında içlerinden hassas olarak kilitlenir ve bağlanır (yedi parça alçı kalıbı ile üretilen tuvalet taşı buna örnek olarak gösterilebilir).

Sıhhi tesisat mamüllerinin sırlarında istenen özellikler, parlaklık, beyazlık, örtücülük ve sıcaklık değişimlerine karşı mukavemettir. Bütün bu özellikleri yerine getirecek sırlar 1270°C için hazırlanmış olan sırlardır. Böyle bir sırnın kimyasal bileşimi % 55-60 SiO₂, % 11-12 Al₂O₃ ve % 5.5-6.5 Alkaliler (CaO, MgO) şeklindedir. Sıhhi tesisat mamülleri genellikle ağır olduğu için püskürtme ile sırlama tercih edilir. Dökümden çıkan ve kurutulan mamüller tutuşturma işleminden sonra püskürtme metoduyla sırlanır. Mamuller genellikle tünel fırınlarda pişirilir.

Üretilen mamuller arasında, lavabo, tuvalet taşı, klozet, sabunluk ve küvet sayılabilir.

2.1.1.3 Sofra eşyası mamulleri

Genellikle porselen hamurundan yapılır. Porselen sofr eşyaları

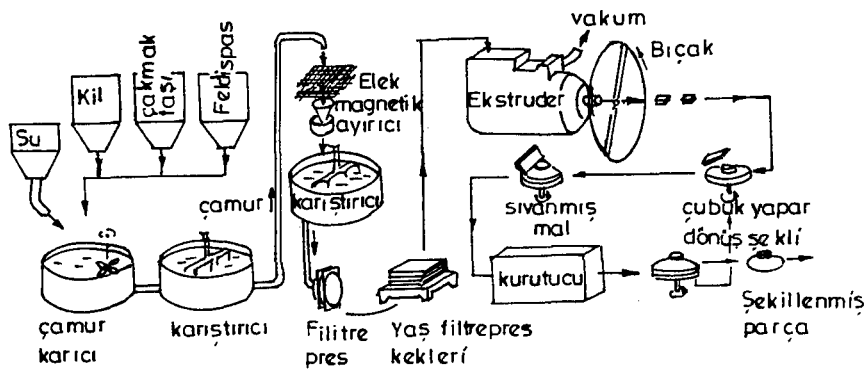
camsı yapıda, beyaz pişen bünyeler olup ince tabakalı, yarı şeffaf ve geçirgen olmayan bir yapıya sahiptirler. Kuvartz, kaolen, feldspat ve beyaz pişen plastik kilin 1400°C'da pişirilmesi ile elde edilir (Döğeroğlu, 1986).

Tipik bir sofraya eşyası üretim şeması Şekil 2.1'de gösterilmiştir. %50-60 kaolen, % 20-80 feldspat, % 25-60 kuvartz'dan oluşan bir bileşim porselen hamuruna örnek olarak verilebilir (Sümer, 1977). Torna veya döküm ile şekillendirilebilir. Sırlama pişirilmiş mamul üzerine yapılır. Bisküvi su ve yağ gibi kısımlardan arındırılmış basınçlı hava ile temizlenir. Temizleme işleminden önce krom oksit kullanılarak damgalanır. Sırlama işlemi püskürtme veya daldırma şeklinde olabilir. Sır hammaddeleri olarak plastik kaolen, pişmiş kaolen, feldspat, kuvartz, dolomit, Al_2O_3 , ZnO kullanılır.

Sofra eşyalarında pişirme oldukça önemlidir. Kullanılan renkler ve pişirme sıcaklıkları uygun şekilde belirlenmelidir.

Bu tip mamul üretiminde dekorasyon da önemlidir ve işletmenin ekonomisini oldukça büyük bir oranda etkiler.

Üretim mamulleri arasında tabak, fincan kase sayılabilir.



Şekil 2.1 Sofra eşyası üretim akım şeması (Kırk-Otmer,1978; Döğeroğlu, 1986).

2.1.1.4 Elektroporselen mamulleri

İzalatör olarak kullanılan bu mamullerde hammadde olarak plastik kaolen, silisli kaolen, silisli kil, potasyum feldspat, sodyum oksitli feldspat, plastik kil, refrakter kil, demirli kaolin, bağlayıcı kil, kuvarz kullanılmaktadır. Örnek olarak izalatör çamurunda % 45.9 kaolin, % 30.7 kuvarz, % 23.4 feldspat bileşimi verilebilir (Sümer, 1977).

Şekillendirme işleminden önce çamur hiç hava kalmamasına dikkat edilerek, malzeme vakum preslerden geçirilir. Alçı kalıplarda ilk şekillendirme işlemi yapıldıktan sonra, şekillendirme aleti kullanarak iç kısım şekillendirilir.

Şekillendirilen mamuller, buharda ısıtılan kurutma setine aktarılır. İkinci bir kurutma işleminde nem oranı % 17'ye düşürülür. İkinci kurutmadan çıkan mamullerin "kabuk safhası"nda izalatör boyu şekillendirilir. Son şekillendirmeden sonra, sistire ve süngerle düzeltme yapılır.

Sırlama işlemi genellikle sır havuzlarında daldırma yoluyla, pişirme işlemi ise fırınlarda yapılır. Yüksek gerilim izalatörleri doğrudan doğruya fırına verilebilir. En çok % 0.5 nem içeren izalatörler fırına girebilir.

Elektroporselen olarak üretilen mamuller arasında alçak ve yüksek gerilim izalatörleri sayılabilir.

2.1.1.5 Yer ve duvar karosu mamulleri

Üretimde kullanılan fayans hamuru beyaz, gözenekli ve üzeri şeffaf sırlı seramiklerdir. 1050-1250°C arasında pişirilen ve mukavemetleri az bu maddelerde ergime ve sinterleşme (pekişme ve camlaşma) olmaz. İyi pişmiş bir fayans serttir ve kazınmaz. Sertlik derecesi gözeneklilikle ilgilidir. Hammadde olarak kaolinler, killer, kuvarz, feldspat, mermer, dolomit ve magnezit kullanılır.

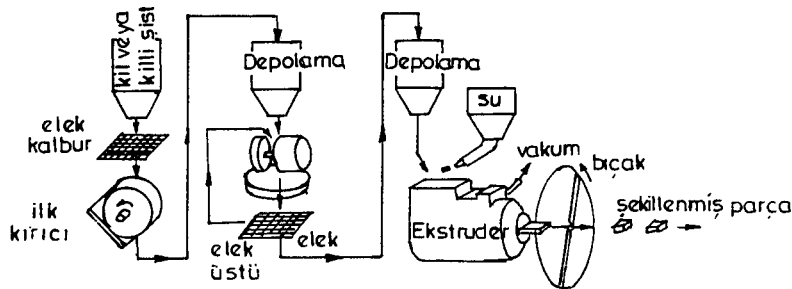
Şekillendirilmesi harman presleri kalıplarında, yüksek basınç altında, istenilen boyut ve kalınlıkta yapılır. Şekillendirilmiş ham fayansların nemi, sırlamadan önce tünel kurutucularda tamamen uzaklaştırılır. Sırlama işlemi akıtma yoluyla yapılır. Duvar karoları tünel fırınlarda 1040°C'da diğerleri ise yer karosu fırınında 1260°C'da pişirilir (Sümer, 1977).

2.1.1.6. İnşaat malzemeleri

Üretiminde üç tip (kırmızı, beyaz ve devetüyü pişen) kil kullanılır. Yapı malzemesi olarak kullanılan tuğlalarda, orta sıcaklıkta pişirildikleri zaman çarpılmama, çözünebilir tuzların bulunmaması, yeterli sertlik ve pişirildiği zaman homojen bir renk olabilme özellikleri aranır. Tuğla üretiminde yumuşak çamur, sert çamur ve kurupres süreçleri uygulanmakla birlikte bugün için en yaygın şekilde kullanılan sert çamur yöntemidir.

% 12-15 nem içeren kil, ekstruder tarafından oluşturan iç gerginlikleri ortadan kaldırır. Kurutma işlemi, açıkta, sundurma altında, tünel kurutucuda yapılabilir. Kurutmadan sonra tuğlalar fırında 875°C'dan 1000°C'ın biraz üstündeki bir sıcaklığa kadar pişirilir. Kurutucu ve fırınların birleştirilmesi de düşünülmektedir (Shreve, 1983).

Üretim akım şeması, Şekil 2.2'de gösterilen bu mamuller arasında tuğla, kiremit ve biriket sayılabilir.



Şekil 2.2 İnşaat tuğlası üretim akım şeması (Kırk-Otmer, 1978; Döğeroğlu, 1986).

2.1.1.7 Refrakter malzemeler

Asidik, bazik, nötral ve süper refrakterler, fırınlama esnasında karşılaşılan termal, kimyasal ve fiziksel etkilere dayanabilen tüm malzemeleri kapsar. Refrakterler ateş tuğlası; silika, magnezit, kromit ve magnezit-kromit tuğlası; silikon korbid ve zirkonia refrakterleri; alüminyum silikat ve alumina ürünleri olarak satılırlar. Refrakter tanecikleri birbirine bağlamak için kullanılan gerekli eriticiler, camsı bir hal alma durumunu azaltmak üzere minimum bir düzeyde tutulurlar. Doğal plastikliği olmayan kütlelerden yapılmış bir kısım malzemelerin şekillendirilebilme olanağı, saf oksit refrakterler gibi üstün kaliteye sahip tek bileşenli sermetlerin üretimini sağlar. Bunlar yaygın olarak kullanılan camsı bağlı refrakterlere oranla, monokristalli ve kendiliğinden bağlıdır.

Refrakterlerin önemli özellikleri arasında gözeneklilik, erime noktaları, kavlama, sağlamlık, sıcaklık değişikliklerine direnç, ısı iletkenlik ve ısı kapasitesi sayılabilir (Shreve, 1983).

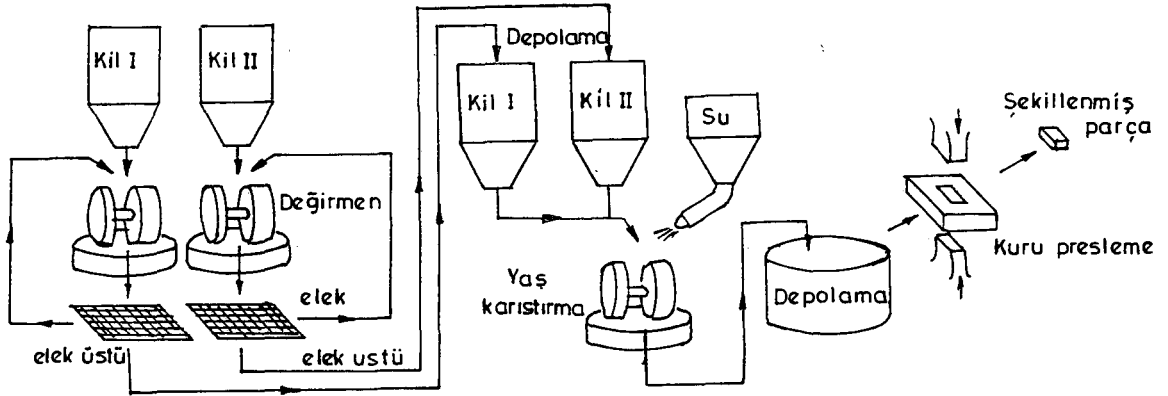
Gözeneklilik, kimyasal etkilere dayanma dahil mamülün pek çok fiziksel özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Gözeneklilik arttıkça erimiş haldeki gazların tuğla içine girmesi de artar. En az gözenekliliğe sahip tuğla en yüksek dayanaklılığa, ısı iletkenliğe ve ısı kapasitesine sahiptir. Kullanılan ticari refrakterler, amorf veya kristal yapılı çeşitli sayıda değişik minerallerden oluştukları için, belirli ve kesin bir erime noktaları yoktur, geniş bir aralıkta yavaş yavaş yumuşarlar. Refrakterler ısıtıldıkları zaman genellikle genişlerler. Tuğlalar hızlı ısıtıldığı veya soğutuldukları zaman kavlama eğilimi gösterirler. Kavlama, düzgün olmayan ısıl gerilme ve sıkıştırılmadan kaynaklanmaktadır. Bu malzemeler sıcaklık değişmelerine karşı oldukça büyük direnç gösterirler. Soğukta sağlamlıkları, yüksek sıcaklıktaki sağlamlıktan fazladır. Kok fırını duvarları ve dönen çimento fırınlarının boşaltım ucu kaplamaları gibi pek çok noktada aşınma direnci de önemlidir.

En yoğun ve en az gözenekli tuğlalar, içlerinde hava boşlukları bulundurmadıkları için en yüksek ısı iletkenliğe sahiptirler. Pota fırını duvarlarında olduğu gibi bir kısım fırın yapılarında ısı iletkenlik istenirse

de, ateşleme şartlarına karşı direnç gibi diğer bir kısım refrakter özellikleri pek fazla aranmaz. Bazı refrakterlerde yalıtım özelliği aranır.

Fırının ısı kapasitesi, kullanılan refrakterlerin ısı iletkenliğine, özgül ısısına ve özgül ağırlığına bağlıdır. Kesikli çalışan fırınlarda fırının çalışma sıcaklığı daha az süre ve yakıtta sağlanabildiği için hafif tuğla tarafından düşük miktarda ısı absorplanması bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Yoğun, ağır ateş tuğlası, kok fırınlarında ve yüksek fırın reküparatörlerinde olduğu gibi, jeneratör işleri için daha uygundur (Shreve, 1983).

Tipik bir akım şeması Şekil 2.3'de verilmiş olan bu malzemelerin üretiminde fiziksel ve kimyasal dönüşümler yer alır (öğütme ve eleme, karıştırma, presleme veya kalıplama ve yeni baştan presleme, kurutma ve pişirme veya camsılaştırma gibi).



Şekil 2.3 Refrakter üretim akım şeması (kuru presleme ile üretim) (Shreve, 1983).

2.1.2 Yeni seramikler

2.1.2.1 Çok kristalli ve çok fazlı seramikler

Saf oksitler (alüminyum oksit) ve refrakter oksitler (berilyum oksit, magnezyum oksit, kalsiyum oksit, zirkonyum oksit) bu gruba girer.

Roket motorlarında kullanılan berilyum oksit, ateşe ve sıcaklığa dayanıklı olduğundan roket motorunun şeklini muhafaza etmesini ve yük taşıyan kısmının ısıdan etkilenmemesini sağlar (Sümer, 1977).

2.1.2.2 Dielektrik

Seramik dielektrikler, dielektrik sabiti 12'nin altında olan izolasyon malzemeleri ve dielektrik sabiti 12'nin üzerinde olan kapasitörlerdir. Bu gruptaki malzemeler kil, kuvarz ve feldspat içeren, üç boyutlu porselenden meydana gelen alçak ve yüksek gerilim elektrik izolatörlerini kapsar. Yüksek gerilim izolatörlerinde yüksek dielektrik mukavemet ve bu mukavemeti sağlayacak özellikler aranır. Bu gruptaki yüksek sıcaklığa dayanıklı prosesler ve elektiriksel ısıtma elementleri, destek için kullanılmakta olup, mekanik yük altında deforme olmamalıdır. Bunlar ayrıca yüksek gerilimli otomobil ve uçak motorlarındaki bujilerde de kullanılmaktadır.

Dielektrik malzemeler yüksek termal ve elektiriksel basınç mukavemeti nedeniyle 2000°C gibi yüksek sıcaklıklarda kullanılırlar. Elektriksel malzeme olarak alçak ve yüksek gerilim rezistansı yüksek porselenler kullanılır. Elektronik olarak steatit (talklı bünye), Al_2O_3 ve kapasitör olarak TiO_2 , ZrO_2 ve $BaTiO_3$ kullanılmaktadır. Bu grupta kullanılan malzemelerin dielektrik katsayısı, cam için 2-3, Al_2O_3 için 10-11 ve $BaTiO_3$ için 20000 dir (Sümer, 1977).

2.1.2.3 Ferro elektrik seramikler

Ferro elektrik etkisi, özellikle elektiriki dipollerin karşılıklı çekiminden doğar. Ferro elektriğin manyetik alanı, polarizasyonu nispetinde artar. Polarizasyon gösteren malzemeler baryum titanat, kurşun titanat, potasyum-sodyum tetrahidrat, potasyum dihidrojen fosfat, potasyum dihidrojen arsenad, ferro elektrik seramikler olup, üzerinde en çok araştırma yapılan baryum titanat'tır.

Baryum titanatın transparent türleri, sıvıların agdalaştırılması, tozların ve boyaların karıştırılması ve sütün homojenasyonu gibi ultrasonik amaçlarla kullanıldığı gibi, mikrofonlarda, fonograf pikaplarda ve soner cihazlarda da kullanılır (Sümer, 1977).

2.1.2.4 Manyetik seramikler - ferritler

Ferrit gurubuna giren malzemelerin çoğu manyetik spinel MFe_2O_4 kristallerini ihtiva eder. Bunlar manyetik minerallere benzer; fakat daha yüksek direnç gösterirler. Oksit manyetik mineraller mikrodalgalar bölgesindeki frekanslara kadar radyo, televizyon ve elektron aksamaları için; filtre ve transformatör elementleri, digital kompitürlerde manyetik beyin üniteleri ve sürekli manyetik malzemeler için kullanılır.

Ferritler uygun oksijen içeriğine ve aşırı homojenliğe sahip olmalıdır. Çünkü katı çözeltilerde Fe_2O_4 miktarı manyetikliği azaltır ve geçirgenliği artırır.

Kompitürlerde beyin mekanizması olarak en fazla kullanılan mangenez ve magnezyum ferrittir. Mikrodalgalı cihaz unsurları için manyetik enerji kayıplarına frekans bağlantısı bilhassa önemlidir. Bu amaçla kullanılan nikel ferrit devamlı manyetik malzemeler için kalıcı mağnetizasyon ve kuvveti nedeniyle tercih edilir (Sümer, 1977).

2.1.2.5 Tıpta kullanılan seramikler

2.1.2.5.1 Diş hekimliğinde seramik

Seramik malzemeler suni diş yapımında, dolgu ve krom ceketlerin (metalik kromların) emaye ile kaplanması işlemlerinde kullanılabilir. Porselen dişlerde tekrarlı yüklere ve korrozyona karşı mukavemet yanında renk gibi estetik faktörlerde önem taşır.

Yapıları gereği porselen dişlerin sünek olmayıp gevreklerdir. Ayrıca basma mukavemeti yüksek olup, doku ile tepkimeye girmez ve ağız ortamında kimyasal özelliği bozulmaz. Düz, pürüzsüz bir yüzey yapımı ve imal usullerinde dikkatli olmak suretiyle mekanik özelliklerini iyileştirmek mümkündür (Döğeroğlu, 1986).

2.1.2.5.2 Ortopedik tedavi için kullanılan seramikler

Endoprotez malzemesi olarak "Alumine" ile defa 1933 senesinde Rock tarafından kullanılmıştır. 1970'li senelerde hayvanlar üzerinde yapılan denemeler seramiklerin doku ile tepkimeye girmediklerini ve hatta gözenekli seramik içinde kemik büyümesinin temin edilebileceğini göstermiştir. Seramik malzemeler ortopedi de protez ameliyatlarında kullanılmaya başlanmıştır. Seramik yapılu toplam protez, çimento kullanılarak femur kemiği içerisine yerleştirildiği gibi, çimento kullanmadan gözenekli seramik şeklinde de uygulanmaktadır.

Klasik seramik protezlere ilaveten bilhassa eklem yerlerinde dejenere olmuş kırıkdağın yerini alabilen kompozit malzemeler üzerinde araştırmalar devam etmektedir (Döğeroğlu, 1986).

2.1.2.6 Sermetler

Yüksek mekanik ve termik özellikleri sağlamak üzere geliştirilmiş olan seramik ve metal alaşımlarından (sermet) başlıcaları korbidler, nitrit

ve uranyum tipleridir.

Sanayide özellikle silisyum karbür, tantalon karbür, hafniyum karbür, boran tetra karbür, tantanım nitrit, Cr - Al₂O₃, Ni - TiO₂ ve Co TiO₂ alaşımlarından oluşan sermetler kullanılır. Bugün uzay çalışmalarında (roket başlığında) sermetler, vizkorlar ve rezinler içinde silisyum karbürler kullanılmaktadır (Sümer, 1977).

2.2 Teknolojik Yapı

2.2.1 Seramik hammaddeleri

Seramik hammaddeleri plastik olan ve olmayanlar şeklinde iki grupta incelenebilir.

Plastik hammaddeler killerdir. Killer, granit, feldspat, pegmatit gibi kayacıkların, fiziksel ve kimyasal değişmeleriyle (yeryüzünde suların, havanın, kar, yağmur, buzul gibi koşulların oluşturduğu değişimle ya da yeraltı, ısı ve CO₂, SO₂ gibi kimyasal reaktiflerin meydana getirdiği dönüşümlerle) oluşur. Kayaçların ayrışması çok karışık ve izlenmesi mümkün olmayan tepkimelerdir. Bu tepkimeler, varsayımlarla kuramsal olarak belirlenebilir. Killerin kimyasal yapıları alüminyum hidrosilikatlardır. Killer oluşuktan sonra, ya oluştukları yerde veya çeşitli etkenlerle taşınarak, taşındıkları yerde yataklanırlar. Oluştukları yerde yataklananlara primer (kalıntı killer), taşındıkları yerde yataklananlara sekonder killer (sedimanter killer) denir. Taşıma ile yataklanan killere ana kayaçtan gelen karışımlardan kuvars, feldspat, mika gibi mineraller yanında, taşıma sırasında kalker, dolomit ve demir mineralleri de karışır. Dolayısıyla sekonder killer, primer killere oranla daha esmer pişerler; primer killer daha büyük taneli ve plastikleri azdır; yeryüzünde az miktarda ve belirli yerlerde bulunurlar. Sekonder killer daha küçük taneli ve plastikleri fazla olan killerdir.

Plastik olmayan hammaddeler içerdikleri minerallerin pişme sürecindeki görevlerinin dışında, deformasyonu önleyici, sinterleşmeyi

sağlayıcı, iskelet görevi yapan, kuruma küçülmesini azaltan ve plastiği düzenleyen yapıya sahiptirler. Kuvars, feldspat, dolomit, kireçtaşı, talk ve magnezit bu tip hammaddeler arasında sayılabilir. Bunların dışında gibbsite, korundum, diaspor gibi Al_2O_3 kaynağı hammaddeler, şamot, kemik külü, $Ca(PO_4)_2$ cam tozu, silisyumkarbür gibi plastik olmayan hammaddeler de kullanılır (Döğeroğlu, 1986).

2.2.2 Hammaddenin Yeryüzüne Çıkarılması

a) *Açık İşletme Yöntemleri* : Kil yataklarının çoğunun işletmesi açık işletmecilikle yapılmaktadır. Önce kil tabakasının üstünde yer alan kısım grayder, buldozer gibi araçlarla sıyrılır. İşletmenin ekonomik oluşu kil tabakasının kalınlığına, üstteki kısmın derinliğine ve bu kısmı sıyrabilmek için harcanacak enerjiye bağlıdır. Bazı durumlarda kaolen, basınçlı su püskürtülerek bir havuza aktarılır. Fakat kuvartz, feldspat gibi sert malzemeler delme, patlatma yöntemleriyle çıkarılırlar.

b) *Yeraltı İşletmeciliği* : Kömür yataklarında oluşan kilin genellikle derinden çıkartılması gereken durumda bir shaft yardımı ile uygun seviyede tünel açılır. Bütün çıkarma işlemlerinde olduğu gibi sondaj işleminde de eldeki bilgilere dayalı dikkatli planlama gerekir (Norton, 1974).

2.2.3 Hammadde Hazırlama İşlemleri

Üretime hazırlık amacı ile hammadde, soğuk ve sıcak sistemle bir seri ön işlemden geçirilir:

A- Soğuk sistem

1. Yıkama (Kanal ve Hidrosiklon sistemi)
2. Öğütme (Kuru ve yaş)

B- Sıcak sistem (Kalsinasyon, pişirme, eritme)

2.2.3.1 Yıkama

Yıkamadan amaç, hammadde içindeki iri taneleri ve yabancı maddeleri ayırarak temizlemektir. Yıkama yalnızca kıymetli olan kil ve kaolinler için kullanılmaktadır.

Kanal (sedimentasyon) sisteminde, kaolinin sedimentasyon özelliğinden yararlanılmaktadır. İri ve ağır taneler daha önce çökerler, en ince taneleri ise kanallardan sedimentasyon havuzlarına kadar taşınır.

Hidrosiklon sisteminde, santrifüj kuvvet yardımıyla iri veya ağır parçalarla ince taneler özgül ağırlık farklarına göre sedimentasyonla birbirinden ayrılır. Yalnız iri kuvarz taneleri içeren kaolinlerin bu yöntemle ayrılması kanal sistemindeki kadar hassas olmaz (Sümer, 1977).

2.2.3.2 Öğütme

Seramik sanayiinde kullanılan hammaddelerin kırma ve öğütme işlemleri için kırma ve öğütme makinaları yaygın bir şekilde kullanılmakta ise de kırma ile ilgili bir teorinin geliştirilmesi için yapılan bütün çalışmalar ve kırma makinalarının matematiksel formüllerle koordine edilmesi, genelde başarısız olmuştur. Rittinger kanunu ve Kick kanunu adları ile bilinen iki ana kanun geliştirilmişse de, bu kanunların hiçbiri herhangi bir öğütme makinasının çalışmasını tam olarak ifade etmez.

Rittinger tarafından ortaya atılan kırma ile ilgili kanun kırma için gerekli enerjinin parçalanmış yüzeye orantılı olduğu esasına dayanır. Kenar uzunluğu D olan bir kübün, kenar uzunlukları d olan daha küçük küplere parçalandığı düşünülürse, D/d oranı, n 'i göstermek üzere üç boyutun her birinde $(n-1)$ adet kırık yüzey vardır. Bir metrekairelik yeni bir yüzey elde etmek için gerekli iş B kJ ise, bu durumda kırılması istenen maddenin her m^3 'ü için gerekli iş, k bir sabit olmak üzere

$$İş = \frac{1}{3} (3 b D^2 K) (n - 1) \text{ veya } İş = 3 B K \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) \quad (2.1)$$

şeklinde formüllendirilebilir (Döğeroğlu, 1977).

Kick kanunu ise, maddenin kırılması için gerekli enerjinin, maddenin ilk ve son tanecik büyüklükleri arasındaki oranın logaritması ile orantılı olduğunu kabul eder.

$$h p = K \log \frac{D}{d} \quad (2.2)$$

Yukarıdaki eşitlikte, K bir sabit, D ve d maddenin ilk ve son haldeki tanecik büyüklükleridir. Kırılmış kvartzın HF asit içinde çözünme debisi kullanılarak bulunan yüzey, Rittinger kanununa oldukça uymaktadır.

Yüzey alanlarının ölçümünde kullanılan çeşitli yöntemler, yeni yüzey meydana getirebilmek için gerekli enerjinin miktarı ile yeni yüzey arasında doğrusal olmayan bağlantıya dayanır.

Kırma denemeleri sonucunda elde edilen yeni birim yüzey için gerekli enerjinin miktarı, termodinamik incelemelerden hesaplanan teorik yüzey enerjisi miktarı ile karşılaştırılacak olursa kırıcı veriminin %0,1-%1 arasında değiştiği anlaşılır. Bond'un son yıllarda çok sayıdaki test çalışmalarına dayalı olarak ortaya koyduğu düşünceye göre kırma ve öğütme için gerekli güç miktarı, ürünün tanecik büyüklüğünün karekökü ile orantılıdır (Döğeroğlu, 1986).

Seramik hammaddelerini öğütmek için kullanılan başlıca kırıcı tipleri arasında kuru öğütme yapan çeneli kırıcı, eksantrik kırıcı, kronik kırıcı, dişli merdaneler ile kuru ve yaş öğütme yapılabilen değirmenler örnek olarak verilebilir (Sümer, 1977).

2.2.3.3 Kalsinasyon

Bir önpişirme işlemi olan kalsinasyon, kristal suyunun uzaklaştırılması, hammaddenin kristal yapısının değiştirilmesi ve hammadde sertliğinin düşürülmesi ve dolayısıyla kolay öğütmeyi sağlama amaçları için kullanılır (Sümer, 1977).

2.2.3.4 Eritme

Eritme, fritlere uygulanır. Fritleme işlemi, sır bileşiminde bulunan zehirli (PbO, BaO) ve suda çözünen (Na_2CO_3 , KNO_3) maddelerin bu olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ve sır bileşiklerinin erime noktasını düşürmek amacıyla yapılmaktadır. Pişirme işlemi sırasında oluşabilecek tepkimelerin, fritleştirme işlemi sırasında meydana gelmesi nedeniyle pişirme enerjisi ve pişirme süresinden tasarruf edilir ve kusursuz mamül üretimi sağlanır (Döğeroğlu, 1986).

2.2.4 Şekillendirme teknolojisi

Şekillendirme işlemi, dökümle şekillendirme, plastik şekillendirme ve presle şekillendirme olmak üzere genel olarak üç grupta toplanabilir.

2.2.4.1 Dökümle şekillendirme

Döküm çamuru plastik olan veya olmayan hammaddeler, elektrolit ve su karışımıyla katı madde yüzdesi fazla olan düşük viskoziteli stabilize edilmiş bir karışımdır. İyi bir döküm çamurunun özelliklerine etki eden faktörler arasında tane boyutu ve boyut dağılımı tane şekilleri, plastik olan ve olmayan hammaddelerin varlığı ve ilave edilen elektrolit tipi ve miktarı sayılabilir.

Döküm çamurunun akıcılığını sağlamak için ilave edilen deflokülanlar

(yumak açıcı) tek ya da karışım halinde ilave edilebilir. Bu karışımında deflokulanların ilave edilme oranları viskoziteyi etkiler. Bu durumda çözünebilen tuzların (kalsiyum, demir, alüminyum tuzları) çamurda çözültücü etki göstermeleri nedeniyle kullanılan elektrolitler dağıtıcı etkileri zayıflamakta ve bu görevlerini yapamamaktadırlar. Bunlardan en zararlısı sülfatlardır ve çamura $BaCO_3$ ilave edilerek



şeklinde uzaklaştırılmaları gerekir (Yeşilbursa, 1982)

2.2.4.2 Plastik şekillendirme

Plastik genel anlamda, yaş durumdaki bünyenin uygulanan yük altında çatlama ve kırılma göstermeden şekil değiştirebilme (deforme olabilme) yeteneğidir. Yeterli oranda kil içeren bünyelerde su ilavesi ile gerekli plastiklik sağlanabilir. Kil oranının düşük olduğu bünyede ise bu amaçla çeşitli organik bileşimler kullanılabilir (Norton, 1974).

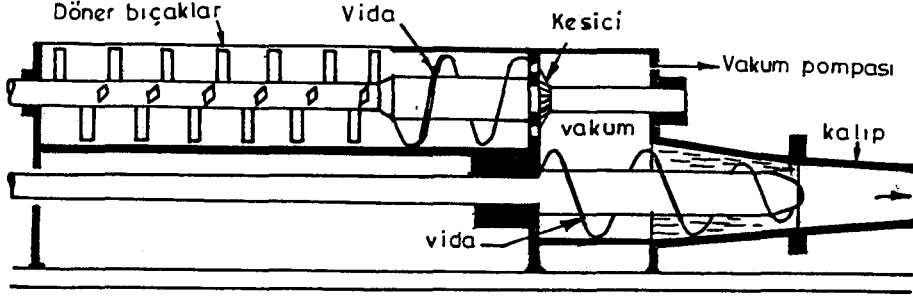
Bu gruba giren şekillendirme yöntemleri arasında elle şekillendirme, plastik presleme, vakum pres ağzından çekme, tornada şekillendirme, çömlekçi çarkında şekillendirme sayılabilir. Torna ile ve vakum pres ağzından (ekstrusion) şekillendirme, pratikte en çok uygulanan işlemlerdir.

Eğer çok sayıda aynı tip mamul isteniyorsa tornada şekillendirme yöntemi oldukça elverişlidir.

Bu yöntemde döner tabladan, alçı kalıplarından ve metal aksamı olan şablon ve bıçaklardan yararlanır. Torna hızları, hazırlanan çamurun plastikliğine ve mamul büyüklüğüne bağlıdır. Alçı kalıplarında gözeneklilik oranı %30'dur. Bu oran mamulün büyüklüğüne göre ayarlanabilir. Kuruma homojenliğini sağlamak için bu kalıpların uçlarının yağla ovulması gerekir (Sümer, 1977).

Vakum pres ağzından çekme yöntemi çamurun belli bir kalıp

içerisinde itilmesinden ibarettir. Bir çok itme metodu mevcut olmasına rağmen en çok kullanılanı, çamur havasının alınabilmesi nedeniyle, vakum pres yöntemidir. Şekil 2.4'de vakum pres ağzından çekme yöntemi gösterilmiştir. Bu yöntemle şekillendirmede hammadde seçimi, su miktarı, çamurun pH değeri, helazon hızı, kalıp şekli ve helazonla uygunluğu oldukça önemlidir (Sümer, 1977).



Şekil 2.4 Vakum pres ağzından çekme yöntemi ile şekillendirme (Döğeroğlu, 1986).

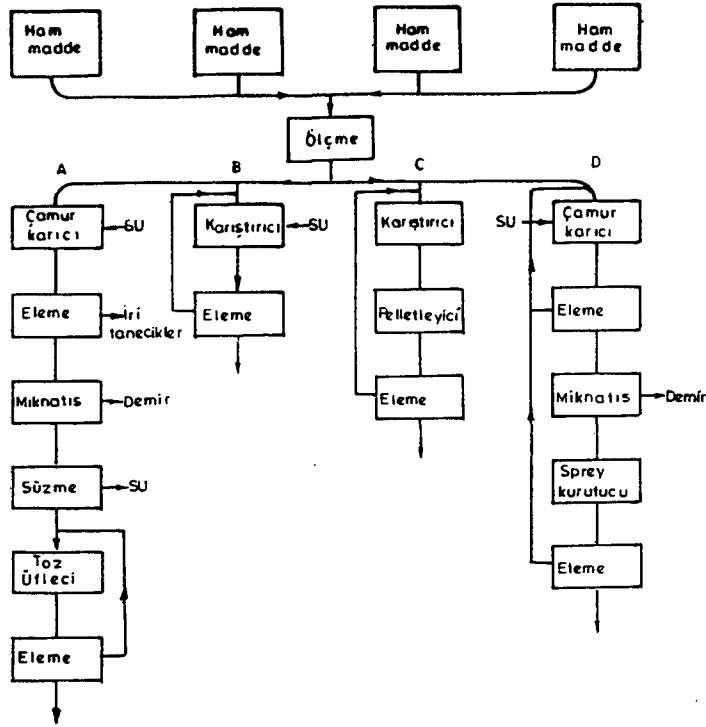
2.2.4.3 Presle şekillendirme

Presle şekillendirmede en çok aşağıdaki iki yöntem kullanılır:

- 1) Yarı-kuru presleme
- 2) Kuru presleme

Yarı kuru preslemede %10-15 su içeren çamur kısmen plastiktir. Toplam çekme %12-15 arasındadır. Tam boyut elde etme işlemi zordur. Elektroporselenler, düşük voltaj ve frekans mamulleri için kullanılmaktadır.

Elektroporselen mamulleri için özellikle kuru presleme tercih edilir. Su emmesi yoktur ve çamur plastik olmayabilir. Tam boyutlar kolaylıkla sağlanabilir. Şekil 2.5'de tipik bir kuru presleme yöntemi için akım şeması gösterilmiştir (Sümer, 1977).



Şekil 2.5 Kuru presleme ile şekillendirmede uygulanan dört metodun akım şeması

2.2.5 Kurutma teknolojisi

Kil minerallerinin çoğu hidratlı alümina silikatları olup, -OH gruplarını içermektedir. Kilin bünyesinde bulunan bağlı, bağımsız ve kristal suyu uygun sıcaklıkta su buharı olarak ayrılır.

Çamurun şekillendirilmesine yardımcı olmak üzere seramik bünyelere genellikle su ilave edilir. Kullanılan malzemenin cinsine ve şekillendirme şekline bağlı olarak kuru preslemede %5, dökümde %30 fazlası su ilave edilir. Bağlı olmayan su, aynı sıcaklıktaki sıvı suyun buhar basıncına sahiptir ve katı içindeki boşlukları doldurur (Döğeroğlu, 1986).

Seramik bünyesindeki suyu uzaklaştırabilmek için uygulanan önemli

metodlar şunlardır:

- a. Buharlaştırma
- b. Filtrasyon
- c. Absorpsiyon
- d. Sedimentasyon
- e. Santrifuj
- f. Elektro-osmos (Elektrik akımı uygulanarak su içindeki asılı halindeki maddenin ayrılması olup, pahalı bir işlemdir).

Kurutma, açık havada veya değişik tip kurutucularda yapılır. En yaygın kurutucu tipi tünel kurutucu olup, farklı şekillerde çalıştırılabilir.

Genellikle fırınlardan gelen sıcak hava kurutucuya ters akım prensibine göre girer ve mamul kurutucuda ilerledikçe daha sıcak ve kuru hava ile temas eder.

Kurutucularda radyasyon kullanılarak hızlı bir kurutma sağlamak mümkün gibi görülse de henüz yaygın bir kullanım alanı yoktur. Radyasyon kurutucuda mamul, sıcak gaz ile elektrik spiralinden veya lamba fleman akkorundan ışık saçarak gelen enerji yardımı ile ısıtılır. Radyasyonla kurutma iki basamakta gerçekleşir. İlk basamakta mamul sıcaklığı sabit olup nemin buharlaşma oranı radyasyon akımının yoğunluğu ile orantılıdır. İkinci basamakta nem miktarı değişirken (yavaş yavaş azalırken) mamul sıcaklığı yükselir (Döğeroğlu, 1986).

Kurutma teknolojisi hakkında geniş bilgi (Arcasoy, 1983; Shreve, 1983; Sümer, 1977) kaynaklardan bulunabilir.

2.2.6 Sırlama teknolojisi

Sır, seramik bünyesinin üzerini kaplayan ince, sert ve camsı bir tabaka olup çizilmeye, kırılmaya, kimyasal etkilere karşı bünyenin direncini artırır; gözenekli bünyelerin su emmelerini engeller; parlak ve mat, düz bir yüzey oluşturarak çeşitli renklerle mamülün görünümünü güzelleştirir; kolay temizlenen yüzeyler yaratır; çekici ve dekoratif malzemelerin yapılmasında kullanılır, özel seramiklerde, malzemenin elektriksel ve kimyasal özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılır.

Sırlar bileşim olarak kolay eriyen camlar olup, bileşimleri her sır için farklıdır. Çeşitli metal oksitlerin düzenli bir bileşimle oluşturdukları sır yapılarına çeşitli kaynaklardan giren bu oksitler, yapıyı oluşturanlar (SiO_2 , AlO_3 , K_2O , Na_2O , Li_2O , CaO , MgO , ...) ve renk veren oksitler (Fe_2O_3 , CoO , CrO_3 , MnO , Sb_2O_3 , ...) olmak üzere iki gruba ayrılır (Döğeroğlu, 1986).

Seramik çamuru ile uygulanan sırn uyumlu olması gerekir. Çamur ve sır hakkındaki bilgilerin ışığı altında ikisi arasındaki en uygun ilişkiyi teorik olarak hesapladıktan sonra çamur ve sır bileşimleri Ek-1'de verilmiştir.

2.2.6.1 Sırlama yöntemleri

2.2.6.1.1 Daldırma ile sırlama

İstenilen sır kalınlığının elde edilebileceği kadar yoğun ayarlanmış sır süspansiyonuna, ilk pişirimi yapılmış veya kırılmadan dayanabilecek kadar et kalınlığı olan çığ parçalar daldırılır. Böylece şekillendirilmiş mamülün her tarafında eşit kalınlıkta, bir sır tabakası oluşturulur. Genellikle süs ve sofraya eşyaları ince olduğu için ilk pişirimi yapılarak, kalın bir yapısı olan porselen izolatörler ise çığ daldırılarak sırlanırlar. Bu yöntem ile sırlamaya başlamadan önce sulu sırların yoğunluğu bommetre ile veya litre ağırlıkları belirlenerek, her daldırmada aynı kalınlığı sağlayacak şekilde, istenilen kıvamda ayarlanır. Kalın cidarlı parçalar, ince cidarlı olanlara kıyasla daha kalın bir sır tabakası ile kaplanır (Doğan, 1985).

2.2.6.1.2 Püskürtme ile sırlama

Daldırma ile sırlamanın olanaksız olduğu durumlarda çok büyük ve et kalınlığı ince olan veya ilk pişirimi yapılmamış parçaların sırlanmasında, püskürtme yöntemi uygulanır. Sır özel püskürtme tabancaları (pistole) ile

atılır. Sır tabakasının püskürtme ağız açıklığı, püskürtme basıncı, sırn kıvamı ve püskürtme mesafesi, başarılı bir sırlamada rol oynayan önemli faktörlerdir (Arcasoy, 1983).

2.2.6.1.3 Akıtma ile sırlama

Bu yöntemde sırn sürekli olarak beslenen bir haznenin alt kesit açıklığından, sürekli bir film oluşturacak şekilde akması sağlanır. Yürüyen bir bant üzerine yerleştirilmiş olan ve bu sır perdesinin altından geçen parçaların sürekli olarak sırlanması sağlanır.

Bu yüksek verimli sırlama yöntemi, seramik endüstrisinde en çok yer ve duvar kaplama plakalarının sırlanmasında kullanılır. Başarılı bir akıtma sırlaması yapmak için, her şeyden önce sır perdesinin kesiksiz, her tarafta aynı incelikte akması gerekir. Bu sır haznesinin iyi beslenmesi, sırn iyi süzülmesi, hazne-perde aralığının iyi ayarlanması ve çapaksız olması gibi faktörlerin hepsinin bir arada çok uyumlu olmaları sonucu sağlanabilir. Bir diğer akıtmalı sırlama usulü de, merkezkaç kuvvet tekniğinden yararlanarak yapılan sırlama yöntemidir. Kalın duvar ve yer kaplama plakalarının, çoğu zaman ilk pişirimi yapılmaksızın, dik olarak bir bantta yürütülmesi sırasında, sır dönen bir sistem ile plakaların yüzeylerini sırlayacak şekilde savrulur. Yürüyen bandın hızı ve dönen sır fıskırtıcısının devir sayısı ayarlanarak, parçaların istenen kalınlıkta sırlanması sağlanabilir (Arcasoy, 1983).

2.2.6.1.4 Kuru sırlarla sırlama

Genellikle sır, suda çözünebilen maddelerle hazırlandığında bu yöntem kullanılır. Kuru olarak öğütülmüş bu tür bileşimler düz yüzeylere serpilerek uygulanır. Düz olmayan yüzeylere uygulamak için glikoz, dekstrin gibi organik yapıştırıcılardan yararlanır. Kuru sırlama uygulanmasının güçlüğü nedeniyle pek kullanılmayan bir yöntemdir; kanalizasyon borusu, kimya sanayiinde kullanılan kaplar ve ahır malzemeleri sırlarında kullanılır (Döğeroğlu, 1986).

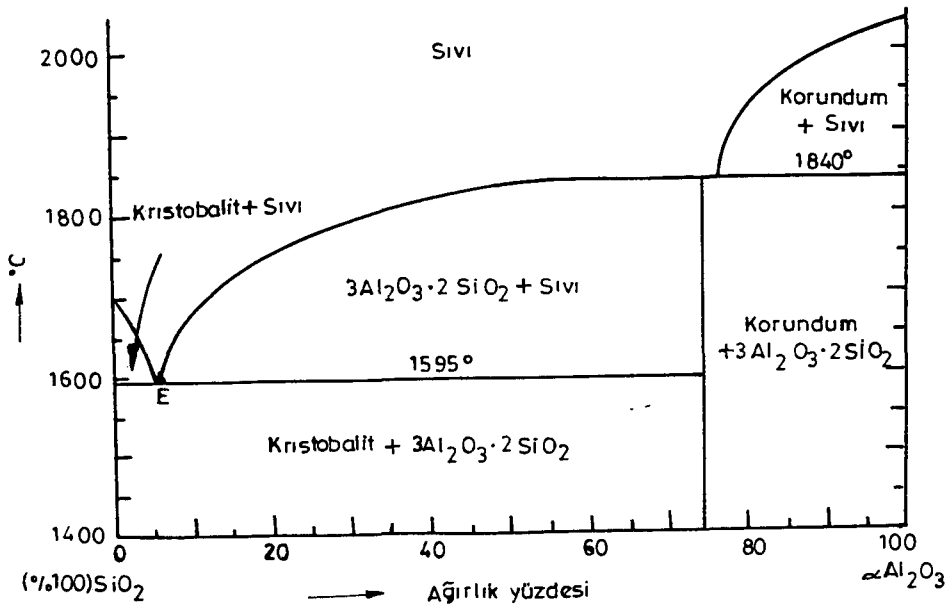
2.2.7 Pişirme teknolojisi

Çeşitli hammaddelerden hazırlanan seramik çamuruna belli bir şekil verildikten sonra, bu şeklin kalıcı olabilmesini sağlamak için pişirme işlemi gerekir.

Bu işlem sırasında;

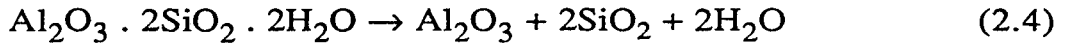
- 150-600°C aralığında dehidrasyon (kimyasal su çıkarma)
- 600-900°C aralığında kalsinasyon (CaCO_3 'ün okside dönüşmesi)
- 350-900°C aralığında demir (II)'nin ve organik maddelerin oksidasyonu
- 900°C ve daha yüksek sıcaklıklarda silikat oluşumu gibi çok sayıda kimyasal dönüşüm meydana gelir.

Başlangıçta meydana gelen CaCO_3 'ün kalsinasyonu, kaolinin dehidrasyonu ve dekompozisyonu gibi bir kısım değişimler oldukça basittir. Silikatların oluşumu gibi diğer bazı tepkimeler ise oldukça karmaşıktır. Şekil 2.6'da Al_2O_3 - SiO_2 sisteminin faz diyagramı verilmiştir (Döğeroğlu, 1986).

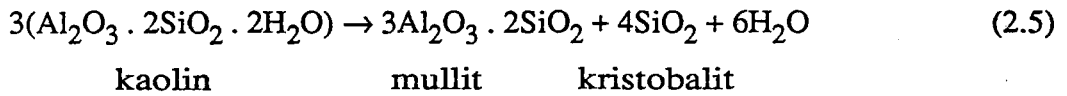


Şekil 2.6 Alfa Al_2O_3 - SiO_2 sisteminin faz diyagramı

Seramik ürünlerin tümünde yaygın olarak kullanılan kilin ısıtılması sırasında meydana gelen kimyasal değişimler çok önemlidir. Isının ilk etkisi hidrasyon suyunu yaklaşık olarak 600-650°C'da uzaklaştırmaktır; gerekli ısının büyük bir kısmı bu safhada absorblanır; X-ışını incelemelerine göre geride alümina ve silikanın amorf bir karışımı kalır.



Gerçekte bu kademedede alüminanın büyük bir kısmı hidroklorik asit ile ekstrakte edilebilir. Isıtmaya devam edildiğinde büyük miktarda ısı salınımı ile 940°C'da amorf alümina kristal g-alümina şekline dönüşür. Yaklaşık 1000°C 'da alümina ve silika mullit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) oluşturmak üzere birleşir. Daha yüksek sıcaklıkta, geride kalan silika, kristal yapıdaki kristobalite dönüşür. Kaolinin, mullit ve kristobalite dönüşmesi aşağıdaki denklemle gösterilebilir.



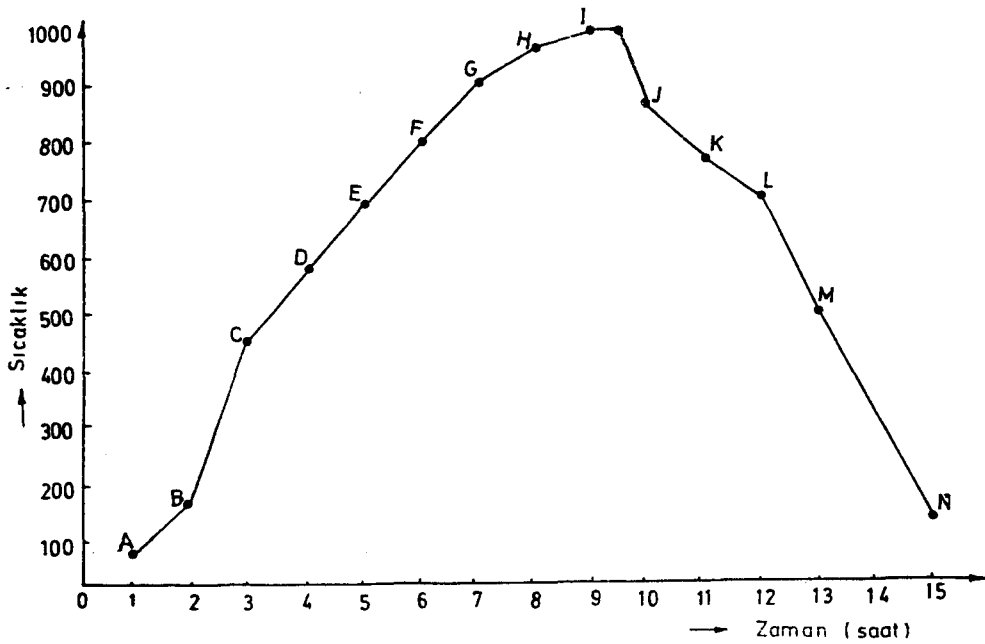
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ karışımının sıcaklığın bir fonksiyonu olarak denge hali Şekil-2.6'da özetlenmiştir (Döğeroğlu, 1986).

Sırlanacak bünyeler üç şekilde pişirilebilir:

- a) Bisküvi pişirimi önce yüksek sıcaklıkta yapılır. Daha sonra sırlanarak ilkinden daha düşük sıcaklıkta sırlın gelişmesi sağlanır.
- b) Bisküvi düşük sıcaklıkta pişirildikten sonra sırlanarak bünye ve sırlın beraberce yüksek sıcaklıkta olgunlaştırılır.
- c) Sırlın, pişmemiş bünyeye uygulanır ve tek pişirimde geliştirilir.

Pişirme işlemi hakkında fikir veren Şekil 2.7'de AB eğrisi boyunca ürünün kuruması, BC eğrisi boyunca kimyasal suyun uzaklaşmaya başlaması, CDE eğrisi boyunca kuvarstın α , β değişimi ve kimyasal

suyun tamamen uzaklaşması, EFG eğrisi boyunca bileşimin minerallerinin özyapılarını değiştirmesi ve GHI eğrisi boyunca iskeleti oluşturan kristal yapı oluşumu gerçekleşmektedir. I noktasında homojen bir sıcaklık dağılımını sağlamak için sıcaklık bir süre sabit tutulur. Soğutma bölgesinde ise önce IJ eğrisi boyunca hızlı soğutma, JKL eğrisi boyunca kuvarz dönüşümünden dolayı yavaş soğutma, LM eğrisi boyunca hızlı soğutma, MN eğrisi üzerinde ise yine kuvarz dönüşümünden dolayı yavaş soğutma yapılır (Döğeroğlu, 1986).



Şekil 2.7 Pişirme işlemi sırasında sıcaklığın zamanla değişimi (Döğeroğlu, 1986).

2.2.7.1 Seramik fırınları

Seramik oluşumunda en önemli aşama olan pişirme işleminin gerçekleştirildiği fırınların sınıflandırmasında bazı faktörler (fırının çalışma prensibi, fırının şekli, pişmeyi sağlayan ateşin durumu ve yakıtın türü) göz önünde bulundurulur.

Seramik fırınları çalışma prensipleri itibariyle periyodik veya sürekli (sürekli) çalışanlar olmak üzere iki grupta derlenebilir.

Periyodik çalışan kesikli fırınlar, pişecek malzeme fırına doldurulup pişirildikten ve soğutulduktan sonra, ancak boşaltma işlemini takiben ikinci bir pişirime hazırdır.

Sürekli çalışan fırınlarda, pişme sıcaklığı sürekli sağlandığından, fırının belli bir bölgesi sürekli sıcaktır. Pişecek olan mallar, bu sıcaklıkla karşılaştıkça pişerler. Bu durumda fırını söndürmeye gerek olmadan doldurma, pişirme ve boşaltma işlemleri sürer.

Ayrıca fırınlarda, malı pişirecek olan ateşin malla direkt veya endirekt teması ve ateşin hareketli veya sabit oluşuna göre de ayırım yapılmaktadır (Arcasoy, 1983).

2.2.7.2 Periyodik çalışan fırınlar

2.2.7.2.1 Sahra fırını

Seramik endüstrisinde ilerlemiş ülkelerde görülmeyen ilkel bir fırın türüdür. Açık havada çalıştıklarından, ancak uygun iklim koşullarında yanabilirler. Genellikle uygun kil yataklarının bulunduğu yerlerde kurulan tuğla harmanlarında şekillendirilen tuğlaların pişiriminde kullanılırlar.

Genellikle el ile şekillendirilen tuğlalar, açık havada kurutulduktan sonra, aralarına kömür tozu serpilerek kesik bir piramid oluşturulacak şekilde yerleştirilirler. Daha iyi yanmayı ve ateşlemeyi sağlayan bazı açıklıklar bırakılarak, tüm yığın çamurla sıvanır ve ateşlenir. Pişme 15-20 gün sürer. Çok kötü olan sıcaklık dağılımı nedeni ile tuğlalar farklı pişerler ve bozuk mal sayısı çok yüksektir.

Tüm tuğlaların fırından alınması ile fırın da ortadan kalkar(Arcasoy, 1983).

2.2.7.2.2 Kamara fırın

Başlangıçta ilkel kamara fırınlarda ateş tabanda yanar, malın arasından geçerek üstten bacaya ulaşırdı. Tavanları ya düz ya da çatı şeklindeydi. Sonradan ateşlemenin yanlarda, baca çekişlerinin tavanda

olduğu, dikdörtgen biçimli, tavanları kemer şeklinde olan fırınlar yapılmıştır. Kemerin yükünü oldukça kalın örülmüş yan duvarlar taşır. Dış duvarlar, demir konstrüksiyonlar ile deforme olmaları için iyice sıkılır.

Yakıt olarak, kömür, gaz kullanılır. Yanma gazları bacaya tabandan geçerek ulaştıklarından, ateş malların arasında dolaşır.

Refrakter malzemelerin pişirildiği kamara fırınlar genelde 40-80m³ hacminde olup, sert çini için ise 80-150m³ hacmine kadar çıkabilirler. (Arcasoy, 1983).

2.2.7.2.3 Kubbeli yuvarlak fırın

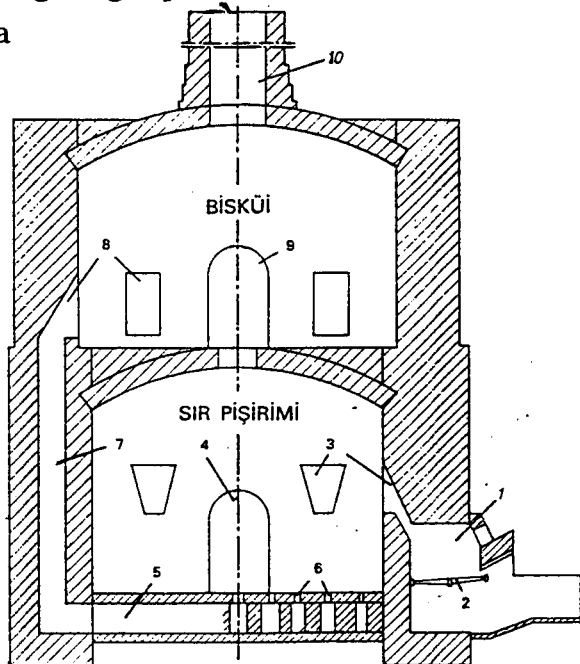
Kamara fırınların fonksiyonunu göstermekle birlikte, ısı tekniği bakımından daha verimlidir.

Fırın içindeki sıcaklıktan daha iyi yararlanabilmek için, yuvarlak fırınlar Şekil 2.8'de görüldüğü gibi iki katlı olarak da yapılırlar.

Altta sır pişirimi ile, üstte bisküvi pişirimi aynı anda yapılabilir.

Fırının önemli bölgeleri şunlardır:

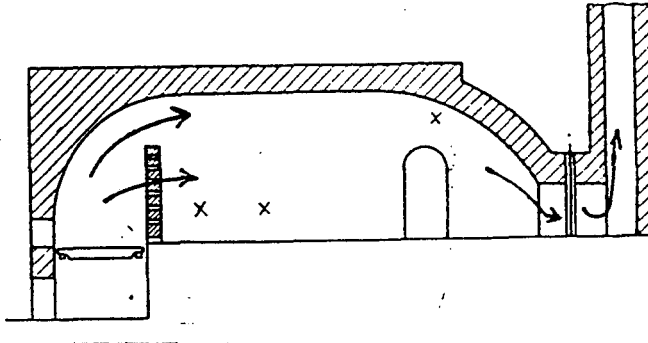
1. Ateşleme bölgesi
2. Izgara
3. Ateş giriş delikleri
- 4 ve 9. Kapı, 5 ve 7. Kanal 6. Yanma gazları çekiş delikleri
8. Yanma gazı giriş delikleri
10. Baca



Şekil 2.8 İki katlı kubbeli yuvarlak fırın kesiti (Arcasoy, 1983).

2.2.7.2.4 Kassel fırın

Eski tip uzun fırın türlerinin gelişmiş bir şekli olan kassel fırınlarda ateşleme ön cepheden yapılır. Ayrıca tavanda da ateşleme delikleri bulunabilir. Bacanın çekişi nedeni ile ateş, malların arasından geçerek bacaya ulaşınca dek içeride kalır. Şekil 2.9'da kassel fırın verilmiştir. Kassel fırının enine kesiti tonoz şeklindedir.



Şekil 2.9 Kassel fırın kesiti (Arcasoy, 1983).

2.2.7.2.5 Çan fırın

Fırın iki kısımdan oluşur. Birincisi, pişecek malların üstüne istif edildiği sabit platform, ikincisi ise malların üzerine kapanan çan şeklindeki esas fırındır.

Çan şeklindeki fırın yukarıdan askıya alınmış şekilde, raylar üzerinde hareket ederek, istiflenmiş malların üzerine oturtulur. Çan, her türlü yakıt ateşleme donatımını üzerinde taşır. Fırın yanması sırasında, bir sonraki mallar hazırlanır ve pişme ve işlemini bitiren çan bu kez bunların üzerine indirilir ve böylece zaman ve malzemeden büyük kazanç sağlanır. Orta büyüklükteki işletmelerde, akçini, sağlık gereçleri, zımpara, zımpara taşı gibi malların pişirilmesinde kullanılır (Arcasoy, 1983).

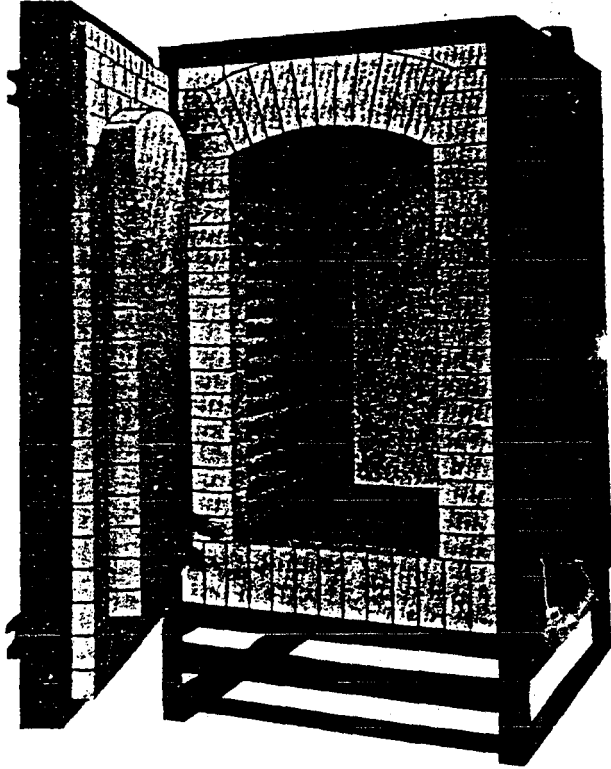
2.2.7.2.6 Elektrikli kamara fırınlar

Günümüzde hemen her türlü işletmelerde atelyelerde, okullarda, laboratuvarlarda kullanılan bir fırın türüdür.

Fırındaki pişirme sıcaklığını üzerlerinden elektrik akımı geçirilen özel

rezistans telleri sağlar. Atmosfer olarak temiz bir yanma atmosferi vardır. Yakıtın çıkardığı herhangi bir duman söz konusu olmadığından, baca yerine yalnızca havalandırma delikleri vardır. Pişecek olan mallar elektrikli kamara fırınların içine direkt olarak yerleştirilebildiği gibi, dışarda doldurulan arabalar aracılığı ilede sokulabilirler.

Tüm periyodik çalışan fırınlarda, yanma sürekliliğinin zaman zaman zorunlu olarak kesilmesi sonucu bazı kayıplar (insan gücü, enerji, zaman) ortaya çıkar. Şekilde 2.10'da elektrikli kamara fırın verilmiştir (Arcasoy, 1983).



Şekil 2.10 Elektrikli kamara fırın

Elektrikli kamara fırınları süs eşyası ve dekor yapımı için elverişlidir. Bu tür mamüller el sanatı olduklarından satış fiyatları yüksektir. Bu nedendir ki elektrik maliyetinin tesiri olduğu söylenemez (Tanışan ve Mete, 1988).

2.2.7.3 Sürekli çalışan fırınlar

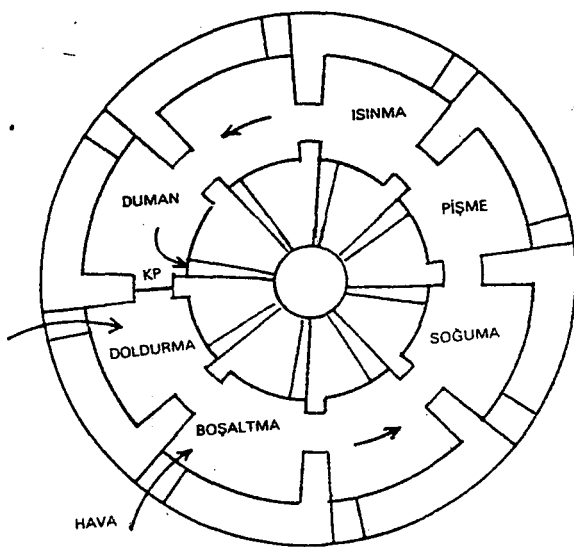
Fırınların sürekli çalışmalarının yakıttan tasarruf, doldurma ve boşaltmanın pişmeye engel olmaması, sürekli çalışma, yüksek verim gibi bazı önemli avantajları vardır.

2.2.7.3.1 Ring fırın

İlk kez 1856 yılında Hofmann tarafından uygulanan bu fırın ile birlikte, seramikte sürekli pişirme sistemi başlatılmış oldu. Bu fırınlarda değişmeyen sistem, pişecek malın durması, ateş bölgesinin hareket etmesidir.

Formu ne olursa olsun, fırının esasını, çepçevre uzayıp, tekrar kendisi ile birleşen bir fırın kanalı oluşturur. Kanalin genişliği 2.40-5.00m arasında değişir. Dumanı çeken ve bacaya veren kanallar ortada yer almışlardır. Yakıt olarak sıvı yakıtlar veya kömür kullanılır ve fırının üzerindeki deliklerden püskürtülürler.

Fırının tüm çevresinde eşit aralıklı doldurma ve boşaltma kapıları vardır. Buradan girilerek doldurulan mallar, bir oda oluşturacak gibi, belirli aralıklarla karton perdelerle ayrılır. Ateş hareketli olduğu ve malları pişirerek gittiği için, arakasında sürekli pişmiş mallar kalır. Yanma için gerekli hava, boşaltma için açılmış kapılardan çekildiğinden, hava pişme bölgesine ulaşınca kadar, daha önce pişmiş sıcak malların arasından geçer. Bu sırada hem bu mallar soğutulmuş olur, hem de ateş bölgesine sürekli sıcak yanma havası gelir. Ateş bölgesinde oluşan yanma gazları da bacaya verilmeden önce, daha önce doldurulmuş olan bölmelerdeki çiğ mallar arasından geçirilir. Böylelikle bu mallar rutubetlerini bırakırlar. Şekil 2.11'de ring fırın kesiti verilmiştir (Arcasoy, 1983).



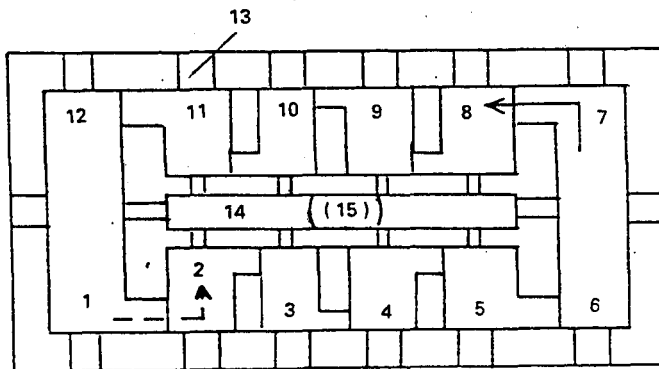
Şekil 2.11 Ring fırın kesiti

Diğer fırınlar gibi yandan veya alttan ısıtma yerine üstten açılmış bulunan deliklerden ısıtılır. Sıvı veya toz katı yakıtın içeri püskürtülmesi ile yakılan ring fırınların tüm tavanı yanma delikleri ile donatılmıştır. Ancak tüm deliklerden aynı anda ısıtma yapılmaz. Fırın hacmi çok geniş bir elips şeklindedir. Ortada emişi sağlayan bir baca kanalı ve dış tarafında çepe çevre bir çok kapısı vardır. Bu bölümlerin bir kısmı doldurulmakta, bir kısmı üstten ısıtılarak o bölgedeki seramikler pişirilmekte bir diğer bölgede ise soğumakta ve soğuyan bölümde boşaltılmaktadır (Güner, 1987).

2.2.7.3.2 Zigzag fırınlar

Ring fırından ayrılan yönü, fırın kanal kesitinin üstten bakışta zigzag şeklinde yerleşmiş pişme odalarından oluşmasıdır. Ring fırınlara oranla daha az yer kaplar. Daha ekonomik olup, içerde sıcaklık dağılımı daha iyidir ve dışarıya olan sıcaklık kayıpları da daha azdır.

Bu fırınlarda da genellikle tuğla ve kiremit pişirilir. Kanalı oluşturan odaların genişliği 1.80-2.40 m arasında değişir. Yakma ve yanma aynı ring fırınlarda olduğu gibidir. Her bir oda birbirinden bir duvar ve bu duvarın kapısındaki karton ile ayrılır. Her odanın en az bir çekiş kanalı ile bağlantısı vardır. Şekil 2.12'de zigzag fırın kesiti verilmiştir. 1- 12. Pişme odaları, 13- Doldurma boşaltma kapıları, 14- Yanma gazları toplama kanalı, 15- Baca.



Şekil 2.12 Zigzag fırın kesiti

Ring ve zigzag fırınların önemli bir ortak özellikleri vardır. Bu da pişecek malın sabit, ateşin hareketli oluşudur (Acarsoy, 1983).

2.2.7.2.3 Tünel fırın

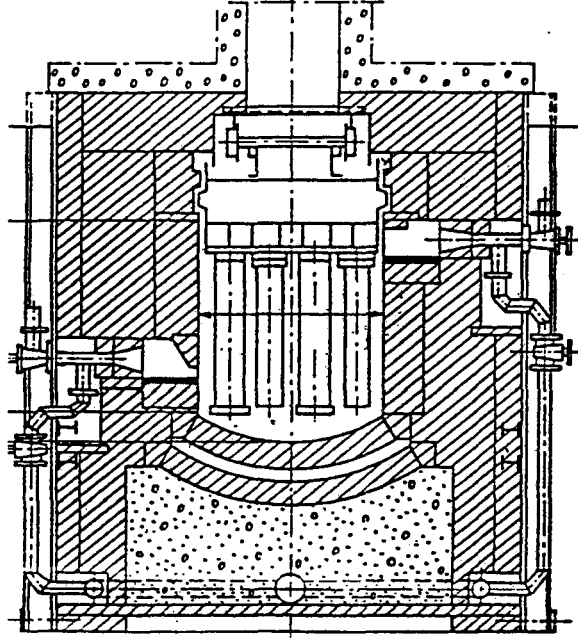
Tünel fırınların ilk yapılışı ring fırınların yapılarından daha eskidir. İlk kez 1840 yılında yapılan tünel fırınlar, esas şeklini 1910 yıllarında almaya başlamıştır. Ring ve zigzag fırınlardan ayrılan en büyük özelliği ateş bölgesinin sabit, pişecek malın hareketli oluşudur.

Tünel fırınlardaki kanal düz olarak uzanır ve genellikle 20-200 m arasında olabilir. Fırın içinde pişecek malları ateş bölgesinden geçiren taşımayı tünel fırın arabaları yaparlar. Diğer taşıma araçları, fırın boyu ve kesiti küçük olduğu hallerde kullanılan, fırın içinde kayarak ilerleyen ateşe dayanıklı plakalardır. Genellikle küçük kesitli tünel çok kanallı olarak yapılırlar. Süratli verimli ve ekonomik oluşları nedeni ile pişirmede büyük aşamalar getirmişlerdir. En çok pişirilen mallar arasında duvar karoları ve elektroporselenlerdir.

Pasaj fırınlarda kanalların birbirine çok yakın olması nedeni ile sıaklık kayıpları azdır. Kanalların beslenmesi aynı yönden yapılabildiği gibi, çoğu zaman karşılıklı olarak da yapılabilir.

Böylelikle birinin soğuma bölgesi, diğerinin ilk ısınma bölgesine çakışarak büyük sıcaklık tasarrufu sağlanır.

Tünel fırınlar ayrıca, direkt ve indirekt ısıtılmalarına göre de adlandırılabilirler. Direkt ısıtmada, sıaklık kaynağının önünde herhangi bir engel yoktur. Kullanılan yakıtın türüne göre, ateş ya malların arasında dolaşır veya elektrikli tünel fırınlarda olduğu gibi yanlarda, mallarda belli bir uzaklıkta yanar. Direkt ısıtılan fırınlarda düzgün bir sıaklık dağılımı, sağlanabildiğinden fırınların tünel genişlikleri 3,50 m, yükseklikleri ise 2,20 m dolayında olabilmektedir. Şekil 2.13'de direkt ısıtmalı tünel fırın enine kesiti verilmiştir (Sümer, 1977).



Şekil 2.13 Direkt ısıtmalı tünel fırın (enine kesit) (Arcasoy, 1983).

Tünel fırınlarda katı yakıtlar dışında tanınan tüm yakıtlar kullanılabilir gibi en çok elektrik, petrol ve gaz yakıtlar ekonomik olarak kullanılır ve her türlü mal pişirilebilir (Arcasoy, 1983).

Tünel fırınların diğer fırın tiplerine nazaran avantajları şöyle sıralanabilir:

- a) Isı sarfiyatı bakımından en ekonomik tiptir.
- b) Isı dağılımı, sıcaklık değişimleri pratik olarak uyarlanabilir.
- c) Pişme ve soğuma süreleri diğer fırınlara nazaran kısadır.
- d) fabrikalarda kapasitesine göre çok az yer kaplar.
- e) Fırının ömrü çok uzundur (Sümer, 1977).

3 SERAMİK SANAYİNİN SORUNLARI VE İLGİLİ ÖNLEMLER

3.1 Eğitim, Personel ve Araştırma Sorunları

Taş ve toprak gibi anorganik maddelerin 1000°C'nin üzerinde pişirilerek hazırlanan sofrta ve süs eşyaları çeşitli formlarda yiyecek ve içecek kapları ile vazo, tabak ve çini panoları gibi mamül ve ana mamülleridir. Bu sanayi dalında istihdam edilen personel durumu Çizelge-3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Sofra ve süs eşyası sanayii dalında personel durumu (V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1986)

İşgücü	İst. Porselen	Yarımcı	Kütahya	Yıldız
Yüksek Teknik	22	4	10	22
Yüksek İdari	10	-	6	10
Orta Teknik	11	-	8	13
Orta memur	39	-	16	13
İşçi Düz	544	307	305	239
İşçi kalifiye	79	10	45	21
TOPLAM	705	321	390	318

El emeği yoğun bu sanayi dalında işçi eğitiminin yetersizliği üretim kayıplarına neden olmaktadır. Genellikle sektörde işgücü açığı

bulunmaktadır, kalifiye eleman ihtiyacı iş başında eğitimle çözümlenmeye çalışılmaktadır.

Yer ve duvar döşemeleri sektöründe karofayans ve karoseramik üretimi dallarında biri kamu, sekizi özel sektöre ait olmak üzere dokuz tesis mevcuttur. Bu sektörün istihdam edilen personel durumları Çizelge-3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Yer ve duvar döşemeleri sanayii dalında personel durumu (V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1986)

İşgücü	Cank Porselen	Bozü. Ser.	Kaleh. Ser.	Söğüt Ser	Ege Ser	Upas Pors.	Bilecik	Garbon	Toprak
Yüksek Teknik	51	18	3	5	9	5	-	-	-
Yüksek İdari	70	4	4	5	16	4	-	-	-
Orta Teknik	18	5	10	3	3	2	-	-	-
Orta idari	202	41	46	10	3	5	-	-	-
İşçi Düz	2067	-	370	297	125	31	-	-	-
İşçi kalifiye	147	644	60	30	65	15	-	-	-

Son 15-20 yıllık dönemde süratle gelişen büyüyen ve geniş ihracat olanaklarına sahip olan yer ve duvar döşemeleri sektörü, ihtiyaç duyduğu kalifiye elemanı yetiştirecek eğitim kurumları gereksinime cevap verecek durumdan çok uzaktır. Sektörde, her kademede eğitilmiş personel bulmada büyük güçlüklerle karşılaşmakta, intibak süreleri ve firmaya katkıları oldukça uzun bir dönemde ve yüksek maliyetlerle gerçekleşmektedir. Bu nedenle eğitim müesseselerinin, bir an önce, gelişmekte olan sektörün ihtiyaç duyduğu elemanları yetiştirmek için gerekli tedbirleri alması gerekmektedir (V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1986).

Elektroporselen seramik sanayiinde porselen ve izolatör üreten fabrikaların personel durumları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Elektroporselen sanayi dalında personel durumu (V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1986).

İşgücü	Çanakkale	Kale Porselen	Yarımca Seramik
Yüksek Teknik	8	12	1
Yüksek İdari	3	18	18
Orta Teknik	8	15	-
Orta idari	2	32	-
İşçi Düz	400	378	167
İşçi kalifiye	65	30	7

Bu sektörde yetişmiş teknik eleman gücü sektörün en büyük sorunlarından biridir. İmalat problemleri yönünden süprizlerle dolu olan ve eleman tecrübesinin hem çok önemli ve hem de çok pahalı elde edildiği bu sektörde mevcut eğitim müesseseleri çok yetersizdir. Mevcut okullarda öğrenciler seramiğin artistik yönüne göre yetiştirilmektedir; mekanik ve kimyasal teknoloji ile teçhiz edilmemeleri nedeniyle sektörde eğitim sorunları olmaktadır (V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1986).

Türkiye'de fırın refrakter malzemeleri sektöründe istihdam edilen personel durumları Çizelge-3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Refrakter sanayiinde (Yarımca) personel durumu (V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1986)

	Yüksek	Orta	İşçi
	Teknik İdari	Teknik İdari	Düz Kalifiye
Eleman sayısı	2 -	- -	54 4

Bu sektörde tecrübeli teknik personel, formen, uzman, usta ve işçilerin eğitilmesi ve ihtisaslaşması çözüm bekleyen sorunlardır.

Ülkemizde kil, kaolin ve feldspat hammaddeleri başta seramik sanayii olmak üzere, reaktör, tuğla boya, plastik, lastik, gübre, tekstil, cam ve

beyaz çimento sanayiilerinde önemli oranlarda kullanılmaktadır. Seramik hammaddeleri sektöründe istihdam durumu Çizelge-3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Seramik hammaddeleri sektöründe personel durumu (V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1986).

	Resmi Sektör	Özel Sektör	Toplam
Jeoloji yük. müh, Jeolog	3	22	25
Maden mühendisi	6	10	16
Jeofizikçi	-	2	2
Maden teknisyeni	-	2	2
Maden başçavuşu	3	6	9
Devamlı işçi	150	200	350
Mevsimlik işçi	350	900	1250

Bu sektörde teknik eleman sayısındaki yetersizlikten dolayı hammadde ihtiyacını karşılayabilmek için gereken etüd ve arama programları sağlıklı olarak gerçekleştirilmemektedir.

Seramik endüstrisine ilişkin teknoloji ve know-how açısından hala dışa bağımlılığını sürdürdüğü ülkemizde, bilinçli bir teknoloji transferinin, her şeyden önce kalifiye elemanlar ve yüksek kaliteli araştırma ekipleri sayesinde gerçekleştirilebileceği ve uygulanabileceği inkar edilemez. Ancak, seramik mühendisliği eğitiminin henüz mevcut olmadığı ülkemizde, kalifiye eleman ihtiyacının yalnızca yedi yöremizde mevcut iki yıllık meslek yüksek okullarının seramik programından, altı üniversitemizin dört yıllık güzel sanatlar yüksek okulları ve fakültelerinin seramik bölümlerinden ve seramik meslek liselerinden mezun olan elemanlarla karşılanmaya çalışılması önemli bir sorundur.

Üretim kapasitesi büyük birkaç seramik tesisi hariç tutulursa, ülkemizde AR-GE faaliyetlerine yeterince önem verilmediği ve pay ayrılmadığı, tesislerin pekçoğunda bulunan AR-GE bölümlerinin temel araştırmadan ziyade kalite yükseltilmesi ve kontroluna yönelik olduğunun düşünüldüğü ve AR-GE faaliyetlerinin bu anlamda uygulandığı

gözlenmektedir (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

3.2 Teknolojik Sorunlar

3.2.1 Hammadde, yakıt ve malzeme sorunları

Seramik sanayiinin son yıllardaki gelişmesine paralel olarak hammadde tüketimi de artmıştır. Hızlı tüketim, bilinen rezervlerin hızla eksilmesine sebep olmuş, 1975 yılına kadar yurt içi kaynaklarından temin edilen hammaddeler son yıllarda güçlük ve pahalı olarak temin edilebilmiştir. Kuruluşlardaki teknik eleman (özellikle jeoloji mühendisi) sayısındaki artışla birlikte kuruluşlar araştırmaya yönelmişlerdir. Örneğin Eczacıbaşı Esan endüstriyel hammaddeler şirketini kurmuştur. Ancak, bu kuruluşların da yetersiz kalmaktadır. Seramik sanayii hammaddeleri ile ilgili sorunlar şöyle sıralanabilir.

- a) Üretimi artırmak için kapasite artırımına giden veya yeni kurulan fabrikaların hammadde ihtiyaçları için gerekli araştırmalar yeterince yapılmamıştır.
- b) Her imalatçı, kuruluş ihtiyacı olan hammaddesini kendi imkanlarıyla işlettiği ocaktan ve piyasadan temin etmeye çalışmaktadır. Üreticilere istedikleri miktar ve kalite hammadde üretilip satan bir kuruluş olmadığından hammadde temininde güçlük çekilmektedir.
- c) Mevcut hammaddeler amaca uygun kullanımı çok düzensizdir. Örneğin refrakter kilin fayans sanayiinde kullanılması, porselen için gerekli kaolin fayans yapımında kullanılması gibi.
- d) Dünyada kaolin üretiminin yaklaşık %80'i kağıt sanayiinde tüketilmektedir.
- e) Ülkemizde bilinen kaolin potansiyelinin düzenli bir şekilde işletilmemesinden dolayı 1981 yılından itibaren İstanbul porselen sanayi 2500 Ton/yıl

kaolin ithal etmiştir.

- f) Maden kanunu ve taş ocakları nizamnamesi ile ilgili sorunlar devam etmektedir. %30'un üstünde alüminyum ihtiva eden kil ve kaolin cevherleri alüminyum madeni sayıldığından, alümina ihtiva eden cevherler ise taşocağı nizamnamesine bağlı kaldığında ruhsat alınan sahalar içinde dahi yasal olmayan ruhsatlar verilmekte ve büyük sorunlar çıkmaktadır.
- g) Sanayinin hammadde ihtiyacını karşılayabilmek için etüd ve arama programlarının sağlıklı olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- h) Havza etüdüleri yeterince yapılmamış, havza madenciliğine geçilmemiştir. Bunlar yapılmadığı takdirde hammadde sorunu devam edecektir.
- i) Türkiye'deki mevcut hammaddelerin Standardizasyonunu sağlayacak "İslah ve Zenginleştirme Tesisleri" kurulmamıştır.

Refrakter sanayiinde karşılaşılan sorunlar aşağıda verilmiştir (Sümer, 1985).

- a) Magnezit cevheri ocakları hem kamu hem de özel şahıslar tarafından işletilmektedir.
- b) Ocaklardan çıkan metaryaller üzerinde zenginleştirme işlemleri uygulanmamakta, bu da cevher kaybına yol açmaktadır.
- c) Türkiye'deki magnezit, kromit ve refrakter killeri rezerv ve arama etüdüleri yeterince yapılmamaktadır.
- d) Alumina silikat grubu refrakter malzemeleri hammaddelerini oluşturan refrakter kili ve kaolen üretiminde uzun vadeli gereksinimlerin karşılanabilmesi için, ruhsatlı sahalarda belirli düzeyde üretim yapma zorunluğunun konulması ve düşük kaliteli hammaddelerden faydalanılması için, ruhsatlı sahalarda belirli düzeyde üretim yapma zorunluluğunun konulması ve düşük kaliteli hammaddelerden faydalanılması için teknolojik çalışmalar yapılmamaktadır.
- e) Dolomitin silis miktarı üretimin azalmasına neden olmaktadır.

- f) Bugün magnezit üretimi, %1.5 magnezit içeren topraktan yapılmaktadır.

Seramik sanayiinde kullanılan başlıca yakıtlar odun, odun kömürü, tezek, linyit, kömür, kok, antrasit, doğal gaz, havagazı, propan, jeneratör gazı ve fuel-oil'dir.

Kesikli çalışan fırınlar için gaz, kömür veya yağ en yaygın ve ekonomik yakıtlardır. Denetlenmesi en kolay enerji kaynağı olan elektrik ise pahalı olması nedeniyle ancak hassas fırın kontrolü gerektiren üretimlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fırınlarda kullanılacak yakıt tipini belirlerken aşağıdaki etkenler göz önüne alınmalıdır.

- a) Birim ısı başına düşen gider ve verim,
- b) Fırın bakım ve yatırım giderleri,
- c) İşgücü,
- d) Fırında açığa çıkan gazların niteliği.

Eski tip kesikli fırınlar özellikle yakıt giderlerinin çok yüksek olması nedeniyle bugün kullanılmamaktadır. Tip olarak aynı olmasına karşın özellikle izolasyonu geliştirilmiş modern kesikli fırınlar ise tünel fırınlara oranla daha ekonomik olup,

- a) Yatırım giderleri düşüktür,
- b) Fırın kontrolü kolay ve hassastır; istenilen rejim kolaylıkla sağlanabilir,
- c) Bakım giderleri düşüktür,
- d) Büyük boyutlu seramiklerin üretimine uygundur.

Modern kesikli (kamaralı) fırınlarda yakıt olarak genellikle yağ, doğal gaz veya elektrik kullanılmaktadır. Yakıt tüketimi oldukça önemli giderlere yol açar. Bu nedenle ısı kazanımı ve izolasyonuna özel önem verilmektedir. Bu tip fırınların boyutları, fırında sıcaklık dağılımından ve kontrolünden kaynaklanan sorunlar nedeni ile sınırlıdır. Yeni tip kesikli fırınlar esas olarak emaye, sırlı bünye, çanak-çömlek, elektroporselen ve sıhhi tesisat için kullanılmaktadır. Kesikli fırınların ısı verimleri amaçlanan en yüksek sıcaklık, istenilen sıcaklıkta kalma süresi, yerleştirme durumu, yalıtım özellikleri ve fırının kendisinin ısı

kapasitesine bağlı olarak değişim gösterir. Yine de yakıt tarafından sağlanan ısının büyük bir kısmı yanma gazlarında ve yalıtma tuğlalarında kaybolur. Genellikle geriye kalan, yaklaşık %20 ısı, esas pişirim için kullanılır (Acarlar ve Ciner, 1980).

Eski tip fırınlarda kullanılan kok ve antrasit dumansız olmakla beraber depolanmada denetim sorunu olmaktadır. Toz kömür tarafından fırına taşınan toz ve kül, refrakterin çabuk yıpranmasına ve sıcaklık artışına bağlı olarak bünye üzerinde koklaşmalara yol açar. Bu nedenle seçimin sıvılaştırılmış gaz, doğal gaz, jeneratör gazı, yağ veya elektrik arasında yapılması gerekir. Kükürt miktarı çok düşük olan doğal gaz tünel fırınlar için çok uygundur. Yeni tip fırınlarda butangazı da yaygın olarak kullanılmaktadır. Üretim arttıkça jeneratör gazı daha ekonomik olursa da ısı değeri düşük olduğundan yüksek sıcaklık elde edilememesi önemli bir sorundur. Seramik sanayiinde enerji, üretim maliyetlerinin %38'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle üretim ve işletme koşullarına uygun yakıt seçilmemesi, enerji kayıplarına neden olmaktadır (Acarlar ve Çiner, 1980).

Seramik sanayiinde malzeme sorunları, sektörlere göre şöyle özetlenebilir:

a) Sofra ve süs eşyası sanayiinde;

Yurt dışından getirilen kritik işletme malzemelerinin sağlanmasıdaki zorluklar üretim aksamalarına neden olmaktadır. Tüketici ihtiyaçlarına göre değil de eldeki imkanlara göre yapılan üretim, stok artışlarına neden olmakta ödemelerde zorluklar yaratmaktadır. İthalat malzemelerine vergi muafiyeti getirilerek işletmelerin durumlarına yardımcı olunmak, finansman maliyeti ucuzlatılmalıdır.

b) Yer ve duvar döşemeleri sanayiinde;

İthalatta sıfır gümrükle temin edilecek ithal girdilerin belirlenmesi malın bünyesine girecek hammaddeye bağımlı tutulmuştur. Halbuki, sanayide malın bünyesine girmeyen ancak ithal girdileri arasında önemli bir paya sahip olan mevcut sanayi fırın plakaları ve kasetleri gibi işletme malzemeleri mevcuttur. Bu şekilde sıfır gümrükle yapılacak ithalat içerisine bu mallar da dahil edilmelidir.

c) Fırın malzemeleri sanayiinde;

İthalatı yapılan fırın malzemelerinin büyük bir kısmı yatırım safhasına makina-donatım kapsamında getirilmektedir. İşletme döneminde ithal edilenlerin ithali ise yine makina-teçhizat kapsamında veya diğer ateşe dayanıklı refrakter malzeme adı altında ve son derece geniş bir çerçevedeki ithaline müsaade edilen malzemeler adı altında yapılmaktadır. Bu nedenle, ithalatla ilgili bakanlık ve kuruluşlarda yapılan incelemelerde fırın yardımcı malzemelerini diğerlerinden ayıklamakta büyük güçlüklerle karşılaşmıştır. Şamot ve kordierit fırın yardımcı malzemenin dış alım miktarını kesin olarak saptamak mümkün değildir.

İthal malı yardımcı hammaddelerin tedarikinde karşılaşılan güçlükler, özellikle fırın refrakter malzemeleri için silisyum karbür ve yüksek alüminalı refrakter malzemelerle ilgilidir. Bunların ithali gerektiğinde akreditiflerinin yüzde yüz olarak açılması gereği sanayi açısından mali sorunlar getirmektedir. Ayrıca bu malzemelerin ithalinde karşılaşılan gümrük muamele ve mevzuat sorunları halen devam etmektedir (V. Beş yıllık kalkınma planı, 1986).

3.2.2 Standartlaşma ve kalite kontrol sorunları

Seramik sanayiinde bir çok konuda standartların bulunmadığı ülkemizde standartlaşma ve kalite kontrol sorunları gündemdedir. Sofra ve süs eşyası sanayiinde Türk standartları yurt dışı ihale ve pazarlarına girebilecek düzeyde değildir. Eski teknolojiye göre hazırlanan standartların yeni teknolojiye göre düzenlenememesi, gelecekte dış pazar problemlerini getirecektir (V. Beş yıllık kalkınma planı, 1986).

Elektro porselen sanayiinde, izolatör tiplerinin standart olmayışı ve seri üretim yapılmaması maliyetlerin artmasına neden olmaktadır.

Seramik ve refrakter sanayii ürünlerinin standartlarının TSE tarafından yapılmaması, bu standartların yürürlüğe konulmaması ve değişen teknolojiye göre yenilenmemesi, üretilen mamüllerde kalite kontrol problemlerini oluşturmaktadır (V. Beş yıllık kalkınma planı, 1986).

3.3 Ekonomik Sorunlar

3.3.1 İthalat ihracat ve iç pazar problemleri

Sofra ve süs eşyası söktöründe ürün ve yarı ürün ithalatı yoktur. Hammadde ithalatı ise sadece İstanbul porselen San. AŞ'de 2400 ton/yıl kaolen olarak görülmektedir. Bu gelişim ihracat yönünden daha kaliteli mal üretme ihtiyacından ve yurt içindeki hammadde kaynaklarının yeterli olmaması nedenlerinden doğmuştur (V. Beş yıllık kalkınma planı, 1986).

Bu söktörde ihracat Avrupa ve Ortadoğu ülkelerine yapılmaktadır. Ülkemizin döviz sıkıntısı ihracat imkanlarının araştırılmasına neden olmuş ve giderek artan miktarlarda ihracat yapılmıştır. A.B.D. ve Avusturalya ve Japonya'da son yıllarda uygulanan ekonomi politikası sonucu dış pazarlara açılmaya gayret edilmiş, özellikle demir perde gerisi ülkelerin devlet desteği ile karşılaşılmıştır. Avrupa ülkeleri bu sanayi sektöründe teknolojik üstünlüklerini sürdürmektedir. Avrupa ülkelerinin kritik işletme malzemelerini kolaylıkla sağlama imkanları, işçilerin daha kalifiye olmaları ve teknolojik üstünlükleri, bu pazara girmemizin zor olduğunu göstermektedir. Zaman zaman kapasitenin çok büyük bölümlerinin ihracata tahsisini gerektiren siparişlerle karşılaşılmış olmakla birlikte malzeme teminindeki zorluklar, kısa zamanda teşkilatlanmama gibi sorunlar siparişlerin kaçınılmasına neden olmuştur. Ayrıca Türk porseleninin yurt dışında isminin ve kalitesinin duyurulmaması ihracat problemleri oluşturmaktadır. Türk standartlarının ileri ülkelerin standartlarını içerecek şekilde hazarlanmaması yurt dışı pazarlarına girebilme şansını kaybettirmekte ihracat artışını azaltmaktadır. (V. Beş yıllık kalkınma planı, 1986).

Sofra ve süs eşyası sanayinde 1972-1981 yılları arasında kurulu kapasitenin tamamının kullanılmadığı görülmektedir. Bu nedenle yurt içi toplam talepleri arz kapasitesinin altında kalmaktadır. Yurt dışından getirilen kritik işletme malzemelerinin sağlanmasındaki aksaklıklar üretim aksamalarına neden olmaktadır. Üretimin, tüketici ihtiyaçlarına göre yapılmayıp eldeki imkanlara göre yapılması stok artışlarına neden

olmaktadır. Nüfus artışına rağmen üretilen mamüllerin tanıtımının yapılamaması ve kullanım alışkanlığının sağlanamaması iç pazar problemlerini oluşturmaktadır. (V. Beş yıllık kalkınma planı, 1986).

Yer ve duvar döşemeleri sanayiinin, içinde bulunduğu darboğazdan çıkabilmesi için mutlak suretle ihracat imkanlarının artırılması gerekmektedir. İç talebin daralma gösterdiği bu dönemde sektörün gelişen şartlara adapte olması ihracatta büyük başarı sağlamıştır. Çanakkale seramik Fab. A.Ş. karofayans olarak 1979 yılında toplam üretiminin % 9.6'sını, 1980 yılında % 13.4'nü 1981 yılında ise %23'nü ihraç etmiş olup 1982 yılı da bu oranı %25'e çıkarmayı planlamıştır. Seramik sanayii mamüllerinin ve özellikle karofayansın Türk ekonomisine büyük katkılar sağlayacağı ihracat imkanlarının olduğu bilinmektedir. Bu sektörün ihracat sorunları şunlardır:

- a) İhracat formalitelerinin mümkün olduğu kadar azaltılması, anlaşılabilir ve kolay uygulanabilmesi için köklü çalışmaların yapılmaması.
- b) Taahhüt edilen ihracat kapsamında firmalara verilen ihracatı teşvik belgelerinin uygulamaya alınmasında firmaların karşılaştıkları sorunların devlet tarafından ortadan kaldırılmaması.
- c) İhracatta sıfır gümrükle temin edilebilecek ithal girdilerin bilinmemesi malın bünyesine girecek hammaddelere bağımlı tutulmuştur. Halbuki, sanayide malın bünyesine girmeyen ancak ithal girdileri arasında önemli bir paya sahip olan mevcut sanayi fırın plakaları ve kasetleri gibi işletme malzemeleri mevcuttur. Sıfır gümrükle yapılacak ithalata bu mallarında dahil edilmesi gerekir.
- d) İhracatta vergi iade oranları mamülün üretiminde var olan vergiler oranına getirilmemiştir.
- e) Türkiye'de mevcut karayolu, denizyolu ve demiryolu taşımacılığı daha çok ülkenin batı ülkeleri ile yaptığı ithalata dönük olduğundan, ihracatta deniz taşımacılığı için konteynır, demiryolu taşımacılığı için vagon ve karayolu taşımacılığı için kamyon tesislerinin uluslararası fiyatlar çerçevesinde sağlanması gereklidir.

- f) Yurtdışı müteahhitlik hizmeti gören firmaların faaliyetlerinde kullanacakları sanayi mamüllerini Türkiye'den alması için zorlayıcı ve teşvik edici tedbirlerin etkin bir şekilde alınarak uygulamaya konulması gereksinimi vardır.

Yer ve duvar döşemeleri sektörünün iç pazar problemleri inşaat sektörünün durumuna ve bu sektörde uygulanan politikalara bağlıdır. En önemli iç pazar problemi, konut sorununun çözülmesinde bürokratik formalitelerin askari düzeye indirilememesi ve proje safhasından başlamak üzere çeşitli kademelerde alınan harç ve vergilerin kaldırılmamasıdır. Konut açığı sorunun nispeten çözümlenebilmesi için devletin özel kesim ve aile gücü ile birlikte en kısa zamanda ve etkin bir şekilde devreye girmesi gerekir.

Fırın malzemeleri sektöründe, ithal edilen yardımcı hammaddelerin temininde karşılaşılan güçlükler ise fırın refrakter malzemeleri için silisyum karbür ve yüksek alüminalı refrakter malzemeleri konumundadır. Bunların ithali gerektiğinde akreditiflerin yüzde yüz olarak açılması gereği sanayiye mali sorunlar getirmektedir. Ayrıca bu malzemelerin ithalinde karşılaşılan gümrük muamele ve mevzuat sorunları halen devam etmektedir.

İhracat problemleri açısından seramik refrakter üretimi bugün talebi karşılar durumdadır. Bu nedenle yeni yatırımlar ile ihracata yönelme zorunluluğu doğmuştur.

Bugün bazı firmalar ancak kendi gayretleri ile seramik ihracatı imkanları yaratmaktadırlar.İhracata yönelik bazı sorunlar aşağıda özetlenmiştir.

- a) Yurt dışından gelen talepler rakip yabancı firmaların arz durumları ve fiyat seviyelerine paralel olarak istikrarsız bir şekilde azalış ve artış kaydetmekte, istikrarlı bir ihracat dönemi yaratılmamaktadır.
- b) Fiyatlarımız yabancı rakip firma fiyatlarından yüksek olduğunda ihracatta zorluklar çıkmaktadır.
- c) Orta doğu ve Arap ülkeleri ile sürekli ilişki kurmak için

bankaların bu ülkeler ile direkt ilişki kurmamaları ihracat işlemlerinde sorunlar oluşturmaktadır

- d) Dış pazarlarda tanınmak için fuarlara sürekli iştirak edilememesi, mamül gönderilmemesi, dış pazar temaslarının yapılamaması nedeni ile ihracat artışı sağlanmamaktadır (V. Beş yıllık kalkınma planı, 1986).

3.3.2 Finansman ve teşvik sorunları

Mevcut şartlarda hızla değişen iç ve dış pazar imkanlarını arzu edilen kalitede ve miktarlarda değerlendirebilmek için yapılacak yatırımların, işletme ve yatırım kredilerinin sağlanması çok zor olmaktadır. Kredi sağlansa bile sektörlere olan maliyeti, banka sektörünün uyguladığı çeşitli yaptırımlar nedeniyle oldukça yüksek olmaktadır. Sonuçta bir taraftan yatırım süresi uzamakta, diğer taraftan yatırım maliyetleri artmakta, böylece yüksek yatırım maliyetleri ile üretime geçen tesislerde üretilen malın maliyeti de artmaktadır. Bu ise dış pazarlardaki yoğun rekabet ortamında ihracat imkanlarını azaltmaktadır (V. Beş yıllık kalkınma planı, 1986).

Seramik sanayiinde teşvik belgesi almış firmaların kapasiteleri gözönüne alındığında, mevcut talep imkanlarına göre yeni yatırımların teşvik edilmesi kaynak israfına neden olmaktadır. Mevcut tesislerin daha verimli işletilerek iç ve dış pazarlardaki etkinliğini artırmak için modernizasyon ve darboğaz giderici yatırımlara ağırlık verilmemesi ve bunların ciddi ölçüde teşvik edilmemesi seramik sanayiinde ekonomik sorunlar oluşturmaktadır (V. Beş yıllık kalkınma planı, 1986).

3.4 Çevre Sorunları

3.4.1 Genel çevre sorunları

Seramik malzemelerinin üretim sürecindeki çeşitli işlemler sırasında oluşan bazı kimyasal bileşenler ve fiziksel kirlilik (gürültü, titreşim, yüksek sıcaklık, aşırı nem gibi), doğrudan çalışma ortamında veya dış ortamda kısa ve uzun vadeli zarar, tehlike ve risk faktörü oluşturabilir; katı atık, sıvı ve hava kirliliğine yol açabilir.

Seramik sanayiinde kirliliğe yol açan en önemli bileşenler partiküllerle, kurşunlu ve florlu bileşiklerdir (silika tozlar, kurşun ve HF buharları gibi). Ayrıca miktarı az da olsa, yakma işleminden oluşan SO_x , NO_x , CO_x ile, kullanılan hammaddelerden kaynaklanan bor, çinko ve kalsiyum bileşikleri de çevre kirliliğine olumsuz katkıda bulunan standart veya özel komponentlerdir (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Burada, anılan tesis grubunun faaliyetlerinden kaynaklanan kirlilik türlerinden, özellikle hava kirliliği konusu üzerinde durulacaktır.

3.4.2 Hava kirliliği sorunları

Seramik sanayiine özgü gaz, aerosol ve partikül biçimindeki hava kirleticiler bileşenlerin özellikleri, oluşum kaynakları, maruz kalınan süre ve

doza bağılı çevresel etkileri, ilgili yasal kısıtlamalar ve ölçüm yöntemleri konularında ayrıntılı bilgi literatürden (Döğeroğlu ve Kara, 1988) bulunabilir. Burada özellikle insan bedenine etkilerinden bahsedilen kirletici türlerinin hayvanlar, bitkiler, cansız varlıklar, sanat eserleri ve hatta doğaya da önemli olumsuz etkileri vardır.

3.4.2.1 Partiküller

Partiküller görüş mesafesini kısaltıp, insan hayvan ve bitki sağlığına olumsuz etki yapan bir kirlilik faktörüdür. Tozları oluşturan maddelerin kendisi kimyasal bakımdan aktif olabileceği ve çeşitli şekillerde insan sağlığını etkileyebildiği gibi, absorpladıkları diğer kirletici gazların da, havada bulunan derişimlerden çok daha uygun olarak hassas canlı dokulara ulaşmasına neden olabilir ve yüksek derecede tahribat yapmasına yol açar.

Partiküller, içerdikleri mineraller ve diğer kirletici türlerine, maruz kalınan süre ve doza ve boyutlarına bağılı olarak çeşitli solunum yolu hastalıklarına ve hatta akciğer kanserine sebep olabilirler. Çok karmaşık yapılı olan bu aerosoller, sürekli solunduğu zaman, akciğerlere ve hatta alveollere geçebilen mineral tozları, dokunun fibrotik yapısını bozarak pnomokonyoza yol açabilirler.

Tozluluk derişimi ve etki ilişkilerini kriterlere bağlamak güçtür. Öncelikle, maddenin türü, tanecıkların irilikleri ve havada bulunan diğer (gazlar ve su buharları) maddelerin varlığının bilinmesi gerekir. Tozluluğa maruz kalma süresi de önemli bir faktördür. Çeşitli maruziyet sürelerinde havadaki partikül derişimlerinin muhtemel etkileri Çizelge 3.6'da özetlenmiştir (Müezzinoğlu, 1987).

Çizelge 3.6 Partiküllerin etkileri

Derişim $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Etki	Düşünceler
60 - 180 (yıllık ortalama)	Çelik ve diğer metalik malzemelerde paslanma	Yıllık ortalamadaki değerlerdir.
150	Görüş mesafesi 9 km'nin altına düşer	Bağıl nem %70'den aşağı olduğu hallerde
100-150	Doğrudan güneş ışınları 1/3 azalır	-
100-130	Çocuklarda solunum yolları rahatsızlıkların başlaması	SO ₂ 'nin 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten büyük olduğu durumlarda
300 (Günlük ortalama)	Kronik bronşitli hastalarda krizlerin ciddileşmesi	SO ₂ 'nin 630 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten fazla olduğu durumlarda
750 (Günlük ortalama)	Ölüm olaylarında artış ve hastalanmalar	SO ₂ 'nin 715 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ten fazla olduğu durumlarda

3.4.2.2 Halojenli bileşikler

Seramik sanayiinde halojenli ve özellikle florlu bileşikler önemli çevre kirleticilerdir. Flor bileşiklerine kısa ve uzun süre maruz kalınması durumunda, cilt ve mukozada yanıklara, doku tahribi, solunum yolları irritasyon, akciğer odemi, kramp, felç, böbrek rahatsızlıkları, kalp ve dolaşım bozuklukları gibi akut leke ve çürükler, kemik yapısında değişiklik eklem bağlantılarında kireçlenme, eklem hareketlerinde kısıtlılık zayıflama, anemi, deride kuruluk, tırnaklarda kırılma ve böbrek fonksiyon bozuklukları gibi kronik hastalıklar veya hastalık belirtileri de ortaya çıkabilmektedir. Yalnızca flor bileşikleriyle çalışan kişilerde değil, bu

bileşikleri kullanan veya emisyon olarak çevreye atan tesislerin civarında oturan insanlarda da florosis vakalarına rastlandığı bilinmektedir (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Hidrojen florür solunum yoluyla vücuda alındığında, tüm organlarda toksik etki yapar. Özellikle deri, gözler ve mukoza sistemini tahriş eder. 50 ppm konsantrasyonunda 30-60 dakika solunduğunda öldürücüdür. Sıvı ve buharıyla etkileştiğinde deride yanıklar oluşur. 1.5 mg/m^3 derişiminde HF içeren havaya maruz kalındığında günde 10 saat ve haftada 40 saat'ten fazla çalışılmamalıdır. Üst limit ise 60 mg/m^3 HF olup bu ortamda havanın 5 dakika solunması öldürücü etki yapar.

Hidrojen florürün bitkilerde birikmesi zehir etkisi gösterir. Bitki çok düşük derişimlerde maruz kalındığında liflerde birikir. İğne yapraklı bitkilerde ve otlarda uç yanması olarak tanımlanan tipik bir zarara yol açar. Geniş yapraklılarda ise florürün tipik etkisi yaprağın kenar kısımlarında görülen nekroz'dur. Florür stomadan girer ve normal su akışı ile uçlara taşınır. Böylece hücre içine girip çökmesiyle güneş ışığı bu yüzeylere zarar verir. Ölmüş olan lifleri kıvıllı kahverengidir ve normal sağlıklı dokulardan ayrılır. Florüre en dayanıksız bitkiler gladiyöl, mısır, kara buğday, kayısı, şeftali, üzüm, cam ve kılıç çiçeğidir. En dayanıklılar ise lahana, pamuk, kabak, bezelyedir. Havada yaklaşık 50-200 ppm florür bulunmasıyla zarar meydana gelebilir (Kirk-Lester, 1986; Wark and Warner, 1976; Müezzinoğlu, 1987; Baykut, 1987; Hacıoğlu, 1990).

3.4.2.3 Metal ve bileşikleri

Metal ve metal bileşikleri atmosferde katı partikül madde, sıvı damlacıkları ve buhar olmak üzere üç şekilde bulunurlar (Harrison and Perry, 1986).

Hava kirliliğine neden olan, insan, hayvan ve bitkilere zararlı etkileri bulunan, hatta kanser yapıcı bileşikleri atmosfere yayan bu tür kaynaklar arasında fosil kökenli yakıtların yakıldığı tesisler, metal ve alaşım rafinerleri, metal ergitme, metal kaplama, kaynak işletmeleri, çimento

üretim tesisleri ve şehir içinde ısınmada kullanılan yakma işlemleri sayılabilir.

Metal ve metaloitlerin insan sağlığına etkileri aşağıdaki tarzda özetlenebilir.

Bütün bileşikleri zehirli olan kurşun vucuda girişi sindirim, solunum ve deri yoluyla olmaktadır. İnsan ve hayvan bünyesinde bir miktar kurşun bulunur; normal olarak besinlerden, sudan ve havadan 0.4 mg/gün hızla insan vücuduna girer. Kurşunun insan organizmasındaki birikimi doğumundan önce başlar (Akbaba, 1988).

Kurşun ve bileşikleri ise boşaltım sistemi; kalp-damar ve dolaşım sistemi; ağız, diş eti, cild ve deri; kemik, göz, beyin, sinir sistemi ve kan hastalıklarına; kramp ve zehirlenmelere ve hatta ölüme neden olabilmekte, çocuklar üzerinde daha ciddi olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

İnsan sağlığı bakımından önemli bir element olan ve belirli miktarlarda alınması gereken çinko (Zn) bileşikleri 70 kg ağırlığındaki bir insanda ortalama olarak 1.4 - 2.3 gr. miktarlarında bulunabilmektedir. İnsan sağlığına zararlı oranda çinko birikimi, daha çok çinko üreten endüstri bölgelerinde ortaya çıkar. Çinko yetersizliğinin gelişme bozukluğu, iştahsızlık, iskelet yapı bozukluğu, kısırılık ve saç hastalıklarına sebep olduğu son zamanlarda anlaşılmıştır (Yalçın, 1989).

Çinko asit buharlarının solunması metal dumanı hummasına, boğaz tahrişi, öksürme, solunum güçlüğü, adale ve eklem ağrılarına neden olur (Döğeroğlu, 1988).

Bor (B) bileşikleri, vüvuda solunum ve sindirim yoluyla girer; beyin karaciğer ve adipose dokularında rastlanır. Borik asit ve boraks'ın insan üzerine etkisi mide bulantısı, şiddetli kusma, karın ağrısı ve ishal şeklindeki akut zehirlenmeler olarak ortaya çıkar. Karakteristik bir diğer belirtisi ise deri döküntüsü ile sonuçlanan kızartılı isiliktir. Öldürücü doz,

çocuklar için 5-6 gr, yetişkinler için 10-25 gr'dır (Baykut, 1987).

Metal ve metaloitlerin bitkilere etkileri ise kısaca şöyle özetlenebilir.

Kurşun bitkilerin toprak üstünde kalan tabakalarında birikmekte, bu birikim çevre faktörleri tarafından etkilenmektedir. Ekosistemin kirlenmesine bağlı olarak biriken kurşun, bitkinin metabolik olaylarını olumsuz yönde etkileyerek yaşamlarını tehlikeye sokmaktadır (Boncukoğlu, 1988).

Kirli havada özellikle kükürtlü bakır ve demir, bitkilerin gelişmesini engellediği gibi bazı durumlarda çevredeki yeşillikleri de yok edebilir. Ayrıca kirli havadaki sentezinin engellenmesi ve bitki gelişmesinin durdurulması olasılığı vardır (Topuzoğlu, 1979).

Çinko elementi bitkiler tarafından büyük miktarda alınarak depolanabilmektedir. Yapılan araştırmalarda bu birikim 1300 ppm'den fazla olabileceği tespit edilmiştir. Toprakta alınan çinkonun büyük bir kısmı bitkinin gövdesinde daha az kısmı ise geretif bölgelerinde tutulmaktadır. Toprakta çinko birikiminin kaynağının; endüstriyel kirlilikler dışında gübreleme yoluyla olabileceği, doğal ham fosfatın fazla miktarda çinko içermesi ile bağdaştırılmıştır. Ayrıca topraktaki çinkonun taşınabilirliği de kurşundan fazladır (Yalçın, 1989).

3.4.2.4 Yakma kökenli gazlar

Yanmadan kaynaklanan SO_x , NO_x ve CO_x gazlarının da çevreye olumsuz etkileri vardır.

CO renksiz, kokusuz ve havanın ortalama mol ağırlığında bir gaz olduğundan hem kaynaklandığı nokta etrafında iyi dağılmayan, hem de varlığı kolay farkedilmeyen zehirli bir gazdır. Atmosferde kolay kolay yok olmaz; ömrü 2-4 ay kadardır.

İnsan sağlığı bakımından bilinen en eski gaz zehirlenmeleri, tam yanmamış artık gazların solunması dolayısıyla karbon monoksit yönünden meydana gelmiştir. Karbon monoksitin en önemli iki kaynağı sigara ve

otomobil eksozudur. Dolaşım, kalp ve kan hastalığı bulunan kişilerin kent caddelerinde soludukları 10-15 ppm civarındaki CO seviyelerinin bile zararlı olabileceği iddia edilmektedir (Müezzinoğlu, 1987).

Havadaki kükürt oksitler (SO_x) içerisinde en önemli pay kükürt dioksit (SO_2) gazına aittir. Bu gaz yanmadan renksiz bir madde olup, 0.3-1 ppm derişiminde ağıza karakteristik bir tad bırakmakta, 3 ppm'in üstünde ise boğucu bir hisse yol açmaktadır. Kükürtlü maddeler en çok malzeme ve bitkilere verdikleri zararlarla tanınırlar. Örneğin, yağlı boyaların kuruma süresini artırır, boyanın ömrünü azaltır ve metal yüzeylerinin korrozyonla aşınmasına yol açarlar. Ayrıca kireç, mermer ve sıvı gibi yapı malzemesine de kısa sürede tahrip ederler. Hatta naylon türü plastik eşyanın bile kükürtlü gaz ve asit zerrelereinden zarar gördüğü belirlenmiştir (Müezzinoğlu, 1987).

Kükürtlü gazların insan sağlığıyla ilişkilendirilmesi çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Havadaki SO_2 seviyeleriyle toplum sağlığının ilişkili olduğu bilinmekle beraber, dikkate değer husus SO_2 'nin atmosferde her zaman partiküllerle beraber değerlendirilmesi zorunluluğu olmuştur. SO_2 'nin solunum yolu rahatsızlıkları yarattığı, özellikle akciğer yetmezliği ve solunum sistemi hastalıkları için öldürücü olabildiği düşünülmektedir. Kükürtlü gazların en önemli etkisi asit yağışları meydana getirmesidir. Asit yağışları suyla birleşince asit oluşturan gaz kirleticilerin (CO_2 , SO_2 , NO_x gibi) bulutlar içerisinde tutulup, asitli yağmurlar yağdırmasına verilen addır. Bu gazlardan CO_2 suda çok yüksek derişimlerdeki doygunluk çözünürlüğünde bile sadece 5.65 PH yaratabilen zayıf bir asidik gazdır. Bu nedenle CO_2 asit yağışlarında rastlanan 2-6 PH'daki sudan tek başına sorumlu olmaz. SO_2 ve NO_x ise atmosferde önce oksitlenip sonra nem tarafından absorplanarak bu düşük PH'lı yağışlara yol açmaktadır. Yapılan çalışmalar asit yağışlarının %60-70'inin SO_2 ; kalanının ise NO_x gazları etkisiyle oluştuğunu göstermiştir. Burada SO_2 'nin bilhassa ağır ve termik santrallardan; NO_x 'in ise daha çok taşıt araçlarından kaynaklandığı söylenebilir. Asit yağışlarının, özellikle yoğun endüstriyel ve kentsel yerleşimlere sahip olan Avrupa'da; örneğin İsviçre göllerinde, İskandinavya'nın tarım alanlarında, Almanya'nın ormanlı bölümlerinde büyük zararlara yol açtığı belirlenmiştir. Gerek Avrupa'da

gerekse Kuzey Amerika'da belirlenen bu asit yağışlarının, arındırılmaksızın yüksek bacalar yardımıyla mümkün olduğu kadar yerden yukarlara atılan gazların, çok uzak mesafelere kadar kıtasal boyutlu hava hareketleriyle ulaşması sonucu ortaya çıktığı bilinmektedir. Yere düşen asitli yağış, suların yüzeysel akış sonunda karıştıkları alıcı ortamda doğal dengeyi bozarlar. Ayrıca toprağın üzerindeki bitki örtüsünde de zararlar meydana gelir. Asit yağışları sanat ve kültür yapılarına zarar vermekte, özellikle mermerden yapılan tarihi yapı ve antik eserler zarar görmektedir (Müezzinoğlu, 1987).

3.4.2.5 Yasalar

Hava kirletici bileşenlerle ilgili yasalar kısıtlar bu tezin birinci bölümünde verilmiştir. Ancak, seramik sanayiinin tipik kirleticileri için Türkiye'de uygulanmakta olan açık ortam veya emisyon kalitesi sınır değerleri, Çizelge-3.7'de İtalya standartları ile karşılaştırmalı olarak verilmiş, bu kirleticilerin emisyon sınır değerleri ise Çizelge-3.8'de yalnız İtalya için gösterilebilmiştir.

Çizelge 3.7 Flor, kurşun ve partikül madde bileşenleri için hava kalitesi sınır değerleri (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Bileşen Adı	Türkiye Stardartları	İtalya Standartları
Flor Bileşikleri	$\leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)*UVS	$\leq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 saatlik ortalama derişim) $\leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 saatlik aylık ortalama derişim)
Kurşun Bileşikleri	$\leq 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM içinde kurşun) $\leq 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (çökebilen toz- larda kurşun)	$\leq 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 saatlik aritmetik ort. yıllık ölçüm değeri)
Havada asılı partikül maddeler (PM)	Genel; $\leq 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ UVS $\leq 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ KVS Endüstri bölgesi: $\leq 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ UVS $\leq 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ KVS	$\leq 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 saatlik yıllık ortalama derişim) $\leq 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 saatlik bir yıl içinde %95'ini aşmaması gereken değeri)

UVS: Uzun Vadeli Sınır Değer, KVS: Kısa Vadeli Sınır Değer

(*) Maksimum saatlik sınır değeri.

Çizelge 3.8 İtalya'da seramik tesisleri için uygulan-makta olan emisyon sınır değerleri (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Emisyon Kaynağı	Emisyon sınır değerleri mg/m^3		
	Flor	Kurşun	Partikül madde
Öğütme ve presleme	-	-	30
Sırlama	-	-	10
Spray drying	-	-	100
Bisküvi pişirimi	5	-	5
Sırlı pişirim (ikinci veya tek piş.)	5	0.5	5
Firit hazırlama	5	5	30

Türkiye'de seramik sanayiinin, özellikle emisyonları açısından, hava kirliliğine katkısını kısmen yansıtabilmek üzere, dördü yer ve duvar karosu, üçü sağlık gereçleri üreten toplam yedi seramik tesisinde yapılan ölçüm verileri ilgili yasa eşliğinde değerlendirilmiş ve sonuçları, bu sanayi dalında öncü durumda bulunan İtalya'ya ait bulgularla karşılaştırılmıştır.

Ölçümlerin yapıldığı tesislerde, özellikle yakma işlemlerine dayanan proseslerin gaz ve partikül şeklindeki sıcak emisyon verileri, Çizelge-3.9'da emisyon derişimleri, Çizelge-3.10'da emisyon hızları ve Çizelge-3.11'de emisyon faktörleri cinsinden ifade edilmiş, Çizelge 3.12'de yer alan karşılaştırma, yalnızca emisyon faktörleri cinsinden yapılabilmektedir.

Emisyon kaynaklarında gereken kontrol, temizleme sıklıklarını gösteren Çizelge-3.13'de İtalya'da giderme sisteminin de bulunduğu yer ve duvar karosu üreten tesislerin yoğun olduğu Sassuola bölgesi için tesis büyüklüğüne ve birim türüne bağlı olarak tavsiye edilen değerleri içermektedir. Yapılan çalışma (Döğeroğlu ve Kara, 1990) kapsamında yer alan bazı tesislerin muhtelif işlem birimlerinde işyeri atmosferinden de kısmen temsili örnekler alınarak gaz ve partikül analizleri gerçekleştirilmiş, sonuçlar, derişim seviyeleri cinsinden Çizelge-3.14'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.9 Bazı seramik tesislerinde üretim basamaklarına bağlı emisyon derişimleri (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Tesis türü	Birim adı	Kirlenici Bileşen emisyonları mg/m ³					Partikül
		CO ₂ *	CO	O ₂ *	SO ₂	NO ₂	
Yer ve Duvar Karosu Üretim Tesisleri	Kazan dairesi	21626-214294	0-5004	82882-281513	157-2667	0-446	82-1559
	Firit fırını	5898-51116	0	240072-298232	0-99	0-495	298-2927
	Spray dryer	7864-51116	0-5004	160048-290087	0-1086	0.07-432	164-2724
	Roller fırın						
	• yanma bac.	23592-98300	0-709	214350-272939	0-1335	0.11-248	6-102
	• kükürt bac.	31456-58980	0-5	256362-271510	0-5	0.07-80	26
	Tünel fırın						
	• II.piş.fır.y.b.	0-110096	0-382	175767-298661	1441-6164	0.06-267	64-361
	• II.piş.fır.k.b.	0	0-124	298661	< 3-257	0.03-2	43-201
	• bisküvi piş.	19660-133668	0-3753	201489-284371	2-609	0.21-112	16-18
Sağlık Gereçleri Üretim Tesisleri	Kazan dairesi	47184-251648	0-88	78595-231498	130-3091	0.004-522	260-7432
	Tünel fırın						
	• yanma bac.	58980-306696	3-2502	57160-254362	10-504	0.013-66	98-4892
	• kükürt ba.	0-347982	21-3753	29232-237214	9-114	0.124-6	6-1389
	Mekik fırın	13762-19660	0	281513-287229	0-85	0.21-0.29	17

(*) Kirlenici bileşen sayılmadıkları halde, yanma verimini temsil etiklerinden bu tabloya dahil edilmişlerdir.

Çizelge 3.10 Seramik tesislerinde kütleli emisyonların üretim basamaklarına bağlı özellikleri (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Tesis türü	Birim adı	Kütleli emisyonlar, kg/saat					Partikül
		CO ₂	CO	O ₂	SO ₂	NO ₂	
Yer ve	Kazan dairesi	119-1950	06-08	1438-3581	09-17	2.3.10 ⁻⁴ -1.9	0.92-11
Duvar	Firit fırını	19-378	0	17-3395	0.005-0.2	1.7.10 ⁻⁴ -0.008	0.11-0.4
Karosu	Spray dryer	409-2064	0-260	10204-16805	0-46	3.5.10 ⁻³ -18	8.5-163
Üretim	Roller fırın						
Tesisleri	• yanma bac.	154-1138	0-8	668-30813	0-13	3.3.10 ⁻⁴ -1.14	0.02-0.8
	• kükürt bac.	204-531	0-0.03	1728-1765	0-0.03	4.4.10 ⁻³ -0.52	0.23
	Tünel fırın						
	• II.piş.fır.y.b.	0-881	0-3	95-1600	0.4-49	8.1.10 ⁻⁵ -1.68	0.07-2.0
	• II.piş.fır.k.b.	0-531	0-0.9	1728-2240	0-1.93	2.7.10 ⁻³ -0.80	0.23-1.5
	• bisküvi piş.	251-4091	0-2438	1993-7346	0.03-5	1.5.10 ⁻³ -0.52	0.21-2.5
Sağlık	Kazan dairesi	793-3523	0-1.23	1100-3859	1.82-43	5.9.10 ⁻⁵ -7.3	3.6-104
Gereçleri	Tünel fırın						
Üretim	• yanma bac.	768-3742	0.03-37	697-3739	0.12-7	1.9.10 ⁻⁴ -0.8	1.2-60
Tesisleri	• kükürt ba.	0-974	0.06-20	100-1234	1.03-0.59	9.8.10 ⁻⁴ -0.02	0.02-3.9
	Mekik fırın	-	-	-	-	-	-

Çizelge 3.11 Seramik tesislerinde emisyon faktörlerinin üretim basamaklarına bağlı özellikleri (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Tesis türü	Birim adı	Emisyon faktörleri gr/m ² (gr/kg)					Partikül
		CO ₂	CO	O ₂	SO ₂	NO ₂	
Yer ve Duvar Karosu Üretim Tesisleri	Kazan dairesi	-	-	-	-	-	-
	Firit fırını	(131-2419)	(0)	(119.7-21760)	(0-2551)	(0.001-0.058)	0.7384-72
	Spray dryer	(30.3-959)	(0-19.3)	(117-4741)	(0-21.2)	(0.0002-8.41)	(0.63-12.10)
	Roller fırın						
	• yanma bac.	3280-14370	0-109	14990-43580	0-146	0.0066-14.6	0.376-14.8
	• kükürt bac.	4040-7700	0-064	33300-35000	0-0.60	0.013-10.3	3.37
	Tünel fırın						
	• II.piş.fır.y.b.	0-21690	0-75.4	14150-93420	61-1210	0.053-41.1	10.2-68
	• II.piş.fır.k.b.	0	0-23	6780-55170	< 0.5-48	0-0.369	8.03-37
	• bisküvi piş.	14010-2860	0-28	21120-25160	4.4-52	0.03-9.18	3.17-8.47
Sağlık Gereçleri Üretim Tesisleri	Kazan dairesi	-	-	-	-	-	-
	Tünel fırın						
	• yanma bac.	1290-6289	0.05-74	1172-7523	0.207-15	0.00038-0.14	2.01-100
	• kükürt ba.	0-1637	0.1-39.3	168-2482	0.04-1.2	0.002-0.0005	0.03-6.54
	Mekik fırın	-	-	-	-	-	-

Çizelge 3.12 Yer ve duvar karosu üretim tesislerinde ölçümlenen partikül emisyon verilerinin literatür değerleriyle karşılaştırılması (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Birim adı	Partikül derişimi, mg/m ³		Partikül emisyon faktörü, g/m ²	
	Ölçüm verileri	Literatür verileri	Ölçüm verileri	Literatür verileri
Spray dryer	164-2724	80-400	(0.631-12.10)	-
Frit fırını	289-2927	80-800	(0.738-4,72)	(2)
Tek pişirim fırınları				1.2
•yanma bacası	6-102	4-50	0.376-14.78	-
•kükürt bacası	26	0-70	3.37	-
Bisküvi pişirim fırınları	16-81	3-40	3.17-8.47	1.0
İkinci pişirim fırınları				1.2
•yanma bacası	54-361	1-20	10.2-68	-
•kükürt bacası	43-201	: 5-50	8.03-37	-

Çizelge 3.13 Emisyon kaynaklarında kontrol periyotları (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Emisyon kaynağı	Kirlilik kontrol birimleri çıkışında nominal hız, m ³ /saat		
	<15000	15000-30000	>30000
Hammadde hazır. ve pres.	yılda bir kez	yılda iki kez	yılda dört kez
Sır öğütme ve sırlama	yılda iki kez	yılda iki kez	yılda dört kez
Spray drying	yılda iki kez	yılda dört kez	yılda dört kez
Pişirme fırınları	yılda dört kez	yılda dört kez	yılda dört kez
Frit fırınları	ayda bir kez	ayda bir kez	ayda bir kez

Çizelge 3.14 Seramik tesislerinde işyeri atmosferindeki tipik derişim seviyeleri (Döğeroğlu ve Kara, 1990).

Birim adı	Emisyon derişimleri mg/Nm ³					
	CO ₂	CO	O ₂	SO ₂	NO ₂	Partikül
Çamur hazırlama	-	-	-	0	0.0084	5.36
Çamur döküm atelyesi (alçı kalıpla şekillendirme)	-	-	-	0.484	0.0182	57.29
Sırlama ünitesi	0-7864	0-1251	287229-298661	0.17-4.304	0.008-0.056	34.2-34.7

3.5 Çözüm Seçenekleri

Genellikle, kirletici bileşenlerin kaynağında kontrol altına alınmasının, filtre, absorpsiyon kolonu gibi ikincil giderme sistemlerinin kullanılmasından çok daha etkin ve ekonomik olabileceği bilindiği için, seramik üretim proseslerinden kaynaklanan kirletici emisyonlarından korunmak ve bu emisyonları azaltmak üzere, periyodik fiziksel, kimyasal, tıbbi ve biyolojik teşhis ve ölçümleme (işletmenin devrede olmadığı yer ve zamanda doğal referans, emisyon kaynağı, emisyon ve işyeri ortamlarında; bünyede kan ve idrar tahlili, akciğer röntgeni gibi) ve işletme koşullarının bu ölçüm verilerine dayalı etkin ve otomatik kontrolü; sağlıklı ve temiz çalışma koşulları; uygun izalasyon; yerel ve merkezi havalandırma; kapalı devre sistemlerde çalışma; hızlı üretim tekniklerini benimseme ve tesis tasarımını, yerleşim düzenini uygun seçme, öncelikle uygulanması gereken kriterlerdir.

Çeşitli seramik proseslerinden kaynaklanan kirletici emisyonlarını azaltmak üzere, ikincil gaz ve toz giderme sistemleri olarak kullanılan değişik tipte ve türde ıslak ve kuru sistemler mevcuttur.

Flor, SO_x , NO_2 gibi suya afinitesi fazla olan gaz şeklindeki kirletici bileşenlerin sıvı fazda absorpsiyonu mümkünse de, ancak düşük sıcaklıklarda yüksek etkinlikte çalışabilen bu sistemlerde gaz yıkamada kullanılan suyu soğutmak ve baca gazının sıcaklığını $150^\circ C$ 'in altına düşürmek gerektiğinden böylece çiğlenme noktasının altındaki sıcaklıklara soğuyan flor, SO_x ve NO_2 bileşikleri asidik çözelti oluşturarak asit yoğunlaşmasına ve korozyona yol açtığı ve ayrıca bu sistemlerde partikül ve kurşun tıkanma ve basınç düşmelerine sebep olduğu için, absorpsiyon yöntemi pek etkin görünmemektedir.

Hammadde hazırlama ve presleme yoluyla şekillendirme birimleri için genellikle bez filtreler; püskürtmeli kurutucular (spray dryer), sıra hazırlama ve sırlama üniteleri için ıslak gaz yıkayıcılar (venturi scrubberlar); tüm pişirme işlemleri (bisküvi pişirimi, sırlı pişirim, frit hazırlama) için ise reaktif bir katlı madde (genellikle $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$) ile

kaplanmış bez filtreler tercih edilmektedir.

Soğuk emisyonlar için yaklaşık %95-97 olan bu giderme sistemlerinin verimi, tasarımın etkinliğine, kirleticinin tür ve derişimi ile nem ve debi gibi fiziksel özelliklere bağı olarak %99'lara kadar çıkabilir. Sıcak emisyonlar için uygulanan giderme sistemlerinin verimi ise genellikle %90 olup, fırın atmosferlerinden atılan emisyonların içerdiği partikül boyutlarının çok geniş bir aralıkta değışmesi nedeniyle, bu verim %70'lere hatta kimyasal madde kaplı filtrelerin kullanılması durumunda %50'ye düşebilmektedir.

Mekanik siklon tipi ve geri temizlemeli (reverse jet) filtreler gibi bazı tür giderme sistemlerinin bu alanda yoğun şekilde kullanılmasına rağmen, araştırmalara konu olmaya devam etmekte, seramik endüstrisinde az kullanılan elektrostatik filtreler, yoğunlaştırma sistemleri gibi diğere ikincil kontrol sistemleri üzerindeki çalışmalar hala sürdürölmektedir (Döğeroğlu ve Kara,1990).

4 ANKET PROGRAMI

Yüksek lisans tez çalışması kapsamındaki bu araştırmanın asıl amacı, ülkemizde seramik grubuna dahil olan tesislerde mevcut kişisel, idari, ekonomik, sosyal, teknik ve teknolojik nitelikte sorunların aydınlatılmasını, değerlendirilmesini ve özellikle teknik ve teknolojik kökenli çevre sorunlarına çözüm önerilerini sağlayabilecek kapsamlı bir anket programı oluşturmaktır.

Bu bölümde, yukarıda belirtilen hedef çerçevesinde hazırlanmış olan anket soruları bölümler halinde sunulmakta olup, anılan programın en yakın bir gelecekte tüm seramik tesislerine dağıtılarak doldurulmasının sağlanması ve istatistik değerlendirmeye tabi tutularak bir öneri paketinin hazırlanması planlanmıştır.

Öngörülen planın hedefine ulaşabilmesi için anketin, gerçek koşulu titizlikle, doğru, samimi ve açık bir şekilde yansıtarak cevaplandırılması ön koşul olacaktır.

BİLGİ ARAŞTIRMA FORMU

Formu Dolduranın

Adı :

Soyadı :

Adresi :

Tel No :

İmza :

Tarih :

A. KİŞİSEL KİMLİK VE DENEYİM

BÖLÜM-I. KİŞİSEL KİMLİK

1. Doğum yeri
2. yaşıınız
3. medeni hal
4. cinsiyet
5. Eğitim durumu
 - a. ilk
 - b. orta
 - c. lise
 - d. yüksekokul
6. Yabancı dil ve derecesi
7. Bakmakla yükümlü olduğunuz kişi sayıları ve yakınlık dereceleri
.....
8. Alışkanlıklar
 - a. sigara
 - b. içki
 - c. tırnak yeme
 - d. diğerleri

**BÖLÜM-II. GEÇMİŞTEN BUGÜNE KADAR YURT İÇİ VE YURTDIŞINDA
ÇALIŞTIĞINIZ İŞLER**

	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>DİĞERLERİ</u>
1. Kuruluşun adı	:
2. Kuruluşun adresi	:
3. Kuruluşun üretim amacı	:
4. Kuruluşta çalıştığınız birim	:
5. Birimdeki asıl görev ve statünüz	:
6. Birimdeki ek görev ve statünüz	:
7. Çalışma konunuz	:
8. Çalıştığınız yıllar	:
9. Ücret durumunuz	:
10. Ek geliriniz ve kaynağı	:
11. Emeklilik durumunuz	:
12. Varsa diğer hususlar	:

BÖLÜM III. İŞYERİ ÇALIŞMA ORTAMI VE KOŞULLARI

1. En son çalıştığınız birimin yapısal şekli, yerleşim düzeni, çalışma rejimleri ve havalandırma durumu açısından tarifi (mümkünse çalıştığınız tesisin ve birimin yerleşim planını ekleyiniz)
2. Bu birimde kullandığınız cihazlar, araçlar, gereçler nelerdir? Bu cihazların çalışma koşulları nasıldır?
3. Bu birimde temasta olduğunuz maddeler nelerdir?
4. Bu ortamın zararlı etkileri hakkında neler biliyorsunuz? (gürültü, koku, zehirli vb.)
5. Çalışma ortamı hakkında tereddütleriniz ve sorunlarınız nelerdir?
6. Çalıştığınız birimde ve bu birimdeki cihaz araç gereçlerle ve temasta olduğunuz maddelerle günde temas süreniz nedir?
7. Bu bölümde verdiğiniz cevapları geçmişte çalıştığınız iş yerindeki benzeri koşullarla karşılaştırınız
8. İş yerinizdeki çalışma ortamı ve çalışma koşulları hakkında tereddüt ve sorunlarınız
 - a. yapısal (bina yüksekliği, izolasyon vb.)
 - b. Havalandırma durumu.....
 - c. Ses, gürültü, titreşim.....
 - d. Zararlı maddelerle temas
 - e. Emniyet ve güvenlik tedbirlerinin yetersizliği
 - f. Kazaların sıklığı ve niteliği
 - g. Bakım onarım yetersizliği
 - h. Maddi sorunlar
1. Sosyal imkan yetersizliği
 - * İş elbisesinin yıkama sıklığı
 - * Yemekhane imkanı ve yemek yenebilecek iş yerinde ayrılmış bir oda imkanı
 - * Diğerleri
 - j. Hizmet içi eğitim yetersizliği
 - k. Amirlerle veya alt kademedeki elemanlarla doğrudan doğruya veya dolaylı iletişim yetersizliği
 - l. Fikir üretiminin yeterince değerlendirilmemesi veya teşvik edilmemesi

BÖLÜM IV. İŞ VE ÇEVRE SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ

1. Kişisel sağlık durumunuz.
2. Çalıştığınız iş yerinde en sık rastlanan şikayetler hastalıklar ve kazalar.
3. Bu şikayet hastalık ve kazaların nedenleri.
4. Sizce ve kuruluşunuzca alınan sağlık emniyet tedbirleri:
 - a. yoğurt
 - b. Meslek hastalıkları hastanesine sevk.
 - c. Maske, eldiven, gözlük, baret, kulaklık gibi koruyucuların kullanımı.
 - d. Diğerleri.
5. Bu önlemler sonucunda karşılaşılan olumlu ve olumsuz durumlar
6. Tüm bu hususlarda kişisel fikir ve önerileriniz.

BÖLÜM V. TESİS ÖZELLİKLERİ YERİ VE GENEL YAPISI

1. Tesisin bulunduğu yer
2. Tesisin yerleşim merkezine olan uzaklığı
3. Tesisinize komşu fabrikaların türleri
4. Tesisin etrafınızdaki topografik koşullar ve tesisin buradaki konumu
5. Tesisin kapladığı alan, açık ve kapalı sahaların alanı, kullanım amaçları
6. Kapalı sahaların zeminden yüksekliği
7. Baca sayısı, bacaya açılan sistemler, birimler ve üniteler
8. Bacanın çekiş tarzı (doğal veya cebri) cebri çekişli ise fan debisi (m^3/h)
9. Baca gazı debisi (m^3/h) baca gazı sıcaklığı (tabandan ve tepeden $^{\circ}C$)
10. Baca tipi, baca kesiti, iç boyutları, dış boyutları, bacanın çatıdan ortalama yüksekliği
11. Bacaya açılan fırınların zeminden yüksekliği
12. Tesisin çatı özelliği
13. Çatının en düşük noktasının zeminden yüksekliği, çatının en yüksek noktasının zeminden yüksekliği (m)
14. Tesisin havalandırma türü
15. Tesisin yapı türü
16. Tesisinizdeki kirlilikle ilgili ölçüm yapıldı mı?
17. Yapıldıysa ne tür önlemlerin alındığı
18. Yapan kuruluşun adı

BÖLÜM VI. HAMMADDE İLE İLGİLİ

1. Kullanılan hammaddenin adları ve türleri
2. Türkiye'de bulunabilirliği
3. Bulunmuyorsa hangi ülkeden temin edildiği
4. Varsa hangi yerlerden temin edildiği
5. Fiyatı, kalitesi, miktarı
6. Hammaddede hazırlama işlemi gerekip gerekmediği
7. Hammaddede hazırlama işlemi gerekiyorsa kısaca nasıl yapıldığı
8. Kullanılan hammaddede kolay temin edilmediği kullanılan miktarları
9. Hammaddenin alım şekli kaynağından veya pazarlamacıdan
10. Hammaddenin sağlığa zararlı olup olmadığı
11. Sağlığa zararlı ise etkileri
12. İthal hammadde ile yerli hammadde arasındaki kalite farklılığı olup olmadığı, varsa kısaca izahı
13. Yurt içi kaynaklarından karşılanan hammadde yüzdesi
14. Yurt dışından karşılanan hammadde yüzdesi
15. Hammadde kaynağı ile tesis arasındaki uzaklık
16. Hammadde taşınma şekli karayolu, deniz yolu, demir yolu, havayolu, açıkta veya ambalajlı
17. Hammadde fiyat artışları açısından gelecekteki tahminleriniz

BÖLÜM VII. İŞLETME İLE İLGİLİ

1. İşletme türünüz ve üretim amacınız
2. Üretim kapasiteniz günlük Aylık Yıllık
3. Kullanılan enerji türü
4. Tesisin toplam ısı gücü, birimlere göre dağılımı
5. Mevcut üniteler birimler birbirine göre uzaklıkları
6. İş yeri atmosferinde açıkta yapılan işlemlerin olup olmadığı
7. Tesis içinde teknolojik problemlerin olup olmadığı kendi içinizde halledilip edilmemesi
8. Teknoloji transferi bakımından bağlantıda bulunduğunuz ülkelerin olup olmadığı
9. Teknolojik araştırma geliştirme açısından Üniversitelerden beklentileriniz
10. Kimya mühendislerinin tesisteki görevi işlevi sizin bu meslek grubundan beklentileriniz

BÖLÜM VIII. ÜRÜN İLE İLGİLİ

1. Üretilen ürünün türü ve özellikleri
2. Üretimin Türkiye için yeterli olup olmadığı
3. Ürün için gerekli kalite standardının olup olmadığı
4. Kalite kontrol testleri uygulanıp uygulanmadığı, uygulanıyorsa kısaca izahı
5. Üretim kapasitesi ve miktarı
6. Piyasadaki arz talep durumunun yeterli olup olmadığı
7. Ürünün fiyat durumu, birim maliyeti
8. Üretim maliyetine etki eden faktörler
9. Ürünün çeşitliliğini artırma yönünden planların olup olmadığı
10. Ürünün piyasadaki kullanıldığı yerler
11. Ürünün piyasadaki rekabeti
12. Ürünün dış piyasadaki durumu hakkında bilgileriniz
13. Ürünün ambalaj kalitesi
14. Ürünün nakliye koşullarının kolay olup olmadığı

BÖLÜM IX. EKONOMİK PROBLEMLER İLE İLGİLİ

1. Finans probleminizin olup olmadığı
2. İşletme ile ilgili problemlerinizin olup olmadığı
3. Pazarlama problemlerinizin olup olmadığı
4. Fiyat politikasından etkilenen problemlerin olup olmadığı
5. Gelir ile gider arasındaki denge durumunuz

BÖLÜM X. ATIK VE KAYIPLARLA İLGİLİ

1. Tesisin atık türleri (katı, sıvı, gaz)
2. Atık giderme sistemlerinizin olup olmadığı
3. Atık giderme sisteminiz yoksa boşaltıldığı yerler
4. Madde kayıp miktarlarınız
5. Enerji kayıp miktarlarınız

BÖLÜM XI. İŞLETME VE PROSES İLE İLGİLİ

1. İşletmenin proses dizaynından kaynaklanan problemlerin olup olmadığı
2. İşletme parametrelerinin ölçüm ve kontrol zorluğundan kaynaklanan problemlerin olup olmadığı
3. Prosesin uygulanışı bakımından kaynaklanan problemlerin olup olmadığı
4. Çalışan kişilerden kaynaklanan problemlerin olup olmadığı
5. İşletmenin kurulduğu yer bakımından kaynaklanan problemlerin olup olmadığı

BÖLÜM XII. FABRİKANIN GELECEKTEKİ DURUMU İLE İLGİLİ

1. Tesisin araştırma ve geliştirme açısından yeterli olup olmadığı
2. Mevcut kapasitenin genişletilmesi ile ilgili planların olup olmadığı
3. İthal ve ihracaat açısından kaygılarınız olup olmadığı
4. Mevcut problemlerin çözümü açısından planlarınızın olup olmadığı
5. Teknolojik bakımdan bağlı olduğunuz ülkelerin olup olmadığı

BÖLÜM XIII. YASAL KISITLAMALAR İLE İLGİLİ

1. Hammadde ve ara maddeye uygulanan testlerin olup olmadığı
2. İşyeri atmosferi ile ilgili standartların olup olmadığı
3. İşçi sağlığı ile ilgili standartların olup olmadığı
4. İş güvenliğini ilgilendiren standartların olup olmadığı
5. Atıklarla ilgili yasal kısıtlamaların olup olmadığı (hava kirliliği, su kirliliği, gürültü, koku, katı atık vb.)
6. Çalışma süreleri ile ilgili yasal kısıtlamaların olup olmadığı.

BÖLÜM XIV. MESLEK HASTALIKLARI HASTANESİ İLE İLGİLİ

1. En çok hangi tür tesislerden hasta geliyor?
2. En çok hangi tür vakalarla karşılaşıyorsunuz?
3. Ne tür önlemler alınıyor?
4. Ne tür tedavi uygulanıyor?
5. Ne tür analizler yapılıyor?
6. Laboratuvarınızda yetişmiş teknik personel yeterlimi?
7. Meslek hastalıkları konusunda yetişmiş uzman sayısı yeterlimi?
8. Bu konuda yardımcı hizmet veren personel sayısı yeterlimidir?
9. Yatak kapasiteniz yeterlimidir?
10. Meslek hastalıkları hastanesinin alt yapısı yeterlimidir?
11. Yılda hastanenize gelen hasta sayısı nedir?
(günlük..... aylık..... yıllık.....)
12. Dış ülkelere bağımlılığınız varmı? (Teknolojik ve bilgi bakımından)
13. Gelen hasta açısından hastanenin şikayetleri varmıdır?
14. Şikayetleriniz varsa kısaca izahı

BÖLÜM XV. İŞÇİ SENDİKALARI İLE İLGİLİ

1. İşçi sağlığı ve iş güvenliği tanımlarından ne anlıyorsunuz?
2. Sizce bu kavramlar nasıl korunmalıdır?
3. Bu konuda desteğine ihtiyaç duyduğunuz kurum ve kuruluş, meslek grupları nelerdir?
4. Meslek hastalıkları hastanesi ile irtibatınız nasıldır?
5. İşçinin sağlık kontrollerinin yaptırılmasında etkin rolünüz?
6. İşçinin çalışma koşullarını yakından takip edebiliyor musunuz?
7. İşçilerin sağlık sorunlarına yaklaşımınız?
8. En çok hangi tesislerde çalışanların sağlık sorunları var?
9. İşçinin bilinçlendirilmesi amacıyla seminer ve eğitim programları düzenliyor musunuz?
10. Sağlık-emniyet ve çevresel etki üçgeni kapsamında alınan tedbirler nelerdir?

5 SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bir ülkede seramik sektörünün gelişmesi, hammadde kaynaklarının ayrıntılı tespitine ve üretilen malzeme ile bu malzemenin üretim teknolojisinin doğru seçimine bağlıdır. Bu da ancak AR-GE çalışmalarının bilinçli, etkin ve yoğun olması, doğru üretim politikasının seçilmesi ve diğer sektörlerle sürekli ilişki kurulması ile mümkündür.

Ancak bugün ülkemiz seramik sanayiinin ekonomik, sosyal ve teknik nitelikli pek çok sorunu vardır. Ekonomik ve sosyal sorunlar arasında işletmeler arası üniversite-endüstri işbirliği ve iş bölümü noksanlığı; henüz Seramik Müstahsilleri Birliği'nin bulunmaması; Çalışma ve ücret politikasındaki düzensizlikler; istihsal vergisi mevzuatındaki aksaklıklar; dış rekabet, pazar ve finansman durumu; idare ve organizasyon bozuklukları ve ithalat güçlükleri sayılabilir. Hammadde ve enerji seçimi, temini ve kullanımda karşılaşılan problemler; teknolojik işletme problemleri; AR-GE çalışmalarının eksikliği; standartlaşma, kalite kontrol, eğitim ve ihtisaslaşma sorunları; ve yan sanayii eksikliği ise, doğrudan bilinçsiz madde ve enerji kayıplarından kaynaklanan çevre sorunları ile birlikte, teknik nitelikli sorunlar grubunu oluşturmaktadır.

Seramik endüstrisine ilişkin teknoloji ve know-how açısından hala dışa bağımlılığın sürdüğü ülkemizde, bilinçli bir teknoloji transferinin, herşeyden önce kalifiye elemanlar ve yüksek kaliteli araştırma ekipleri sayesinde gerçekleştirilebileceği ve uygulanabileceği inkar edilemez. Ancak, Seramik Mühendisliği eğitiminin henüz mevcut olmadığı ülkemizde, kalifiye eleman ihtiyacının yalnızca yedi yöremizde mevcut iki yıllık meslek yüksek okullarının seramik programından, altı üniversitemizin dört yıllık güzel sanatlar yüksek okulları veya fakültelerin seramik bölümlerinden ve seramik meslek liselerinden mezun olan elemanlarla karşılanmaya çalışılması ilginçtir.

Üretim kapasitesi büyük birkaç seramik tesisi hariç tutulursa, ülkemizde AR-GE faaliyetlerine yeterince önem verilmediği ve pay ayrılmadığı, tesislerin pek çoğunda bulunan AR-GE bölümlerinin temel araştırmalarından ziyade kalite yükseltilmesi ve kontrolüne yönelik olduğunun düşünüldüğü ve AR-GE faaliyetlerinin bu anlamda uygulandığı gözlenmektedir.

Seramikle ilgili pek çok hususta henüz standardın bulunmadığı ülkemizde, bu konudaki çalışmalara ağırlık verilerek standart sayısının çoğaltılması, spesifikleştirilmesi, yeni standartlarda sağlıklı çalışma koşulları açısından güncelleştirilmesi, gerek gelişmiş ülkelerin üretim kalitesine ulaşabilmemiz ve gerekse uluslararası standartların geliştirilmesinde söz sahibi olabilmemiz için ön koşuldur.

Ülkemizin ekonomik, sosyal ve endüstriyel gelişimin kısıtlayan faktörler arasında seramik hammadde rezervlerinin verimli ve doğru kullanılmaması, bazı hammaddelerin ithal zorunluluğunun olması, hammadde temizleme ve hazırlama süreçlerine yönelik yatırımlarda yetersiz kalınması, en son gelişmelerin kesintisiz ve anında takip edilememesi ve teknoloji transferinde hammadde ve enerji ile, işçilik ve işletme koşullarının seçiminde çevre kalitesini ve işçi sağlığını korumak üzere en az madde ve enerji kaybıyla çalışmayı sağlayacak faktörlerin göz ardı edilmesi özel önem taşımaktadır. Ayrıca bu endüstri dalının direkt veya endirekt ihtiyaçlarını karşılayacak üretimi ülkemizde gerçekleştirebilen yan sanayinin de desteklenmesi şarttır.

Tüm endüstri kollarında en önemli maliyet faktörü olan enerji, seramik üretiminde maliyetin %38'ini oluşturmaktadır. Bu açıdan muhtemel enerji krizlerine şimdiden önlem almak için enerji israf etmeden doğru kullanmak; üretim ve işletme koşullarını uygun seçmek; enerji kayıplarına neden olabilecek hususları, enerji denkliği eşliğinde, dikkatle incelemek ve gerektiğinde fırınların sıcak havasını kurutma projesinde kullanmak veya baca gazının ısısından yararlanmak; hızlı üretim yöntemlerini uygulamak; kurutmada hafif malzemelerin kullanımı gibi ısı teknolojik gelişmeleri ve uygulamaları izlemek ve işletme koşullarını otomatik kontrol mekanizmasıyla yönetmek gerekir.

Günümüz koşullarında etkin havalandırma yapılması; taşıma, kırma, öğütme, yığma gibi işlemlerin kapalı sistemlerde otomatik kontrolle gerçekleştirilmesi, kirli ve temiz çalışma bölgelerinin bölmelerle izole edilmesi; kişisel koruyucuların mutlaka kullanılmasının sağlanması kısa vadeli acil teknik çözümler olarak önerilebilir. Ancak, işçi ve işverenin tesiste kullanılan ham ve yardımcı maddelerle, oluşması muhtemel ürün ve

atıkların özellikleri, etkileri ve uygulamada kullanım koşulları hususunda eğitilmesi, bilinçlendirilmesi ve en yeni teknolojinin izlenmesi şarttır.

Seramik tesisleri açısından, istenen proses ve çevre koşullarına en uygun kontrol ve giderme sistemlerinin seçimi, tasarımı ve uygulamaya konması, bu tesislerin emisyon, imisyon ve işyeri kaynaklarından alınan sağlıklı ölçüm verilerinin, işlevsel, iklimsel, meteorolojik ve topoğraf koşullar eşliğinde değerlendirilerek gerekli modelleme ve simulasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi ile mümkündür.

Sonuç olarak, ülkemiz seramik eğitimi sorununa acil çözüm bulunması, AR-GE faaliyetlerine önem verilmesi ve bu konuya ayrılacak yatırımların arttırılması, canlı yaşamını, cansız varlıkları ve doğayı tahrip etmeyen güncel ve etkin teknolojinin seçimi, madde ve enerjinin israfından kaçınılarak doğru ve yerinde kullanımı, bugün hava kalitesinin kontrolüne yönelik uygulanmakta olan yasa ve standartlarda mevcut aksaklık ve eksikliklerin yakıt, giderme ve kontrol sistemlerinin kullanımı gibi konuları da dikkate alarak, yeniden düzenlenmesi, bu amaçla diğer standartlarının dikkatle incelenerek ülkemize en uygun modifikasyonların yapılması, hatta seramik tesislerinin gaz, sıvı ve katı atıklarının değerlendirilerek yeniden kullanılabilirliklerinin araştırılması konuları, önemle ve özenle ele alınması gereken uzun vadeli planlama, eğitim ve bilinçlilik meselesidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acarlar, İ., ve Çiner, N., 1980, Seramik, Kimya Müh. Odası, Aralık, ss. 57-64
- Akbaba, N. G., 1988, Çevre kirliliği ve gıdalarımız, Bilim ve Teknik, cilt 21, sayı:252, Kasım, 21.s
- Arı. M. ve Kul.İ., 1988, Bazı halojenli inorganik ve organik maddelerin hava kalitesine etkileri ve tayin yöntemi, Bitirme ödevi, Anadolu Üniv. Müh.Mim. Fak. Kim. Müh. Böl., Eskişehir,71.s.
- Aksoy. C., 1982, İş kazalarını önleme semineri, Ankara, ss.17-33.
- Altay, K., 1988, Bazı metal, metaloit ve tozların hava kalitesine etkileri ve tayin yöntemleri, Bitirme ödevi, Anadolu Üniv., Müh. Mim. Fak., Kimya Müh. Böl, Eskişehir, 37.s
- Arcasoy, A., 1983, Seramik teknolojisi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Ana Sanat Dalı yayımları No:1 İstanbul, 243.s
- Baykut, F., Aydın, A., 1987, Çevre Sorunları ve koruma İstanbul Üniv. Yayınları, Müh.Fak., sayı:3449, No:73, İstanbul 143.s
- Boncukoğlu. B.B., 1988, Erzurum ve çevresinde motorlu taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliği, Çevre-88, Dördüncü Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, 5-9 Haziran, İzmir, 7.s.
- V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1986, Seramik Sanayii Yayın., No:313, Ankara, 116.s.
- Doğan, H.H., 1984, Bilecik Meslek Yüksek Okulu Seramik Bölümü, Seramik Teknolojisi-II ders notları, Bilecik, 93.s.
- Döğeroğlu, T., 1986, Seramik teknolojisi, Seminer çalışması, Anadolu Üniv., Kim. Müh. Böl., Eskişehir, 37.s.
- Döğeroğlu, T., 1988, Azot Oksitlerin hava kalitesine etkileri, uzaklaştırma ve değerlendirilebilme seçenekleri, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniv., Fen Bilimleri Ens., Eskişehir, 212.s.
- Döğeroğlu, T. ve Kara, S., 1988, Bazı hava kirleticilerin canlı yaşamına ve cansız varlıklara etkileri, Çevre-88 Dördüncü bilimsel Teknik ve Çevre Kongresi, 5-9 Haziran, İzmir, 12.s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Döğeroğlu, T. ve Kara, S., 1990, Hava kalitesinin korunmasında seramik tesisleri rolü, 4. Uluslararası seramik teknik kongresi ve sergisi, 10-14 Aralık, İstanbul, ss.263-273.
- Ercoşkun, A., 1987, İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğü, yayın no:2, Ankara, 359.s.
- Güner, Y., 1987, Seramik, İstanbul, 204.s.
- Hacıoğlu, P., 1990, Bazı metal ve metaloitlerin özellikleri, hava kalitesine etkileri ve analiz yöntemleri, Bitirme Ödevi, Anadolu Üniv., Müh. Mim. Fak., Kimya Müh. Böl., Eskişehir, 197 s. (yayımlanmamış).
- International Labour Office (ILO), 1983, Encyclopedia of occupational health and safety, Italy, 2538p.
- Kirk, P. W. Wand Lester, J. N., 1986, Handbook of Air pollution analysis, second edition, Harrison Perry, 634p.
- Kirk Othmer, 1978, Encyclopedia of chemical technology, vol. 1, John Wiley and sons, New York, 582 p.
- Kul.İ., 1991, Partüküler madde özelliklerinin, emisyonlarının ve dağılımının hava kalitesinin kontrolunda yeri ve önemi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniv., Fen Bilimleri Enst, Eskişehir, 182.s.
- Müezzinoğlu, A., 1987. Hava kirliliğinin ve kontrolunun esasları, Dokuz Eylül Üniv. İzmir, 293 s.
- Norton, F. H., 1974, Elements of Ceramics, Sekont Edition, U.S.A., 311p.
- Perry, R. and Harrison, R.J., 1977 Handbook of air pollution analysis, Second Edition, University Press, London, 634 p.
- Resmi Gazete, 1973, 24 Aralık, sayı:14752. ss.12-13
- Resmi Gazete, 1986, 2 Kasım, sayı:19869,160 s.
- Shreve, R. N. and Brink. 3. A., 1983, Kimyasal proses endüstrileri, (Çev. 1. Çataltaş), Cilt 1, 567 s.
- Stern A. C., 1977, Air pollution, volume II, Third edition, academic press, New York, 6849

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sümer, G., 1977, Seramik Sanayii el kitabı, Ankara, 425 s.
- Sümer, G., 1985, Seramik teknik kongresi bildiriler kitabı, Türkiye'de toprak hammaddeleri ve zenginleştirilmesi, 15-19 Nisan, ss 99-125.
- Tanişan H., Mete, Z., 1988, Seramik Teknolojisi ve Uygulaması, Söğüt, 232.s.
- Topuzoğlu, 1979, Çevre sağlığı ve işçi sağlığı, Hacettepe Üniv. Yayınları A-27, ss. 50-95.
- Velicangil, S ve Velicangil, Ö., 1987, Endüstri sağlığı , işçi sağlığı- iş hijyeni ve meslek hastalıkları, 15 gün basımevi, Ankara, 446s.
- Var.F., 1990, Bazı hava kirletici bileşenler için örnek toplama, deneysel analiz yeri değerlendirme yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniv. Müh. Mim. Fak., Kimya Müh. Böl., Eskişehir, 187.s.
- Wark, K. and Warner, C. F., 1976, Air pollution, its origin and control, 518 p
- Yalçın, N., Aydın, A. D., ve Sevinç, V., 1989, Tarım alanlarında motorlu araç trafiğinin yol açtığı Pb ve Zn birikimi, doğa TU. Müh ve Çev. D., ss 429-434.
- Yeşilbursa. G., 1982, Porselen sofrta malzemeleri üretimi ve kalite kontrol, Bitirme ödevi, İ.T.Ü. Kimya-Metalürji Fak. Metalürji Böl., İstanbul, 120.s.

EKI Sır bileşimlerinin hesabı

Ek-1 Sır bileşimleri Seger formülü, Reçete veya kimyasal analiz yardımı ile bulunabilir.

Sır yapımında kullanılan oksitlerin mol sayıları ile ifade edilmesine dayanan Seger formülü bazik oksitlerin mol sayılarının toplamının bir olmasını gerektirir. Bazik oksitler solda, amfoter oksitler ortada, asidik oksitler ise en sağda olacak şekilde yazılır.

Seger formülüne örnek olarak:

0.6 PbO

0.3 CaO

0.1 K₂O

0.2 Al₂O₃

1.6 SiO₂

yazımı verilebilir.

Sır reçetesi, sır yapısını oluşturan hammaddelerin yüzde oranı (%57.03 sülyen, %6.24 Mermer %16.11 Kaolen, %20.61 kuvars) Kimyasal analiz ise bileşimindeki oksitlerin yüzde (%47 SiO₂, %10 Al₂O₃, %3 Na₂O, %24 PbO, % 6 CaO % 10 B₂O₃) gösterir.

Seger formülü, sır reçetesi ve kimyasal analiz arasındaki bağıntıları açıkta göstermek üzere iki örnek verilebilir.

Seger formülü,

0.80 PbO

0.20 CaO

0.20 Al₂O₃

1.5 SiO₂

olan sıranın reçetesinin bulunması için öncelikle Seger formülündeki oksitlerin hangi hammaddelerden alınacağı belirlenip, her bir oksidin mol sayısı, alınacağı belirlenip, her bir oksidin mol sayısı, alınacağı hammaddesinin sırda kalan kısmının ağırlığı ile çarpılarak bulunan değerler toplanır. Elde edilen sayı toplam ağırlığı gösterdiğinden içindeki hammaddelerin yüzde oranları hesaplanarak sır reçetesi elde edilir.

PbO Sülyenden (Pb₂O₄); CaO Memerden (CaCO₃)

Al₂O₃ Kaolenden (Al₂O₃ . 2SiO₂ . 2H₂O); SiO₂ de,

kuvartsdan (SiO_2) sağlanır.

Ek-1 için Seger Formülünden sır reçetesini bulabilmek için gerekli hesaplamalar.

Hammaddeler	PbO	CaO	Al_2O_3	SiO_2
Sülyen: $0.80 \times 228.3 = 182.64$	0.80	-	-	-
Mermer: $0.20 \times 100 = 20$	-	0.20	-	-
Kaolen: $0.20 \times 258 = 51.60$	-	-	0.20	0.40
Kuvarts: $0.10 \times 60 = 66$	-	-	-	1.10
Toplam = 320.24	0.80	0.20	0.20	1.50

Sır reçetesi: %57.03 Sülyen, %6.24 Menmer, %16.11 Kaolen, %20.60 Kuvartsdır (Doğan, 1985).

Kimyasal analizi %47 SiO_2 , %10 Al_2O_3 , %3 NaO, %24 PbO, %6 CaO, %10 B_2O_3 olan bir sırnın Seger formülünün bulunması için her bir oksidin ağırlık yüzdesi, o oksidin molekül ağırlığı ile çarpılarak her bir oksidin mol sayısı bulunur. Bazik oksitlerin mol sayıları toplamının 1 olması gerektiği için bazik oksitlerin mol sayısı, toplanarak her bir oksidin mol sayısı, bazik oksitlerin toplam mal sayısına bölünür.

SiO_2	:	0.47	:	60	=	0.873
Al_2O_3	:	0.10	:	102	=	0.098
Na_2O	:	0.03	:	62	=	0.04
PbO	:	0.24	:	223	=	0.107
CaO	:	0.06	:	56	=	0.107
B_2O_3	:	0.10	:	70	=	0.142

Bazik oksitler	=	Na ₂ O	0.048
		PbO	0.107
		CaO	0.107
			+ _____
			0.262

$$\text{SiO}_2 \quad 0.783 \quad : \quad 0.262 \quad = \quad 2.99$$

Al_2O_3	0.098	:	0.262	=	0.37
Na_2O	0.048	:	0.262	=	0.18
PbO	0.107	:	0.262	=	0.41
CaO	0.107	:	0.262	=	0.41
B_2O_3	0.142	:	0.262	=	0.54

Seğer formülü için;

0.18	Na_2O		2.99	SiO_2
0.41	PbO	0.37	Al_2O_3	
0.41	CaO		0.54	B_2O_3

sonucu bulunur (Doğan, 1985).

Kuru ve sulu olarak hazırlanmış sırlarda sırlanacak mamülün özelliğine göre sırlamada farklı yöntemler uygulanır.