

**SÖĞÜT BÖLGESİ KİLLERİNİN  
ZENGİNLEŞTİRİLEREK YER VE  
DUVAR KAROSU BÜNYELERİNDE  
KULLANIM OLANAKLARININ  
ARAŞTIRILMASI**

**Serdar YILMAZ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Maden Mühendisliği Anabilim Dalı**

**2005**

**CONCENTRATION OF SÖĞÜT  
DISTRICT CLAYS AND POSSIBLE  
USE OF CONCENTRATED CLAYS  
IN FLOOR AND WALL TILE BODIES**

**Serdar YILMAZ**

**Master of Science**

**Department of Mining Engineering**

**2005**

**SÖĞÜT BÖLGESİ KİLLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLEREK YER VE DUVAR  
KAROSU BÜNYELERİNDE KULLANIM OLANAKLARININ  
ARAŞTIRILMASI**

**Serdar YILMAZ**

**Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı  
Cevher Hazırlama Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır**

**Danışman: Prof. Dr. Yaşar UÇBAŞ**

**Eylül, 2005**

Serdar YILMAZ'ın YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırladığı “Söğüt Bölgesi Killерinin Zenginleştirilerek Yer ve Duvar Karosu Bünyelerinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Prof. Dr. Yaşar UÇBAŞ

Üye :

Üye :

Üye :

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

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Bu çalışmada Söğüt Bölgesi kumlu killeri, eleme, manyetik ayırma ve çöktürme yöntemiyle zenginleştirilerek kullanım alanları ve oranlarının artırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla Avdanlık, Akçaalan ve Çiğdemlik mevkilerinden alınan 5 ayrı örnek su ile açılıp elenerek manyetik ayırmaya tabi tutulmuş sonrasında çökelmeye bırakılmıştır. Çökelmeden sonra su atılarak çökelek 3 tabakaya ayrılmıştır.

Her bir kil için tüvenan kilden, eleme, manyetik ayırma ve çöktürme deneylerinden elde edilen ürünlerden örnekler alınmış; bu örnekler yer ve duvar karosu bünyelerinde kullanılmaya çalışılmıştır.

Çalışmalar sonucunda; Çiğdemlik Kumlu Kili I'ın duvar karosunda %12 ve yer karosunda %6 oranında, Çiğdemlik Kumlu Kili II'nin sadece yer karosunda %6 oranında, Avdanlık Kumlu Kilinin duvar karosunda %13 ve yer karosunda %11 oranında, Akçaalan Kumlu Kilinin duvar karosunda %14 ve yer karosunda %7 oranında, Akçaalan Killi Kumunun sadece duvar karosunda %4 oranında kullanılabileceği görülmüştür.

## ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate possible use of Söğüt Region Sandy Clays in the floor and wall tile bodies after the concentration steps of dispersing, screening, magnetic separation and sedimentation. For this purpose, five different clay samples named Çiğdemlik Sandy Clay I, Çiğdemlik Sandy Clay II, Avdanlık Sandy Clay, Akçaalan Sandy Clay and Akçaalan More Sandy Clay were taken from Çiğdemlik, Avdanlık and Akçaalan regions. Samples were sequentially subjected to screening, magnetic separation and finally sedimentation tests following their initial dispersion in water. After sedimentation water was removed and settled solids were separated into three layers.

Samples were taken after each step of concentration tests and their use in the wall and floor tile bodies were tested. The results of those tests are summarized as following.

- Çiğdemlik Sandy Clay I could be used in a wall and floor tile bodies with ratios of 12 and 6%, respectively.

- Çiğdemlik Sandy Clay II could only be used in a floor tile body with a ratio of 6%.

- Avdanlık Sandy Clay could be used in a wall and floor tile bodies with ratios of 13 and 11%, respectively.

- Akçaalan Sandy Clay could be used in a wall and floor tile bodies with ratios of 14 and 7%, respectively.

- Akçaalan More Sandy Clay could only be used in a wall tile body with a ratio of 4%.

## TEŐEKKÖR

Tez çalıőmamın baőladıđı günden bu yana ilgisini, bilgisini ve sabrını esirgemeyen tez danıőmanını hocam Sayın Prof. Dr. Yaşar UÇBAŞ'a sonsuz minnet ve őükranlarımı sunuyorum.

Ayrıca bu tezin oluőturulmasında emeği geçen herkese katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Yine tüm bu süreçte bana katlanıp destek olan eőim, kızım, ailem ve herkes... Sizleri çok seviyorum.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	I
<b>ABSTRACT</b> .....	II
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	III
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	IV
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	VII
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KİLLER HAKKINDA GENEL BİLGİ</b> .....	2
2.1. Killerin Sınıflandırılması.....	4
2.2. Kil ve Özellikleri.....	5
2.3. Kil Yataklarının Oluşumu.....	6
2.3.1. Killerin Kimyasal ve Mineralojik İçeriği.....	8
2.4. Kil Yataklarının Aranması ve Değerlendirilmesi.....	11
2.5. Kil Yataklarının İşletilmesi.....	13
2.6. Hammadde Teknolojisi.....	15
2.6.1. Killerin Kimyasal Bileşimleri.....	15
2.6.2. Killerin Mineralojik Bileşimi.....	16
2.6.3. Killerin Plastisite Özelliği.....	16
2.6.4. Kuruma ve Pişme Küçülmesi.....	17
2.6.5. Kuru Bağlama Mukavemeti.....	17
2.6.6. Pişme rengi ve Ateşteki Kaybı.....	17
2.6.7. Killerin Termik Özellikleri.....	18
2.6.8. Ateşe Dayanıklılık ve Sinterleşme Özellikleri.....	18
2.6.9. Üretim Özellikleri.....	18
2.7. Killere Etki Eden Faktörler.....	19
2.7.1. Serbest Silis.....	20



## İÇİNDEKİLER (devamı)

2.7.2. Alüminyum Bileşikleri.....	20
2.7.3. Alkali Bileşikleri.....	20
2.7.4. Kalsiyum Bileşikleri.....	20
2.7.5. Demir Bileşikleri.....	21
2.7.6. Titanyum Bileşikleri.....	21
<b>3. KARO FAYANS YAPIMINDA KULLANILAN DİĞER HAMMADDELER</b>	<b>21</b>
3.1. Feldspat.....	21
3.2. Pegmatit.....	22
3.3. Kalsit .....	22
3.4. Killer.....	22
3.5. Kuvartz.....	22
<b>4. SÖĞÜT BÖLGESİNİN STRATİGRAFİSİ, TEKTONİĞİ, MİNERALOGİSİ</b>	<b>23</b>
4.1. Stratigrafi Birimleri.....	23
4.1.1. Temel Karmaşığı.....	24
4.1.1.1. Çatlı Metamorfiti.....	24
4.1.1.2. Söğüt Granitoyidi.....	26
4.1.1.3. Karasu Spiliti.....	27
4.1.2. Bayırköy Formasyonu.....	27
4.1.3. Bilecik Kireçtaşı.....	28
4.1.4. Gökçekaya Formasyonu.....	29
4.1.5. Yeniköy Volkaniti.....	30
4.1.6. Geçitli Formasyonu.....	31
4.1.7. Küre Formasyonu.....	31
4.1.7.1. Avdan Kilitaşı-Kumtaşı Üyesi.....	31
<b>5. İSTANBUL – ŞİLE KAOLİNİTİK KİL YATAKLARI</b> .....	<b>35</b>
5.1. İstanbul Killerinin Seramikte Kullanımı.....	37
5.2. İstanbul – Söğüt Bölgesi Killerinin Karşılaştırılması.....	38
<b>6. SERAMİK SEKTÖRÜ</b> .....	<b>42</b>

## İÇİNDEKİLER (devamı)

6.1. Kapasite ve Üretim.....	43
6.2. Seramik Kaplama Malzemeleri Sektörünün Dünyadaki Konumu ve Geleceği	44
6.3. Seramik İhracatının Değerlendirilmesi.....	45
6.4. Seramik Sektörünün Son Dönemde Yaşadığı Temel Sorunlar.....	48
<b>7. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>54</b>
7.1. Malzeme ve Yöntem.....	54
7.1.1. Malzeme.....	54
7.1.2. Yöntem.....	54
7.1.2.1. Kil Açma.....	54
7.1.2.2. Eleme.....	54
7.1.2.3. Manyetik Ayırma.....	55
7.1.2.4. Çöktürme.....	55
7.1.2.5. Karo Fiziksel Testler.....	56
7.1.2.5.1. Pişme Çekmesi.....	56
7.1.2.5.2. Mukavemet Testi.....	56
7.1.2.5.3. Su Emme Testi.....	57
7.1.2.6. Kimyasal Testler.....	57
<b>8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>58</b>
8.1. Çiğdemlik Kumlu Kili-I.....	58
8.2. Çiğdemlik Kumlu Kili-II.....	61
8.3. Avdanlık Kumlu Kili.....	63
8.4. Akçaalan Kumlu Kili.....	66
8.5. Akçaalan Killi Kumu.....	69
<b>8. GENEL SONUÇLAR.....</b>	<b>71</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>72</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Degens'e Göre Killerin Sınıflandırılması.....</b>	<b>4</b>
<b>R.L. Bates'e göre Killerin Sınıflandırılması.....</b>	<b>4</b>
<b>Bazı Kil Minerallerinin Kimyasal Bileşimleri.....</b>	<b>5</b>
<b>İstanbul ve Söğüt Bölgesi Killerinin Bazı Özellikleri.....</b>	<b>40</b>
<b>İstanbul ve Söğüt Bölgesi Killerinin Diğer Özellikleri.....</b>	<b>41</b>
<b>Seramik Kaplama Malzemeleri Sektörü 2003 Profili.....</b>	<b>42</b>
<b>Seramik Sektörü 1997-2001 Yılları Kapasite ve Üretim Durumu.....</b>	<b>43</b>
<b>Çiğdemlik Kumlu Kili-I.....</b>	<b>58</b>
<b>Çiğdemlik Kumlu Kili-II.....</b>	<b>61</b>
<b>Avdanlık Kumlu Kili.....</b>	<b>63</b>
<b>Akçaalan Kumlu Kili.....</b>	<b>66</b>
<b>Akçaalan Killi Kumu.....</b>	<b>69</b>

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz seramik kaplama malzemeleri sektörü ihracatta dünyada üçüncü sıradadır. Ülkemizin bu durumunu sürdürebilmesi ve daha da iyi yerlere gelebilmesi için daha ucuz ve kaliteli ürünler üretmesi kaçınılmazdır.

Seramik kaplama malzemeleri sektörü Bilecik-Söğüt, Eskişehir, Kütahya ve İzmir yörelerinde yoğunlaşmıştır. Sektör kil ihtiyacının büyük bir kısmını İstanbul'dan sağlamaktadır. Bu ise nakliye masraflarını dolayısıyla yer ve duvar karosu üretim maliyetlerini arttırmaktadır.

Söğüt bölgesinde çok miktarda kilin bulunduğu bilinmektedir. Eğer bu killer tüvenan olarak veya zenginleştirilerek seramik sektöründe kullanılabilir yada kullanım oranları arttırılabilir ise İstanbul kilinin nakil masrafları ortadan kalkacak ve sektör rezervi günden güne azalan ülkemiz killerinin ömrünü uzatmış olacaktır. Ayrıca sektör İstanbul kiline bağımlı kalmayacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Söğüt bölgesi killerinin tüvenan olarak veya zenginleştirilerek yer ve duvar karosu bünyesinde kullanım olanaklarının araştırılmasıdır.

## 2. KİLLER HAKKINDA GENEL BİLGİ

Kil, bir kayaç terimi olarak, sedimanter kayaçların ve toprakların mekaniksel analizlerinde tane iriliğini ifade eden bir terim olarak kullanılmaktadır. Wentforth tarafından 1922'de tane büyüklüğü 4 mikrondan (1/256 mm) daha küçük taneciklere kil denmesi teklif edilmiştir. Kil terimi jenezi belirtmez. Terim, hem hidrotermal faaliyetin sebep olduğu bozunma mahsulleri için hem de sedimantasyon yoluyla çökelmiş malzemeler için kullanılır. Genel olarak kil, belirli bir kristal yapısına sahip, doğal, toprağımsı, ince taneli, belirli miktarda su katıldığı zaman plastikliği artan bir malzemedir. Killer, başlıca kil minerali olarak bilinen bir mineral grubunun bir veya daha fazla üyesinin son derece küçük, kristal yapısına sahip parçacıklarından oluşur.

Kil mineralleri esas itibariyle alüminyum hidrosilikatlarıdır. Bazı minerallerde alüminyumun yerini tamamen veya kısmen Fe veya Mg alır. Alkali mineraller veya alkali metaller kil minerallerinin esas bileşenleri olarak bulunurlar. Bazı killer tek bir kil mineralinden ibarettir. Fakat çoğu birkaç mineralin karışımıdır. Killer içinde kil mineraline ilaveten kuvars, kalsit, feldspat ve pirit gibi mineraller "kil olmayan malzeme" olarak bulunurlar. Birçok killer de organik maddeleri ve suda çözünebilen tuzları ihtiva ederler. (Akıncı,MTA)

Kil mineralleri tabaka yapılı alüminosilikatlarıdır. Plastik özellikleri tabakalarının plaka şeklinde olması ve bu plakaların birbiri boyunca su sayesinde kayma özelliğine dayandırılır.

Killer kimyasal bileşimleri bakımından çok değişkendirler. Saf kaolinit ile fazla miktarda yabancı maddeleri ihtiva edenler arasında değişik bir sıralanma gösterirler. Killerin kimyasal analizleri nadiren kil minerali tiplerini birbirinden ayırt etmede kullanılırlar, fakat X ışınları difraksiyonu ve diferansiyel termik analizler gibi tanıma metotları için iyi bir yardımcıdır. Kaolin tipi mineraller genellikle montmorillonit, illit ve klorit tipi minerallerden  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  oranıyla ayrılırlar. Bu oran iyi kaolin veya kaolinit killerinde yaklaşık 2/1 olup, diğerlerinde ise 3/1 dir. Kimyasal analizler

örneğin seramiğin çeşitli kullanım alanlarında demir içeriğinin çok düşük olması veya bazı refrakterlerde alüminyum içeriğinin belirli bir yüzdenin üstünde olması gerektiği hallerde önem kazanmaktadır

Kaolin grubu mineralleri sulu alüminyum silikatlarıdır ve  $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  şeklinde ifade edilebilir. Kaolinit en çok rastlanan kaolin mineralidir. Dikit ve nakrit bazı hidrotermal çökelti hariç nadiren bulunur.

Halloysitin kimyasal bileşimi  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  şeklindedir. Halloysit  $60^\circ\text{C}$  de suyunu kaybetmekle metahalloysite dönüşür. Kaolinit  $1000^\circ\text{C}$  civarında ısıtılırsa, mullit kristalleri oluşur.

Montmorillonit teorik olarak  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 'dur. Fakat teorik formül şebeke yapısına giren ilavelerle değişebilir. Alüminyum, çinko ile yer değiştirdiği zaman sosonit, demir ile yer değiştirdiği zaman nontronit, Mg ile yer değiştirdiği zaman hektorit meydana gelir. Hektorit aynı zamanda lityum da ihtiva eder.

Vermikülit, eş boyutlu, genişleyebilen bir mineraldir. Montmorillonitten, onun kadar genişlememesi ve tabakalarının istifinde daha az düzenlilik görülmesi bakımında ayrılır.

İllit, mikaya benzer kil minerallerine verilen genel bir isimdir. Potasyum iyonlarının birim tabakaları arasında köprü vazifesi görmesi ve bunları bağlamalarından dolayı genişlemezler.

Kloritlerin yapısını münavebeli mika ve brusit tabakaları sağlar.

Sepiolit bir sulu magnezyum silikatıdır. Yapı bakımında atapuljitten ayrılır. Poligorsikit, sepiolitteki Mg iyonlarının kısmen Al iyonlarıyla yer değiştirmesi sonucunda oluşan ve sepiolit ile atapuljit arasındaki mineral grubuna verilen isimdir.

(Akıncı,MTA)

## 2.1. KİLLERİN SINIFLANDIRILMASI

Kil terimi jenezi belirtmez. Terim, hem hidrotermal faaliyetin sebep olduğu bozuşma ürünleri için hem de sedimantasyon yoluyla çökelmiş taneler için geçerli bir kavram olarak sayılmakta olup, bu tür küçük parçacıkları oluşturan minerallere göre kimyasal sınıflamalar yapılmıştır. Bu sınıflandırmalar Çizelge 1 ve 2’de verilmiştir. Bazı kil minerallerinin kimyasal analizleri de çizelge 3’de gösterilmiştir. (Tanışan ve Mete, 1985)

**Çizelge 1: Degens’e göre killerin sınıflandırılması**

YAPI	GRUP	CİNS
2 Tabakalı olanlar	Kaolinit Grubu	Kaolinit
	a- Eş boyutlu olanlar	Dikit
	b- Bir yönde uzamış olanlar	Halloyisit
3 Tabakalı olanlar	Smektit Grubu	Montmorillonit
	İllit Grubu	Beidellit
	Vermikülit Grubu	İllit
		Vermikülit
4 Tabakalı olanlar	Klorit Grubu	Klorit
Zincir Yapısı olanlar	Sepiyolit Grubu	Sepiyolit
		Atapulgit
		Poligorskit

**Çizelge 2: R.L.Bates’e göre killerin sınıflandırılması**

	BİLEŞİM	KÖKEN
<b>A.KAOLİNİT GRUBU</b>		
1- Kaolinit	$Al_2SiO_5(OH)_4$	Ayrışma, hidrotermal ayrışma
2- Dikit	$Al_2SiO_5(OH)_4$	Hidrotermal ayrışma
3- Nakrit	$Al_2SiO_5(OH)_4$	Hidrotermal ayrışma
4- Anaksit	$Al_2SiO_5(OH)_4$	Hidrotermal ayrışma
5- Halloyisit	$Al_2SiO_5(OH)_4$	Ayrışma
6- Endellit	$Al_2SiO_5(OH)_4 \cdot 2H_2O$	Ayrışma
<b>B. SMEKTİT GRUBU</b>		
1- Montmorillonit	$Mg_2Al_{10}Si_{24}(OH)_{12}(Na,Ca)$	Hidrotermal ayrışma
2- Nontronit	$FeSi_{22}Al_{22}O_{60}(OH)_{12}(Na_2)$	Hidrotermal ayrışma
3- Saponit	$Mg_{18}Si_{22}Al_{22}O_{60}(OH)_{12}(Na_2)$	Hidrotermal ayrışma
4- Beidellit	$Al_{13}Si_{19}Al_5O_{60}(OH)_{12}(Na)$	Hidrotermal ayrışma
5- Hektorit	$Li_2(Al,Fe,Mg)(Si_2Al_2)O_5(OH)$	Ayrışma
<b>C.İLLİT GRUBU</b>		
1- İllit	$(Al_4Fe_4Mg_6)O_{20}(OH)_4Ky(Si_{8-y}Al_y)$	Ayrışma(Hidromika Grubu)

<b>D. KLORİT GRUBU</b>		
1- Atapulgit	$Mg_5Si_8O_{20}(OH)_2 \cdot 4H_2O$	Ayrışma, kim. çökelim
2- Sepiyolit	$Mg_6Si_8O_{20}(OH)_4 \cdot nH_2O$	Ayrışma, kim. çökelim
3- Allofan	$Al+SiO_2+H_2O$	Ayrışma

**Çizelge 3: Bazı kil minerallerinin kimyasal bileşimleri (TamışanH.H., MeteZ., 1985)**

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	TOPLAM
<b>Kaolinit</b>	46,90	37,4	0,66	0,27	0,29	0,84	0,44	0,18	12,95	99,92
<b>Nakrit</b>	44,75	39,48	0,53	0,19	0,13	0,34	0,22	-	14,40	100,94
<b>Dikit</b>	46,86	37,12	1,43	0,09	0,22	0,60	0,07	0,51	12,99	99,89
<b>Halloysit</b>	44,75	36,94	0,31	-	0,11	0,60	-	-	17,42	100,01
<b>Anauxit</b>	54,32	29,96	2,00	0,14	0,32	-	0,37	-	12,64	99,75
<b>Nontronit</b>	40,54	5,19	31,63	0,06	1,92	0,24	0,14	-	20,75	100,47
<b>Klorit</b>	31,44	17,62	-	37,64	-	-	-	-	13,19	99,89
<b>Proklorit</b>	23,69	21,26	26,52	17,60	3,22	-	-	-	7,63	99,92
<b>Sepiyolit</b>	52,50	0,60	2,99	21,31	0,47	-	-	-	21,27	99,14
<b>Atapulgit</b>	57,85	7,89	2,82	13,44	0,30	0,08	0,53	-	16,95	99,86

## 2.2. KİL VE ÖZELLİKLERİ

Kil, ısladığı zaman çeşitli şekiller alabilen, geçirimsiz, yumuşak, yağlı bir topraktır. Yeryüzünde ve yer kabuğunun az veya daha derin yerlerinde tabakalar halinde ve mineral yataklarında dağılmış kütleler halinde bulunur. Keza göl ve okyanus dibinde, çöllerin altında ve nehir deltalarında rastlanır.

Kil, çok ince taneli bir kayadır. Kilin esas maddesi alüminyum silikat olup türüne göre Mg ve Fe gibi diğer elementleri de içerirler. İnce taneler 2-5 µ olduğundan gözle veya normal mikroskopla ayırtılmeleri hemen hemen mümkün değildir.

Genellikle belirli şartlar altında feldspatların ayrışması veya volkanik kütlelerin oldukları yerde bozuluşu veya yıkanmasıyla minerallerin değişmesi ile meydana geldikleri bilinmektedir.



Killerin ergime noktası 1150°C'den 1785°C'ye kadar olan sınırlar arasındadır. Kil minerallerinin özgül ağırlığı; kaolen 2,6-2,68, halloysit 2,0-2,2, illit 2,76-3 şeklindedir.

### 2.3. KİL YATAKLARININ OLUŞUMU

Kil yatakları, kaolinlerin killi şist, grovak ve feldspatça zengin kayaçların alterasyon örtüsünün aşınma ve taşınması sonucu tatlı su havzalarında çökmesinden oluşur. Kaolin ve kil teşekkülü tektonik ve epirojenetik hareketlerin yavaşladığı, iklimin yağışlı ve sıcak olduğu devirlerde yaygındır. Aşınma ve taşınma sürati kaolinleşmeyi hazırlayan kimyasal olayların sona ermesine imkan vermezse, oluşan kil ve kaolin yataklarının kalitesi (tane inceliği, plastisite, ateşe dayanıklılık ve homojenite yönünden) düşük olur.

Kil yatakları genellikle ters yerleşimlidir. Jeolojik yaş ile beraber diyajenez etkisi arttığından killer, refrakter killer, boksitler ve şifertona dönüşerek plastisite özelliğini geniş ölçüde kaybederler. İnce seramik killeri ve bağlayıcı killer genellikle neojen, refrakter killer eosen, boksitler ve şifertonlar karbonifer yaşlıdır. Fakat tektonik basınçlardan korunmuş bölgelerde, örneğin Rus stabil şelfi örtüsünde, henüz plastisite özelliğini kaybetmemiş kambriyen ve silurien yaşlı kil yatakları bulunmaktadır.

Denizel oluşumlu kil yatakları, hem killi şistlere dönüşmüş olduklarından hem de ateşe dayanıklılığı azaltan unsurları içerdiklerinden ticari değere sahip değildir. Ancak tektonizma sonucu su yüzüne çıkarak alterasyon sonucu neojen killerine dönüşebildiklerinde önemlidirler.

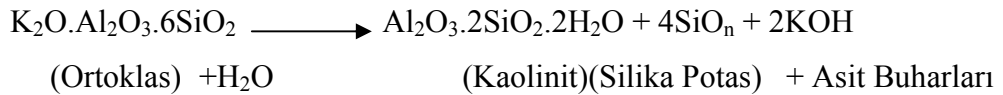
Yüksek kaliteli kil yataklarının oluşumunda humus asitli suların büyük rol oynadıkları linyit-kil ve taşkömürü-şiferton parajenezinden anlaşılmaktadır. Bu asitlerin hem feldspat artıklarını kaolinleştirmesi hem de killerin refrakter özelliğini bozan unsurları eritmesi ve renkli oksitleri uzaklaştırması, killerin kalitesini yükseltmektedir. (Sümer G.,1988)

Killer jeolojik olarak ince ve çok ince tane irilikli primer ve sekonder orijinli muhtelif minerallerden müteşekkildir. Killer tabii halde pek çok farklı mineral ihtiva etmekte olup bunlar saf killeri teşkil etmemektedir. Bununla birlikte, tüm killerde mineraller veya mineral sınıfları mevcut olup bunlara kil mineralleri denir.

Killer muhtelif formlarda bulunabilir. Bazıları yumuşak çamur olarak, bazıları yumuşak katı madde olarak ve bazıları da tabakalı taşlar halinde bulunur. Bazı killer yüzeyden çok derinlerde kalın yataklar halinde veya dar şeritler halinde bulunur (refrakter killeri). Diğer killer yüzeye yakın bulunurlar ve bunlar su ile taşınarak birikmiş killerdir.

Tüm kil rezervlerini kumlu formasyonlardan ayırt etmek için “Argilaceous” ve kil olarak oluşum taşlarından da ayırt etmek için “Clastik” olarak sınıflandırılır. Yeryüzünde ilk teşekkül eden kayalar, volkanik masselerden teşekkül etmiş olup granite, diyorite benzemektedir. Primer kaya oluşumları diye adlandırılan bu taşlar feldspat, mika ve kuvarz ile diğer muhtelif mineralleri ihtiva etmektedir. Jeolojik zamanla bu kayalar hava, su ve diğer tabiat şartlarının etkisi altında değişime uğramıştır. Sert kristalli mineraller tamamıyla ince taneli “sekonder” minerallere dönüşmüştür. (Sümer G.,1988)

**i) Hypogenik Değişimler :** Yeryüzü altındaki minerallerde ısı veya kimyasal reaktiflerin etkisi altında oluşan değişikliklerdir. Granitin kaolin haline, feldspatın yüksek sıcaklık ve basınç altında kaolinite dönüşümü gibi hidroliz reaksiyonu :



**ii) Epigenik Değişimler :** Bunlar yüzeyde oluşan reaksiyonlardır. 4 tip oluşum söz konusudur.

1. Bünyede bulunan hava, su buharı ve diğer maddelerin etkisi,
2. Yağmur, akarsular, dolu göller veya deniz şeklindeki suyun etkisi,

3. Buzullarda olduğu gibi kar ve buzun etkisi,
4. Bitkiler ve hayvanların büyümeleri ve ölmeleri halindeki etkileri.

Ana kayanın mekaniksel ve kimyasal parçalanmasını kapsayan aşınma reaksiyonları 2 tiptir. Kaya içindeki suyun donması ve kayayı parçalaması buna örnektir. Kimyasal parçalanma daha ziyade kayanın yüzey alanının artmasıdır. Dış etkiler altında ana kaya ayrışma uğrar ve gayet ince primer ve sekonder mineralleri oluşur. Mezkür minerallerin bir kısmı kalır ki bunlara “kalıcı kil” denir. Bazılarında başka yerlere taşınır ki bunlara “biriken kil” denir.

Kalıcı killer genellikle hypogenik şartlar altında oluşur. Genellikle içlerinde iri taneli primer mineraller bulunur ve bazı durumlarda çok derinlere kadar değişime uğramışlardır. (Sümer G.,1988)

Birikmiş killer en fazla bulunan kil tipi olup karakterleri taşınma ve birikme şekline göre değişir. Bu sınıfa giren kil tipleri şunlardır:

Fluviatil : Bunlar bir nehrin akış vadisi boyunca çökelen killerdir.

Glacial : Bunlar büyük buzul (glacie) ile taşınmış killerdir.

Estuarine veya Delta : Bunlar bir nehrin ağzında oluşmuşlardır.

Lacustrine : Bunlar taze su göllerinde biriken killerdir.

Marin : Denizde veya okyanusta çökelen killerdir.

Aeolian : Hava ile taşınan killerdir.

### **2.3.1. KİLLERİN KİMYASAL VE MİNERALOGİK İÇERİĞİ**

Killer nadiren saf bulunur. Bazı killerde tek mineral hakim olmasına rağmen beraberindeki yabancı maddeler materyalin özelliklerini oldukça etkiler. Kil serbest durumda şunları içerir :

- Primer orijinli mineraller,

- Primer minerallerin kimyasal ve fiziki işlemlerinin neticesinde parçalanmasından meydana gelen sekonder mineraller.

Kil içinde bulunan yabancı maddelerin etkisi ise şunlara bağlıdır :

Kil kullanıldığında gösterdiği özellik,

Oluştukları oranlar,

Kil tanelerinin ve yabancı maddelerin ebadı ve şekli,

Reaksiyonların olduğu şartlar.

Kilde bulunan esas unsurlar ise şunlardır :

- a) Silika,
- b) Alümina
- c) Alkali ihtiva eden mineraller,
- d) Demir bileşikleri,
- e) Kalsiyum bileşikleri,
- f) Baryum bileşikleri,
- g) Magnezyum bileşikleri,
- h) Titan bileşikleri,
- i) Bazı killerde az oranda bulunan mangan ve diğer bileşikleri,
- j) Diğer elementleri de içeren kompleks alümina-silikatlar,
- k) Karbonlu maddeler,
- l) Nem ve kolloid suyu,
- m) Değişken bazlar.

Silika minerallerin killere etkisi şunlardır;

- a) Plastisiteyi azaltır,
- b) Kuruma ve pışme çekmesini azaltır,
- c) Kopma ve kırılma mukavemetini azaltır,
- d) Birçok durumda refrakterliği azaltır.

Alümina, killerde; feldspat, mika, hornblend, turmalin ve diğer alümina-silikatları halinde bulunur. Alüminanın killere etkisi şunlardır :

Kilin plastisitesini azaltır,

Alümina yüzdesi %5'den büyük olduğunda kilin refrakterliğini artırır.

Killerde bulunan başlıca alkaliler ise şunlardır :

- a) Feldspat, mika veya sulu mika gibi silikatlar veya alümina-silikatlar,
- b) Kil mineral kristallerinin yüzeyinde bulunan adsorbe katyonlar,
- c) Potasyum sülfat, sodyum sülfat ve sodyum klorür gibi çözünür tuzlar.

Alkaliler killerin refrakterliğini veya vitrifikasyon sıcaklığını azaltır.

Killerde bulunan başlıca demir bileşikleri; demir (3) oksit ( $Fe_2O_3$ ), demir (2) oksit ( $FeO$ ), manyetik demir oksit ( $Fe_3O_4$ ), demir sülfürleri ( $FeS$  ve  $FeS_2$ ), demir karbonatları ( $FeCO_3$ ), demir (2) ve (3) hidroksitleri, demir silikatlar ve demir alümina-silikatlar, demir (2) alüminat ve çözünür demir tuzlarıdır. Killerdeki demir bileşiklerinin başlıca etkileri şunlardır :

1. Rengi değiştirirler,
2. Kilin refrakterliğini azaltırlar,
3. Çözünen demir bileşikleri ürün üzerinde köpürme yaparlar,
4. Pişmiş kilde kolaylıkla görülebilen demir lekeler oluştururlar.

Killerde bulunan başlıca kalsiyum bileşikleri; kalsit ( $CaCO_3$ ), aragonit ( $CaCO_3$ ) ve kalsiyum silikatları ve alümina-silikatlarıdır. Kalsiyum bileşiklerinin killer üzerindeki başlıca etkileri şunlardır :

1. Eritici flaks gibi hareket eder,
2. Büyük aşındırıcı gücü olan bir hareketli sıvı olurlar,
3. Kalsiyum bileşikleri kilin çekmesini azaltır, kurumayı hızlandırır,

4. Kalsiyum bileşikleri demir mineralleri ile birleşerek kırmızı rengi giderirler,
5. Kalsiyum karbonat 900°C'ye ısıtıldığında kirece dönüşür, eğer soğumada birleşmezse havadan nem absorbe eder ve gövdeyi çatlatır,
6. Kalsiyum sülfat piştiğinde dengelidir,
7. Bazı kil tuğlalarında kalsiyum bileşikleri az miktarda vitrifikasyon kapsamını artırır,
8. Masse ve sırlarda bir flaks unsuru olarak kalsiyum bileşikleri genişmeyi azaltır, fakat ergime sıcaklığını artırır,
9. Kalsiyum silikatlar ve bazı dengeli kalsiyum bileşikleri nispeten küçük sıcaklıklarda erir ve kirece benzer şekilde flaks gibi işlem görür.

Baryum bileşiği olarak baryum sülfat ( $BaSO_4$ ), stronsiyum minerali olarak stronsiyum sülfat ( $SrSO_4$ ) ve magnezyum bileşiği olarak magnezit ( $MgCO_3$ ), dolomit  $MgCa(CO_3)_2$ , spinel ve kordierit bulunmaktadır.

Titan mineralleri rutil( $TiO_2$ ) ve anatas bulunmaktadır. Krom minerali olarak kromit, kalay minerali olarak kasiterit, mangan minerali, vanadyum minerali, sülfür bileşiği olarak pirit, fosfat minerali olarak apatit ve diğer kompleks alümina-silikatları bulunur.

Killerde bulunan en önemli üç primer mineral kuvarz, feldspat ve mikadır. Ayrıca mika, olivin, piroksen ve diğer kompleks mineraller bulunabilir. Killerde bulunan sekonder mineraller ise kaolin, montmorillonit, klorit, vermikülit ve hidrous mikadır. (Sümer G.,1988)

## **2.4. KİL YATAKLARININ ARANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Türkiye'de kil yataklarının aranması için uygun olan bölgeler ve formasyonlar şu gruplarda toplanabilir:

- 1- Feldspatça zengin magmatik kayaçların yaygın olarak bulunduğu neojen havzaları,
- 2- Sedimanter volkanizmaya sahne olan üst kretase havzaları,
- 3- Volkanik neojen havzaları,
- 4- Temelinde ve kenarlarında paleozoik killi şistler ve grovaklar olan tersiyer havzaları,
- 5- Linyit oluşumu yaygın olan sedimantasyon havzaları.

İnce seramik killeri, refrakter killer ve silika boksitler aynı havzada bulunabilirler ve o şekilde aranmalıdırlar. Fakat ateşe dayanıklı killerin daha çok linyit seviyelerinin altında ve paleozoik kayaçlar içinde çökmüş neojen havzalarında bulunduğu unutulmamalıdır.

Bulunmuş bir kil yatağının jeolojik etüdü sırasında şu hususlara dikkat edilmelidir:

- 1- Birbirine yakın sahalarda çökelen killer çeşitli kalite farklılığı gösterebilirler. Sedimantasyon şarlarındaki en ufak değişmelere killer kadar büyük kalite değişikliği ile karşılık veren maden ve hammadde yatakları azdır. Kil yataklarında fasiyes değişim sıraları 20-30 m'ye kadar düşmektedir.
- 2- Killerde sık sık görülen yatak değiştirme, genellikle kaliteyi yükselten bir özelliktir. Bu da ya akarsu vadilerinde gravitatif veya kil sahalarında akıntı mekaniğine göre oluşur. Ana kayacın havzadan uzak bulunması, kaliteyi yükselten bir sebep olarak değerlendirilebilir. Yavaş sedimantasyon kaliteyi yükseltir, tersi düşürür. Primer kaolinler yatak değiştirme sonucu hem kuvars, feldspat ve mikadan ayrılarak daha homojen hem de tane inceliği azalarak daha plastik hale gelirler ve ince seramikte kullanılan beyaz pişen kaolenitik killeri oluştururlar.
- 3- Killerin içinde değişen miktarlarda mika, feldspat, kuvars, zirkon, turmalin, apatit, gröna ve rutil gibi mineraller bulunur.
- 4- Killerin detay etüdüne, havzaya materyal yollayan kayaçların jeolojik haritası ile başlanmalıdır. Çevredeki kalkerler, killerdeki karbonat miktarını, bazik ve

ultrabazik kayaçlar demiroksit miktarını ve metamorfik kayaçlarda mika miktarını arttırlar.

- 5- Kil yatakları genellikle kalite yönünden büyük farklar gösteren bir kenar ve bir de havza fasiyesine ayrılırlar. Kil sedimantasyonu çoğu zaman düşük kaliteli killerle başlar ve yine düşük kaliteli kumlu ve lekeli killerle sona erer.
- 6- Killerin çoğu yüzdesi amorfudur. Koloidal unsurlar ve tane inceliği killerin görünüşüne etki eden faktörlerdir. Killerin rengine göre kalitesi hakkında karar verirken en ince fraksiyonun ve koloidal unsurların miktarı göz önünde tutulmalıdır. Bazen çok plastik koyu gri ve kahverengi killerin, açık renkli az plastik killerden daha az eritken ve renk unsuru ihtiva ettiği ve beyaz yandığı görülmektedir.
- 7- Kil sahalarında yapılan sondajlardan alınan karot numunelerinin özellikleri hemen kaydedilmelidir; çünkü bunlar numune sandıklarında birkaç hafta bekletilirse kuruyup özelliğini yitirebilirler.
- 8- Kil sahalarında taban morfolojisinin veya sedimantasyon alanının değişmesi genellikle zemindeki kayaçların tektonik yapısına uygun olarak vuku bulmakta ve kaliteyi önemli ölçüde etkilemektedir. Bu durumda  $Al_2O_3$  ve  $Fe_2O_3$  dağılımının havza kenarı ve ortası ile olan düzenli ilgileri ortadan kalkabilir. Eşiklerde ve çöküntülerde aynı zamanda farklı killer çökebilir. Bu hareketler sonucunda akıntı mekaniğinin, oksidasyon ve redüksiyon potansiyelinin değişmesi sonucu saha kenarına paralel giden  $Fe_2O_3$  bozulur, bütün sahayı örten killer oluşabilir.

(Sümer G.,1988)

## 2.5. KİL YATAKLARININ İŞLETİLMESİ

Kil yatakları genellikle açık işletme yöntemiyle çalıştırılır. Yer altı işletmeciliği nadir olup daha çok şiferton yataklarıdır görülür. Killerin çıkarılması genellikle eski yöntemlerle yapılır ve patlayıcı madde kullanılmaz. Fakat tamamen makineleşmiş ocaklarda mevcuttur.



Kil yataklarının detay jeolojik etüdü sırasında gerek açık gerekse kapalı işletmecilik yönünden göz önünde tutulması gereken hususlar şunlardır:

- 1- Açık kil ocaklarında üretim kaybına yol açan en önemli özelliklerden bir tanesi yağmurlu mevsimlerde dekapajın kil üzerinde kayması ve havza içerisinde akan sel sularının üstü açılmış beyaz kaolenitik killeri kirletmesidir. Bunu önlemek için havza yataklarında gerekli drenaj yapılmalıdır.
- 2- Dekapaj örtüsü altında gizli, kil seviyelerini temele kadar eroze etmiş, kum ve çakıl ile dolu fosil vadiler bulunabilir. Su ile dolu gevşek yüzeyli olan bu vadi dolguları rezervleri azaltmak ve işletme sırasında çeşitli problemler yaratmak bakımından son derece zararlıdır. Arama ve rezerv sondajları sırasında bu fosil vadilerin tanınmasına çalışılmalıdır.
- 3- Plastik killerde pritleşmiş ağaç parçaları, kumlu killerde ise büyük ve yuvarlak kuvarsit konkresyonları hem üretimi güçleştirmekte ve hem de seramik fabrikalarında arızalara sebep olabilmektedir. Bunlar yaygın ise en kaliteli kil seviyeleri bile gerektiğinde dekapaja dahil edilmelidir.
- 4- Açılan kuyu ve galerilerde ilk defa havayla temasa geçen killerde önemli ölçüde hacim değişimleri olmaktadır. Kömür ocaklarında taban killerinin kuruma küçülmesi yüzünden, döşenen su ve hava boruları ile rayların kısa zamanda deforme oldukları görülmektedir. Büyük ocaklarda çeşitli özel yöntemlerle killerin hacim değişimleri önlenmektedir.
- 5- Kil tabakaları diğer kayalara oranla daha çabuk ve fazla su emerler. Ancak kendileri su ile doyduktan sonra geçirimsiz olurlar. Yağmurlu mevsimlerde bu duruma gelmiş kil havzalarında çalışmak çok zordur. Kilin plastisitesi arttıkça hareket imkanı azalacağından, gerek araçların gerekse işçilerin belli yerlerde görevlendirilmeleri gerekir. Fazla ağır ve büyük araç makinelerinin çalışırken kısa zamanda toprağa gömülmeye başladıkları sıkça görülür. Kurak havalarda suya doymamış killerin bile paletlerin altında sıvı hale geçeceği unutulmamalıdır.

- 6- Nemli ve suya doymuş killer bıçakla kesilecek kadar yumuşaktır. Kurumuş killer ise çok sert bir taş halindedir. Üretim, nakliye, depolama gibi işlerde bu husus göz önünde tutulmalıdır.
- 7- Şamot fırınlarında doldurma ve boşaltma kolaylığı killerin büyük parçalar halinde çıkarılmasını gerektirirler. İnce seramik sanayi için ise büyük parçaların depolarda kuruması, öğütülmesi, suda çözünmesi bakımından sakıncaları vardır. Büyük parçaların üretiminde pirit ve kuvarsın konkresyonlarının ayıklanması zordur. Küçük parçalı üretimde ise kilin nakliye ve istif zorluklarına, üretim kayıplarına ve kurumuş kilin tozumasına sorunları ortaya çıkabilir.
- 8- Beraber bulunan muhtelif kil cinslerinin çeşitli seramik ürünleri için ayrı ayrı üretimi ve depolanması, bütün kil çeşitlerinin hatta dekapajın büyük bir kısmını meydana getiren döküm kumlarının değerlendirilmesi, işletmenin verimliliği için şarttır. (Sümer G.,1988)

## 2.6. HAMMADDE TEKNOLOJİSİ

Bir kilin ticari değeri, onun kimyasal, mineralojik ve teknolojik analizlerinden elde edilen özelliklerle ölçülür. Bu konuda kısaca şunlara bakılmalıdır:

### **Killerin Kimyasal Bileşimleri :**

Kimyasal analizlerde killerin genellikle  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $K_2O$  ve  $Na_2O$  yüzdeleri tespit edilir.  $Al_2O_3$  değeri %20-40 arasında değişir. Bu tenör ince seramik killerinde düşük, refrakter killerinde yüksektir. %20'den düşük değerler fazla kumlu killerde, %40'dan daha yüksek değerler ise boksitleşmeye başlayan kil ve kaolinlerde bulunur.  $Fe_2O_3$  oranı ise, ince seramik killerinde %1'in, diğer killerde ise %3'ün altında olmalıdır. Aksi halde killerin pişme rengi ve ateşe dayanıklılığı bundan zarar görebilir. Bu konuda en önemli nokta  $Fe_2O_3$  yüzdesinden çok, bunun bütün kilin bünyesine homojen olarak dağılmış olmasıdır.  $SiO_2$  tenorunun çok fazla olması kilde serbest kuvars olduğunu gösterir. Bu taktirde kuvarsın ince veya iri boyutlu oluşu önemlidir.  $SiO_2$  tenoru refrakter killerde ve boksitleşme gösteren kaolin ve kaolinitik killerde çok düşüktür. Toprak alkali oksitlerin oranı %1'in altında olmalıdır. Fazlası kalker,

dolomit, anortit, montmorillonit grubu kil minerali bulunduğuna işaret eder. Alkali oksitlerin oranı da %1'in altında olmalıdır. Fazlası killerde mika, feldspat, alkalik tuz bulunduğunu gosterir. Bu da ateşe dayanıklılığı azaltır ve killerin filtreli tesislerde süzme işlemine zorlaştırabilir. Fakat kil mikalarının plastisiteyi arttırmak gibi faydalı tarafları da vardır.

### **Killerin Mineralojik Bileşimi :**

Killer plastik olan ve olmayan unsurlar içerirler. Plastik olanlar kaolinit ve montmorillonit grubu kil mineralleri, plastik olmayanlar ise kalsit, kuvars, feldspat ve mika gibi belirli minerallerdir. Birinci gruba girenler ateşe dayanıklı, ikinci gruba girenler ise eritken ozelliktir. Seramik çamurlarında kompozisyon sorununu ozmek için killerin mineralojik bileşim yüzdesini bilmek gerekir. Bazı durumlarda plastik olan ve olmayan unsurların özel metotlarla birbirlerinden ayırt edilmeleri gerekebilir. Özellikle kil mikalarının pres altında dizilişi, kuruma ve küçülme miktarlarını arttıran en önemli faktördür.

### **Killerin Plastisite zelliği :**

Bilinen binlerce mineral içinde talk gibi bir-iki önemsiz istisna dışında kil minerallerinden başka plastisite özelliği gösteren hiçbir mineral yoktur. Bu zellik killerin sanayide geniş lde kullanılmasının en önemli sebebidir. Su ile şekillenme özelliği, kil minerallerinin yapısına, kolloid unsurların yüzdesine, killerin tane inceliğine, kuvars miktarına ve daha birçok sebebe bağlıdır. zerine bastırıldığı zaman parmak izlerini açıkça gösteren fakat ele yapışmayan kil normal plastik hale gelmiş demektir. Kurutulmuş kilin bu hale gelinceye kadar aldığı su miktarı yüzdesine kilin plastisite sayısı denir. Kaolenitik killer ve ince seramik killeri genellikle az plastik, bağlayıcı killer ise çok plastiktir. Killerin plastisite suyu genellikle %15'ten az ve %40'dan fazla olmamalıdır.

### **Kuruma ve Pişme Küçülmesi :**

Mamul maddelerin boyutlarını tutturabilmek için killerin kuruma ve pişme küçülmelerini bilmek gerekir. Kuruma küçülmesi fazla olan killer, ince taneli plastik killerdir. Bunlar kurumaya karşı hassastırlar ve çatlamalara sebep olabilirler. Kuruma ve pişme küçülmeleri toplamı refrakter killerde %12'nin altındadır. Kuruma küçülmesi %6 civarındadır. Ancak killerin çok ince taneli oluşu ve humus içermeleri bu rakamları değiştirebilir. Karbonat için de aynı şey söylenebilir. İnce seramik killerde, bol miktarda bulunan kuvarstan dolayı pişme küçülmesi %2-3'e kadar düşebilir. Hatta negatif değerler bile gösterebilir.

### **Kuru Bağlama Mukavemeti :**

Şekillenme işlemi tamamlanan yarı mamul seramiklerin fırınlara girmeden önce sırlama ve boyama gibi bir takım işlemlere tabi tutulmaları gerekir. Bu işlemler sırasında özellikle nakliyede kayıp olmaması için killerin belirli kuru bağlama mukavemetine sahip olmaları gerekir. Çok ince cidarlı karışık şekilli ürünlerde kayıp torna-fırın arasında %25-30 oranına kadar yükselebilir. Bazı hallerde bu yüzden sırlama ve boyamadan önce bir ön yakmaya ihtiyaç duyulabilir. Kuru mukavemeti 20 kg/cm<sup>2</sup>'nin üzerinde olan kaolenitik killerden yapılan ince seramik ürünleri genellikle kurutma, istif, nakliye, sırlama ve boyama işlemlerine dayanıklıdır. Bu dayanıklılık killerin tane inceliği azaldıkça ve plastisitesi yükseldikçe artar.

### **Pişme Rengi ve Ateşteki Kaybı :**

İnce seramik mamullerinin pişme rengi çok önemlidir. Özellikle saydam sır taşıyan porselenlerde beyaz pişen kaolen ve kaolenitik kil kullanılması zorunludur. Renkli sır kullanılan ürünlerde pişme renginin açık sarı ve griden daha koyu olmaması istenir. Pişme rengine en fazla etkide bulunan unsur killerin içindeki Fe-Mn-Ti oksitler ve karbonatlardır. Ateş zayıtatının normalin üstünde olması da killerin karbonat, organik madde ve montmorillonit içermelerine bağlıdır.

### **Killerin Termik Özellikleri :**

Killerin pişme sırasında kendi bünyelerinde oluşan endoterm ve ekzoterm reaksiyonlar diferansiyel termik analizlerle tespit edilir. Pişme sırasında oluşan hacim değişimleri ise dilatometre analizleri ile grafik olarak gösterilebilir. Dilatometre ve DTA eğrileri killerin mineralojik bileşimleri hakkında bilgi verdikleri gibi bunları hangi dereceler arasında kurumaya ve pişmeye karşı hassas olduklarını da gösterir.

### **Ateşe Dayanıklılık ve Sinterleşme Özellikleri :**

Kuvars, feldspat, demiroksit, kalker ve kolloid unsurlar bakımından zengin olan bazı killer 900°C civarında sinterleşirler. Bazı killer ise 1000 °C'ye kadar normal ve beyaz yanışlı oldukları halde 1050-1100 °C arasında feldspatların erimeye başlaması ile büyük değişikliklere uğrarlar. İnce seramiğin bazı dallarında 1300-1400 °C'ye kadar erime olmamalıdır. Killerde erime derecesi ile sinterleşme derecesi arasında belli bir fark olmalı, bu farkı daraltan karbonat gibi unsurlar olmamalıdır. Refrakter killer ise 1580 °C'ye kadar dayanıklı olmalıdır.

### **Üretim Özellikleri :**

Killerin depolarda çabuk kurumaması, kolay kırılıp parçalanması, az bir emekle süspansiyon haline getirilmesi, filtreli preslerde çabuk süzülmesi, normal plastisite verilen çamurun tornada ağır basınç altında çok fazla yumuşamaması, presleme sırasında kil miktarlarının tabakalar halinde dizilmemesi, homojen dağılması, gaz içeriği ve fırın atmosferinde yanma gazlarını rahatlıkla atabilecek halde dağılımı, gerilim farklılığı, sır hatalarına yol açmaması, kilin şekillenme ve işlenmesinin kolay olması ve gerektiğinde döküm kabiliyetinin olması, kuru mukavemetinin fazla ve sinterleşmenin istenilen derecelerde olması gibi hususlar fabrikasyon sırasında istenilen özelliklerdir.

## 2.7. KİLLERE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Killere etki eden faktörler şunlardır :

- Kil minerali bileşimi,
- Kil olmayan mineral bileşimi,
- Organik maddeler,
- Yer değiştirebilen iyonlar ve çözülebilen tuzların bulunması,
- Doku.

Bir kil minerali tanımlanmadan önce bu faktörlerin bilinmesi gerekir. Kili meydana getiren kil minerallerinin cinsi ve bileşimi kil malzemesinin özelliğine etkisi bakımından son derece önemlidir. Kildeki montmorillonitin az miktarı bile çok kuvvetli bir etki meydana getirir. Kil olmayan mineral bileşimi bazı kil malzemelerinde önemli olabilir. Örneğin, kalsit ve prit parçacıkları seramik killerde zararlı maddelerdir. Kuvars ve diğer aşındırma özelliğine sahip mineraller kağıt endüstrisinde kaplama boyası olarak kullanılan kaolinlerde zararlı maddelerdir. Organik maddeler münferit parçacıklar halinde killerin içinde bulunabilir veya kil mineralleri parçacıklarının yüzeylerinde adsorbe edilmiş halde olabilir. Organik maddenin az miktarı bile geniş ölçüde boya tesiri yapabilir. Kil malzemesinde çözünebilen tuzların ve yer değiştirebilen iyonların varlığı, büyük ölçüde, killerin kullanım alanlarını etkiler. Bazı tuzlar kil taneciklerini birbirine yapıştırır. Kil malzemesinin plastisite, kuruma ve pişme özellikleri, kil içinde bulunan yer değiştirebilen iyonlar tarafından değişime uğratılabilir.

Doku da kil malzemesinin özelliklerine etki eden önemli bir faktördür. Killerde tanelerin tanelerle olan ilişkisi olarak ifade edilebilen doku, tane iriliğinin dağılışına, tanelerin şekline ve taneciklerin yönelmesine işaret eder. Tane iriliği seramikte, kağıt kaplamada, dolguda önemlidir ve tane iriliğinin dağılışındaki bir değişiklik kilin özelliğine etki eder. (Akıncı Ö.,MTA)

Killerin bileşimine giren bazı bileşiklerin ve kirleticilerin tesirleri şöyledir:

### 2.7.1. Serbest Silis :

1. Plastikliği azaltır,
2. Kuruma ve pişme esnasındaki küçülmeyi azaltır,
3. Taneleri iri ise kırılma mukavemetini azaltır,
4. Birçok hallerde refrakterliği azaltır.

### 2.7.2. Alüminyum Bileşikleri :

Plastik olmayan alüminyum bileşikleri halinde ise kilin plastikliğini azaltır,  
Kilin refrakterliğini artırır.

### 2.7.3. Alkali Bileşikleri :

1. Bir alkali ihtiva eden mineral ve çözünebilir tuzun bulunması daima vitrifikasyon ve refrakterlik ısını indirir,
2. Çözünebilir tuzlar refrakterliği azaltır, bazıları plastikliği artırma eğilimindedir,
3. Alkali içeren minerallerin çoğu plastik değildir. Bu sebeple kilin kuruma küçülmesini azaltırlar, kuruma işlemlerini kolaylaştırırlar.

### 2.7.4. Kalsiyum Bileşikleri :

Vitrifikasyon ve refrakterlik ısını düşürürler,  
Düşük ısıda kalsiyum bileşikleri kilin küçülmesini azaltabilir ve kurumasını kolaylaştırır,  
Kırmızı rengi beyazlatabilir,  
Kireç havadaki nemi adsorbe edebilir,  
CaSO<sub>4</sub> adi tuğla ve iyi kaliteli kaplama tuğlalarında en sık rastlanan çiçeklenme sebebidir,  
Bazı tuğla killlerinde az miktarlardaki kalsiyum bileşikleri vitrifikasyon sahasını genişletir,  
Porselen çamurlarında ve sırlarında eritici olarak kalsiyum bileşikleri genleşmeyi azaltır. Fakat alkalilerle yer değiştirdikleri zaman pişme ısını yükseltirler.

### **2.7.5. Demir Bileşikleri :**

1. Pişme rengine tesir ederler,
2. Kilin refrakterliğini azaltırlar,
3. Eriyebilen demir bileşikleri ürün üzerinde çiçeklenmeye sebep olurlar,
4. Pişmiş kil üzerinde bariz olarak görülebilen demir lekeleri meydana getirirler.

### **2.7.6. Titanyum Bileşikleri :**

1.  $TiO_2$  renge tesir eder,
2. Alüminyum ile beraber erime noktasını yükseltirler.  
(Sümer G.,1988)

## **3. KARO FAYANS YAPIMINDA KULLANILAN HAMMADDELER**

### **3.1. FELDSPAT**

Özsüz bir hammadde olmasına karşın, çamurlarda belli bir pişme sıcaklığına çıkıldığında, çamurları pekiştirerek eriticilik özelliği gösterir. Aynı şekilde sırlarda da önemli bir eriticidir.

Genel tanımlaması, içinde belli sayıda alkali bulunduran alümina silikattır. Doğal feldspatlarda Na, K, Ca, Li, Ba, Cs gibi oksitler farklı oranlarda yer alırlar. Feldspatlarda yer alan bazik oksit :  $Al_2O_3$  :  $SiO_2$  oranı, bazik oksit alkali ise 1 : 1 : 6; toprak alkali ise 1 : 1 : 2 şeklindedir.

K-Feldspat (ortoklas), geniş bir erime aralığına sahip olduğundan özellikle porselen çamurlarında kullanılır. Na-Feldspat (albit) ve li-Feldspat (spodumen) daha fazla eriticilik özellikleri nedeniyle özellikle sırların yapısında yer alırlar.



### **3.2. PEGMATİT**

Pegmatitler büyük ölçüde K-Feldspat ve kuvars içerirler. İnce taneli pegmatit olan feldspat kumu, çimento klinkeri, yer karosu gibi ürünlerin üretildiği sert çini çamurlarının bileşimine büyük ölçüde girer. Feldspat grubu hammaddedir. % 70'e kadar SiO<sub>2</sub> içerebilir. Feldspatça zenginleşmiş pegmatit ince ve kaba seramik çamurlarında ve sırlarında bağlayıcı olarak kullanılır.

### **3.3. KALSİT**

Formülü CaCO<sub>3</sub> olan kristal halde doğal kalsiyum karbonattır. Yoğunluğu 2,60-2,71 gr/cm<sup>3</sup>, sertliği 3'tür. 620°C'de CO<sub>2</sub> kaybeder. HCl ile çözünür. Trigonal sistemde kristalleşir. Normal basınç ve sıcaklıkta oldukça stabildir. Renksiz, beyaz yada çeşitli renkteki kristaller olarak görülür. Doğal halde cama benzer ve işlenmemiş bir parlaklığı vardır. Mg, Fe, Mn ve Zn gibi bazı metalleri küçük oranlarda içerir. Seramik sanayinde sırda ve asıl bünyede kullanılır.

### **3.4. KİLLER**

Plastik olduklarından massenin kuru mukavemetini artırır.

Sıkı olarak pişerler.

En iyi kullanım şekli 3 cins veya daha fazla cins kili aynı zamanda kullanılmasıdır.

Masseye katılabilir killer mümkün olduğu kadar beyaz veya hafif sarı, poröz pişmelidirler.

Plastik özelliği olmayan veya az olan killer, mukavemetleri az olduğundan özlü kil ilavesi ile kullanılması gerekir.

### **3.5. KUVARTZ**

Masseye konulan miktar fazlaştıkça sertliği artar. (1650-1710°C'de erir)

Kuvartz diğerk hammaddeler ile beraber verilir, şayet yeterli gelmezse kuvartz tozu olarak verilir. Çok ucuz olup masselere mümkün olduğu kadar fazla ilave edilir.

Fonksiyonu çok önemli olup, ne kadar fazla ince öğütölmüş ise etkisi o kadar fazla olur.

Kuvartzın bir çok modifikasyonları vardır. Bunlar ısıtma ve pişirme esnasında birbirine dönüşür. Bu dönüşmeler esnasında % 2,7-7,0 arasında hacim değışmesi olduğundan bu kritik dönüşüm noktalarında kolaylıkla çatlamalar olur.

Bu kritik dönüşüm noktaları 780, 1470 ve 1700°C'lerdir.

1713°C'de kuvartz erir, camlaşır ve uzama katsayısı çok küçölür.

Çok kuvartz içeren bisküvide soğuma esnasında çekme, sırda fazla olacağından böyle fayanslar bombeli olarak çıkar.

Kuvartzın zararlı etkisini önlemek için feldspat, dolomit ve mermer ilave edilir.

## **4. SÖĞÜT BÖLGESİNİN STRATİGRAFİSİ, TEKTONİĞİ VE MİNERALOGİSİ**

### **4.1.Stratigrafi Birimleri**

Jura öncesi yaşlı temel karmaşığı adı altında değerdendirilen Çaltı metamorfiti, Söğüt granitoyidi ve Karasu spiliti, Alt jura yaşlı Bayırköy formasyonu, Orta Üst Jura kretase yaşlı Bilecik kireçtaşı, Üst kretase yaşlı Gökçekaya formasyonu, Paleosen yaşlı Yeniköy volkaniti, Eosen yaşlı Geçitli formasyonu ile Miyosen yaşlı Küre formasyonu, Pliyosen yaşlı Küre bazaltı ve kuvaterner oluşuklar şeklindedir. Neojen sedimanter basenini oluşturan Küre formasyonu 3 ayrı üyeye ayrılmıştır (Gençoğlu, 1988). Bunlar, alt gölssel birim olan Katlıç kilitaşı-konglomera üyesi, Avdan kilitaşı kumtaşı üyesi (orta gölssel seviye) ve üst gölssel birim olan Damlalıbaşı kireçtaşı üyesi ile bu birimlerle yanal geçişli, Kızıldamlar konglomera üyesi şeklindedir.

#### **4.1.1. Temel Karmaşığı**

Bölgede geniş alanları kapsayan ve magmatik-metamorfik kayaçlar ile spilit volkanizmasından oluşan bu birim “temel karmaşığı” olarak adlandırılmıştır. Neojen havzasının çok büyük ölçüde kaynak kayaçlarını oluşturan bu birim “Çaltı metamorfiti, Söğüt granitoyidi ve Karasu spiliti” şeklinde ayrılarak birbirleri ile olan ilişkileri açıklanmıştır.

##### **4.1.1.1. Çaltı Metamorfiti**

Gnays, şist, fillit, metakumtaşı, metakonglomera, metadiyorit, metaspilit ve kuvarsitlerden oluşan metamorfitle genelde Neojen havzasını çevreler biçimde Sakızbeli mevkiinin kuzeyinde, Kızıldamlar, Çaltı ve Yeniköy civarında Bilecik yolu üzerinde, geniş alanlarda yüksek topografyayı oluştururlar. Bazen, Neojen havzasının aşınma yüzeylerinde, tabanda alçak topografik görünüm sunar. Magmatitlerle oldukça karmaşık bir ilişkileri vardır. Özellikle Çaltı köyü batı ve kuzeyinde, Yeniköy civarında granitik kayaçlar tarafından sıkça kesilmişler ve tektonik etkilerle karmaşık bir görünüm kazanmışlardır. Ayrıca bu birim içerisinde aplit ve granitik pegmatit dayklarını da çok değişik boyutlarda (0,5-300 m) yoğun olarak izlemek mümkündür. Tektonik etkilerle kıvrımlanma ve kırılanmalar görülmektedir.

Yeşilimsi mavi renkli, şistozitenin çok iyi gelişmiş olduğu fillitler, Kızıldamlar doğusundaki Çubuk deresi yamaçlarında, bol kıvrımlı milimetre ve desimetre mertebesinde kuvarsit ara katkılı ve şistozite ile uyumsuz çatlaklarda sık kalsit dolguludur. Metakumtaşı ve metakonglomera ise yine Çubuk deresinde fillitlerle birlikte yalnızca bir lokasyonda rastlanılmıştır. Bej sarı renkli gnayslara bol kırıklı olarak şistlerle Sakızbeli mevki ve Çaltı köyü kuzey yamaçlarında rastlanılmıştır. Çaltı köyü civarındaki gnayslar, genelde granitik gnays görünümündedir. Kahverengi, yeşil, siyahımsı renklerde görülen şistler en yaygın metamorfik kayaçlar olup, mikaşist ve kloritşist görünümündedir. Yer yer kataklastik etkenlerle gözlü yapı kazanan bu kayaçlarda şistozite, lineasyon çok iyi gelişmiştir.

Metamorfitleerin, magmatik kayalarla olan dokanaklarında, hornfels türü kontakt metamorfik kayalar gelişmemiştir (Gençoğlu, 1988). Avaroğlu (1979) ise, Bozüyük-Söğüt yöresindeki metamorfitleerin, bölgedeki kil ve kumlu oluşuklarla granitik intrüzyon ürünlerinin bölgesel metamorfizmaya uğraması ile oluştuğunu ve ana element analizlerine dayanarak bunların orto ve para olmak üzere iki ayrı kökenli olduğunu ileri sürmüştür. Araştırmacılara göre metamorfizma şiddeti, kuzeyden güneye doğru artmaktadır.

Hakim metamorfite türünün şist olduğu toplulukta gnays, kuvars, fillit, metakuvarsdiyorit, metaspilitler izlenmektedir.

**Şistler :** Şistozite ve lineasyonun çok iyi geliştiği şistlerde lepidoplastik ve lepidogronoplastik dokular hakimdir. Ayrıca mozaik doku da gözlenmektedir. Bu kayalar mineral toplulukları ve bolluklarına göre klorit-mikaşist, mikaşist, albit-klorit-mikaşist, albit-mikaşist, muskovit-kuvarsşist olarak tanımlanmışlardır. Ana bileşenleri muskovit, biyotit, klorit, kuvars, albit, ortoklaz, kalsit ve epidot oluşturmaktadır.

**Gnayslar :** Söğüt granitoidinin kenar zonlarında gözlenen bu kayalarda gnays yapısı iyi gelişmiştir. Makroskobik olarak granitoyitlere benzerlik gösteren gnayslar, mikroskobik özellikleri açısından da granitik kayalara benzerlik göstermektedir.

**Kuvarsfillit :** Hakim mineralleri ince bantlar şeklinde kristaller biçiminde muskovit ve serisitir.

**Metakuvarsdiyorit :** Ana bileşenleri plajiyoklas, kuvars, hornblend, aktinolit, muskovit şeklindedir. Klorit, apatit, serisit de gözlenmektedir.

**Metaspilit :** Bileşenleri plajiyoklas, ojit, aktinolit, zeolit, klorit, kalsit şeklindedir. Plajiyoklaslar albit karakterinde olup iri fenokristaller halinde aktinolitlerde kümeler oluşturmaktadır.

#### 4.1.1.2. Söğüt Granitoyidi

Neojen havzasının esas kaynak kayaları durumunda olan birim, egemen kütle olan granidioritin yanı sıra granit, alkali feldspat granit, diyorit ve damar kayalarından oluşmaktadır.

Bölgede geniş mostralara veren granitoidler beyaz, gri pembesigri ve kırmızımsı pembe renklerde olup orta iri tanelidir. Aşırı derecede bozunmaya uğramış ve bu nedenle yer yer toprak oluşumları halinde gözlenirler. Granitoidler içinde, gnaysik görünümlü kesimlerin varlığı magmatik oluşumların olabileceğini göstermektedir.

Bölgede Asartaşı tepe, Yukarı mahalle, Çaltı deresi ve Borçak dere yamaçları ile Küre köyü civarlarında izlenen aplit ve pegmatit damarları, ana sokunum külesini (granitoid) sıkça kesmişlerdir.

Söğüt granitoidinde gözlenmiş olan bir başka özellik de dinamik metamorfizma etkisidir. Birim içerisinde breşten ultra milonite kadar değişik metamorfizma özellikleri gözlenmektedir.

Siyah renkli mikrokristalin diyorit ise Gençoğlu (1988) tarafından, yalnızca Çaltı köyü kuzey yamaçlarında ve Yeniköy kuzeyinde çok küçük lokasyonlarda izlenmiş ve bunların eski bir temele ait kalıntılar olma olasılığı ifade edilmiştir.

Bileşenlerinin genelde mikrokristalin olduğu granitoid külesinin kayalar birimleri granodiorid yaygın olmak üzere alkalifeldspatgranit, granit, alkalifeldspatgranit-pegmatit, granit pegmatit ve aplit karakterindedirler.

Genel olarak aplit ve pegmatit damarlarında çatlaklara bağlı hidrotermal getirilmelerin neden olduğu demir boyamaları ve kaolinleşmeler de sözkonusudur.

#### 4.1.1.3. Karasu Spiliti

Yeşilimsi siyah renkte gözlenen Karasu Spiliti, Neojen havzasının kuzey batısında mostra vermiştir. Gençoğlu (1988) araştırmasında, Karasu'nun erozyona uğrattığı bu bölgede son derece dik, çok iyi aşınmış yükseltiler şelinde gözlenen bu birimin mağmatitler ve metamorfitlele dokanaklarına rastlandığını, ancak dokanaksız olmalarına karşın, oluşum ve jeolojik evrimlerindeki ilişkiler nedeniyle literatürde spilitik volkanizma ile mağmatitler ve metamorfitlelerin genelde ayırt edilmeden bir bütün olarak yorumlandığını, bu nedenle de Karasu spilitinin temel karmaşığı içerisinde değerlendirildiğini, birimin üzerine ise yer yer Bayırköy formasyonu, Bilecik kireçtaşı veya direk Neojen çökellerinin uyumsuz geldiğini ifade etmiştir.

Bugün, Kazdağı doğusu, Balya üzerinden Marmara denizine, Bursa doğusu Yenişehir üzerinden Bilecik'e kadar buradan da Sivrihisar kuzeyinden Ankara, Amasya ve Refahiye'ye kadar uzanan bir zon içerisinde gözlenen ve araştırmacılar tarafından çeşitli karakterlerde tanımlanmış olan Karakaya formasyonu içinde değerlendirilen spilitler ilk kez Bingöl (1973) tarafından Alt Triyas yaşlı, genellikle Permo-Karbonifer yaşı veren rekristalize kireçtaşı bloklarını kapsayan, çok az metamorfik spilit ve grovak şeklinde tanımlanmıştır. Altınlı (1973a) ise spilit volkanizmasının yaşını Üst Permiyen veya daha genç olarak tanımlamıştır.

Bileşenleri başlıca, plajiyoklas ve ojittir. Bunların yanı sıra kalsit ve klorit oluşumları yaygındır. Plajiyoklaslar "albit" karakterinde mikrolitler biçimindedir. Karbonatlaşma az gelişmiştir. Ojit iri fenokristaller şeklindedir. Oluşum plajiyoklas, ojit mikrolitleri, kriptokristaller ve volkanik camdan meydana gelmiştir.

#### 4.1.2. Bayırköy Formasyonu

Kumtaşının egemen olduğu birimde yer yer kumtaşı-kireçtaşı ve kumtaşı marn ar dalanması ile marn ve kireçtaşı mercekleri gözlenmiştir. Gençoğlu (1988) çalışmasında Çaltı köyünün güney ve doğusunda Samrı köyü civarında Katlıç köyü kuzeyindeki Bilecik kireçtaşlarının altında formasyonun gözlendiğini ifade etmiş, ayrıca

topografik olarak dik yarlı tepeleri oluşturan Bilecik kireçtaşlarının yamaçlarına karşılık geldiğini ifade etmiştir.

Aynı araştırmacı, temel karmaşığı üzerine diskordanslı yerleşen Bayırköy formasyonunun hakim birimi olarak kahverengimsi-sarı-boz renkli, ince-orta-kalın katmanlı, kötü boylanmalı, sert ve dayanımlı kumtaşlarını göstermiştir.

Bingöl (1973), Alt jurada aynı formasyonun Gölpazarı'ndan Bursa batısına kadar hatta Edremit kuzeyine kadar görülebileceğini belirtmiştir.

Altınlı (1973b) tarafından paleontolojik verilere dayanılarak, Alt Pliensbahiye yaşı verilmiştir. Bu konuda ayrıntılı çalışmayı, Akkaya (1981) gerçekleştirmiş ve Üst Sinimuriyen-Kariksiyen yaşını tespit etmiş, ayrıca bunların ammonit zonları araştırmacı tarafından bölümlendirilmiştir. Bu formasyonun bileşenleri kireçtaşı, kumtaşı kiltası kayaç türleridir.

**Kireçtaşı :** Litosparit, litobiyospalit ve spalit olarak tanımlanmıştır.

**Kumtaşları :** Andel'e (1958) göre grovak ve subgrovak, Travis'e (1970) göre ise litik kumtaşı ve kuvarslı kumtaşı karakterinde olan kumtaşlarında tane şekli genelde köşeli olup boylanma yer yer iyi bazen de kötü gelişmiştir.

**Kiltası :** Laminalanma gösterebilen karbonatlı kiltası karakterindedir. Kayaçta karbonat oranı yüksektir. Az da olsa silt boyutunda kuvars feldspat gibi detritikler içerebilmektedir.

#### 4.1.3. Bilecik Kireçtaşı

Bilecik kireçtaşı birimi tamamen kireçtaşından oluşmuştur. Gençoğlu (1988) tarafından yapılan incelemede tüm orta Sakarya bölgesinde yaygın olan birimin inceleme alanında da Neojen havzasını sınırlar biçimde yayılımlar gösterdiği, Katlıç köyü kuzey ve güney yamaçlarından Erenköy'e kadar, ayrıca Yeniköy ile Kızıldamlar

civarında ve Çaltı köyü batı ve güneyindeki yükseltilerden Samrı köyü ve İnhisar'a kadar olan alanlarda izlendiğini ve bu birimin çoğunlukla dik yarlı masa tipinde tepeler şeklinde olduğunu, topografik görünümü ve yapısı ile her yerde tipik olmasına karşın en iyi Çaltı köyü Güneykaya tepede izlendiğini ifade etmiştir.

Birimin paleontolojik bulgu ve mikro fasiyes özelliklerine göre ısıg sıcak ve sakin bir self ortamı özelliği gösterdiği belirtilmiştir (Demirkol, 1977 ; Soner, 1978).

Rekristalize kireçtaşı ve çeşitli özelliklerde sparit karakterindedir. Spalitler ise oolitli-intrasparit, pelletli-oosparit ve pelletli-fosilli-intrasparit karakterindedir. Ayrıca kalsitlerde büyümeleri görmek mümkündür. Dokusal yönden olgunlaşma yaygın olmasına rağmen yarı olgunlaşma da tanımlanabilir.

#### **4.1.4. Gökçekaya Formasyonu**

Tüf, kumtaşı ara katkılı ve tüfit mercekli killi kireçtaşı ve kumtaşı istiflerinden oluşan birimdir. En az mostra veren (max. 1 km) formasyon olup, Katlıç köyü güney yamaçlarında, Yeniköy doğusundaki Gökçekayatepe ve Bilecik yolu üzerinde Akdizler mevkiinde yer alır. Gençoğlu'na (1988) göre formasyonun adı litolojik özelliklerin en iyi gözleendiği Gökçekayatepe'den alınmış ve buradaki kalınlık kabaca 100 m olarak belirlenmiştir.

Ayrıca Katlıç köyü güneyindeki Bilecik kireç taşları eteğinde, açısız uyumsuzlukla bulunan birimin, kırmızı, pembe, ince-orta katmanlı, laminalanma gösterebilen, sert ve tıkız, killi kireçtaşından oluştuğu ve bu kireçtaşlarının pembe renkli, ince katmanlı iyi pekişmiş, tüf kumtaşı arakatıkları ve aynı özellikteki tüfit merceklerini de içerdiği belirtilmiştir.

**Kireçtaşları :** Mikrit karakterindedir ve tipik mikritin yanı sıra biyomikritik, tüflü-biyomikritik, tüflümikrit, tüflü-litomikrit tanımlanmıştır. Bu kayalarda boylanma iyi veya orta, tane şekli yuvarlak, kil oranı yüksektir. Aynı zamanda tüf içeriği ve laminasyonları gözlenebilmektedir. Tüflü mikritlerde zeolit ve klorit minerallerine



rastlanmıştır. Ayrıca Yeniköy volkanitlerine yakın bölgelerde, demir getirimleri gözlenmiştir.

**Kumtaşları :** Andel'e (1958) göre grovak ve subgrovak Travis'e (1970) göre litik kumtaşı ve kuvarslı kumtaşı karakterlerindedir.

**Tüfler :** Karbonatlarla birlikte ince bantlar veya laminalar şeklinde kırmızı renkli camsı kül tüfleri tanımlanmıştır.

#### **4.1.5. Yeniköy Volkaniti**

Andezit karakterinde olan volkanitler, aşırı derecede yer yer tamamen kaolinleşmiş ve yörede kaolen kaynağı olarak işletilmektedirler. Volkanitlere, dayklar şeklinde Yeniköy civarındaki Gökçekaya formasyonu içerisinde ve Küre Neojen baseninin kuzeyinde dağınık biçiminde rastlanılmış, Akdizler mevkiindeki kaolen ocakları şeklinde işletilen volkanitlerin Bilecik kireçtaşlarını kestiği ve çok az zayıf bir pişme zonu oluşturduğu gözlenmiştir.

Volkanitlerin, çatlak ve kırık sistemlerine bağlı hidrotermal getirimlerle kaolinleşmiş ve bu nedenle beyaz, kirli sarı renkte olduğu ayrıca demir getirimi ile yer yer kırmızıya boyandığı gözlenmiştir (Gençoğlu,1988).

Aşırı derecede bozunmuş andezit karakterindeki Yeniköy volkaniti vitrofir-porfirik doku göstermektedir. Plajiyoklas, amfibol ve opak mineraller ana bileşenleri oluşturur.

Plajiyoklaslar genelde mikrolitler ve bazen fenokristaller şeklinde bulunmaktadır. Hidrotermal aktiviteler sonucu fazla miktarda veya tamamen kil minerallerine (kaolinit) dönüşmüşlerdir. Kaolinleşmenin ileri aşamalarında plajiyoklaslar genellikle kaolinit tarafından tamamen ornatılmıştır.

#### **4.1.6. Geçitli Formasyonu**

Gürpınar (1970), Sakarya batısında Vezirhan formasyonu üzerinde, açılı diskordanslı kireçtaşı birimlerinde ibreziyen faunası bulmuştur. Aynı bölgenin güneyindeki arazide Ersen (1970) ise, lütesiyen faunasını tespit etmiştir. Okran (1972), Osmaneli kuzeyindeki Mekece Boğazı'nda üst kretase üzerine açılı diskordansla gelen birime Ciciler formasyonu adını verip, orta üst lütesiyende 3 üye ayırtlamış ve bu üyelerden birisine nummulitli kireçtaşı olarak belirtmiştir. Demirkol da (1973) Gemiciköy dolayındaki Bilecik kireçtaşı üzerine açılı diskordansla gelen birime "Geçitli kireçtaşı" adını vermiş ve yaşının kesinlikle, fosil topluluğuna göre orta-üst lütesiyen olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı bu birimin sığ, daha çok düşük, bazen yüksek enerjili intratilitoral ortamda çökeldiğini ifade etmiştir.

Bu formasyonu oluşturan kireçtaşlarında çeşitli forainiferler, mercanlar oldukça bol olarak gözlenmektedir. Sparit çimento ise yer yer yoğunlaşmaktadır. Boşluklarda kalsit ve kalsedon oluşumları belirlenmiştir. Ayrıca nadiren volkanik kayalık parçacıklarına da rastlanılmaktadır. Boyalanma kötü taneler köşeli ve istiflenme iyi gelişmiştir.

#### **4.1.7. Küre Formasyonu**

Neojen yaşlı görsel baseni daha çok flüviyatil getirimlerle oluşturulan, alt merkezi kiltası-konglomera çökelleri, üst kiltası-kumtaşı çökelleri ve son ürün kimyasal karbonat çökelleri ile flüviyatil getirimlerin kendi çökelleri ayrı ayrı incelenmiş, özellikleri saptanmış fasiyes konumları belirlenmiştir. Formasyona yayılımın en fazla ve en iyi gözlendiği bölgedeki en büyük yerleşim merkezi olan Küre köyünün ismi verilmiştir (Gençoğlu,1988).

##### **4.1.7.1. Avdan Kiltası-Kumtaşı Üyesi**

Çakıl mercekli, konglomera seviyeli, killi kireçtaşlı tüfit ara katkılı kiltası-kumtaşı aralanmasında oluşan ve kömür içeren birimdir.

Neojen gölssel havzasının orta bölümünü oluşturan ve kil katmanları nedeni ile ekonomik değere sahip olan ocakların bulunduğu üye, farklı dört sahada yüzeilenmektedir. Yörede ve literatürde kil sahaları olarak değerlendirilen bu bölgeler Sakızbeli Mevkii kil sahası, Çiğdemlik-Alan kil sahası, Akçaalan kil sahası ile üyenin en iyi ve en geniş gözlendiği Küre bölgesidir. Bunlardan Küre yöresi hariç diğer bölgeler, küçük yayımlı hafif erozyonal yüzeyli topografik alanlardır. Küre bölgesinde ise birim daha geniş alanlarda yüzeilenmektedir. Bu sahada morfoloji, küçük derelerin birleşerek geniş bir erozyonal yüzeyle Sakarya'ya ve Karasu'ya açılması sonucu aşırı derecede erozyona uğramış ve engebe kazanmıştır.

**Küre Neojen Alanı :** Bu bölgede, havzaya güney ve kuzeybatıdan malzeme taşıyan bol boşalımlı flüviyal getirimler etkili olmuştur. Bu getirimlerden güney havza içerisine doğru gelişen bir alüviyal yelpaze, havzayı besleyen en önemli malzeme ve su kaynağını oluşturur. Bu yelpazenin örgülü kanalları, göl derinliklerine doğru etkilerini azaltarak sürdürmüşlerdir.

Bu yöredeki getirimler, havza içinde paralel set oluşturacak şekilde, iki havza temel yükseltisi tarafından engellenmiş ve bölgedeki hemen hemen tüm sedimanter kil ocakları, Avdan kil mevkii olarak bilinen bu setin önünde dizi halinde sıralanmışlardır. Bu lokasyonlarda birim; mavi, mavimsi gri, gri rengi ile tipiktir. Birim, bolca çakıl mercekleri içeren konglomera ve ince killi kireçtaşı, arakat kili, kıltaşı-kumtaşı ardalması şeklinde, kılavuz seviye olan kömür bandına kadar devam eder. Kömür damarının hemen üzerinde kalınlığı kenarlarda 10 cm'den başlayıp merkezi kısımlarda 1 m'yi aşabilen şilt-şeyl ardalması bulunmaktadır.

Kömür seviyesi güneydoğuya doğru olan ocaklarda kalın (0,5-2 m) ve ince kil arakatlı iken, kuzeybatıya doğru çatallanıp birbirine yakın ince iki bant (10-25 cm) olarak gözlenir. Köksoy (1985), genelde kömür damarının, daha ince damarcıklara ayrılmasını havzanın ani olarak çökmesi sonucu oluşacağını belirtmiştir. Yöredeki bu çöküntü alanı, yersel ve küçük boyuttadır. Kömür damarları, doğal setin uçlarındaki ocaklarda, ortadan kalkmakta ve yerine çok ince bitüm seviyelerine veya organik maddece zengin kile bırakılmaktadır. Bu kılavuz kömürlü seviyenin altında ise

ekonomik değere sahip işletilen, masif ve yer yer konvolütler içerebilen kumlu kıltaşı gelmektedir. Bu birimde aşağıya doğru kum oranı artmaktadır. İşletilen seviye olan kömürün altındaki killi kumtaşına kadar, üstte kalın kıltaşı-kumtaşı, konglomera istif, mavi, mavimsi gri rengi ile tipiktir. Buradaki hakim istif olan kıltaşları, pekişmiş, yarı pekişmiş katmanlı ve yarılım göstermektedir. İllit kristallerince zengin seviyeler ve organik madde içeren bu kıltaşları genelde yağsı özelliktedir. Bu kıltaşları ayrıca ince yarı pekişmiş kum, kumlu çakıl merccekleri ve seviyeleri ile serbest çakıl taneleri içerebilmektedir. Kıltaşları ile arakatkılı sert ve tıkız kumtaşı ve bazen konglomeratik seviyeler ise, kalın katmanlı, yanal ve dikey yönlü, kısa mesafelerde birbirlerine geçiş gösterebilen karakterlerdedirler.

Çakıl ve kaba kum bileşenleri genelde magmatik kayaç ve daha az metamorfitten türemişlerdir. Çimento malzemesi, karbonat, kum, silt ve kildir. Yer yer bitki fosilleri görülmektedir. Bu birimlerin kesit içerisinde, makro olarak tanınması imkansızdır. Ancak mikroskobik düzeyde belirlenebilen yine mavi renkli, ince katmanlar halinde, sert ve tıkız bileşenleri gözle ayırt edilemeyen ve laminasyon gösterebilen birkaç killi kireçtaşı katmanları da görülmüştür. Ayrıca sarı-kahverengi renkli çok ince katmanlı bol bitki fosilleri içerebilen siltli kıltaşı tabakaları, birkaç seviye halinde tüm ocaklarda gözlenmektedir. Kömür bantları arasında ve-veya üzerinde bol miktarda organik madde içeren siyah, mavimsi siyah renkli, plastisitesi yüksek, yağsı kil katmanları bulunmaktadır. Kömür bandının üst dokanağında, lamine silttaşı izlenebilmektedir.

Kılavuz seviye olarak nitelenebilen kömür bandının altındaki ekonomik değere sahip olan, kumlu kıltaşı ise masif, sert, tıkız üst seviyeleri kahverengi, alta doğru yeşilimsi renge doğru geçiş gösteren ve kum oranının arttığı birimde yer yer nadiren çok küçük yayımlı, konvolütlere rastlamak mümkün olmuştur. Ayrıca bu seviyelerde demir yumrucuklarını da gözlemek mümkündür.

Üye, ocakların bulunduğu Avdan mevkiindeki tipik mavi, gri rengini kuzey ve batıya doğru alt seviyelerde koruyabilmektedir.

Avdan kilitaşı-kumtaşı üyesinin Akçaalan, Çiğdemlik-Alan ve Sakızbeli mevkiindeki karakteri ve görünümü Küre bölgesinden biraz daha farklıdır. Granitik ve metamorfik temel içerisinde gelişmiş sedimantasyonla eş eğim atımlı normal fayların derinleştii bu küçük kil sahalarında birimlerin litolojik ve sedimantolojik özellikleri aynı karakterdedir. Bu mevkilerde kılavuz seviye olan kömür tabakaları Sakızbeli ve Akçaalan mevkiinde yine görölmektedir. Çiğdemlik –Alan mevkiinde ise kömürün yerini organik maddece zengin plastik kil seviyeleri almaktadır. İnce kömür bantlarının hem üzerinde hem de altlarında katman kalınlıkları 0.1-1.2 m.arası değişen, Avdan mevkiindeki işletilen kil taşından daha kaliteli ve değişik özelliklerde sarımsı, gri, bej, kahverengi, yeşilimsi gri, yeşil renkli kilitaşı katmanları, kumtaşları ile ardalanmalı bulunmaktadır. Bu mevkilerdeki kil taşı katmanlarının devamlılıkları azdır, kalınlıkları ve kaliteleri yanal dikey yönde değişebilmektedir. Özellikle Sakızbeli mevkiindeki kilitaşı katmanlarının yanal olarak kumtaşı ve konglomeraya geçtiği gözlenebildiği gibi kalın kilitaşı katmanları içerisinde kumlu ve çakıllı seviyelere de rastlanılmaktadır.

Kilitaşları içerisinde lamina, ince bantlar, nodüller ve jeller şeklinde koyu gri renkte silis çökelleri tespit edilmiştir. Ayrıca bu sahalarda Avdan mevkiinde de demirli yumrulara sık rastlanılmaktadır. Yine kalın kil katmanları içerisinde devamlı veya kesikli demirce zengin, sarı, kahverengi seviyeler gözlenebilmektedir. Tüfitler ise yalnızca Sakızbeli mevkiinin doğusunda yer alan ocaklarda birkaç tabaka halinde görölmektedir. Bu tüfitlerde yaygın bir killeşme söz konusudur. Bunların kaynağı ve Neojen gölssel basenin doğu sınırı olarak değerlendirilen Sakızbeli mevkiinde gözlenmesinin nedeni bu bölgenin doğuya doğru çalışma alanının dışında yer alan, Altınlı(1973a) tarafından belirtilen Sarıcakaya volkanitleridir. Neojen gölssel basene sediman taşıyan akarsular, zaman zaman bu volkanizmanın tüflerini, erozyona uğratarak havzaya taşımış ve tüfit karakterinde depolanmasına neden olmuşlardır. Bu birim, flüviyal etkiye açık gölssel kenar fasiyeste çökelmiştir.

## 5. İSTANBUL-ŞİLE KAOLİNİTİK KİL YATAKLARI

İstanbul'un kuzeyinde Şile, Beykoz ve Kilyos civarında yer alan kaolenitik kil yatakları Paleozoik temel üzerinde bulunmaktadır. Paleozoik seriler Ordovisiyen yaşlı arkozlar, Siluriyen yaşlı kuvarsitler, Devoniyen yaşlı kireçtaşı, killi şist ve grovaklar ile temsil edilmekte ve İstanbul Paleozoïği olarak isimlendirilmektedir. İstanbul kuzeyinde Trias kumtaşı ve kireçtaşları ile temsil olunmaktadır. Trias yaşlı serilerin üzerine uyumsuzlukla Üst Kretase çakıl taşları gelmektedir. Ancak Üst Kretase bölgede volkanik katkılı filiş ile temsil edilmektedir. Stratigrafik kalınlığı 100 m civarındadır. Andezit ile aglomera, lav ve tüflerden oluşan piroklastikler yaygın olan birimlerdir. Üst Kretase ile Neojen yaşlı birimler arasında killi kireçtaşı ve marnlardan oluşan Eosen yaşlı seriler yer yer izlenmesine rağmen yaygın değildir. Neojen birçok sahada diskordans ile doğrudan doğruya Üst Kretase üzerine gelmektedir. Böyle sahalarda Neojen yaşlı serilerin en alt düzeyini oluşturan yeşil-mavi renkli taban kil, Üst Kretase andezitlerinin altere üst seviyelerini temsil etmektedir ve tedrici olarak taze andezitlere geçmektedir. (Kırıkoğlu M.S, 1994)

Toplam kalınlıkları en çok 50 m civarında olan Neojen birimler göl ve delta fasiyesi oluşuklarıdır. Neojen'in sıcak ve nemli iklim ortamında, yüzeysel alterasyona uğrayan feldspatça zengin Üst kretase volkanikleri, Neojen'in göl ortamında çökelen malzemeye kaynak oluşturmuştur. Neojen'in karasal sığ su ortamında kil çökeliminin yanı sıra kalınlıkları yer yer 3 m'yi bulan linyit kömürleri de oluşmuştur. Ortamda hümitik asidin bulunması nedeniyle killerin bir kısmı refrakter nitelik kazanmıştır. Daha üst seviyelerde birimlerin kum içeriği artmakta, sırasıyla kumlu kil, killi kum ve nihayetinde kumlu seviyelere geçilmektedir. Kumlu seviyelerde çapraz tabakalanma ortamının iyice sığlaştığını göstermektedir. Kılıçlı kaolinitik kil yataklarındaki birimler, birbirlerini litolojik boşluklu olarak izleyen Miyosen ve Pliyosen çökeller olarak iki grupta incelenebilmektedir. Gerek Miyosen ve gerekse Pliyosen yaşlı çökellerin sığ göl ortamında başlayan oluşumları, havzalarının tamamen doldurulması veya taban topografyasının yükselmesine bağlı olarak delta fasiyesi koşullarında tamamlanmıştır. Üst Kretase yaşlı andezitlerin yüzey kısımlarının bozunması sonucu oluşmuş taban kili

ile başlayıp, gri renkli, yer yer kuvars kumu mercekli, organik katkılı kaolinitik kil ile devam eden, daha üstte ekonomik öneme sahip üç ayrı kömür ve çok sayıda kömürlü kil seviyesi arakatlı refrakter kil içeren çökeller, gri renkli kaolinitik kil ve delta fasiyesinde çökelmiş, pekişmemiş, orta-kaba taneli killi kum ile sona ermektedir. Temmuz-1993 sonundaki saha çalışmaları sırasında üst kömür tabakasının altında yer alan refrakter kil seviyesi içinde bulunan fosillerden elde edilen bilgiler ışığında Neojen taban çökellerinin Orta-Üst Miyosen yaşlı oldukları sonucuna varılmıştır. En fazla kalınlıkları yüzeyden itibaren 16,74 m ile 51,98 m arasındaki derinlikte toplam 35,24 m'dir. Arkun(1985) tarafından inceleme alanı çevresi Hamamyatağı formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Miyosen sonunda sedimantasyonda kısa süreli bir duraklama söz konusudur. Bu duraklama dönemi erozyon ile karakteristiktir. Ancak havza tabanının yeniden alçalmasına bağlı olarak sedimantasyon, demir oksit (hematit) çimentolu ve santimetrik kalınlıklı çakıltaşı seviyesi ile Pliyosen'de yeniden başlamıştır. İstif ince-orta tane boyulu, pekişmemiş killi kuvars kumu ile devam etmektedir. Daha sonra açık sarı, bej, sarı ve kahverengiden açık kırmızıya kadar değişen renklere sahip orta-ince kuvars kumu arakatlı kaolinitik fayans killeri çökelmiştir. İnce ince-kaba taneli, çapraz tabakalı, genellikle killi, yer yer çakıllı, açık sarı-kırmızı renkli, metrik kalınlıklı, pekişmemiş kuvars kumları ile sona ermektedir. İnceleme alanında gözlenen kalınlıkları en çok 16,74 m'dir. (Kırıkoğlu M.S, 1994)

Şile Neojen havzasında yer alan ve yaklaşık olarak 50 m kalınlık gösteren tüm birimler ekonomik olarak işletilmektedir. Özellikle Pliyosen yaşlı kuvars kumu ve killi kum seviyeleri yıkanarak filtre ve döküm kumu olarak değerlendirilmektedir. Seramik ve refrakter killeri, Türkiye'de üretilen her türlü seramik ürünü ile ateş tuğlalarının ana hammaddesini oluşturmaktadır.

Kilyos bölgesi neojen oluşumları ise sarı renkli ince taneli bol mikalı ve sidilitlidir. Çoğunlukla tutturulmamış silis kumları ile başlayıp değişen kalınlıktaki kil katmanlarından oluşur. Üst kömür, ince kil, alt kömür ve alt killeri ile devam edip bazalt ve andezitler ile son bulur.

Havzada yer alan killerin ana mineralojik bileşenini kaolin grubu minerallerden nakrit ve halloysit oluşturmaktadır. Refrakterlik derecesine göre killerin bünyesinde çeşitli oranlarda gıbsit bulunmaktadır. Bunların dışında feldspat, kuvars, mika, smektit, klorit, vermikülit ve opak mineraller parajeneze değişen oranlarda eşlik etmektedir. Organik bileşenler, özellikle kömür tanecikleri hemen hemen daima mevcuttur ve fiziksel özellikler bakımından kaliteyi, bilhassa pişme rengini son derece olumsuz etkilemektedir. Refrakterlik derecesine göre killeri  $Al_2O_3$  içerikleri %20-60,  $Fe_2O_3$  içerikleri %0,29-4,38 arasında değişmektedir. (Kırıkoğlu M.S, 1994)

### **5.1. İSTANBUL KİLLERİNİN SERAMİKTE KULLANIMI**

Ülkemizde seramik kil rezervlerinin son derece kısıtlı olması nedeniyle, bölgedeki ince tabakalı sedimanter kömür altı, kömür üstü killeri, ekonomik önem taşır. İstanbul bölgesinde iki büyük kil havzası bulunur. Bunlardan biri Kilyos Havzası, diğeri ise Şile-Ömerli Havzası olup plastik kil yatakları açısından Türkiye'nin en önemli bölgesidir.

Kilyos bölgesi killeri plastik özellikleri yüksek olmasına karşın kirlilik açısından Şile bölgesine göre daha şanssızdır. Kilyos havzası kili kuru mukavemet ( $4-5 N/mm^2$ ) olarak oldukça yüksek değerlere sahiptir. Fakat organik karbon, makro ve mikro boyuttaki kömür içerikleri seramiğin bazı dallarında olumlu etkiler taşıdığı gibi bazı sektörlerde de negatif etkilerinden dolayı kullanım oranını düşürür.

Buna karşın Şile havzası killeri Kilyos bölgesi gibi neojen gölsel çökellerinden oluşur. Kilyos, havzasına göre daha derin çökeltme ortamıdır. Sedimanter materyaller havzaya çok yakın bölgelerden taşınmışlardır. Bu nedenle Kilyos'a göre daha temizdirler.

Kilyos bölgesine göre killerin kristal yapıları daha iyi oluşmuştur. Kil mineralleri çeşitliliği açısından Kilyos bölgesine oranla daha sade bir yapıya sahiptirler. Genellikle kaolinit + illit mineralleri halinde yataklanmışlardır.



Şile havzasında karbon bileşenleri, Kilyos'a göre daha iri tanelidir ( $\sim >250\mu$ ). Bu sayede yıkama-eleme metotları ile de daha kolay zenginleşebilme özelliğine sahiptir. (Sazcı H.,1999)

## 5.2. İSTANBUL VE SÖĞÜT BÖLGESİ KİLLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hammaddelere uygulanan XRD testlerinin sonucunda Söğüt havzası killерinin, kaolinit piklerinin keskin ve şiddetli olması bunların İstanbul bölgesine göre daha iyi kristal yapılı, düşük plastik özelliği gösteren temiz kaolinitik döküm killерden oluştuğunu gösterir. Genellikle kaolinit haricinde kil minerali içermezler. Yer yer düşük ( $\sim\%5-6$ ) illit oluşumları izlenebilir.

Kuvarsın iri taneler halinde olması sadece eleme yöntemi ile de zenginleşebilme özelliğini getirir. Bu nedenle elektro porselen ve sıhhi tesisat malzemesi üretiminde önem kazanır. Söğüt bölgesi genç sedimanter killeri, İstanbul bölgesine oranla rezerv yetersizliğinden dolayı daha az kullanılır. Yer yer limonit ve siderit oluşumlarındaki artış lekeli pişmelere neden oluşturur. Bu nedenle iyi bir homojenizasyon, ince öğütme, mümkünse zenginleşebilme kabiliyetlerinden yararlanılarak iyi kalitede temiz, sıhhi tesisat ve elektro porselen üretim kalitesinde hammaddelere dönüştürülebilir.

Kilyos bölgesi killeri her ne kadar kömürlü (organikli) olsalar da yüksek mukavemetlerinden ve düşük su emmelerinden dolayı yer karosu üretimlerinde kullanım şansı bulabilmektedirler. Bu tür killeri kullanan işletmeler kömürü blanger ile ayırmaktadırlar.

Kil istifinin tabanında bulunan ve ana kayacın bozuşması ve organik asitler ile zenginleşmesi sonucu oluşan refrakter killer daha önceki yıllarda ateş tuğlası yapımında kullanılmaktaydı. Yurt dışından getirilen ucuz şamot killeri maalesef bu tür killerin üretimini durdurmuştur. (Sazcı H.,1999)

Yine kil istifinin alt kısımlarında ve alt kömür ile üst kömür arasında bulunan düşük  $Fe_2O_3$  oranlı ve yüksek plastiklik özelliği bulunan killer izolator üretiminde kullanılmaktadır. Bu tür killerin yeterli rezervleri görüldüğünde granit seramik üretiminde de kullanılabilir. Yapılan araştırmalar yeterli rezervin olmadığı yönündedir.

Şile bölgesi killerinin Kilyos bölgesine oranla daha az kömür içermesi ve yüksek pişme renklerinden dolayı hem yer karosu hem de duvar karosunda kullanılmaktadır. Bu bölgede de düşük su emmeli ve yüksek mukavemetli killer bulunmaktadır fakat aynı Kilyos killeri gibi kömür içermektedirler. Bu bölge killlerinde kaolinitik yapının ön planda olması bazı killerin vitrifiye endüstrisinde kullanımlarını mümkün kılmaktadır.

Yüksek  $Fe_2O_3$  içeren kumlu killer şu anda kullanılmamakta ve pek çoğu maalesef atılmaktadır. Atılma esnasında toprak ve diğer kirletici malzemeler ile karışan bu killeri tekrar geri kazanmak mümkün olmayacaktır. Kil kalitelerini çok dar aralıklara sokmaya çalışan seramik teknolojilerinin bu killerin herhangi bir şekilde kullanım şanslarını yaratmaları gereklidir.

Şile killeri değişen kaliteleri ile yer karosunda, duvar karosunda, vitrifiyede, izolatorde ve artistik seramikte kullanılmaktadırlar. Aynı şekilde bu bölgeden üretilen silis kumları elenerek seramik sanayinde, tüvenan dolgu kumu olarak yıkanarak döküm sanayinde kullanılmaktadır. (Sazcı H.,1999)

İstanbul ve Söğüt Bölgesi killerinin özellikleri Çizelge 4 ve 5’de verilmiştir.

		Kilyos Kili	Şile Kömür Altı K.	Şile Kömür Üstü Kil	Şile Kumlu Kil	Söğüt Kili	Ukrayna Kili	
Kimyasal Analiz	K.Z.	9,03	6,56	8,23	8,68	7,41	7,82	
	%SiO <sub>2</sub>	58,16	65,33	58,93	59,33	62,6	56,05	
	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,2	21,03	25,99	25,31	23,84	29,76	
	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,62	1,86	1,57	2,63	1,51	0,88	
	%Org. Karbon	0,46	0,22	0,4	0,08	0,01		
Çamur Özelliği	Yoğunluk(gr/lt)	1244	1239	1175	1244	1443	1230	
	pH	7,3	4,4	4,3	7,3	7,8	7,9	
	Viskozite(cp)	77,6	610	720	74	475	2080	
	%Kuru Masse	31,5	31,62	39	31,5	48,8	30,36	
Fiziksel Özellikler	SSA(m <sup>2</sup> /gr)	21,41	12,83	33,5	29,07	31,2	29,86	
	Plastisite	W <sub>12.2</sub>	36,7	35	41,5	46,6	29,7	40,7
		W <sub>16</sub>	34,4	33,2	39,5	44,2	28,2	38,2
		W <sub>25</sub>	29,2	29	32,9	39,2	24,7	32,2
		W <sub>16/25</sub>	1,178	1,145	1,200	1,157	1,140	1,186
	Tane Boyu	>500µ	-	%0,32	-	%1,35	-	-
		>2µ	22,81	11,78	37,81	5,87	21,39	47,5
		>10µ	60,87	44,35	83,25	20,54	65,09	34,9
		>63µ	12,91	17,81	0,7	46,23	2,71	0,3
		Ort. Tane Boy	6,44	12,64	3,0	55,8	6,26	2,21
Seramik Özelliği	Kur. Muk. (N/mm <sup>2</sup> )	5,047	1,773	4,29	2,63	2,55	50,84	
	%Kuruma Küçül.	0,97	3,87	6,84	6,28	4,29	3,33	
	Muk. (N/mm <sup>2</sup> )	47,51	37,02	45,00	42,05	33,60	395,1	
	1200°C% küçülme	8,056	11,1	12,66	14,7	11,45	11,82	
	Su Emme	0,03	4,14	0,04	0,03	0,005	0,018	
Mineralojik Özellik	% Kaolinit	30	34	47	31	40	35	
	% İllit	14	9	15	12	5	44	
	% Montmorillonit	4	-	-	-	-	-	
	% Klorit	19	12	-	27	-	-	
	% Quartz	16	24	20	19	28	14	
DLM 1000°C	$\alpha_{500} \cdot 10^{-6}$	5,633	5,498	5,66	5,066	5,52	5,245	
Renk	L	74,74	82,53	64,64	80,21	93,53	89,24	
	a	+3,07	+2,52	+1,09	+4,67	+0,40	+0,74	
	b	+24,53	+20,68	+16,17	+22,98	+8,92	+13,02	
Yoğ gr/cm <sup>3</sup>	Ham Şekillenme	2,68	2,64	1,79	2,56	1,86	2,71	
	1200°C ısıtılmış	2,43	2,51	2,13	2,48	2,24	2,36	

W<sub>12.2</sub>:Plastisite sayısı

W<sub>16</sub>:Yoğrulma suyu

W<sub>25</sub>:Plastiklik sınırı

W<sub>16/25</sub>:Eğitim derecesi

**Çizelge 4: İstanbul ve Söğüt Bölgesi killerin bazı özellikleri (Sazcı H.,1999)**

İSTANBUL VE SÖĞÜT BÖLGESİ KİLLERİNİN ÖZELLİKLERİ										
CİNSİ	BÖLGE	TİPİ	Muk. kg/cm <sup>2</sup>		Su Emme		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Kullanım Yeri	Rezervi Ton
			Max	min	ma	Min				
1	Şile	Kaolinitik	18	10	15	6	20-24	2,5-4,5	Duvar-yer	2.500.000
2	Şile	Kaolinitik	30	16	8	3	22-27	3,0-5,0	Duvar-yer	5.000.000
3	Şile	Kaolin.-İllitik	55	25	5	0	23-31	3,5-5,5	Yer Karosu	5.000.000
4	Şile	Kaolin.-İll.-	40	15	9	1	18-26	4,0-6,0	Kullanılmıyor	20.000.000
5	Şile	Kaolinitik	35	20	3	0	21-26	2,5-4,0	Yer Karosu	4.000.000
6	Şile	İllitik	45	25	3	0	23-29	2,5-4,5	Yer Karosu	2.000.000
7	Şile	Kaolinitik	40	20	5	0	22-28	1,5-2,0	Vitrifiye	500.000
8	Şile	Kaolinitik	30	15	9	3	18-22	1,7-2,3	Yer Karosu	1.000.000
9	Şile	Kaolinitik	45	25	5	0	30-42	1,5-2,5	Refrakter	1.000.000
10	Kilyos	Kaolinitik-İllitik	65	35	3	0	24-30	2,5-5,0	Yer Karosu	10.000.000
11	Kilyos	Kaolinitik-İllitik	35	20	8	2	20-26	3,0-6,0	Yer Karosu	15.000.000
12	Kilyos	Kaolinitik-İllitik	55	30	10	2	31-45	1,5-3,5	Refrakter	1.500.000
13	Söğüt	Kaolinitik	35	15	5	0	19-24	3,5-7,0	Yer Karosu	300.000
14	Söğüt	Kaolinitik	25	10	15	3	18-23	2,5-4,5	Duvar-yer Karusu	500.000
15	Söğüt	Kaolinitik					11-18	1,5-5,0	Yıkabilir Kil	10.000.000
16	Söğüt	Kaolinitik	25	15	12	2	22-28	1,2-2,0	Vitrifiye	15.000

Çizelge 5: İstanbul ve Söğüt Bölgesi killерinin diğer özellikleri(Sazcı H.,1999)

## 6. SERAMİK SEKTÖRÜ

### 6.1. SERAMİK KAPLAMA MALZEMELERİNİN REKABET GÜCÜ VE DÜNYADAKİ KONUMU

Seramik kaplama malzemeleri, seramik sektöründe en önemli yere sahip ve en hızlı gelişen ürün grubudur. Halen 24 üreticinin faaliyet gösterdiği sektörde, son yıllarda artan üretim kapasitesi ve ihracat olanaklarıyla seramik kaplama malzemeleri alt sektörü dünyada rekabet şansını arttırmıştır.

Türkiye bu alt sektörde dünya genelinde üretimde beşinci, tüketimde sekizinci, ihracatta da üçüncü sıraya yerleşmiştir. Avrupa'da ise hem üretim hem de ihracatta İtalya, İspanya'dan sonra üçüncü ülke konumundadır.

Seramik sektörünün yıllık üretimi 3 milyon ton civarında olup bu miktarın % 80'ini seramik kaplama malzemeleri oluşturmaktadır. Toplam seramik sektörü ihracatı içinde en büyük pay yine bu ürün grubuna aittir. 2001 yılında gerçekleştirilen 396 milyon \$ tutarındaki ihracatın yarısı seramik kaplama malzemeleri grubuna aittir. Seramik kaplama malzemeleri sektörü 2003 yılı profili Çizelge 6'da verilmiştir. (ODTÜ İşletme Topluluğu, 2004)

**Çizelge 6: Seramik kaplama malzemeleri sektörü 2003 profili (Seramik Federasyonu)**

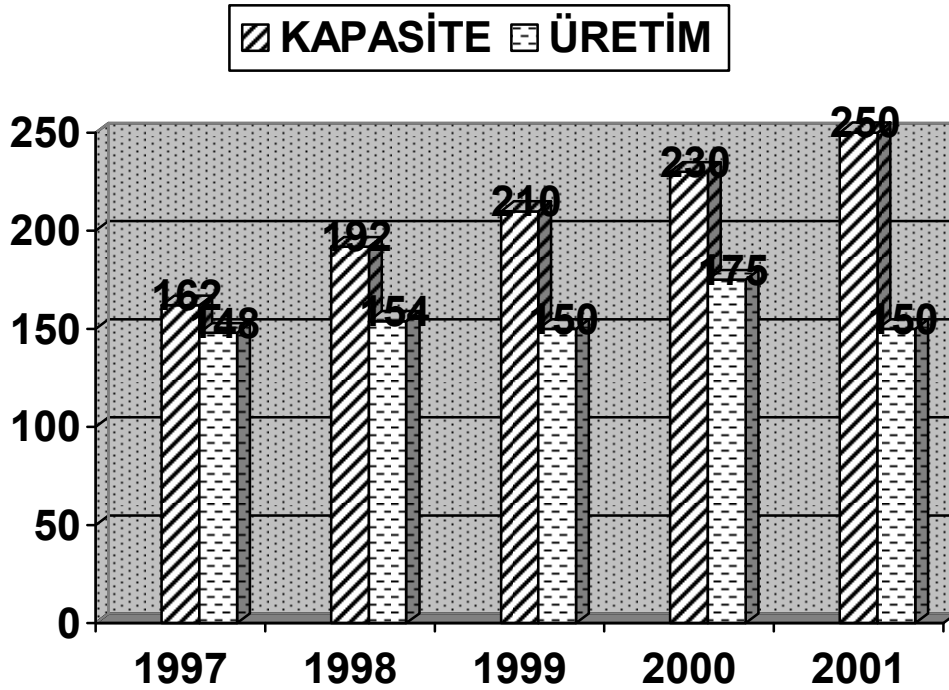
Miktar: Bin m <sup>2</sup> , Değer: Bin \$, Fiyat: \$			
	2002 Yılı	2003 Yılı	Değişim (%)
Kapasite	255.100	258.500	1,3
Üretim	162.500	188.500	16,0
KKO %	64	73	14,5
Yurt İçi Satış	89.000	102.350	15,0
İhracat (Miktar)	72.370	84.966	17,4
İhracat (Değer)	246.265	307.760	25,0
İhracat Fiyatı	3,40	3,62	6,4

### 6.1.1. Kapasite ve Üretim

Seramik kaplama malzemeleri sektöründe 24 fabrika bulunmaktadır. Bu fabrikaların bölgelere göre dağılımına baktığımızda, seramik sektörü kapasitesin %40'ı Bilecik-Eskişehir, %20'si İzmir-Aydın, %15'i Kütahya-Uşak, %25'i Çanakkale bölgesinde bulunmaktadır.

Ülkemizde seramik sektörünün son 20 yılda gelişmiş olması ve mevcut kapasitenin yarısının da son 10 yılda devreye girmesi, son teknolojiye sahip olması açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır.

2001 yılında Türkiye seramik kaplama malzemeleri sektörü kapasitesi, 2000 yılına göre %9 artış kaydederek 250 milyon m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Bunlar daha çok, mevcut üreticilerin sürdürdükleri tevsiî yatırımlarıdır. Yapılan yatırımlar, modernizasyon ve ihracata yönelik olarak yapılmaktadır. Sektör yapmış olduğu yatırımlarla, 1997-2001 yılları arasında üretim kapasitesini %80 oranında arttırmıştır. . (ODTÜ İşletme Topluluğu, 2004)



Çizelge 7: Seramik Sektörü 1997-2001 yılları kapasite ve üretim durumu (ODTÜ İşletme Topluluğu)

Türkiye'nin 2001 yılı seramik kaplama malzemeleri üretimi, 2000 yılına göre %14 oranında azalarak 150 milyon m<sup>2</sup> olarak gerçekleşmiştir. Sektörün 2001 yılı kapasite kullanım oranı %60'tır.

Seramik sektörünün doğrudan istihdamı 25.000 kişi ve sektöre girdi sağlayan yan sektörler ile birlikte toplam istihdam 200.000 kişi düzeyinde bulunmaktadır. Seramik sektörünün istihdam ve döviz girdisi bakımından, ülke ekonomisinde sahip olduğu bu etkin ve önemli yer, gelişimini aynı hızda sürdürebilmesi için sektörün özel bir dikkatle izlenmesi ve sorunlarının giderilmesi gerekmektedir. . (ODTÜ İşletme Topluluğu, 2004)

## **6.2. SERAMİK KAPLAMA MALZEMELERİ SEKTÖRÜNÜN DÜNYADAKİ KONUMU VE GELECEĞİ**

Son yıllarda seramikte lider durumda olan Avrupa'ya bakıldığında üretimde büyük bir değişme görülmemektedir. Özellikle Almanya'daki durgunluk diğer orta Avrupa ülkelerine de yansımıştır. Bununla beraber durgunluktan etkilenmeyen ülkelerin biraz kıpırdaması ile çok hafif bir artış izlenmektedir.

ABD'de halı ve vinil kaplama malzemesi kullanım alışkanlıkları azalarak seramik tüketimi %15 dolaylarında artış göstermiştir. ABD, Fransa, Almanya, İngiltere gibi ülkeler üretim yetersizliği nedeniyle büyük çapta ithalat yapmaktadır.

Dünyada son yıllarda seramik kaplama malzemelerinin üretim ve tüketimindeki önemli bir artış daha ziyade Asya ülkelerinde görülmektedir. İç pazarlarında da talebi büyüyen Çin, Endonezya, Hindistan, Vietnam ve İran gibi ülkelere seramik fabrikaları kurularak iç talep karşılandıktan sonra dış satıma da belirli bir kapasite ayrılmaktadır. Özellikle Çin bu konuda büyük bir atılım içindedir. Bu nedenle, Çin'in büyük bir kapasiteyle devreye girmesi sonucu dünya pazarlarında kıran kırana bir rekabet doğmuştur. Bu durumda entegre olmayan ve yerel üretimlerini pek artıramayan ABD,

Kanada, Avustralya, S.Arabistan gibi pazarlar önem kazanmaktadır. . (ODTÜ İşletme Topluluğu, 2004)

### **6.3. SERAMİK İHRACATININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Türkiye, seramik konusunda dünya pazarlarındaki iddiasını, olumlu ve olumsuz çeşitli iç ve dış faktörlerin etkileri altında kararlılıkla korumakta ve seramik ihracatının ülke ekonomisine yaptığı olumlu katkılar artarak devam etmektedir.

Seramik kaplama malzemeleri sektörü ihracatı, 2003 yılının Ocak-Haziran döneminde bir önceki yılın aynı dönemine göre miktar olarak %8,6, değer olarak %18,4 oranında artarak 35,8 milyon m<sup>2</sup> ve 134,9 milyon USD olarak gerçekleşmiştir.

Başlıca ülke grupları itibariyle ihracat kaydına bakıldığında en fazla seramik ihracat edilen ülke gruplarının sırasıyla AB ülkeleri, Kuzey Amerika ülkeleri ve Ortadoğu ülkeleri olduğu görülmektedir.

AB ülke grubunun Türkiye'nin toplam seramik ihracatından aldığı pay %45 civarında iken, Kuzey Amerika ülke grubunun payı %24 ve Ortadoğu ülke grubunun payı %19 olarak hesaplanmıştır.

Tek tek ülkeler bazında değerlendirme yapıldığında ise en fazla seramik ihraç edilen ülkeler sırasıyla, ABD, Almanya, İngiltere, İsrail, Kanada, Fransa, Yunanistan ve S.Arabistan'dır.

2003 yılının ilk yarısında ihracatta artış görülen ülkeler; ABD (%25), İngiltere (%20), İsrail (%28), Kanada (%3) ve Yunanistan (%18)'dir. İhracatta düşüş yaşanan ülkeler ise Almanya (-%2), Fransa (-%10) ve S.Arabistan (-%26)'dir.



En fazla seramik ihraç edilen ülkeler arasında 2002 yıl sonu rakamları itibariyle ABD ikinci sırada iken 2003 ilk altı aylık ihracat verilerine göre ABD'nin birinciliği alması dikkat çekicidir.

Son yıllarda Türk seramik kaplama malzemeleri sektörünün ihraç pazarları içerisinde ABD'nin önemi artmıştır. 2003 yılının ilk yarısında da ABD'ye yapılan ihracat %25 oranında artmıştır. Türkiye, ABD'ye yaptığı 5.6 milyon m<sup>2</sup> seramik karo ihracatı ile 2001 yılının ihracat miktarına yılın henüz ilk altı ayında ulaşmıştır.

Bugün 280 milyon nüfusa sahip ABD, kişi başına düşen 0,75 m<sup>2</sup> seramik kaplama malzemesi tüketimiyle önemli bir ihracat pazarı özelliği taşımaktadır. Türkiye'de ise kişi başı tüketim 1,52 m<sup>2</sup> seviyesindedir. Söz konusu rakamlardan da görüleceği üzere, ABD Türk seramik sektörü için oldukça önemlidir ve ihracatını artıracak bir Pazar konumundadır.

Seramik karolar ABD'nin toplam kaplama malzeme pazarının sadece %10'unu teşkil ederken, halı %55, vinil %10, ahşap %8, doğal taşlar %3, diğer ürünler %14'ünü oluşturmaktadır. Bu veriler önümüzdeki yıllarda ABD'nin seramik karo tüketiminin büyüme potansiyeline işaret etmektedir. ABD 2001 yılında gerçekleştirdiği 160 milyon m<sup>2</sup> ithalat ile dünyanın en fazla seramik karo ithalatı yapan ülkesidir. Yurtiçi talebin %75'i ithalat yolu ile karşılanmaktadır. 2001 yılı verilerine göre ABD 210 milyon m<sup>2</sup> tüketimiyle dünyanın en fazla seramik karo tüketen ülkeleri arasında da dördüncü sıradadır.

İtalya 56,2 milyon m<sup>2</sup> ile 2001 yılında ABD'ye en fazla seramik karo ihracatı yapan ülkesidir. İtalya'nın ardından sırasıyla İspanya, Meksika, Brezilya, Türkiye ve Endonezya gelmektedir. Türkiye'nin 2001 yılında ABD'nin seramik karo ithalatından aldığı pay %3,5'tir. Bu oran 2003 yılında yaklaşık %5,5'e yükselmiştir.

Seramik kaplama malzemeleri sektöründen sonra en büyük ihracatı yapan sektör olan seramik sağlık gereçleri sektörü, 2003 yılında ihracatını artırmıştır. Sektör yılın ilk yarısında ihracatını bir önceki yıla göre %16, değer olarak ise %30 oranında artırmıştır.

Sektörün 2003 yılı Ocak-Haziran dönemi ihracatı 40.343 ton ve 54 milyon USD'dir. . (ODTÜ İşletme Topluluğu, 2004)

Seramik kaplama malzemeleri sektöründe olduğu gibi vitrifiye sektöründe de ABD'ye yapılan ihracatta önemli bir artış kaydedilmiştir. 2003 yılının Ocak-Haziran döneminde ABD'ye yapılan vitrifiye ihracatı %86 oranında artarak 6.150 ton olarak gerçekleşmiştir. ABD dışında İngiltere, Fransa ve İsrail ihracatta artış yaşanan ülkelerdir. Sektörün en önemli ihraç pazarı konumundaki Almanya'ya yapılan ihracat ise %2 oranında azalmıştır.

Her iki sektörde de ihracattaki değer artışının, miktar artışının üzerinde olmasının nedeni, Euro/Dolar paritesindeki yükselmedir. T.C. Merkez Bankası verilerine göre 2002 yılının Ocak-Haziran döneminde 1 Euro ortalama olarak 0,8968 Dolar'dan işlem görmüştür. 2003 yılının Ocak-Haziran döneminde ise 1 Euro ortalama olarak 1,1040 Dolar'dan satılmıştır. İki dönem arasında Euro, dolar karşısında %23 oranında değer kazanmıştır. Bunun anlamı Euro alanı ve bu alandan etkilenen ülkelere yapılan ihracatta Dolar bazında görülen artışın %23'lük bir kısmı gerçek bir artış değil, parasal bir şişkinlikten ibarettir. Nitekim, AB ülkelerine yapılan ihracatın birim fiyatlarında Dolar bazında artışlar gözlenmiştir.

Türkiye'nin seramik ihracatında Euro, Dolar ve Sterlin'in önemli bir yeri bulunmaktadır. Bu paraların TL karşısındaki değer oluşumu, maliyet faktörlerindeki gelişmelerle birlikte sektörün rekabet gücünü belirlemektedir. T.C. Merkez Bankası'nın ilan ettiği gösterge niteliğindeki kurların altışar aylık ortalamaları itibariyle 2002 yılının 6 aylık ilk dönemi ile 2003 yılının 6 aylık ilk dönemi arasında Euro TL karşısında %40 değer kazanmıştır. Aynı koşullarda Dolar'ın değer kazanımı sadece %14, Sterlin'in değer kazanımı ise %27 olmuştur. . (ODTÜ İşletme Topluluğu, 2004)

#### **6.4. SERAMİK SEKTÖRÜNÜN SON DÖNEMDE YAŞADIĞI TEMEL SORUNLAR**

Seramik sektörü ülkemize istihdam ve döviz girdisi sağlayan, ülke ekonomisinde etkin ve önemli yeri olan bir sanayi dalıdır. Büyük oranda yerli girdiler kullanan sektör, yıllık 1.5 milyar ABD Dolarlık katma değer, 6 milyar ABD Dolarlık ihracatı ile ülkemizin rekabet gücü en yüksek sektörlerinden biridir. Türk seramik sektörünün doğrudan istihdamı 20.000 kişi olup, sektöre hizmet veren yan sektörlerle birlikte toplam istihdam 200.000 düzeyindedir.

Geçtiğimiz dönemde yaşanan iki ekonomik kriz imalattan sanayiye, tarımdan inşaata tüm mal ve hizmetleri üreten sektörleri etkilediği gibi seramik sektörünü de derinden etkilemiştir. 2001 yılında seramik sektörü üretimi %15 daralmış, istihdam azalışı %5 seviyesinde kalmıştır.

Kasım 2000 krizinin hemen arkasından Şubat 2001 ekonomik krizinin patlak vermesi sonucu döviz kurlarının serbest dalgalanmaya bırakılması nedeniyle Türk Lirası'nın Dolar karşısında ani değer kaybına uğraması, akaryakıt ve enerjiye yapılan zamlar seramik üreticilerini de önemli ölçülerde olumsuz şekilde etkilemiştir. Sektörde faaliyet gösteren firmalar üretimlerine zaman zaman ara vermek zorunda kalmışlardır.

Ekonomik kriz, kredi kullanan sektör firmalarını olduğu kadar, piyasaların daralması ve talebin düşmesi sonucu öz kaynakları ile çalışan firmalarımızı da etkilemiştir. Ayrıca, krizin bankacılık sektörünü derinden etkilemiş olması, orta ve uzun vadeli kredilerin tümüyle ortadan kalkmasına, sağlıklı firmaların da finansman imkanlarından yararlanamamasına neden olmuştur. (Bektaş K.,1999)

Reel sektörün karşı karşıya kaldığı sorunların çözümü ülke ekonomisi için büyük bir önem teşkil etmektedir. Ülkemizin sürdürülebilir bir ekonomik büyümeye kavuşturulabilmesi için, üretimdeki "Katma Değer" in ülkede daha fazla oluşması sağlanmalıdır. Çünkü "Yerli Üretim" olarak tanımlanan "Katma Değer" in yurt içinde

gelişmesi, daha çok üretim ve istihdam ile toplumsal refahında temel kaynağını oluşturmaktadır.

Seramik sanayi, yaratacağı Katma Değer ile her ülkede olduğu gibi Türkiye’de de stratejik bir önem taşımaktadır. Türk seramik sanayinin sahip olduğu stratejik önem yüksek üretim potansiyelinin bu açıdan dikkatle ele alınması ve özenle geliştirilerek sürdürülmesi gerekmektedir.

Sektörün ihracat ağırlıklı yapısı ve Türk ekonomisinin döviz ihtiyacına olan katkısı, sektörün karşı karşıya kaldığı sorunların çözümüne hayati önem kazandırmaktadır. Gerekli önlemler alındığı takdirde, ihracat potansiyeli yüksek olan seramik sektörü ihracatını artırarak, 30 milyar ABD Dolarlık dünya seramik pazarından önemli oranda bir pay alabilecektir.

Mevcut durumda sektörün içinde bulunduğu son durumu özetleyen gelişmeler aşağıda sıralanmaktadır. (Bektaş K.,1999)

### **Yurt İçi Pazardaki Daralma**

Ağustos 1999 yılında meydana gelen deprem sonrası emlak piyasasında yaşanan güven bunalımı, belediyeler tarafından inşaat ruhsatı verilmesinin durdurulması ve sağlam konuta çare olarak bulunan Yapı Denetimi mevzuatının bir türlü uygulamaya sokulamaması, 2000 yılı sonuna kadar inşaatları resmen durdurarak, sektörü adeta çökertmiştir.

2000 yılı son çeyreğinde kendini göstermeye başlayan ekonomik kriz, 2001 yılı Şubat ayında meydana gelen yüksek devalüasyon ile daha da derinleşmiş, diğer sektörleri olduğu gibi seramik sektörünü de olumsuz yönde etkilemiştir. İç pazarda yaşanan talep düşüklüğü nedeniyle 2001 yılında sektörün yurt içi Pazar satışları % 17 oranında azalarak 93 milyon m<sup>2</sup> olarak gerçekleşmiştir. Yaşanan ekonomik kriz nedeniyle 2002 yılı da inşaat sektörü için kayıp bir yıl olmuş, sektörün yurt içi satışları 89 milyon m<sup>2</sup>,’ye kadar düşmüştür. 2002 yılı itibariyle sektörün iç pazar satışları son altı yılın en düşük seviyesindedir.

## **Firmaların Alacağı Mikro Önlemler**

Türk seramik sektörünün yurt içi ve yurt dışı pazarlarda yabancı rakiplerine göre rekabet gücünü arttırmak için firma düzeyinde alınabilecek önlemler önem sırasına göre şöyledir. (Bektaş K.,1999)

- Firmaların geleneksel üretim öncelikli stratejilerini pazar öncelikli stratejilerle değiştirmeleri ve bunun gerektirdiği yapısal değişimi sağlamaları, stratejik pazarlama planlaması yaparak kendilerini geleceğin pazarına hazırlamaları.
- Uluslararası standartlara uyum sağlanması için toplam kalite sisteminin yerleştirilmesi.
- Ortak tanıtım ve tasarım stratejilerinin belirlenmesi: Türk Malı imajının oluşturulması, özgün ve çağdaş tasarım için ortak bir fonun kurulması.
- Yurt içi ve yurt dışı fuarların düzenlenmesi ve bu fuarlara katılımın sağlanması.
- Dağıtım sisteminin geliştirilmesi ve navlun priminin verilmesi –özel limanlar, demir yolu, yükleme-boşaltma yerlerinin ilavesi, kara yollarının ıslahı ve depolama maliyetlerinin düşürülmesi.
- Dış satım için ortak stratejiler oluşturulması: Dış satım koordinasyon kurulu fiyat danışmanlık kurulu, sektörel çok ortaklı dış ticaret şirketleri, yurt dışı müteahhitlerin Türk mallarını tercih etmeleri, yeni hedef pazarlar seçilirken geleneksel pazarın korunmasına önem verilmesi, sektörün ticaret ataşelikleri ile işbirliği yapması.
- Ar-Ge'ye gerekli önem verilerek sektörün yabancı teknolojiye ve tasarıma bağımlılıktan kurtarılması.
- Sektörde özel teknik tasarım ve pazarlamaya yönelik eğitime önem verilmesi ve okulların açılması-arttırılması.
- Seramik kullanım alanlarının genişletilmesi.
- Kaynakların etkin kullanımının sağlanması.
- Fiyatlandırma politikasının günün koşullarına göre değerlendirilmesi.

## **Devletin Alacağı Önlemler**

Türk seramik sektörünün yurt içi ve yurt dışı pazarlarda yabancı rakiplerine göre rekabet gücünü arttırmak için devletin alabileceği önlemler şunlardır. (Bektaş K.,1999)

- Avrupa Birliğinin kendi sanayisine sağladığı türden Ar-Ge, yatırım, pazarlama teşvikleri vb. desteklerin benzer biçimde ve aynı etkiyi yaratacak ölçüde Türk seramik sanayine de sağlanması.
- Benchmarking : Rakip ülkelerin ve diğer sanayilerin kendi içlerinde nasıl işbirliği yaptığını, örneğin İtalya, İspanya modellerinin ve Türk tekstilinin nasıl işbirliği yaptığının araştırılması ve uygun görülenlerin seramik sektörüne uyarlanması.
- Gerçekçi kur politikasının izlenmesi,
- Konut sektörünün istikrarlı finansman politikasıyla desteklenmesi,
- İşletmelerin stratejik bir pazar planlamasıyla kendilerini geleceğin pazarına hazırlamaları.
- Kamu açıklarının azaltılarak kıt olan özel tasarrufların yatırıma dönüştürülmesi ve işletmelerin vergi ve fon yükünün hafifletilmesi.
- Yüksek enerji ve yakıt maliyetlerinin tesislerin modernizasyon çalışmasıyla bertaraf edilmesi.
- Daha nitelikli iş gücünün yetiştirilmesi için yeterli sayıda ve nitelikli meslek okullarının açılması.
- Enerji yatırımlarının hızlandırılması.
- Destek sektör ortak hizmetlerinin yatırımının teşvik edilmesi ve yan sanayinin geliştirilmesi.
- Devlet – eğitim kurumları – sanayi işbirliğinin güçlü biçimde kurulması.
- Kıt kaynakların politik yaklaşımlarla eritilmesine izin verilmemesi, geleceğin pazar hedeflerine ulaşmak için stratejik ekonomi önceliklerinin belirlenmesi, buna göre kaynak tahsisinin yapılması.
- Büyük boyutlu entegre hammadde şirketlerinin teşvik edilmesi.

Sonuç olarak;

Seramik kaplama malzemeleri sektöründeki firmalar maliyet avantajlarını tam anlamıyla kullanamamaktadırlar. Çünkü yüksek enerji, kredi ve hammadde stok maliyetleri ile ihracat fiyatı üzerinde bulunan yerli hammadde fiyatları buna engeldir. Ucuz işçilik maliyetleri ise Batı ülkeleri ile kıyaslandığında düşük verimlilik nedeniyle yeterli olamamaktadır. Bu koşullar altında sektörün, AB'nin büyük rakip üreticileriyle karşılaştırıldığında yurt içi rekabette işçilik ve navlun ücretleri dışında tüm gider maliyetlerinde dezavantajlı durumda olduğu görülür.

Başka önemli bir nokta da, Türkiye'de seramik sektörüne hammadde üreten kuruluşların sayıca ve teknolojik imkanlar açısından yeterli olmamalarıdır. Bunlara rağmen sektördeki bazı önemli üreticiler optimal üretim kapasitelerine ulaşarak ölçeğe bağlı fiyat rekabet gücü kazanmışlardır. Bu firmalar teknolojik gelişme, ürün albenisi ve performansı, üretkenlikleriyle rekabet edebilmenin bazı önemli boyutlarını yakalayarak dünyanın önemli tüketim pazarlarına girmeyi başarmışlardır. Ancak Gümrük Birliği ortamında güçlü dünya üreticilerinin rekabetinden korunmanın yolu "bilgi-teknoloji-yenilik" üretme ve uygulamaktan, üretilen ürün ve hizmetleri başarılı şekilde pazarlamaktan geçmektedir. Bu nedenle gerek AB ve gerekse Birlik dışı pazarlarda rekabet gücünün artırılabilmesi için rakip ülkelerin sanayileri ve ürün yapılarındaki gelişmeler izlenmeli ve öncelikli ürün tipleri belirlenmeli ve Ar-Ge çalışmalarına önem verilmelidir. Çünkü yerli üreticilerimiz Ar-Ge'ye yeterince kaynak ayırmadıklarından, bu firmalar teknoloji ve ürün geliştirme konusunda dışarıya bağımlı kalmaktadırlar.

Uluslararası ticari sınırların kalkması, ulaştırma ve haberleşme imkanlarının artmasıyla ürün yaşam süreleri kısaldığından küçük partiler halinde üretim ve ürünlerin hızla piyasalara sürülmesi zorunlu hale gelerek sektör firmalarını artan bir rekabetle karşı karşıya getirmiştir. Bu gelişmelere uyum sağlayabilmek için firmalar ürün tasarımı ve üretimde esneklik yeteneğini kazanmak ihtiyacını duyarak Esnek Üretim Sistemlerine geçmek isteyeceklerdir. (Bektaş K.,1999)

Uluslararası piyasalarda Türk Malı imajının zayıf olması önemli eksikliklerdir. Üst kalite ürünlerde Avrupa ve dünya pazarlarında başarıya ulaşmış bu sektörün ürünleri benzerleriyle aynı kaliteye sahip olsalar dahi uluslararası pazarda imaj zayıflığından dolayı Pazar kayıplarına uğramakta ya da hak ettikleri fiyatı alamamaktadırlar.

Bu nedenle uluslararası piyasalarda olumlu bir “Türk Malı” imajının yaratılması zorunludur. Böylece dış pazarlarda fiyatla rekabet eden yerli firmaların artık fiyat dışındaki pazarlama faktörleriyle de rekabet etmesi gerekecektir. Bu bağlamda artan rekabet ortamında özellikle AB firmaları ile rekabet eden yerli firmalar, üretim ve satış sırasında ve sonrasında müşteri hizmetlerinde uluslararası standartlara uyum sağlamak zorunda kalacaklardır. Bu nedenle toplam kalite yönetimi firmalarda önemli yönetim görevleri arasına girecek, özellikle müşteriye yönelik tanıtım, hizmet, dağıtım faaliyetlerinin önem kazandığı rekabetçi/sosyal pazarlama ön plana çıkacaktır.

Seramik kaplama malzemeleri sektöründe sağlıklı bir büyüme için sadece kapasite artımı yetmemekte, uluslararası rekabet gücüne sahip bir sanayi yapısı oluşturmak da gerekmektedir. Diğer taraftan iç piyasada oluşacak yoğun bir rekabet ortamı hiç kuşkusuz sektörün ihracat pazarlarındaki rekabet gücüne de olumlu katkılar yapacaktır. Bu rekabet; ürün ve hizmet kalitesini, Ar-Ge çalışmaları ile yeni teknolojilere ayrılan fonları ve yenilikleri arttıracak, üretim maliyetlerinin düşürülmesi, süreç kontrolü, ürün dağıtımında hızlilik, özgün tasarım ve müşteriye yönelik ürün geliştirme gibi çağdaş pazarlama yeteneklerini öne çıkaracaktır. Çünkü pazarlama faaliyetlerinde etkinlik ve verimlilik sağlanmadan üretimde verimliliğe ulaşmakla herhangi bir rekabet avantajı elde edebilmek mümkün değildir.

Seramik kaplama malzemeleri sektöründe genel maliyet liderliği için piyasaların talep ettiği malların eşit kalite koşullarında rakiplere göre daha düşük maliyetle üretilmesi gerekir. Diğer bir ifade ile uluslararası piyasalarda veya ithal mallarıyla iç piyasada sektörün rekabet edebilmesi için, dünya fiyatlarıyla girdi temini ve faktör maliyetleriyle tutarlı bir teknolojik yapının kurulup geliştirilmesi kadar, pazarlama imkanları oluşturmak ve imtiyazlar elde etmek de önemlidir. (Bektaş K.,1999)



## 7. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 7.1. Malzeme ve Yöntem

#### 7.1.1. Malzeme

Söğüt Bölgesi kumlu killerin zenginleştirilmesi amacıyla yapılan çalışmada örnekler Akçaalan, Çiğdemlik ve Avdanlık mevkiinde halen çalışmakta olan kil ocaklarından alınmıştır. Örnekler Çiğdemlik kumlu kili I, Çiğdemlik kumlu kili II, Avdanlık kumlu kili, Akçaalan kumlu kili ve Akçaalan killi kumu olarak adlandırılmıştır. standart yer ve duvar karosunda kullanılan hammaddeler ise şunlardır:

Yer Karosu		Duvar Karosu	
Hammadde	%	Hammadde	%
Kil	43	Kil	49
Albit	26	Kaolen	12
Pegmatit	28	Dolomit	11,5
Silis	3	Pegmatit	22,5
		Bisküvi	5

#### 7.1.2. Yöntem

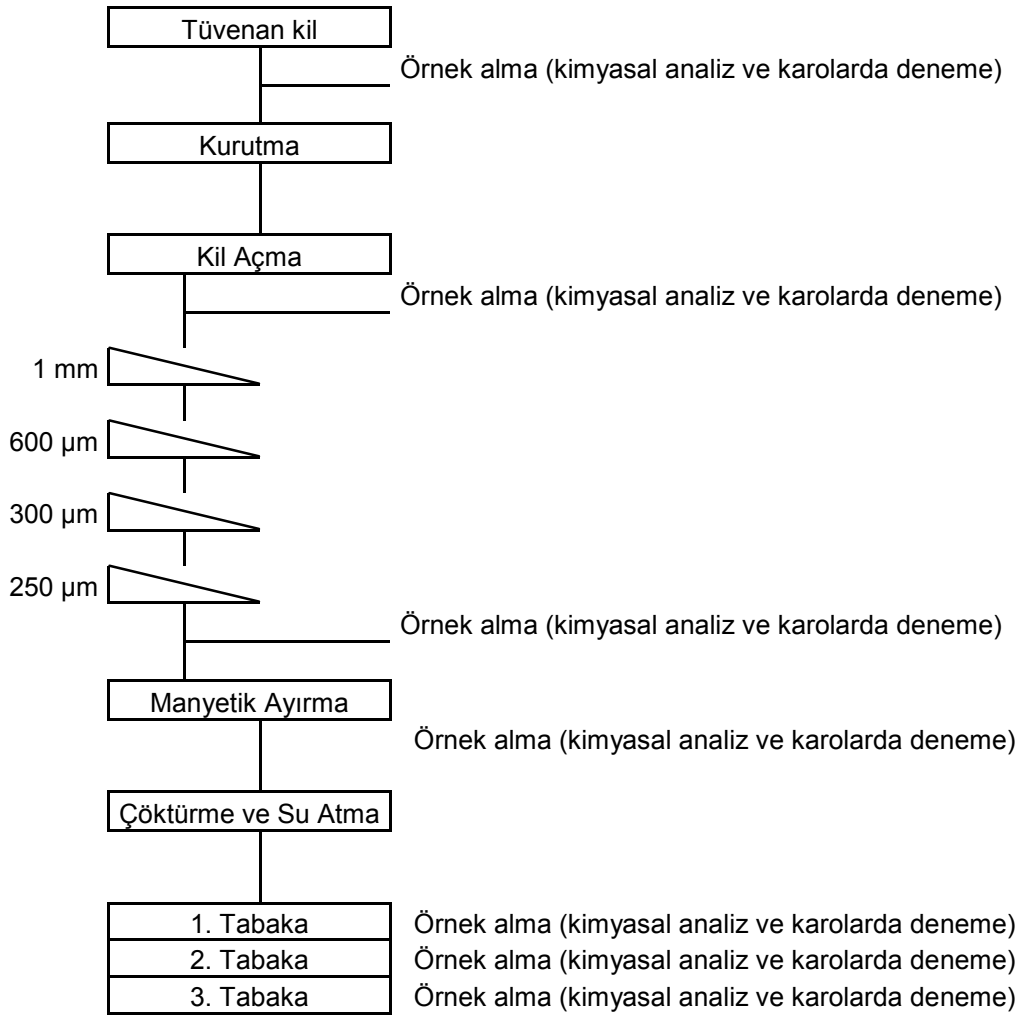
Deneyler 5 ayrı örnek üzerinde ayrı ayrı yapılmış olup deney yöntemine ilişkin akım şeması aşağıda verilmiştir.

##### 7.1.2.2. Kil Açma

60 d/d'lık çift kanatlı pervaneli açıcıda kil miktarının %55'i su ilavesiyle 2-3 saatte gerçekleştirilmiştir.

##### 7.1.2.3. Eleme

1 mm, 600 µm, 300 µm, 250 µm'luk eleklerle eleme işlemi yapılmış böylelikle kil içerisindeki iri taneli serbest silis alınmaya çalışılmıştır.



#### 7.1.2.4. Manyetik Ayırma

Her biri 9000 gauss'luk 4 adet manyetik çubuk ile 0,5 saat süre ile ayırma yapılarak kil içerisindeki demir alınmaya çalışılmıştır.

#### 7.1.2.5. Çöktürme

Geniş hacimli kap içerisinde 24 saat süre ile çöktürme ve su atma işlemi gerçekleştirilerek minerallerin özgül ağırlık ve boyut farklarından yararlanılarak kil zenginleştirilmeye çalışılmıştır. Su atmadan sonra elde edilen çökelek 3 tabakaya

ayrılmış ve her tabaka kimyasal analizleri yapılarak yer ve duvar karolarında kullanım olanakları araştırılmıştır.

#### **7.1.2.6. Karo Fiziksel Testleri**

##### **Pişme Çekmesi :**

Yer ve duvar karosu reçetelerine uygun olarak karıştırılan hammaddeler 100x60 mm ebadında laboratuvar presinde preslenerek endüstriyel yer ve duvar karosu fırınında pişirilmiştir. Pişmiş tabletin % çekmesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Pişme Çekme} = [(L_1 - L_2) / L_1] \times 100$$

Burada ;

$L_1$  : Pres kalıbının ebadı (mm)

$L_2$  : Pişmiş karonun ebadı (mm)

##### **Mukavemet Testi :**

Pişme mukavemetini ölçmek için karolar mukavemet cihazına, mesnet çubukları ortalanmak suretiyle yerleştirilmiştir. Merkezi çubuk, mesnetler arasında eşit mesafeye yerleştirilip karo üzerine saniyede  $1 \pm 0,2 \text{ kg/cm}^2$ 'lik bir kuvvet artışı elde edilecek şekilde düzgün bir yük uygulanmıştır. Karo kırıldığı anda cihaz üzerinde okunan değer, kırılma yükü olarak kaydedilmiştir.

Bu işlemler sonrasında elde edilen değerler, aşağıda verilen formülde yerine yerine konularak mukavemet değeri hesaplanmıştır.

$$P = 3/2 \times [(pxL) / (bxa^2)]$$

Burada;

P : Mukavemet (kg/cm<sup>2</sup>)

p : Kırılma yükü

L : Mesnetler arası mesafe (cm)

b : Karonun kısa kenar uzunluğu (cm)

a : karonun kalınlığı (cm)

### **Su Emme Testi :**

Pişmiş karolar 110 °C'lik etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur ve tartımı alınmıştır. Daha sonra karolar içi su dolu bir kabın içine alt ve üst yüzeylerinden 5 cm yüksekliğinde su olacak şekilde yerleştirilmiştir. Su kaynamaya başladıktan sonra 2 saat süreyle kaynatılmaya devam edilmiştir. Daha sonra ısı kaynağı kapatılarak karolar yine su içinde kalmak suretiyle oda sıcaklığında 4 saat soğutulmaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda karo su emme kabından çıkartılarak hafif nemli bir bez ile yüzeyindeki su alınmaya dek hafifçe kurularak bekletilmeden tartımı alınmıştır. Veriler aşağıdaki formülde yerine konularak karonun su emme oranı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Su emme} = [(W_s - W_i) / W_i] \times 100$$

Burada ;

W<sub>i</sub> : İlk ölçülen ağırlık (gr)

W<sub>s</sub> : son ölçülen ağırlık (gr)

### **7.1.2.7. Kimyasal Analizler**

Tüm malzemelerin kimyasal analizleri MATEL A.Ş.'ne yaptırılmıştır.

## 8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 8.1. ÇİĞDEMLİK KUMLU KİLİ - I

	Tüvenan		Eleme Sonrası -250 µm		Manyetik Ayırma Sonrası		Çöktürme Sonrası					
							1. tabaka		2. tabaka		3. tabaka	
SiO <sub>2</sub>	66,05		59,03		59,21		57,64		58,44		63,59	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,99		25,65		25,69		26,87		26,39		23,26	
TiO <sub>2</sub>	1,35		1,33		1,36		1,31		1,34		1,34	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,10		1,12		0,99		0,98		0,99		1,01	
CaO	0,18		0,21		0,23		0,20		0,22		0,21	
MgO	0,64		0,63		0,62		0,63		0,62		0,62	
Na <sub>2</sub> O	0,15		0,21		0,21		0,20		0,21		0,24	
K <sub>2</sub> O	2,36		2,38		2,43		2,31		2,36		2,4	
K.K.	7,72		9,34		9,22		9,54		9,27		7,21	
Miktar (kg)	20		12,2		12,2		1,7		2,3		8,2	
Ağ.Verim%	100		61		61		8,5		11,5		41	
1190°C Piş.Çekme (%)	2,22		5,21		5,06		6,62		6,06		3,06	
Pişmiş Mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )	85,1		208,8		195,4		257,7		222,4		102,3	
Su Emme (%)	15,6		12,3		12,9		10,4		11,5		14,0	
Pişme Rengi	Kirli bej		Grimsi kirli bej		Grimsi kirli bej		Grimsi kirli bej		Grimsi kirli bej		Grimsi kirli bej	
Kullanım Alanı	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK
Kullanım %'si	8	-	12	-	12	-	14	6	12	-	8	-
Genleşme Katsayısı (x10 <sup>-7</sup> /°C)	67,46		77,08		77,10		78,77		78,04		72,86	
<b>RASYONEL ANALİZ</b>												
K-Feldspat	14,010		14,080		14,370		13,700		13,970		14,200	
Na-Feldspat	1,280		1,780		1,780		1,700		1,780		2,030	
Kaolinit	43,723		57,606		57,536		61,066		59,572		51,379	
Serbest Silis	36,062		21,947		21,939		19,377		20,547		28,167	
Kalker	0,3014		0,3503		0,3835		0,3344		0,3672		0,3504	

Çiğdemlik Kumlu Kili-I tüvenan haliyle % 8 oranında Duvar Karosu (DK) bünyesinde kullanılmaktadır. Yapılan eleme işlemiyle kil içindeki serbest silisin bir kısmı alındığından  $\text{SiO}_2$  miktarı % 7,02 oranında düşmüş,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarı % 5,66 oranında artmış, böylelikle kilin pişme çekmesi ve mukavemeti artmış paralel olarak da su emmesi düşmüştür. Böylelikle kil DK bünyesindeki kullanım oranı %8'den % 12'ye çıkmıştır. Ağırlıkça verim % 61'dir

Eleme sonrası kil manyetik ayırmaya tabi tutulmuş ancak kil kalitesinde değişiklik gözlenmemiştir. Dolayısıyla DK bünyesinde yine % 12 oranında kullanılabilir. Ağırlıkça verim % 61'dir

Daha sonra çöktürme yöntemi kullanılarak kil zenginleştirilmiştir. Üç katmana ayrılan kil ayrı ayrı değerlendirilmiş, bunlardan en üstte kalan 1. tabakada kil kalitesinin arttığı, 2. tabakada kil kalitesinin daha düşük nispette arttığı, 3. tabakada ise iri taneli silisin tabanda toplanmasından dolayı elenmiş kilden dahi daha düşük kaliteye sahip kil kaldığı tespit edilmiştir.

1. tabakada  $\text{SiO}_2$  oranı tüvenan kile oranla % 8,41 azalıp  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oranı % 6,88 oranında artmıştır. Bu farklılık kilin pişme çekmesinin % 2,22'den % 6,62'ye ve mukavemetinin  $85,1 \text{ kg/cm}^2$ 'den  $257,7 \text{ kg/cm}^2$ 'ye çıkmasına, su emmenin ise % 15,6'dan % 10,4'e düşmesine sebebiyet vermiştir. Bu sebeple 1. tabakanın duvar karosu bünyesinde kullanım oranı % 14'e çıkmış ve aynı zamanda Y.K. bünyesinde de % 6 oranında kullanılabilirliği saptanmıştır. Ağırlıkça verim % 8,5'dir

2. tabakada elde edilen kil kalite olarak eleme sonrası elde edilen kile yakındır.  $\text{SiO}_2$  oranı yaklaşık 1 puan daha azdır. Pişme çekmesi % 0,85, mukavemeti  $13,6 \text{ kg/cm}^2$  artmış, su emmesi % 0,85 düşmüştür. Ancak yine de D.K. bünyesinde % 12 kullanım oranı bulmuştur. Ağırlıkça verim % 11,5'dir

3. tabakada ise ağır ve iri taneli silis birikerek kil kalitesini negatif yönde etkilemiş, elenmiş kile oranla  $\text{SiO}_2$  %'si 4,56 oranında artmış,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  %'si 2,39 oranında azalmıştır. Bu da pişme çekmesini % 3,06'ya, mukavemeti  $102,3 \text{ kg/cm}^2$ 'ye

düşürmüş, su emmeyi % 14'e çıkarmıştır. Bu haliyle kil DK bünyesinde % 8 oranında kullanılabilir. Ağırlıkça verim % 41'dir

## 8.2. ÇİĞDEMLİK KUMLU KİLİ - II

	Tüvenan		Eleme Sonrası		Manyetik Ayırma Sonrası		Çöktürme Sonrası					
							1. tabaka		2. tabaka		3. tabaka	
SiO <sub>2</sub>	64,21		62,75		62,66		62,14		62,24		63,17	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,70		19,23		19,14		19,74		19,52		18,76	
TiO <sub>2</sub>	1,53		1,57		1,57		1,54		1,55		1,54	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,80		5,06		3,91		3,77		3,81		3,97	
CaO	0,66		0,64		0,63		0,64		0,67		0,65	
MgO	1,24		1,27		1,31		1,29		1,25		1,27	
Na <sub>2</sub> O	0,21		0,22		0,24		0,24		0,22		0,30	
K <sub>2</sub> O	2,11		2,17		2,22		2,14		2,17		2,21	
K.K.	7,52		8,23		8,26		8,41		8,33		8,01	
Miktar (kg)	20		17,4		17,3		3,1		9,4		4,8	
Ağ.Verim%	100		87		86,5		15,5		47		24	
1190°C Pişme Çekme (%)	4,01		4,9		4,76		5,13		4,84		4,42	
Pişmiş Mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )	194		206,5		208,3		214,6		212,9		199,0	
Su Emme (%)	12,4		11,0		11,3		10,5		10,8		12	
Pişme Rengi	Kirli pembe-kahve		Kirli pembe-kahve		Kirli pembe-açık kahve		Kirli pembe-açık kahve		Kirli pembe-açık kahve		Kirli pembe-açık kahve	
Kullanım Alanı	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK
Kullanım %'si	-	5	-	5	-	5	-	6	-	5	-	5
Genleşme Katsayısı (x10 <sup>-7</sup> /°C)	68,11		71,18		70,40		71,00		70,81		69,97	
<b>RASYONEL ANALİZ</b>												
K-Feldspat	12,47		12,69		13,13		12,66		12,86		13,08	
Na-Feldspat	1,78		1,84		2,03		2,03		1,87		2,54	
Kaolinit	35,634		41,501		41,403		43,156		42,672		40,242	
Serbest Silis	38,345		33,283		33,536		32,523		32,939		34,307	
Kalker	1,1002		1,0551		1,0506		1,0676		1,1195		1,0846	



Çiğdemlik Kumlu Kili-II mevcut haliyle % 5 oranında Y.K. bünyesinde kullanılmaktadır. Yapılan eleme işlemiyle kil içerisindeki iri taneli serbest silisin bir kısmı alınmış, SiO<sub>2</sub> miktarı % 64,21'den % 62,75'e düşmüş, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı % 16,70'den % 19,23'e çıkmıştır. Pişme çekmesi % 0,89, mukavemeti 12,5 kg/cm<sup>2</sup> artmıştır. Su emme değeri ise % 12,4'den % 11'e düşmüştür. Ancak kilin Y.K. bünyesindeki kullanım oranı % 5 olarak değişmemiştir. Ağırlıkça verim % 87'dir.

Eleme sonrası kil manyetik ayırmaya tabi tutulmuş Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %'si 5,06'dan 3,91'e düşmüştür. Ancak pişme çekmesi, mukavemet ve su emmesinde değişme olmaması dolayısıyla Y.K. bünyesinde kullanım oranı değişmemiştir. Ağırlıkça verim % 86,5'tir.

Daha sonra kil çöktürme yöntemiyle zenginleştirilmiştir. Oluşan 1. tabakada SiO<sub>2</sub> miktarının eleme sonrası ile hemen hemen aynı olduğu, yine pişme çekme, mukavemet ve su emme değerlerinin birbirlerine yakın olduğu saptanmıştır. Ancak yapılan test ve denemelerle YK bünyesinde kullanım oranının % 5'ten % 6'ya çıktığı tespit edilmiştir. Bunu sebebi iri taneli silisin tabana çökme eğiliminde olmasıyla açıklanır. Ağırlıkça verim % 15,5'tir.

2. tabaka incelendiğinde, ne 1. katman ne de eleme sonrası elde edilen malzeme ile farklılığın olmadığı SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarlarının birbirine çok yakın olduğu, ayrıca fiziksel özelliklerinin de hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiştir. Ancak su emme yüzdesindeki 0,3 puan farklılık YK bünyesinde % 5 oranında kullanılması sonucunu doğurmuştur. Ağırlıkça verim % 47'dir.

3. tabaka incelendiğinde kilin tüvenan hali ile eleme sonrası mevcut durumu arasında olduğu gözlenmiştir. Eleme sonrasında göre SiO<sub>2</sub> % 0,42 artmış, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 0,47 azalmış, pişme çekmesi % 0,48, mukavemet 7,5 kg/cm<sup>2</sup> azalmış, su emme % 1 artmıştır. 3. tabaka bu özellikleriyle YK bünyesinde % 5 oranında kullanılabilir. Ağırlıkça verim % 24'tür.

### 8.3. AVDANLIK KUMLU KİLİ

	Tüvenan		Eleme Sonrası		Manyetik Ayırma Sonrası		Çöktürme Sonrası					
							1. tabaka		2. tabaka		3. tabaka	
SiO <sub>2</sub>	70,04		60,14		60,46		58,85		59,93		64,85	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,46		25,12		24,95		26,28		25,72		21,39	
TiO <sub>2</sub>	0,85		0,89		0,88		0,89		0,86		0,81	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,42		1,07		0,93		0,90		0,90		0,96	
CaO	0,61		0,74		0,73		0,69		0,71		0,72	
MgO	0,71		0,69		0,70		0,70		0,69		0,69	
Na <sub>2</sub> O	0,19		0,31		0,33		0,30		0,31		0,36	
K <sub>2</sub> O	2,10		2,51		2,52		2,41		2,48		2,54	
K.K.	6,74		8,54		8,26		8,92		8,52		7,62	
Miktar (kg)	20		10,6		10,5		2,2		3,6		4,7	
Ağ.Verim%	100		53		52,5		11		18		23,5	
1190°C Pişme Çekme (%)	1,42		5,20		5,02		5,67		5,34		3,63	
Pişmiş Mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )	64,1		211,0		204,5		236		228,4		103,8	
Su Emme (%)	18,6		11,2		11,4		10,3		10,7		15,4	
Pişme Rengi	Gri-Kirli gri		Gri-Kirli gri		Gri-Kirli gri		Gri-Kirli gri		Gri-Kirli gri		Gri-Kirli gri	
Kullanım Alanı	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK
Kullanım %'si	3	-	9	-	9	-	13	8	-	11	5	-
Genleşme Katsayısı (x10 <sup>-7</sup> /°C)	62,83		76,70		76,33		78,14		77,18		70,58	
<b>RASYONEL ANALİZ</b>												
K-Feldspat	12,4		14,83		14,93		14,25		14,64		15,02	
Na-Feldspat	1,61		2,62		2,80		2,54		2,62		3,05	
Kaolinit	37,617		55,428		55,025		58,722		56,967		45,726	
Serbest Kuvars	43,323		22,937		23,413		20,59		22,073		31,792	
Kalker	1,0154		1,2332		1,2195		1,1506		1,1819		1,2007	

Avdanlık Kumlu Kili tüvenan hali ile % 3 oranında D.K. bünyesinde kullanılabilir. Yapılan eleme işlemiyle kil içerisinde mevcut serbest silis alınarak kil zenginleştirilmiştir. Orijinale göre SiO<sub>2</sub> miktarı % 9,9 azalmış Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı % 7,66 artmıştır. Fiziksel nitelik olarak pişme çekmesi % 1,42'den % 5,2'ye, mukavemeti 64,1 kg/cm<sup>2</sup>'den 211,0 kg/cm<sup>2</sup>'ye çıkmıştır. Su emme ise % 18,6'dan % 11,2'ye düşmüştür. Böylelikle kil DK bünyesinde % 9 oranında kullanıma uygun hale gelmiştir. Ağırlıkça verim % 53'tür.

Eleme sonrası manyetik ayırmaya tabi tutulan kilde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı % 0,14 oranında azalmış bunun dışında fiziksel ve kimyasal niteliği gözle görülür ölçüde değişmemiştir. Mevcut haliyle DK bünyesinde % 9 oranında kullanılabilir. Ağırlıkça verim % 52,5 'tir.

Daha sonra çöktürme yöntemi kullanılarak kil zenginleştirilmiştir. Özellik olarak birbirinden farklı üç katman ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

1. tabaka eleme sonrası elde edilen kile göre SiO<sub>2</sub> miktarında % 1,29'luk düşüş olduğu, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarında ise % 1,16'lık artış olduğu gözlenmiştir. Yine fiziksel özellikleri değerlendirilerek pişme çekmesinin % 0,47, mukavemetinin 25 kg/cm<sup>2</sup> arttığı, su emmenin % 0,9 oranında azaldığı sonucuna varılmıştır. Böylelikle kil DK bünyesinde % 13, YK bünyesinde % 8 kullanım oranına ulaşmıştır. Ağırlıkça verim %11'dir.

2. tabaka incelendiğinde SiO<sub>2</sub> miktarında eleme sonrasındaki kile göre % 0,21 düşüş, 1. tabakaya göre ise % 1,08 oranında artış gözlenmiştir. Yine Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarında eleme sonrasına göre % 0,6 artış, 1. tabakaya göre % 0,56 düşü gözlenmiştir. Pişmiş özelliklerine bakıldığında çekmenin 1. tabakaya göre % 0,33, mukavemetin 7,6 kg/cm<sup>2</sup> düştüğü, su emmenin % 0,4 arttığı gözlenmiştir. Bu haliyle kil DK bünyesinde % 11 oranında kullanılabilir. Ağırlıkça verim % 18'dir.

3. tabaka incelendiğinde ise SiO<sub>2</sub> miktarının tüm zenginleştirme proseslerinde oluşan killerin SiO<sub>2</sub> miktarlarından daha yüksek oranda olduğu görülmüştür. SiO<sub>2</sub>

miktarında eleme sonrasına göre % 4,71, 1. tabakaya göre % 6, 2. tabakaya göre % 4,62 artış göze çarpmaktadır. Bunun yanında  $Al_2O_3$  miktarında ciddi düşüş gözlenmiştir. Diğer fiziksel özelliklerindeki olumsuzluk da dikkate alındığında kil % 5 oranıyla DK bünyesinde kullanılabileceği anlaşılmıştır. Ağırlıkça verim % 23,5'tir.

#### 8.4. AKÇAALAN KUMLU KİLİ

	Tüvenan		Eleme Sonrası		Manyetik Ayırma Sonrası		Çöktürme Sonrası					
							1. tabaka		2. tabaka		3. tabaka	
SiO <sub>2</sub>	71,78		59,66		59,46		57,78		59,06		62,24	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,39		24,12		24,21		25,95		25,04		22,21	
TiO <sub>2</sub>	0,83		0,87		0,87		0,84		0,86		0,81	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,25		2,36		1,97		1,85		1,91		1,96	
CaO	0,64		0,71		0,67		0,66		0,69		0,65	
MgO	0,61		0,64		0,61		0,64		0,64		0,62	
Na <sub>2</sub> O	0,08		0,19		0,19		0,17		0,21		0,20	
K <sub>2</sub> O	2,26		2,44		2,48		2,39		2,42		2,55	
K.K.	6,17		8,96		9,05		9,40		9,11		7,22	
Miktar (kg)	20		10,2		10,2		1,3		3,7		5,2	
Ağ.Verim%	100		51		51		6,5		18,5		26	
1190°C Pişme Çekme (%)	1,35		5,42		5,46		6,0		5,6		4,41	
Pişmiş Mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )	60,1		221,5		223,0		261		248,1		96	
Su Emme (%)	19,0		11,2		11,0		10,4		10,9		18,2	
Pişme Rengi	Kirli bej		Bejimsi		Açık bej		Açık bej		Açık bej		Açık bej	
Kullanım Alanı	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK
Kullanım %'si	4	-	9	-	9	-	14	7	10	-	5	-
Genleşme Katsayısı (x10 <sup>-7</sup> /°C)	60,60		76,26		76,11		78,76		77,20		72,9	
<b>RASYONEL ANALİZ</b>												
K-Feldspat	13,37		14,43		14,68		14,14		14,31		15,08	
Na-Feldspat	0,65		1,61		1,61		1,44		1,78		1,69	
Kaolinit	32,432		53,62		53,814		59,024		55,928		48,687	
Serbest Silis	47,58		24,294		24,22		20,24		22,585		28,886	
Kalker	1,0733		1,1839		1,1187		1,1013		1,1506		1,0837	

Akçaalan Kumlu Kili tüvenan haliyle DK bünyesinde % 4 nispetinde kullanılabilir. Yapılan eleme işleminde kilin içerisindeki kumlar alınmaya çalışılmıştır. Akçaalan Kumlu Kilinin kimyasal özelliklerine bakıldığında  $\text{SiO}_2$  oranında tüvenana göre % 12,12'lik ciddi bir düşüş olduğu yine  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarında % 8,73'lük bir artış olduğu görülmüştür. Fiziksel özelliği dikkate alındığında pişme çekmesinin % 4,07, mukavemetinin  $161,4 \text{ kg/cm}^2$  arttığı, buna paralel olarak su emmenin % 8,8 oranında düştüğü görülmüştür. Bu durumda kil DK bünyesinde % 9'luk kullanım oranına ulaşmıştır. Ağırlıkça verim % 51'dir.

Eleme sonrası manyetik ayırmaya tabi tutulan kilde ciddi bir değişiklik görülmemiştir. Bu haliyle yine DK bünyesinde % 9 oranında kullanılabilir. Ağırlıkça verim % 51'dir.

Çöktürme işlemi sonrası oluşturulan 1. tabakanın kimyasal ve fiziksel nitelikleri incelendiğinde  $\text{SiO}_2$  miktarında eleme sonrasına oranla % 1,88'lik bir düşüş,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarında % 1,83'lük bir artış olduğu saptanmıştır. Pişme çekmesinde % 0,58'lik, mukavemetinde  $39,5 \text{ kg/cm}^2$ 'lik artış, su emme değerinde % 0,8'lik düşüş ile karşılaşmıştır. Böylelikle kil DK bünyesinde % 14, YK bünyesinde % 7 oranıyla kullanılmaya uygun hale gelmiştir. Ağırlıkça verim 6,5'tir.

2. tabaka incelendiğinde 1. tabakaya oranla  $\text{SiO}_2$  miktarında % 1,28'lik artış,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarında % 0,91'lik düşüş gözlenmiştir. Pişme özelliklerinde ise çekme için % 0,4, mukavemet için  $12,9 \text{ kg/cm}^2$ 'lik düşüş, su emmede ise % 0,5'lik artış olduğunu söylemek mümkündür. Böylelikle kil DK bünyesinde % 10 oranıyla kullanım alanı bulmuştur. Ağırlıkça verim % 18,5'tir.

3. tabakada toplanan kumlar kilin fiziksel ve kimyasal niteliklerini olumsuz etkilemiş,  $\text{SiO}_2$  oranını 2. tabakaya göre % 3,18, 1. tabakaya göre % 4,46, eleme sonrasına göre % 2,58 artırmış;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oranını da 2. tabakaya göre % 2,83, 1. tabakaya göre % 3,74, eleme sonrasına göre % 1,91 azalttığı gözlenmiştir. Fiziksel özellik olarak da pişme çekmesi % 4,41, mukavemeti  $96 \text{ kg/cm}^2$ , su emmesi % 18,1 olarak

belirlenmiştir. Bu haliyle DK bünyesinde % 5 oranında kullanılabilir. Ağırlıkça verim %26'dır.

## 8.5. AKÇAALAN KİLLİ KUMU

	Tüvenan		Eleme Sonrası		Manyetik Ayırma Sonrası		Çöktürme Sonrası					
							1. tabaka		2. tabaka		3. tabaka	
SiO <sub>2</sub>	86,85		72,86		72,88		70,13		72,36		75,62	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,38		16,89		17,80		20,01		17,82		15,15	
TiO <sub>2</sub>	0,13		0,14		0,13		0,13		0,13		0,13	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,61		0,50		0,46		0,44		0,47		0,49	
CaO	0,12		0,21		0,17		0,19		0,16		0,14	
MgO	0,23		0,32		0,29		0,26		0,29		0,29	
Na <sub>2</sub> O	0,08		0,14		0,15		0,14		0,14		0,14	
K <sub>2</sub> O	1,35		1,78		1,78		1,65		1,71		1,74	
K.K.	2,73		6,38		6,34		7,02		6,74		5,94	
Miktar (kg)	20		12,9		12,9		1		4		7,9	
Ağ.Verim%	100		64,5		64,5		5		20		39,5	
1190°C Pişme Çekme (%)	-0,62		1,21		1,33		2,06		1,94		0,96	
Pişmiş Mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )	11,2		60,6		64,7		78,0		74		33,6	
Su Emme (%)	23,6		19,8		19,3		18,6		18,8		21,6	
Pişme Rengi	Açık krem		Açık krem		Açık krem		Açık krem		Açık krem		Açık krem	
Kullanım Alanı	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK	DK	YK
Kullanım %'si	-	-	2	-	2	-	4	-	2	-	-	-
Genleşme Katsayısı (x10 <sup>-7</sup> /°C)	42,43		58,72		59,77		64,29		59,60		55,41	
<b>RASYONEL ANALİZ</b>												
K-Feldspat	8,00		10,56		10,52		9,75		10,12		10,30	
Na-Feldspat	0,68		1,19		1,27		1,19		1,19		1,19	
Kaolinit	15,193		37,7		39,566		48,107		39,922		33,061	
Serbest Silis	74,429		47,942		46,287		39,638		46,544		53,074	
Kalker	0,2004		0,3513		0,2833		0,3167		0,2671		0,2337	



Akcaalan Killi Kum kimyasal ve fiziksel yapısı incelendiğinde  $\text{SiO}_2$  miktarının % 86,85 ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarının % 7,38 olması itibariyle Yüksek Kumlu Kil yada Killi Kum vasfıyla anılmaktadır. Hammadde mevcut halinde DK ve YK bünyelerinde kullanılmamaktadır.

Hammadde eleme işlemine tabi tutularak  $\text{SiO}_2$  miktarı % 72,86'ya indirgenip  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarı % 16,89'a yükseltgenmiştir. Pişme çekmesi % -0,62'den % 1,21'e, mukavemeti  $11,2 \text{ kg/cm}^2$ 'den  $60,6 \text{ kg/cm}^2$ 'ye yükselmiş, su emmesi % 21,6'dan %19,8'e düşmüştür. Bu haliyle DK bünyesinde % 2 oranında kullanılabilir. Bu noktada malzemeye kumlu kil denilebilir. Ağırlıkça verim % 64,5'tir.

Eleme sonrası manyetik ayırmaya tabi tutulan kilde ciddi bir değişiklik gözlenmemiştir. Kil % 2 oranında DK bünyesinde kullanılabilir. Ağırlıkça verim yine % 64,5'tir.

Çöktürme sonucu oluşan 1. tabaka incelendiğinde  $\text{SiO}_2$  miktarı eleme sonrasına göre % 2,73 azalıp  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarı % 0,91 artmıştır. Bunun yanında pişme çekmesi % 1,21'den % 2,06'ya, mukavemet değeri  $60,6 \text{ kg/cm}^2$ 'den  $78 \text{ kg/cm}^2$ 'ye çıkmış, su emme % 19,8'den % 18,6'ya düşmüştür. Bu haliyle DK bünyesinde % 4 oranında kullanılabilir. Ağırlıkça verim % 5'tir.

2. tabaka incelendiğinde  $\text{SiO}_2$  miktarı 1. tabakaya göre % 2,23 artmış,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  miktarı ise % 2,19 azalmıştır. Pişme çekmesi % 0,12, mukavemeti  $4 \text{ kg/cm}^2$  azalırken su emme % 0,2 artmıştır. Bu haliyle DK bünyesinde % 2 oranında kullanılabilir. Ağırlıkça verim % 20'dir.

3. tabakada ise  $\text{SiO}_2$  % 75,62'ye çıkıp  $\text{Al}_2\text{O}_3$  % 15,15'e düşmüştür. Çekme % 0,96, mukavemet  $33,6 \text{ kg/cm}^2$ , su emme % 21,6 değerine ulaşmıştır. Bu haliyle DK ve YK bünyelerinde kullanılamaz. Ağırlıkça verim % 39,5'tir.

## 9. GENEL SONUÇLAR

Yapılan tüm işlemler sonucunda Söğüt Bölgesi kumlu killeri eleme, manyetik ayırma ve çöktürme yöntemleriyle zenginleştirilerek bu sayede seramik sanayinde daha geniş kullanım alanı bulacağı gözlenmiştir. Zenginleştirme sonucunda 5 farklı kil örneği aşağıdaki oranlarda yer ve duvar karosu bünyelerinde kullanılabilir.

- Çiğdemlik kumlu kili-I tüvenan olarak duvar karolarında %8 oranında kullanılabilirken bu oran eleme sonrası %12'ye kadar çıkmıştır. Ayrıca bu kil tüvenan olarak yer karolarında kullanılmazken, çöktürme sonucunda %6 oranında kullanılabilir hale gelmiştir.
- Çiğdemlik kumlu kili-II tüvenan halde duvar karosunda kullanılamamaktadır. Zenginleştirme sonucunda da bu kil duvar karosu üretiminde kullanım alanı bulamamıştır. Zenginleştirme sonrası yer karosu bünyesinde kullanım oranı ise %5'den %6'ya çıkmıştır.
- Avdanlık kumlu kili tüvenan olarak duvar karosunda ancak %3 oranında kullanılabilir. Eleme ve manyetik ayırma sonrasında bu oran %9'a, çöktürme sonucunda da %13'e çıkmıştır. Bu kil tüvenan olarak yer karosunda kullanılmazken çöktürme ile zenginleştirme sonucunda %11 oranında kullanılabilir hale gelmiştir.
- Akçaalan kumlu kili tüvenan olarak %4 oranında duvar karosunda kullanılabilir. Eleme sonrası bu oran %9'a, çöktürme sonrası %14'e kadar çıkmıştır. Ayrıca bu kumlu kil tüvenan olarak yer karosunda kullanılmazken çöktürme sonrası %7 oranında kullanılabilir hale gelmiştir.
- Akçaalan killi kumu tüvenan halde yer ve duvar karosunda kullanılamamaktadır. Eleme sonrası %2 ve çöktürme sonrası %4 oranında suvar karosu bünyesinde kullanılabilir.

## KAYNAKÇA

1. Akıncı Ö., “Seramik Killeri ve Jeolojisi”, MTA, Ankara
2. Akaya F., 1981, “Bilecik Lias Ammonit Zonları”, Yerbilimleri, İst.Ünv. Fen Fak. Yayın Organı, 2, 3-4, 292-302
3. Altınlı İ.E., 1973a, “Orta Sakarya Jeolojisi”, cumhuriyetin 50. Yılı Kongresi Tebliğler, Ankara, 159-191
4. Arcasoy A.,1983, “Seramik Teknolojisi Kitabı”, Marmara Üniv. Yayınları, No:457
5. Avaroğlu H., 1979, “Bozüyük Metamorfitlerinin Petrokimyasal Özellikleri”, Jeol.Kur.Bült. 22, 1, 101-107
6. Bektaş K.,1999, “Avrupa Tek Pazar Oluşumunun Türk Seramik Kaplama Malzemeleri Sektörünün Rekabet Gücü, Sanayi Yapısı ve Pazarlama Stratejileri Üzerine Etkileri”, MPM Araştırma Projesi, Ankara
7. Bingöl E., 1973, “Biga Yarımadasının Jeolojisi ve Karakaya Formasyonunun Bazı Özellikleri”, Yerbilimleri Kongresi Tebliğler, Ankara, 70-76
8. Ceramic World Review, 2003, n.53
9. Demirkol C., 1977, “Üzümlü-Tuzaklı Dolayının Jeolojisi”, Jeol.Kur.Bült., 20, 1, 9-16
10. Gençoğlu H., 1988, “Yeniköy-Küre-Çaltı Yöresi Neojen Baseninin Sedimenter, Jeolojik ve Mineralojik-Hidrofik İncelemesi”, H.Ü. Fen Bil. Yük. Müh. Tezi, Ankara
11. Kırıkoğlu M.S., 1994, “Turkey’s Raw Material Deposits For Ceramic Wall and Flor Tiles”, Tile&Brick Int., V.10, n.3
12. ODTÜ İşletme Topluluğu, 2004, Yıldız Sektörler Projesi 1, Seramik Sektörü Kitapçığı, Ankara
13. Sazcı H., 1999, “İstanbul Killerinin Seramikteki Önemi”, Kalemaden Dergisi Eylül-Ekim, Çanakkale
14. Soner S., 1978 “Orta Sakarya’daki Üst Kretase-Paleosen-Eosen Çökeltme İlişkileri ve Anadolu’da petrol aramadaki önemi. IV, Petrol Kongresi Tebliğler, Ankara, 95-120

15. Sumer G., 1988, Seramik Sanayi El Kitabı, Marmara Ün. Yayınları  
No:457, İstanbul