

İNCE SERAMİK HAM MADDELERİ
ve
PORSELEN İMALİ

Doç. Dr. Raşit TOLUN
Orta Doğu Teknik. Üniversitesi

ABSTRACT :

The article gives information about the manufacturing methods and properties of semivitreous, vitreous and porcelain tableware and whiteware. Sources and chemical properties of the, raw materials used for this purpose are indicated. Reserves and geographic distribution of such materials in Turkey are stated. Also the results of tests conducted at the M. T. A. laboratories pertinent of this subject are explained. The activities of M. T. A. Concerning the geologic and chemical studies are emphasized. The importance of these raw materials in the rapidly growing ceramics industry in Turkey and their economic aspects are explained.

Seramik tabiri eski Yunanca "Keramos" kelimesinden gelmektedir. "Keramos" yanlış şey mânasına gelir.

Çok eski devirlerde, seramik, killerden şekillendirmek ve kurutmak suretile eşya imâl etmek sanatı idi. Daha sonraları bu eşyaların pişirilmesi ile sağlam, sert ve suya mukavim malzemelerin imâli mümkün olmuştur.

Bir kilin su ile karıştırılması sonunda meydana gelen hamur seramik eşyaları imâli için umumiyetle uygun olmaz. Kilin yüksek hararete bir miktar erimesini sağlayan veya yüksek hararete hiç bir değişikliğe uğramayan tabii mineral maddelerin ilâvesi ile

elde olunan hamurların, şekil verme kuruma ve pişme vasıfları istenilen istikâmette değiştirilebilmektedir.

Bu gün modern şekil verme tekniğinin tatbik etmekte olduğu bir çok usullerde, kilin plâstik vasfından çok az faydalanılmakta ve hatta bazı hususî seramik eşyaların imâline yanan hamurların yapısına kil hiç girmemektedir.

Bu günkü anlamı ile seramik, esas itibarı ile mineral maddelerin öğütülüp karıştırılarak şekillendirilmesi ve pişirilmesi ile istenilen evsafa eşya imâli tekniğidir.

Seramik mataullerinin sınıflandırılması :

Kullanılan ham maddelerin emsine, bunların hamur karışımındaki nisbetlerine, pişme derecesine ve tatbik edilen dekorasyona göre adlandırılan seramik mamullerinin adedi pek çoktur.

Bunları hamurlarının gözeneklilik (Absorbsiyon veya su emme) ve camlaşma derecesine göre aşağıdaki sınıflara ayırmak mümkündür.

	Gözeneklilik (porosite)	Cinsi	Fransızca	Almanca	İngilizce
Hamuru Gözenekli	15	Tuğla, kiremit Çanak çömlek (Ateş tuğlası Refrakter)	Brique, Tuile Poteries (Brique refractère Produits refractères)	Ziegel Töpferware (Fuerfeste Steine, Erzeugnisse)	Brick, Tile Baked clay ware (Firebrick Refractories)
		Kaba fayans	Faïence commune	Tonsteingut Kalksteingut	Semivitreous (Walltile Earthenware)
		İnce fayans	Faïence fine	Feldspatsteingut	Semivitreous (Tableware)
Hamuru pek az gözenekli ve kısmen camlaşmış	3	Kaba gre	Grès naturel	Grobsteinzeug	Stoneware
	0.2	İnce gre Vitröz	Grès composé fin vitreuse	Feinsteinzeug	Vitreous whiteware
Hamuru gözeneksiz camlaşmış	0	Porselen	Porcelaine	Porsellan	Porcelain

İnce seramik ham maddeleri:

Yukarıda kısaca sınıflandırdığımız çeşitli seramik mamullerinden İnce Fayans, ince gre ve porselen, beyaz hamurlu olmalarından dolayı daha iyi evsafa ve daha temiz ham maddelere ihtiyaç gösterdiğinden, bunların imaline elverişli ham maddelere "ince seramik ham maddeleri" diyoruz.

İnce seramik mamullerinin yapılmasında esas itibarı ile aşağıdaki üç çeşit ham madde kullanılır.

1. Kaolen ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)
2. Feldspat ($K_2O (Na_2O) Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)
3. Kuvars (SiO_2)

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü memleketimizin bu ham maddeler bakımından zenginliğini yakinen tetkik etmektedir. Memleketimizde süratle gelişmekte olan bu sanayiye elverişli ham maddeler bir çok yerlerde bol miktarlarda bulunmuştur. Bu yazımızda bunların ancak bazılarında ve evsaflarından kısaca bahsolunacaktır.

1. Kaolen:

Kaolen ince seramik sanayiinin en mühim kil mineralidir. Umumiyetle granitli bölgelerde bulunur ve bu taşların içerisinde ki feldspat minerallerinin tahallülü neticesi hâsil olmuştur. Kaolin ekseriya saf halde bulunmaz. İçerisinde bir miktar ince Kuvars, Muskovit (Mika), Feldspat ve diğer kil mineralleri (Halosit: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O$ ve bazı hususi hallerde teşekkül eden Montmorillonit, İlli t v.s.) ile Kalsiyum, Magnezyum, Demir ve Titan ihtiva eden mineraller bulunabilir.

Plâstik kaolen ve killerde, plâstikliği, diğer kil mineralleri ile demir ve organik maddeler temin eder. Plâstik killerin demir tenörleri yüksek olduğundan, bunlar ince seramik hamurunun hazırlanmasında, demirsiz kaolenlere mümkün olduğu kadar az katılır. Saf kaolenin (veya kaolinit mineralinin) analizi aşağıdaki neticeleri verecektir:

	SiO ₂	: % 46.6
	Al ₂ O ₃	: % 39.5
(Ateşte ziyat)	H ₂ O	: % 139

Memleketimizde işletilmekte olan Arnavutköy (Eyüp) ve Mahmut Şevket Paşa (Beykoz)-Aktaşlar kaolen ve plâstik killere

alman bazı numunelerin analizlerinden aşağıdaki neticeler elde edilmiştir.

Lab. No.	028/1626	029/1627	016/1624	019
Yeri	Beykoz (Aktaşlar)	Beykoz [Aktaşlar]	Eyüp Arnavutköy	Eyüp Arnavutköy
SiO ₂	46.57	37.71	62.72	58.52
Al ₂ O ₃	38.19	43.70	27.02	28.42
Fe ₂ O ₃	1.76	1.12	0.88	0.48
TiO ₂	—	—	—	0.60
MgO	0.35	0.33	0.30	—
CaO	0.28	0.16	0.31	0.75
K ₂ O	0.81	0.07	0.28	0.67
Na ₂ O		0.52	0.40	0.34
A. Za.	12.90	17.40	7.05	10.22
Plâstiklik	İyi	Çok	Az	Az

Bu killerin rezervleri hakkında verilecek rakam ancak her tahlile tekabül eden tabakanın rezervi bilindiği taktirde bir kıymet ifade edebilecektir. Burada kısaca Beykoz plâstik kaolen yatağının 100-200 bin ton ve Arnavutköy kaolen yatağının 400-500 bin ton tahmin edildiğini belirtmek isterim.

Yukarıdaki tahlil neticelerinden bunların içerisinde ne miktar kaolen (kil), Kuvars, Feldspat olduğunu hesaplamak mümkündür.

No.	028/1626	029/1627	016/1624	019
Yeri	Beykoz	Beykoz	Arnavutköy	Arnavutköy Güngör Ozanlar Ocağı
Feldspat	4.75	3.5	4.—	7.—
Kaolen	93.—	75.—	66.—	68.—
Alümin	—	20.—	—	—
Kuvar's Sifts)	—	—	29.—	21.—

Bir seramik hamuru hazırlanırken yapılan karışımlarda bu killerdeki minerallerin nisbetleri ayrı ayrı nazarı itibare alınır ve elverişli plâstikliği temin edecek ve mümkün merteye az demir ihtiva edecek bir karışımın teminine çalışılır.

2. Feldspat:

Arz kabuğunu teşkil eden minerallerin en mühimlerinden biri olan feldspatlar plutonik sahrelerin % 59.5 unu teşkil ederler. Feldspatlardan sonra en mebzul mineral kuvarstır (% 12.—).

Feldspatların ekonomik istihsaline yarayan teşekküller umumiyetle pegmatit formasyonlarıdır. Bunlardan sonra aplit daykaları ikinci müh'im memba olarak ehemmiyet arzederler. Son zamanlarda feldspatın flotasyon yolu ile kuvarstan ayrılması mümkün olduktan sonra, grafik granit de bir feldspat membaı olarak önem kazanmıştır. Cam sanayiinde kullanılan nefelin syenit ucuzluğu ve-alümince zenginliği bakımından önemlidir.

Bir feldspat yatağının değerli olabilmesi için 4-6 metre kalınlığı olması ve bunun üçte birinin temiz feldspattan müteşekkil olması gerekir. Ekseriya bir miktar muskovit.(mika) ve kuvarsla karışık halde bulunan feldspatın bunlardan flotasyon yoluyla temizlenmesi mümkündür. Feldspatın demirinin çok az olması arzu edilir. Bir çok seramik mamulü için % 0.1 den az demirli feldspatlar aranır. Ekseriya % 0.5 demir bir mahzur teşkil etmez.

Feldspatlar kısaca üç özel mineral olarak mütalaa edilebilir:

1. Orthoklaz	:	K ₂ O	Al ₂ O ₃	6 SiO ₂
		% 16,9	% 18,4	% 64,7
2. Albit	:	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	6 SiO ₂
		% 11,8	% 19,4	% 68,8
3. Anortit	:	CaO	Al ₂ O ₃	2 SiO ₂
		% 20,1	% 36,6	% 43,3

Porselen hamuru için potasyumu bol feldspat, glazür için sodiyumu bol feldspat ve cam sanayii için kalsiyumu bol feldspat tercih edilir.

Memleketimiz feldspat yatakları bakımından oldukça zengindir. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü muhtelif yerlerde müh'im zuhurları rezervleri ve kaliteleri bakımından tetkik etmekte ve bunların flotasyon yoluyla temizlenmesi ile, süratle inkişaf etmekte olan ince seramik sanayiimize elverişli feldspat konsantrelerinin hazırlanmasını ince-

lemektedir. Aşağıda M. T. A. laboratuvarlarında bu maksatla hazırlanan feldspatlarımızdan bazılarına ait analiz neticelerini veriyoruz.

No.	Yeri	Cinsi	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O
1	Gördes (Demirci-Kurtutan)	Kuarsh feldspat	75.69	14.47	0.20	0.91	4.79	3.2
2	Gördes (Demirci-Kurtutan)	Feldspat konsantresi	66.77	19.78	0.17	1.08	7.07	4.7
3	Kırklareli (Üsküp)		66.84	18.40	0.60	0.32	8.75	5.0
4	Sivrihisar (Tekören)	" "	65.94	14.—	0.53	—	11.21	0.9

Yukarıdaki analiz neticelerinden bul feldspatların mineralojik yapıları hesaplandığı takdirde aşağıdaki neticeler elde olmuştur.

No.	Feldspat	Kuvars	Kaolen
1	% 60.6	% 33.5	% 5.5
2	% 87.1	% 7.5	% 5
3	% 96.4	% 3.—	—
4	% 85.—	% 14.—	—

Daha evvelce de belirttiğimiz gibi bu nisbetler seramik hamuru hazırlanırken nazarı itibare alınacaktır.

3. Kuvars:

Kimyasal terkibi saf silis olan kuvarsin en ekonomik membamı beyaz kum yatakları teşkil eder. Daha ziyade cam sanayii için işletilen bu kuvars kumlarının mümkün mertebe demirsiz ve bol kuvarslı olması gerekir. Bu maksatla bazen çakıl halindeki iri

kuvarslar seçilerek ısıtılıp kızdırılarak öğütülmesi kolaylaştırılır ve fayans imâlinde tercihen kullanılır. Kuvars, primer olarak kuvarsit yataklarında oldukça saf olarak bulunur. Ekonomik coğrafi durum bazı hallerde de bu sert kuvarsit taşlarının kırılıp öğütülerek kullanılmasını gerçekleştirebilir.

İnce seramik sanayiinde kullanılan kuvars umumiyetle % 0.1 den az demir ve % 95 ten fazla silis ihtiva eder. Tabiatte bol miktarda bulunan bu ham maddenin de feldspat gibi ekseriya demirli minerallerden temizlenmesi icab eder. Bu maksatla kuvars kumu evvelâ yıkanır elenir, kurutulur ve manyetik ayırıcılardan geçirilir. Son zamanlarda demirli minerallerin flotasyon yolu ile kuvarstan ayrılması imkân dahiline girmiş ve ekonomik alanda tatbik edilmeye başlanmıştır. Böylece her çeşit sanayiın arzu ettiği şartlarda temiz kuvars hazırlamak mümkündür.

Memleketimizin bir çok yerlerinde bol miktarda kuvars kumu ve kuvarsit yatakları mevcuttur. Bu zuhurlar M. T. A. tarafından incelenmiş ve mühim görülenlerin rezervleri tayin edilmiştir. Misal olarak, (Podima) yaklıköyde 5-10 milyon ton ve Kabakçada 3001 bin ton rezerv tesbit edilmiş olduğunu zikredebiliriz.

Aşağıdaki tabloda kuvars kumu yataklarından bazılarına ait numunelerin analiz neticeleri arz edilmiştir.

Y e r i	SiO ₂	AhO ₃	FeaO ₃	TiO ₂	CaO
Yalıköy (Podima)					
Beyaz	99.91	3.09	0.16	0.24	0.12
Beyaz (Podima)	99.89	0.09	0.27	0.32	0.06
Kabakça İst.					
yıkamış beyaz	97.-	0.20	0.30	0.50	0.30

Hiç şüphesiz bu kumlardaki demir ve titan minerallerinin büyük kısmı manyetik ayırıcılar veya flotasyon yolu ile temizlenebilir.

İnce seramik mamulleri:

İnce fayans:

İnce fayanslar diğer fayanslardan hamurunun beyazlığı sertliği ve sağlamlığı bakımından tefrik edilirler. Üzerleri porselende olduğu gibi şeffaf bir glazür ile kaplıdır, fakat, porselen gibi ziyayı geçirgenlik ("translüsid) hassaları yoktur. Ortalama terkipleri şöyledir:

Kaolen	: % 45
Feldspat	: % 10
Kuvars	: % 45

İnce fayans hamuru şekillendirildikten sonra kurutulur ve 1200 C° civarında pişirilir. Arzuya göre boyanır, süslenir ve 300400 C° de yeniden oksiden bir atmosferde organik maddeler yakılır. Sonra pişmiş eşya (bisküi) kurşunlu veya boratlı bir glazürle kaplanarak 900-1000 C° da yeniden pişirilir. Boratlı glazürler sağlık bakımından (kurşunlu glazürler gibi toksik olmadıkları için) şayanı tercihtirler.

İnce gre (Vitröz):

İnce fayans ile porselen arasındaki sınırı teşkil eden ince gre de feldspat nisbeti oldukça yüksektir. Bisküinin pişme derecesi 1280(430)0 C° dir. Üzerine sürülen glazür ile birlikte umumiyetle daha alçak derecede 1250 C° ikinci bir defa daha pişirilir, ince gre hamurunun terkiibi takriben şöyledir:

Kaolen	: % 50 (% 25 plâstik kil)
Feldspat	: % 30
Kuvars	: % 20

İnce gre sağlamlığı ve su emme derecesinin (gözeneklilik=porosite) düşüklüğü bakımından sıhhi malzeme imâlinde (lavabo v.s.) tercih edilmektedir.

Porselen :

Milattan iki asır evvel Cinde başlamış olan porselen imalâtına, ancak 16 inci asırda Almanyada ve 18 inci asırda Fransada muvaffak olunabilmiştir. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsünde bu sahada yapılan laboratuvar çalışmaları memleketimizdeki ham maddelerle porselen imâlinin mümkün olabileceğini fiilen ortaya koymuştur.

Porselen hamurunun hazırlanmasında kaolen, feldspat ve kuvars aşağıdaki nisbetler dahilinde kullanılırlar:

Kaolen	: % 40—65
Feldspat	: % 15—40
Kuvars	: % 10—30

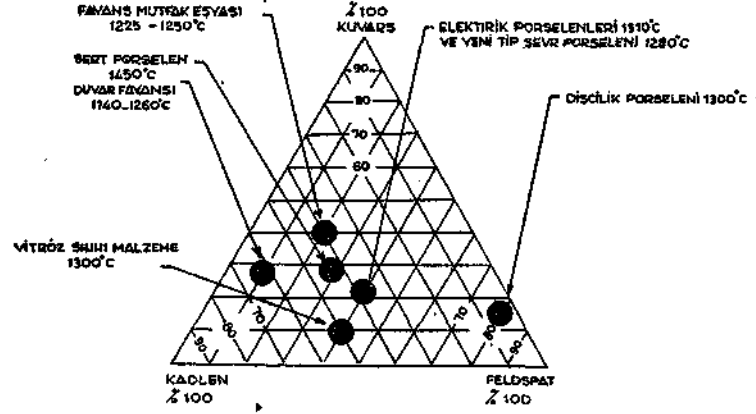
Burada kullanılan kaolen (ve plâstik kil) hamura gereken plâstikliği vermeye yarar; nisbeti yükseldikçe pişme derecesi de yükselir.

Feldspat 1200 C° civarında erimeye başladığından lüzumlu camlaşmayı ve yarı şeffaflığı temine yarar. Hamurdaki nisbeti yükseldikçe, pişme derecesi alçalır.

Kuvars, bilhassa pişme esnasında deformasyonu önlemesi ve şeffaflığı artırması bakımından hamura ilâve edilmektedir. Miktarı arttıkça pişme derecesi de yükselir.

Aşağıdaki diagram muhtelif ince seramik mamullerinin terbikini mukayese etmemizi mümkün kılmaktadır.

Porselen hamuru şekillendirildikten sonra evvelâ 950 C° civarında pişirilir (bisküi). Üzerleri glazürlendikten sonra daha yüksek



derecede, 1250 veya 1450 C° da, tekrar pişirilir. En yüksek pişme sühnetinden itibaren soğumaya bırakılan porselenlerin, tam beyazlığının temim için reduktor bir atmosferde bulunmaları gerekir.

Aşağıdaki tabloda 1250 C° da pişen bir porselen ile 1450 C° da pişen sert porselenin hamurlanm ve giderinin terkiple-ri verilmiştir.

	PORSELEN			SERT PORSELEN		
	Hamuru	Şeffaf	Mat	Hamuru	Şeffaf	Mat
Kaolen	290	17	16	360	7	4
Plâstik kil (Kaolen)	150			120		
Feldspat	370	43	55	300	23	14
Kuvars (Silis)	190	22	—	220	47	50
Mermer tozu	—	18	23		10	6
Alümin	—		6	—	13	26
Döküm çamuru veya glazür kesafeti	1.72	1.5	1.5	1.72	1.5	1.5
Bisküit	1000 C°			1000 C°		
Pişme		1250 C°	1250 C°		1450 C°	1450 C°

Laboratuvar {denemeleri:

M. T. A. laboratuvarlarında, memleketimizdeki ham maddelerle porselen imâlinin imkân dahilinde olup olmadığı Şaban Şükrü Erdiñç, Dietrich Eisenhart ve tarafımdan ay-ayn ayrı ve müstakilen denenmiş ve her üç şahsın tecrübeleri de muvaffakiyetle netice-lenmiştir.

Burada şahsen tecrübe ettiğim ve yukarıdaki 1250 C° da pişecek terkibe uygun terkipte hazırlanan porselen tecrübesini kısaca arzedeceğim.

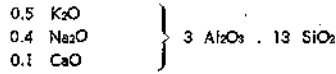
Ham maddeler 200 meş elekten (0.074 mm.) geçecek şekilde hazırlanmış ve aşağıdaki terkipte karıştırılmıştır.

No. Y e r i	Miktarı	I - s j k i b i			Şeffaf glazürün formülü	0.15 K ₂ O 0.12 FeO 0.73 CaO	0.6 Al ₂ O ₃ . 3.6 SiO ₂
		Kaolen	Feldspat	Kuvarz			
028 Beykoz	300.—	280.—	14.—				
019 Arnavutköy	120.—	82.—	9.—	25.—	Mat glazürün formülü	0.15 K ₂ O 0.12 Na ₂ O 0.73 CaO	0.6 Al ₂ O ₃ . 2.2 SiO ₂
Gördes Kuvarslı Feldspat	580.—	32.—	350.—	195.—			
	1000.—	394.—	373.—	220.—			

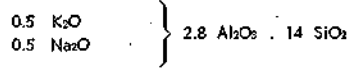
Bu karışım, 0,5 gr. Co (NO₃)₂ ve 14 cm³ deflokulan (Deflokulan: 8 gr. Na₂ CO₃ ve 75 cm³ su ve 25 cm³ cam suyu (% 40 sodyum silikat) çözeltisidir) ihtiva eden 450 cm³ su ile karıştırılmış ve 3 saat porselen bilyalı kepte döndürülmüştür.

Böylece elde olunan döküm çamurunun kesafeti: 1.7 ve pH sı: 7.5 dur.

Karışımın demir oksit tenörü % 0.7 dir. Kimyasal seramik formülü ise takriben:



Çin porselenin terkihi esas tutularak hazırlanan yeni tip Sevr porselenin formülü ise:



dir. 1280 C° da pişirilen bu hamur terkihi ile laboratuvarlarımızda iyi neticeler alınmıştır.

Glazür karışımı da yukarıda arzedilen şeffaf ve mat glazür terkihibine uymak üzere aşağıdaki terkiplerde hazırlanmıştır:

	Şeffaf	Mat
028 Beykoz	40	
029 Beykoz		220
016 Arnavutköy	170	
Gördes Feldspat Kons.	150	550
Gördes Kuvarslı Feldspat	460	
Mermer tozu (CaCO ₃)	180	230

Karışım, 700 cm³ su ile 15 kesafetinde bir süspansiyon halinde hazırlanarak, daldırma veya püskürtme yolu ile, bisküiler glazürle kaplanmıştır. Bisküiler 950 C° de pişirilmiştir. Nihai pişirme 1280 C-civarında 11 /2-2 saat kalacak şekilde yapılmıştır. Sühnet kontrolü için 9 Tm lu pirometrik koninin (Seger Kegel) eğilmeye başlama sühneti en uygun olarak müşahade edilmiştir. Soğuma başlangıcında elektrik cereyanı kesilerek, bir bek ile havagazi verilmiştir (Redüksiyon).

Bu şekildeki bir çalışma ile, fincan, tabak, vazo ve sigara tablası şeklinde dökülen eşyalarda translüsidlik ve sağlam bir porselen karakteri tesbit edilmiştir.

NETİCE:

M. T. A. Enstitüsünün ince seramik Tiaftı maddeleri üzerinde şimdiye kadar yapmış olduğu saha ve laboratuvar çalışmaları, bu sanayinin memleketimizde inkişafının mümkün ve verimli olacağını ortaya koymuş bulunmaktadır. Halen yalnız ince fayans maddelerini piyasaya arzedilen seramik fabrikalarımızın, çok yakında, modern kaolen, kil ve feldspat hazırlama tesisleri ye daha yüksek suhnetli fırınları sayesinde vitroz ve porselen imâl etmeleri ile, memleket ekonomisinde büyük bir rol oynayacak olan mühim bir döviz tasarrufu sağlanmış olacaktır.

