

GRANİT BÜNYESİNDE SEPIYOLİT KATKISI
KULLANILARAK TEKNİK ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

TEZLİ YÜKSEK LİSANS

ÖZGE ERTÜRK

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr Taner Kavas

Seramik Mühendisliği AnaBilim Dalı

AĞUSTOS-2007

ONAY SAYFASI

danışmanlığında,
tarafından hazırlanan

başlıklı bu çalışma, lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri
uyarınca
...../...../200.....

tarihinde aşağıdaki jüri tarafından

Anabilim Dalında

tezi olarak oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı, SOYADI	İmza
Başkan	Yrd. Doç. Dr. Veli UZ	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Atilla EVCİN	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Taner KAVAS	

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetin Kurulu'nun

...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Zehra BOZKURT
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1 GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1 Sepiyolit	2
2.1.1 Tanımı	2
2.1.2 Oluşumu	2
2.1.3 Kristal Yapısı	4
2.1.4 Kimyası	6
2.1.5 Kahverengi Sepiyolit'in Mineralojik, Fiziksel, Fiziko – Kimyasal, Termal Özellikleri	8
2.1.5.1 Mineralojik Özellikleri	8
2.1.5.2 Fiziksel Özellikler	9
2.1.5.3 Fiziko – Kimyasal Özellikleri	10
2.1.5.3.1 Sorptif Özellikler	10
2.1.5.3.2 Yüzey Alanı Modifikasyonları	11
2.1.5.4 Termal Özellikler	12
2.1.6 Dünya ve Türkiyede Sepiyolit	13
2.1.6.1 Dünyada Durum	13
2.1.6.2 Türkiyede Durum	14
2.1.7 Kullanım Alanları	15
2.1.7.1 Sorptif Amaçlı Kullanım Alanları	17
2.1.7.1.1 Hayvan Altlığı (pet – litter) Olarak Kullanımı	17

2.1.7.1.2	Renk Giderici Madde Olarak Kullanımı	17
2.1.7.1.3	Tarım ve Böcek İlaçları Taşıyıcısı Olarak Kullanımı	17
2.1.7.1.4	İlaç Sanayisinde Kullanımı	18
2.1.7.1.5	Sigara Filtrelemede Kullanımı	18
2.1.7.1.6	Deterjan ve Temizlik Maddelerinde Kullanımı	18
2.1.7.2	Katalitik Amaçlı Kullanım Alanları	18
2.1.7.2.1	Katalizör Taşıyıcı Olarak Kullanımı	19
2.1.7.3	Reolojik Özelliklere Dayalı Kullanım Alanları	19
2.1.7.3.1	Polyesterler	19
2.1.7.3.2	Boyalar	19
2.1.7.3.3	Asfalt Kaplamalar	20
2.1.7.3.4	Gres Kalınlaştırıcı Olarak Kullanımı	20
2.1.7.3.5	Kozmetiklerde Kullanımı	20
2.1.7.3.6	Plastisollerde Kullanımı	21
2.1.7.3.7	Tarımda Kullanımı	21
2.1.7.3.8	Sondaj Çamuru Olarak Kullanımı	21
2.1.7.3.9	Besicilikte Kullanımı	22
2.1.7.3.10	Kauçuk Sanayinde Kullanımı	22
2.1.7.4	Diğer Kullanım Alanları	22
2.1.7.4.1	Seramik Üretiminde Kullanımı	22
2.1.7.4.2	Fren Balatalarında Asbest Yerine Kullanımı	24
2.1.7.4.3	Lif Takviyeli Çimento Üretiminde Kullanımı	24
2.1.7.4.4	Kaplanmış Ark – Kaynak Elektrodlarında Kullanımı	24
2.1.7.4.5	Biyoreaktörlerde Kullanımı	25
2.2	Granit Karosunda Kullanılan Hammaddeler	26
2.2.1	Kil Mineralleri	26
2.2.1.1	Killerin Sınıflandırılması	27
2.2.1.1.A	Kaolinit Grubu	27
2.2.1.1.B	Montmorillonit Grubu	29
2.2.1.1.C	İllit Grubu	30
2.2.1.1.D	Klorit Grubu	30
2.2.1.2	Killerin Üretimi	31

2.2.1.3 Killerin Özellikleri	32
2.2.1.3.A Kolloidal Özellikleri	32
2.2.1.3.B Asidik Özellikleri	33
2.2.1.3.C Dehidratasyon Özelliği	33
2.2.1.3.D Plastiklik Özelliği	33
2.2.2 Kuvars	33
2.2.2.1 Fiziksel Özelliği	34
2.2.2.2 Kimyasal Özelliği	35
2.2.2.3 Kullanım Alanları	36
2.2.3 Feldspat	37
2.2.3.1 Tanım Ve Sınıflandırılması	37
2.2.3.1.1 Alkali Feldspatlar	40
2.2.3.1.2 Plajioklaslar	40
2.2.3.2 Bulunuş Şekli	41
2.2.3.2.1 Pegmatitler	41
2.2.3.2.2 Aplitler	41
2.2.3.2.3 Feldspat Filonları	42
2.2.3.2.4 Nefelinli Siyenit	42
2.2.3.2.5 Alaskit	42
2.2.3.2.6 Grafik Granit (Yazı Graniti)	43
2.2.3.2.7 Pertit	43
2.2.3.2.8 Feldspatik Kumlar	43
2.2.3.2.9 Altere Granitler	43
2.2.3.3 Üretim Yöntemi Ve Teknolojisi	44
2.2.3.4 Rezervi	44

3.MATERYAL VE METOD **50**

3.1 Deney programı	50
3.2 Deney Akım Şeması	51
3.3 Çalışmada Kullanılan Hammaddeler	52
3.4 Deney Numunelerinin Hazırlanması	52

3.5 Numunelere Uygulanan Test ve Deneyler	54
3.5.1 Litre Ağırlığı	54
3.5.2 Viskozite	55
3.5.3 Elek Bakiyesi Kontrolü	55
3.5.4 Kuru, Pişme ve Toplam Küçülme Deneyleri	56
3.5.5 Ham-Kuru ve Pişme Mukavemeti Deneyleri	57
3.5.6 Su Emme Deneyi	58
4.BULGULAR	59
4.1 Kuru Küçülme Deney Sonuçları	59
4.2 Pişme Küçülmesi Deney Sonuçları	60
4.3 Toplam Küçülme Deney Sonuçları	61
4.4 Su Emme Deney Sonuçları	62
4.5 Ham Mukavemet Deney sonuçları	63
4.6 Kuru Mukavemet Deney Sonuçları	64
4.7 Pişmiş Numunelerde 3 Nokta Eğme Mukavemeti Testi Sonuçları	65
4.8 Elektrolit Tayini Sonuçları	66
4.9 Kahverengi ve Gri Sepiyolitın TG ve DTA analiz sonuçları	68
4.10 SEM sonuçları	69
4.11 XRD Sonuçları	74
5.TARTIŞMA VE SONUÇLAR	80
6.KAYNAKLAR	82

ÖZET

GRANİT BÜNYESİNDE SEPIYOLİT KATKISI KULLANILARAK TEKNİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZGE ERTÜRK

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Seramik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr Taner Kavas

Bu çalışma kapsamında; Eskişehir yöresi gri ve kahverengi sepiyolit granit massesinde kullanılmasıyla elde edilen numunelerin teknik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Bu amaçla Kaolen, Feldspat, Kuvars ve değişik killerden oluşturulan bir baz masseye %1, 3 ve 5 oranlarında gri ve kahverengi sepiyolit ilave edilmiştir. Hazırlanan masse numuneleri kuru presleme yöntemiyle, 160 bar basınç ile 10x20 cm² ebatlarında tablet halinde şekillendirilip işletme koşullarında 1185°C 39 dk (Granit rejimde) pişirilmiştir.

Numunelerin küçülme, mukavemet ve su emme gibi fiziksel özellikleri tespit edilmiştir. Baz reçeteye gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile % pişme küçülme oranı artmıştır. Granit fırınlarında pişirilen numunelerin % su emme değerleri artan gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile azalmıştır. Baz reçetenin su emme değeri % 0.49 iken % 5 kahverengi sepiyolit ilaveli reçetenin su emme değeri %0.04, %5 gri sepiyolit ilavesi ile reçetenin su emme değeri %0.0395'e düşmüştür.

7 farklı reçeteden oluşan 1185°C sıcaklıklarda pişen numunelerin mukavemet değerleri, baz reçeteye artan oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile arttığı gözlenmiştir.

2007-83

Anahtar kelimeler: sepiyolit, granit karo

ABSTRACT
MASTER OF SCIENCE THESIS
INVESTIGATION OF TECHNICAL PROPERTIES OF GRANITE TILE BODY
USING SEPIOLITE ADDITIVE

ÖZGE ERTÜRK

Afyon Kocatepe University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Ceramic Engineer

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Taner Kavas

In this thesis, effects on technical properties of samples obtained by using Eskişehir region gray and Brown sepiolite in granite body were investigated.

For his aim gray and brown sepiolites were added proportion of 1%, 3% and 5% to the standard granite mass respectively which consist of Kaolinite, Feldspar and Quartz. Samples were shaped on dimensions 10x20 cm² by dry pressing under pressure of 160 bar and were fired at working conditions. (1185 °C 39 min.-granite tile regime)

Firing shrinkage, strength and water absorption properties samples were determined. Firing shrinkage % ratio were increased by adding gray and Brown sepiolite in furnace were decreased by adding gray and brown sepiolite. The base receipt water absorption was 0,49%. The receipt water absorption was decreased to 0,04% by addition of 5% Brown sepiolite and the receipt water absorption was decreased to 0,0395% by addition of 5% gray sepiolite.

Strength values of samples that were consist of 7 different receipts and fired at the temperature of 1185°C, increased by adding gray and brown sepiolite to base receipt.

2007-83

Keywords: Sepiolite, Granite tile

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada granit bünnyeye artan oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit ilave edilerek teknik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Bana çalıőmalarım konusunda yardımcı olan ve yönlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr Taner Kavas'a, çalıőmalarım sırasında yardımcı olan ve emeği geçen arkadaşlarım Raőit Erten, Lale Avcı ve Yasin Ürersoy'a, çalıőmalarımı yapmam sırasında tüm imkanlarını kullandığım Yüksel Seramik A.Ő'ye, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan Hüseyin Norcu ' ya, en son olarak bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi değerli aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

13/08/2007

ÖZGE ERTÜRK

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

°	derece
C	santigrat
D	yoğunluk
M	kütle
V	hacim
Cm	santimetre
cm ²	santimetre kare
cm ³	santimetre küp
Gr	gram
Lt	litre
A	alfa
B	beta

2. Kısaltmalar

SEM	Spektrö Elektron Mikroskop
XRD	X-Ray Diferansiyel
DTA	Diferansiyel Termal Analiz
TG	Termo Gravimetre
İTS	İleri Teknoloji Seramikleri
MTA	Maden Tetkik Arama Enstitüsü

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa No
Şekil 2.1	Diyajenik Yer Değiştirme Modeline Göre Sepiyolit Oluşumu	3
Şekil 2.2	Dolomit – Sepiyolit Birim Çökelmelerinin Fasiyes Gelişimleri	4
Şekil 2.3	Sepiyolit Kristalinin Şematik Görünüşü	5
Şekil 2.4	Kahverengi Sepiyolit (Polatlı-Türktaciri) Lif Demetlerinin SEM’de Görünümü	9
Şekil 2.5	Şematik kaolinitin struktur yapısı	28
Şekil 2.6	Montmorillonitin üç tabakalı struktur yapısı	29
Şekil 2.7	Kuvarsta sıcaklığın etkisiyle meydana gelen dönüşümler	36
Şekil 2.8	Feldspat yatakları haritası	45
Şekil 4.1	7 farklı reçetenin % kuru küçülme değerleri	59
Şekil 4.2	1185°C ‘de pişen 7 farklı reçetenin % pişme küçülmesi değerleri	60
Şekil 4.3	1185°C’de pişen 7 farklı reçeteye ait % toplam küçülme grafiği	61
Şekil 4.4	1185°C’de pişen 7 farklı reçeteye ait % su emme sonuçlarının grafiği	62
Şekil 4.5	Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait ham mukavemet sonuçlarının grafiği	63
Şekil 4.6	Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait kuru mukavemet deneyi sonuçları	64
Şekil 4.7	1185°C’ de pişen numunelerin üç nokta eğme mukavemeti testi sonuçlarının grafiği	65
Şekil 4.8	İlave edilen elektrolit miktarı ve akma süresi değerleri grafiği	67
Şekil 4.9	Kahverengi Sepiyolitinin TG ve DTA analiz sonuçları	68
Şekil 4.10	Gri Sepiyolitinin TG ve DTA analiz sonuçları	68
Şekil 4.11	Baz numunenin Sem görüntüsü (3000)	69
Şekil 4.12	Baz numunenin Sem görüntüsü (1500)	70
Şekil 4.13	Baz numunenin Sem görüntüsü (500)	70
Şekil 4.14	%3 Gri sepiyolit katkılı numunenin Sem görüntüsü (3000)	71
Şekil 4.15	%3 Gri sepiyolit katkılı numunenin Sem görüntüsü (1500)	71
Şekil 4.16	%3 Gri sepiyolit katkılı numunenin Sem görüntüsü (500)	72

Şekil 4.17	%5 Kahverengi sepiyolit katkılı numunenin Sem görüntüsü (3000)	72
Şekil 4.18	%5 Kahverengi sepiyolit katkılı numunenin Sem görüntüsü (1500)	73
Şekil 4.19	%5 Kahverengi sepiyolit katkılı numunenin Sem görüntüsü (500)	73
Şekil 4.20	Kahverengi sepiyolitinin Xrd analizi	75
Şekil 4.21	Gri sepiyolitinin Xrd analizi	76
Şekil 4.22	Baz numunenin Xrd patenti	77
Şekil 4.23	%5 Kahverengi sepiyolit ilaveli numunenin Xrd Patenti	78
Şekil 4.24	%3 Gri sepiyolit ilaveli numunenin Xrd Patenti	79

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1 Bazı lületaşı ve sepiyolit çeşitlerinin kimyasal bileşimleri	7
Çizelge 2.2 Tipik kil mineralinin ph = 7’de belirlenmiş kdk değerleri	8
Çizelge 2.3 Tabakalı sepiyolit (sanayi sepiyoliti) fiziksel özellikleri	10
Çizelge 2.4 Sepiyolit değişik absorbantlar ile belirlenmiş yüzey alanı değerleri	11
Çizelge 2.5 Farklı sıcaklık bölgelerinde belirlenen ağırlık kayıpları	13
Çizelge 2.6 Eskişehir civarındaki bazı üretim alanlarının lületaşı rezervleri	14
Çizelge2.7 Eskişehir civarındaki bazı bölgelerin tabakalı sepiyolit rezervleri	14
Çizelge 2.8 Sepiyolit kullanım alanları	16
Çizelge 2.9 Kordiyerit seramiklerinin bazı özellikleri	23
Çizelge2.10 Degens’e göre kil minerallerinin sınıflandırılması	31
Çizelge2.11 Feldspat minerallerinin çeşitli özellikleri	39
Çizelge2.12 Dünya rezervleri	45
Çizelge2.13 Mta verilerine göre ülkemiz feldspat rezervleri ve potansiyeli	46
Çizelge 3.1 Bünyelerde kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları	52
Çizelge 3.2 Eskişehir gri ve kahverengi sepiyolit kimyasal analiz sonuçları	52
Çizelge 3.3 Hazırlanan bileşimlerde kullanılan hammaddelerin oranları	53
Çizelge 4.1 Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait kuru küçülme değerleri	59
Çizelge 4.2 Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren numunelere ait % pişme küçülme değerleri	60
Çizelge 4.3 Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren numunelere ait % toplam küçülme değerleri	61
Çizelge 4.4 1185°c’de pişen 7 farklı reçeteye ait %su emme değerleri	62

Çizelge 4.5	Değişik oranlarda sepiyolit içeren reçetelere ait ham mukavemet sonuçları	63
Çizelge 4.6	Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait kuru mukavemet sonuçları	64
Çizelge 4.7	1185°c 'de pişmiş değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait üç nokta eğme mukavemeti sonuçları	65
Çizelge 4.8	İlave edilen elektrolit miktarı ve akma süresi değerleri	66
Çizelge 4.9	Reçetelerin katı/su oranları, elektrolit oranları ve akma süresi değerleri	67

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	ÖZGE ERTÜRK
Doğum Yeri	ESKİŞEHİR
Doğum Tarihi	9/9/1983
Medeni Hali	BEKAR
Yabancı Dili	İNGİLİZCE
	Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise	CUMHURİYET LİSESİ-2000
Lisans	AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ-2004
Yüksek Lisans	
	Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl aralığı
YÜKSEL SERAMİK	2005-...

Yayımları (SCI ve diğer)

Diğer konular

1.GİRİŞ

Sepiyolit, $\text{Si}_{12}\text{Mg}_8\text{O}_{30}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_4\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ Formülü ile ifade edilen, fillosilikatler grubuna ait, magnezyum hidrosilikatten ibaret doğal bir kil mineralidir. Tetrahedral ve oktahedral düzenlenmiş oksitlerin istiflenmesi sonucu oluşan lifsi bir yapısı vardır ve lif ekseni boyunca uzanan kanal boşluklarına sahiptir. Tabiatta ortorombik yapıda kristallenen sepiyolit, iki değişik şekilde oluşmaktadır. Bunlardan birisi, amorf, kompakt halde ve masif yumrular şeklinde oluşan ve günümüzde lületaşı olarak adlandırılan Alfa sepiyolit; bir diğeri ise, küçük, yassı ve yuvarlak partiküller veya amorf agregalar halinde çökelen ve günümüzde sanayi sepiyoliti olarak bilinen Beta Sepiyolit'dir. Günümüzde sepiyolit, yüksek yüzey alanı, lifsi yapısı, porozitesi, kristal morfolojisi ve kompozisyonu, yüzey aktivitesi düşük konsantrasyonlarda yüksek viskoziteli duyarlı süspansiyonlar oluşturması vs. gibi teknolojik uygulamalara baz teşkil eden sorptif, katalitik ve reolojik özelliklerinden dolayı sayısız kullanım alanına sahip bulunmaktadır. Sepiyolitin yapısı, ısı işlemlere karşı duyarlıdır. Zeolitik ve absorbe su molekülleri ısı derecesi yükseldikçe kaybedilir. Bu mineral ayrıca asitle muameleye karşı da duyarlı olup bu işlem sonucu kristal yapısı hemen tahrip olabilir. Hem ısı hem de asitle muameleleri, sepiyolitin yüzey özelliklerini ve porozitesini değiştirebilir. Böylece, mineralin sahip olduğu sorptif, katalitik ve reolojik özellik gibi en faydalı özelliklerinden bazılarını değiştirmek mümkün olabilir. (Sabah, 1998)

Halen gerilemekte olan ülkemiz madenciliği için yeni bir umut ışığı olma yolunda olan sepiyolit, ilaç sanayiinde seramik sektöründe, tarım sektöründen hayvan ve besicilik sektörüne, katalitik uygulamalardan lif takviyeli çimento üretimine, kauçuk sanayiinden bioreaktörlere, endüstriyel atık suların arıtılmasından atık baca gazlarının temizlenmesine vb. gibi çok geniş bir yelpazede kullanım alanı bularak, geç de olsa geleneksel endüstriyel mineraller arasında layık olduğu yeri almıştır. Maden Tetkik Arama Enstitüsü (M.T.A)'nın değişik projeler kapsamında yaptığı çalışmalarda, İspanya'dan sonra dünyanın en büyük sepiyolit rezervlerinin Türkiye'de olduğu belirlenmiş ve Türk sepiyolitinin, yüksek kalitesi ve kanserojen etkisinin olmaması nedeniyle, emsallerine nazaran daha avantajlı olduğu belirtilmiştir. (Balcı, 1995)

Bu çalışmada, Eskişehir ili kahverengi ve gri sepiyolitlerinin granit masseye artan oranlarda ilavesinin teknik özelliklere etkisi incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Sepiyolit

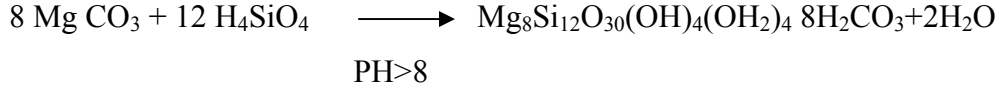
2.1.1 Tanımı

Sepiyolit, sepiyolit – poligorskit grubuna ait, mağnezyum hidrosilikat ($\text{Si}_{12} \text{Mg}_8 \text{O}_{30} (\text{OH})_4 (\text{H}_2\text{O})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) “ten ibaret doğal bir kil mineralidir. Tetrahedral ve oktahedral düzenlenmiş oksitlerin istiflenmesi sonucu oluşan lifsi bir yapısı vardır ve lif eksenine boyunca uzanan kanal boşluklarına sahiptir. Sepiyolit tabiatta iki değişik polimorfik yapıda çökelmektedir. Bunların birincisi, amorf kompakt halde ve masif yumrular şeklinde olan ve günümüzde lületaşı olarak adlandırılan Beyaz Sepiyolit, ikincisi ise ; Küçük yassı ve yuvarlak partiküller veya amorf agregalar halinde oluşan Kahverengi Sepiyolittir. Günümüzde sanayi sepiyoliti olarak bilinen ve süs eşyası yapımına uygun olmayan kahverengi Sepiyolit, tabakalı bir sepiyolit türü olarak, oluşumu, bileşimi, özellikleri ve kullanım alanları itibarıyla beyaz sepiyolitten ayrılır.(Balcı, 1995)

2.1.2 Oluşumu

Kil minerallerinin hemen hemen tamamı ayrışma ürünüdür. Bir kısmı hidrotermal, bir kısmı da yüzey ayrışması ile ortaya çıkar. Sepiyolit de serpantinlerin ayrışması ile ortaya çıkan ikincil bir mineraldir ve oluşumu özel şartlar gerektirir. Sepiyolit oluşumu ile ilgili olarak bugüne kadar yapılan çalışmalarda farklı oluşum modelleri ileri sürülmüştür. Diyajenetik yer değiştirme diye adlandırılan bir modele göre; serpantinleşmiş ultrabazik kayaların, muhtemelen volkanik faaliyetler sonucu açığa çıkan termal suların etkilenmesi veya tortulaşma havzasındaki çakıl ve bloklarla birlikte bulunan manyezit parçalarının, diyajenetik evrede yer altı sularına bağlı gelişen silisçe zengin alkalın ortam şartlarındaki ornatımı sonucu oluştuğu görüşü kabul edilmektedir. (Sabah, 1998)

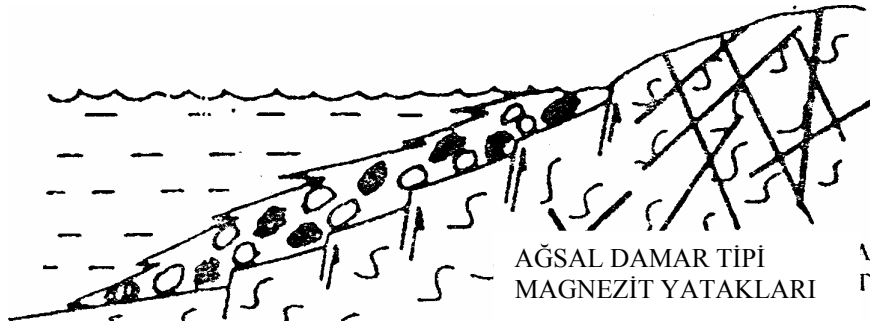
Buna göre ;



Manyezit

Sepiyolit

OLİGOSEN (?) – MİYOSEN



Serpantin, Dünit, Harzburjit



Serpantin çakıllar

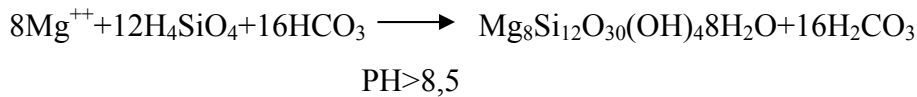


Magnezit Çakılları

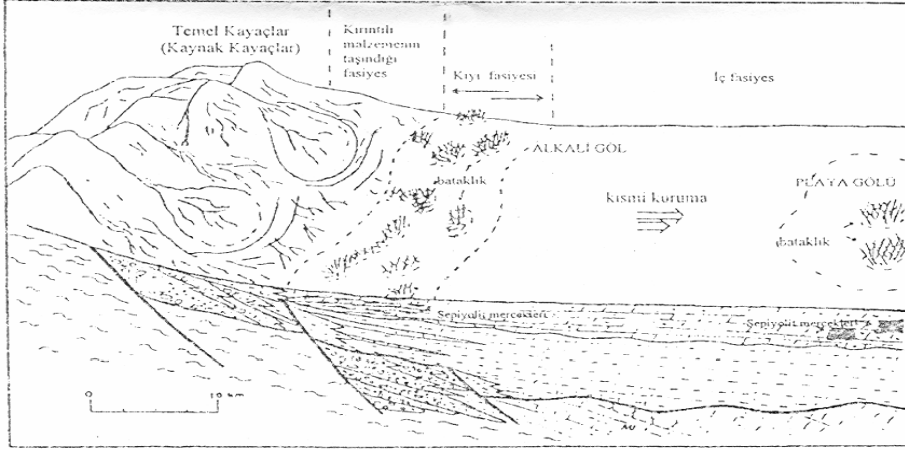
Şekil 2.1. Diyajenetik yer değiştirme modeline göre sepiyolit oluşumu

Bilhassa tabakalı yataklanma gösteren sepiyolitler için geçerli olan doğrudan çökeltme modeli olarak bilinen diğer bir oluşum modelinde ise sığ denizel çökeller, ekonomik boyutlu yataklar için ise daha ziyade kapalı göl havzaları, silisçe zengin alkali ortam ve şartlar, yağışlı kurak veya yarı kurak iklim vs. gibi ortamlardır. Bunların bileşimine az çok dolomit de girebilmektedir.

Buna göre ;



Bu tür havzalarda sık sık fasiyes değişikliği vuku bulduğundan yatakların kalitesi, çökeltme havzasını çevreleyen kayaçların petrografik ve kimyasal durumu ile yakından ilgilidir. Bunu yanı sıra çökeltme esnasındaki tektonik hareketlerin devamlılığı da önemlidir. Şekil 2.2'de dolomit-sepiyolit birim çökeltmelerinin alkali göller ve playa göllerinin (Dolomit gölleri) ilişkileri görülmektedir. (DPT, 1996)



Şekil 2.2 Dolomit – sepiyolit birim çökelmelerinin fasiyes gelişimleri

Sepiyolitle ilgili çalışmalar ve bu mineralin sentezini amaçlayan araştırmalar, sepiyoliti, oluşması için gerekli olan PH değerinin 8-8.5 olduğunu göstermiştir.

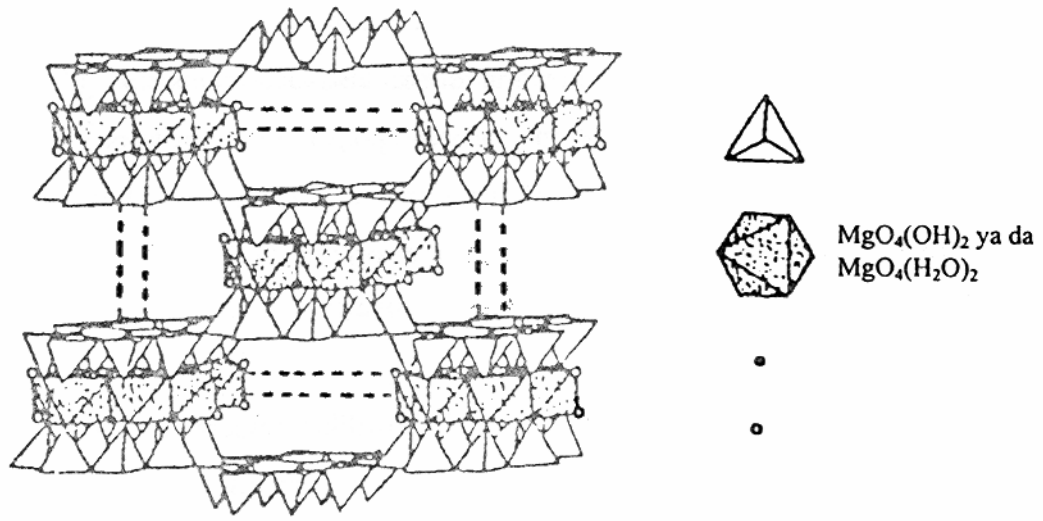
Saf ve safa yakın, organik maddece zengin kahverengi sepiyolitler, bataklık ortamında Mg'ca zengin suların itibaren kimyasal çökeltim yoluyla otojenik olarak oluşmuşlardır. Ayrıca organik madde içermeyen, bej, koyu bej renkli safa yakın sepiyolitler, küçük plaja göllerinde çökelmişlerdir. Bunlar oldukça nadir rastlanan oluşumlardır. Beyaz renkli, masif, çok değişken oranlarda dolomit içeren dolomitli sepiyolitler ve sepiyolitli dolomitler ise, çok daha geniş ve devamlı , Mg'ce zengin alkali ve dolomit göllerinin ürünleridir.(DPT, 1996)

2.1.3 Kristal Yapısı

Sepiyolit kristalize olmuş ki 1 mineralleri arasında yaygın ve önemli bir yere sahip olan fillosilikatler grubuna ait bir kil mineralidir ; ancak, amfibol tipi çift zincir kafes tipi (lifsı yapı) nedeniyle, yine bu grup içinde yer alan, tabaka (düzlem) kafes tipi minerallerden ayrılmaktadır.(Sabah 1998)

Sepiyolit, taban oksijen düzlemlerinden aşağı veya yukarı doğru yönelik şekilde düzlemlenmiş Si-O tetrahedronları ile brusit benzeri oktahedral (sekiz yüzlü) tabakalardan oluşan bir kristal yapısına sahiptir (Şekil 1.3). Burada, tepe oksijenleri aynı yönde olan

tetrahedronlar, X-eksenine paralel olarak uzanan şeritleri oluştururken, zıt yönde olanları da oktahedral katyonlara bağlanarak lif doğrultusunda (X-ekseni boyunca) sürekli, dik doğrultuda (Y-ekseni boyunca) sınırlı boyutta 2:1 katmanlı yapı oluştururlar. Şeritlerin sepiyolitte üç, poligorskite ise iki piroksen zincirinin birbirine bağlanmasıyla oluşan genişlikleri vardır. Şeritler arasındaki dikdörtgen kanallarda, Ca ve Mg İyonları ile değişen miktarlarda zeolitik su bulunur. Yapı formülünde (OH)₂ olarak gösterilen su molekülleri ise şerit kenarlarındaki oktahedral Mg'a koordine olurlar. (Sabah, 1998)



Şekil 2.3 Sepiyolit kristalinin şematik görünüşü

Değişik kimyasal konumlarda olmak üzere, sepiyolitin yapısında mevcut dört çeşit su molekülü tanımlanmıştır.

Bunlar :

- **Higroskopik su** : Sepiyolit yüzeyine adsorplanmış su molekülü (kaba nem).
- **Zeolitik Su** : Kendi aralarında ve bağlı su molekülleri ile hidrojen bağı yaparak kanal içlerinde veya yüzeyde yerleşmiş su molekülü.
- **Bağlı su (kristal suyu)** : Talk benzeri zincirlerin kenarlarında bulunan ve yapıdaki oktahedral tabakanın uç magnezyum koordinasyonunda yer alan su molekülü.

- **Hidroksil suyu** :Yapıdaki oktahedral tabakanın ortasında magnezyum (bünye suyu) koordinasyonunda yer alan hidroksil gruplarının bozunması sonucu oluşan su molekülü. (Balcı, 1995)

2.1.4 Kimyası

Sepiyolitın kimyasal yapısının belirlenmesi için yapılan çalışmaların kronolojisi, Türkiyeden gelen lületaşından yapılmış bir piponun kimyasal analizinin yapılmaya teşebbüs edilmesiyle başlamıştır ve bu sonuçlar günümüze kadar güncelliğini koruması nedeniyle, yayımlanan bir çok çalışmada halen dikkate alınmaktadır.

Sepiyolitın teorik olarak Si_2/MgO oranı 2,33 olup,

$SiO_2 = \% 55,60$ ve $MgO = 24,99$ dur

Susuz bazda bu oranlar, $SiO_2 = \% 61,70$ ve $MgO = \% 27,60$ dır. Genelde ise $SiO = \% 53,90 - 1,9$ ve $MgO = \% 21 - 25$ arasında değişmektedir.

Ülkemizdeki bazı lületaşı ve sedimanter sepiyolitleri ile dünyadaki bazı sepiyolitlerin kimyasal bileşimleri Çizelge 2.1. de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Bazı lületaşı ve sepiyolit çeşitlerinin kimyasal bileşimleri

Bileşim	Lületaşı	Lületaşı	Sedimanter sepiyolit (Sanayi sepiyoliti)					Hidrotermal sepiyolit	Alüminyumlu sepiyolit	Lafinit
			(3)	(4)	(5)	(6)	(7)			
(%)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
SiO ₂	52.90	54.02	53.70	55.97	60.60	52.05	52.50	57.00	52.43	50.80
MgO	25.89	23.13	23.31	22.81	22.45	23.74	21.31	10.10	15.08	16.18
Al ₂ O ₃	0.27	0.19	1.15	1.56	1.73	1.03	0.60	8.50	7.05	0.66
Na ₂ O	-	0.02	0.67	0.12	0.16	-	-	3.70	-	8.16
K ₂ O	-	0.02	0.61	0.27	0.58	-	-	1.20	-	-
Fe ₂ O ₃	0.36	0.51	0.64	0.77	0.62	0.04	2.99	2.50	2.24	1.05
FeO	-	-	0.02	-	-	0.01	0.70	-	2.40	1.51
MnO	-	-	-	0.02	-	-	-	0.20	-	-
TiO ₂	-	-	-	0.12	-	-	-	0.30	-	-
CaO	0.01	0.06	0.03	0.57	0.40	0.51	0.47	2.00	-	0.12
A.Z.	20.55	21.63	19.59	17.75	13.22	21.71	21.27	13.35	19.97	22.60

1. Eskişehir-Sepetçi (Sarıkaya ve diğ., 1985); 2. Konya-Yunak (Yeniyol ve Öztunalı, 1985); 3. Konya (Stoessel and Hay, 1978); 4. Eskişehir-Sivrihisar (ITIT, 1993); 5. İspanya-Vallecas (Singer and Galan, 1984); 6. Japonya-Kuzuu District (Imsi, et ol., 1969); 7. Madagaskar (Caillere, 1951); 8. Bolu-Kıbrısık (İrkeç, 1992); 9. Avustralya-Tintinara

Katyon değişim kapasitesi (KDK), 100 g mineralin adsorpladığı katyonun mili egvalent (Meg / 100 g) olarak ifade edilmesidir. Katyon değişim kapasitesi, Si⁺⁴ 'in üç değerlikli katyonlarla yer değiştirmesi sonucu açığa çıkan ve büyük ölçüde kristal içi yer değiştirmelerle dengelenmeye çalışılan elektriksel yükün kompanse edilmesi ihtiyacına ve lif kenarlarındaki kırılmış bağların varlığına dayalıdır. Söz konusu kırılmış kimyasal bağlar özellikle daha iyi kristalin formlar gösteren sepiyolitlerde, katyon değişim kapasitesinin önemli etkenidir.

Sepiyolit ve diğer kil minerallerinin nötrallikte belirlenen KDK değerleri Çizelge 2.2 de verilmiştir. (Sabah, 1998)

Çizelge 2.2 Tipik kil mineralinin PH = 7’de belirlenmiş KDK değerleri.

KİL MİNERALLERİ	KATYON DEĞİŞİM KAPASİTESİ
	SINIRLARI (meq/100g)
Montmorillonit(Smektit)	80-150
Vermikülit	100-150
Sepiyolit – Atapulgit	20-30
Halosit, 2H ₂ O	5-10
Halosit,4H ₂ O	10-40
İllit	10-40
Klorit	10-40
Kaolinit	3-15

2.1.5 Kahverengi Sepiyolitın Mineralojik, Fiziksel, Fiziko – Kimyasal, Termal Özellikleri

2.1.5.1 Mineralojik Özellikleri

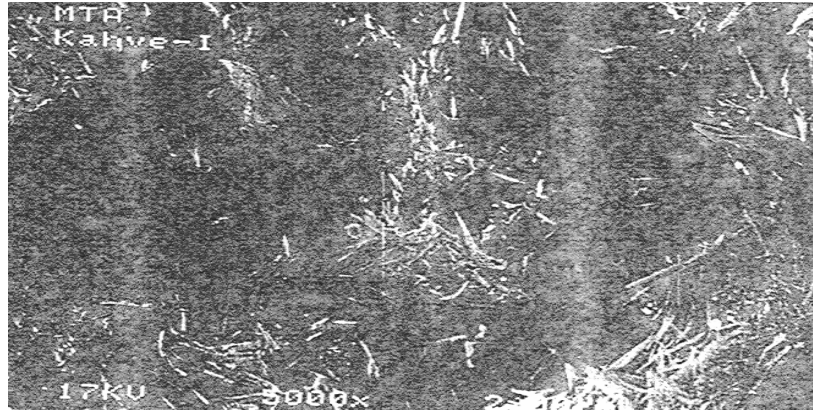
Sepiyolitler genellikle toprağımsı, ince taneli ve kaygan görünümlüdür. Bu tip sepiyolitlerde, sepiyolit minerali, bileşimde % 90’ ı aşan oranlarda bulunur ve buna eşlik eden minerallerde ; genelde dolomit ve smektit grubu killer ile manyezit, poligorskit ve detritik mineralleridir. Bunların dışında kil dışı karbonat mineralleri, kuvars, feldspat ve fosfatlarda bulunabilir. Ayrıca hemen her zaman organik maddelerde bu tipteki sepiyolit kilinin bileşiminde bulunur, ancak sepiyolit kiline koyu renk veren organik maddenin oranı % 10’u aşmaz.

Masif yapılu sepiyolit kilinde ise gerek intraklastlar, gerekse hamur maddesi sepiyolit mineralinden meydana gelir. Genellikle organik madde içermeyen bu tipteki sepiyolit içeriği % 90’dan fazladır. Dolomitli sepiyolitler çoğunlukla %50 ve daha fazla oranlarda sepiyolit içerirler. Sepiyolit dışında başlıca bileşen dolomit mineralidir. Yer yer değişik oranlarda illit, detritik kuvars ve volkanik camda bulunur. Sepiyolit içeriğinin % 50’nin altına düştüğü durumlarda malzeme sepiyolitli dolomit niteliği kazanır. (DPT, 1996)

2.1.5.2 Fiziksel Özellikler

Kaygan görümlü, ince taneli, toprağımsı bir yapıya sahip tabakalı sepiyolit, genellikle beyaz, krem, gri veya pembe renkli olabilmektedir. Organik madde içeriğine bağlı olarak koyu kahve veya siyahımsı olabilir. (Sabah, 1998)

Sedimanter oluşumlu, uzun lif demetleri şeklinde bulunan Kahverengi sepiyolit lif uzunluğu $100 \text{ \AA} - 3$ ile 5 mikrometre, , genişliği 100 \AA ve kalınlığı $50- 100 \text{ \AA}$ arasında değişmektedir, ancak bu lif uzunlukları standart değildir. Şekil 1.4.'de tarama elektron mikroskop (SEM) fotoğrafı görülen, polatlı (Ankara) güneyindeki Türktaciri bölgesinden alınan orijinal kahverengi sepiyolit lif uzunluğu 5-10 mikrometre olarak belirlenmiştir. (Sabah, 1998)



Şekil 2.4 Kahverengi Sepiyolit (Polatlı-Türktaciri)Lif Demetlerinin SEM'de Görünümü

Sepiyolit gözenekli (Poroz) bir yapıya sahiptir ve ortalama mikropor çapı 15 \AA , mezopor yarıçapı ise $15 - 45 \text{ \AA}$ arasında değişmektedir. Yoğunluğu $2 - 2,5 \text{ g/cm}^3$ ün altına düşmektedir. Mosh sertliği $2 - 2,5$ civarındadır ve ortalama kırılma indeksi $1,50$ 'dir. Ayrıca sepiyolit nemli olduğunda tırnakla çizilebilir, dil ile dokunulduğunda kil gibi çeker. Sepiyolit kuruma sıcaklığı $40 \text{ }^\circ\text{C}$ dir, erime sıcaklığı ise $1400 - 1450 \text{ }^\circ\text{C}$ dir. Sepiyolit'in sahip olduğu fiziksel özellikler Tablo 2.3. de verilmiştir. (DPT, 1996)

Çizelge 2.3 Tabakalı sepiyolit (sanayi sepiyoliti) fiziksel özellikleri

YAPI	Lifsi, Toprağımsı
GÖRÜNÜM	Kaygan
RENK	Beyaz, Krem, Kahverengi, Gri veya pembe, Açık Sarı
LİF BOYUTLARI	
Uzunluk	100 a-3 İLE 5 µm
Genişlik	100 – 300 A
Kalınlık	50 – 100 A
GÖZENEK BOYUTLARI	
Mikropor Çapı	15 a
Mezopor Yarı Çapı	15 – 45 a
YOĞUNLUK	2 – 2,3 G/CM ³
SERTLİK(Mohs'a göre)	2 – 2,5
KIRILMA İNDEKSİ	1,50
KURUMA SICAKLIĞI	40 °c
ERİME SICAKLIĞI	1400 – 1450 °c

2.1.5.3 Fiziko – Kimyasal Özellikleri

Fiziko – kimyasal özellikler kil mineralinin mikro yapısına ve jeolojik özelliklerine etki etmektedir. Bu özelliklerin bilinmesi kil mineralinin değişik çevre şartları altındaki davranışlarının tahmininde önemli rol oynamakta ve teknolojik uygulamalara baz teşkil etmektedir. Bu amaçla ; Sepiyolit sorptif davranışı, yüzey alanı modifikasyonları gibi özelliklerin bilinmesi gerekir. (Sabah, 1998)

2.1.5.3.1 Sorptif Özellikler

Sepiyolit kendine has yapısı itibariyle son derece yüksek bir sorpsiyon özelliğine sahiptir ve kendi ağırlığının 200 – 250 kadar su tutabilir. 300 °C nin üzerinde ısıtıldığında,

yapısal değişikliklere ve gözeneklerin tahrip olmasına bağlı olarak, sorpsiyon kapasitesi azalır. (Sabah, 1998)

2.1.5.3.2 Yüzey Alanı Modifikasyonları

Sepiyolitin yüzey alanı ölçümleri, kullanılan absorbatın kristal içi kanallara nüfuz edebilen moleküler kapasitesine bağlıdır. Sepiyolitin yüzey alanı kullanılan metoda göre değişebilmektedir. Örneğin hegzan kullanılarak ölçülen $330 \text{ m}^2/\text{g}$ yüzey alanı sepil pridinyum bromür kullanıldığında $60 \text{ m}^2/\text{g}$, etilen glikol kullanıldığında $470 \text{ m}^2/\text{g}$ ve en yaygın olan BET metodu kullanıldığında $276 \text{ m}^2/\text{g}$ bulunmaktadır.(Çizelge 2.4)

Çizelge 2.4 Sepiyolitin değişik absorbantlar ile belirlenmiş yüzey alanı değerleri

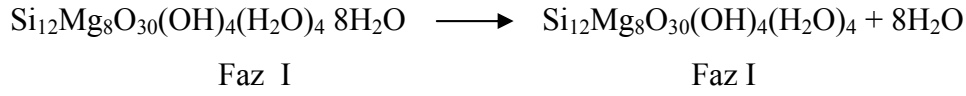
YÜZEY ALANI	ABSORBANT
(m^2/g)	(gaz veya sıvı)
60	Setilpridinyum bromür
275	Piridin
276	BET
330	Hegzan
470	Etilen glikol

Diğer killerde olduğu gibi, sepiyolitin yüzey alanı ve gözenekliliği ısıl aktivasyon, asit aktivasyon veya her ikisi de uygulanarak değiştirebilmektedir. (Balcı, 1995)

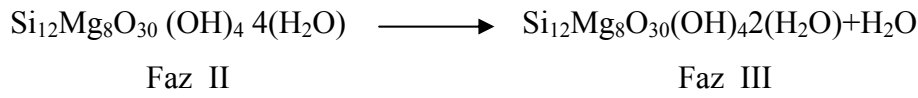
2.1.5.4 Termal Özellikler

Sepiyolite ısı işlem uygulandığında, yapısındaki su molekülleri nedeniyle, değişik termal davranışlar göstererek yapısal ve morfolojik değişimlere uğramaktadır. Bu değişimler aşağıda verilmiştir.

- 20 – 200 °C (higroskopik ve zeolitik su kaybı)



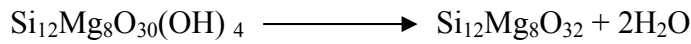
- 200 – 400 °C (Kristal suyun yarısının kaybı)



- 400 – 550 °C (Kristal suyun diğer yarısının kaybı)



- 550 – 875 °C (Dehidroksilasyon)



Sepiyolitin yapısında değişimlere neden olan bu sıcaklıklardan dolayı meydana gelen ağırlık kayıpları TGA diyagramlarından hesaplanmaktadır. İki sepiyolit türüne ait, değişik sıcaklık bölgelerinde incelenmiş, endotermik pik değerleri ve ağırlık kayıpları Tablo 2.5 de verilmiştir. (Sabah, 1998)

Çizelge 2.5 Farklı sıcaklık bölgelerinde belirlenen ağırlık kayıpları

TÜRÜ	ENDOTERMİK PİK SICAKLIĞI	AĞIRLIK KAYBI
	(°C)	(%)
Vallecas Sepiyoliti	20 – 200	10,8
	200 – 400	3,2
	400 – 700	3,0
	700 - 1000	2,7
Türktaciri Sepilyoti	< 120	9,0
	120 – 350	3,2
	350 – 710	9,0
	710 – 810	1,7

2.1.6 Dünya ve Türkiye de Sepiyolit

2.1.6.1 Dünyada Durum

Dünyada lületaşı tipi sepiyolit yatakları ülkemiz dışında başlıca Somali, Tanzanya, Kenya ve Meksika'da bulunmaktadır. Somali Cumhuriyeti'nde iyi kaliteli, düşük yoğunluklu ve yüksek poroziteli lületaşı ile birlikte sedimanter (tabakalı) sepiyolit oluşumları da mevcuttur. (DPT, 1996)

Meksika'daki nodüllü veya bloklu yapıdaki iki yatak ticari olarak işletilmeye elverişsizdir. Bunlar dışında Madagaskar, Fas, İran, Hindistan, Fransa, Yugoslavya, Çekoslovakya, Yunanistan, Kırım, İspanya, Avusturya ve ABD vs. gibi pek çok ülkede sepiyolit varlığı bilinmekle beraber, ticari değerleri ve rezervleri hakkında yeterli bilgi edinilememiştir. (DPT, 1996)

Sanayi sepiyoliti olarak adlandırılan sedimanter sepiyolit ABD, Çin ve Türkiye de az miktarda üretimi dışında, İspanya dünya pazarını tek başına elinde tutmaktadır. Pek çok sepiyolit, sepiyolit yatağı bulunan bu ülkeye ait sepiyolit rezervleri 15 – 20 milyon ton civarındadır. (DPT, 1996)

2.1.6.2 Türkiyede Durum

Kalite olarak dünyada rakipsiz olan Türkiye lületaşı oluşumları Eskişehir ve Konya illerinde bulunmakla beraber, en fazla ekonomik öneme sahip olan ve uzun yıllardan beri İşletilenler Eskişehir İli civarında yer almaktadır. Eskişehir' in doğusunda Sepetçi, Margı, Sarısu, Kayı, Gökçeoğlu ve Türkmentokat bölgesi ile batısında Nemlidutluca bölgeleri lületaşı açısından en önemli bölgelerdir. Buradaki bazı üretim alanlarının mümkün rezervleri Çizelge 2.6 ' da verilmiştir. (DPT, 1996)

Çizelge 2.6 Eskişehir civarındaki bazı üretim alanlarının lületaşı rezervleri

BÖLGE	REZERV	
	Sandık	ton
Sarısu Bölgesi	855.250	1 0.263
Kayıköyü Bölgesi	853.000	1 0.236
Gökçeoğlu Bölgesi	460.000	5.520
TOPLAM	2.168.250	26.019

- 1 sandık=12 kg

Türkiye'nin ekonomik olarak değerlendirilebilecek sanayi veya tabakalı tip sepiyolit yatakları, Eskişehir , Çanakkale, Bursa, Kütahya ve Isparta ' da bulunmaktadır. Eskişehir civarında, Neojen yaşlı göl fasiyesinde sedimanter olarak teşekkül eden sepiyolit zuhurlarına ait mümkün rezerv verileri Çizelge 2.7'de gösterilmiştir. (Sabah, 1998)

Çizelge2.7 Eskişehir civarındaki bazı bölgelerin tabakalı sepiyolit rezervleri (ton)

BÖLGE	REZERV (mümkün)
Yörükçayır	4.680.000
Kepeztepe	3.200.000
Çerkezkireç	32.000.000
Söğütlük	16.800.000
TOPLAM	56.680.000

2.1.7 Kullanım Alanları

Sepiyolit, Yüksek yüzey alanı, lifsi ve gözenekli yapısı, fiziko – kimyasal aktivitesi vs. gibi özelliklerinden dolayı adsorbant killer arasında yaygın bir kullanım alanına sahiptir.

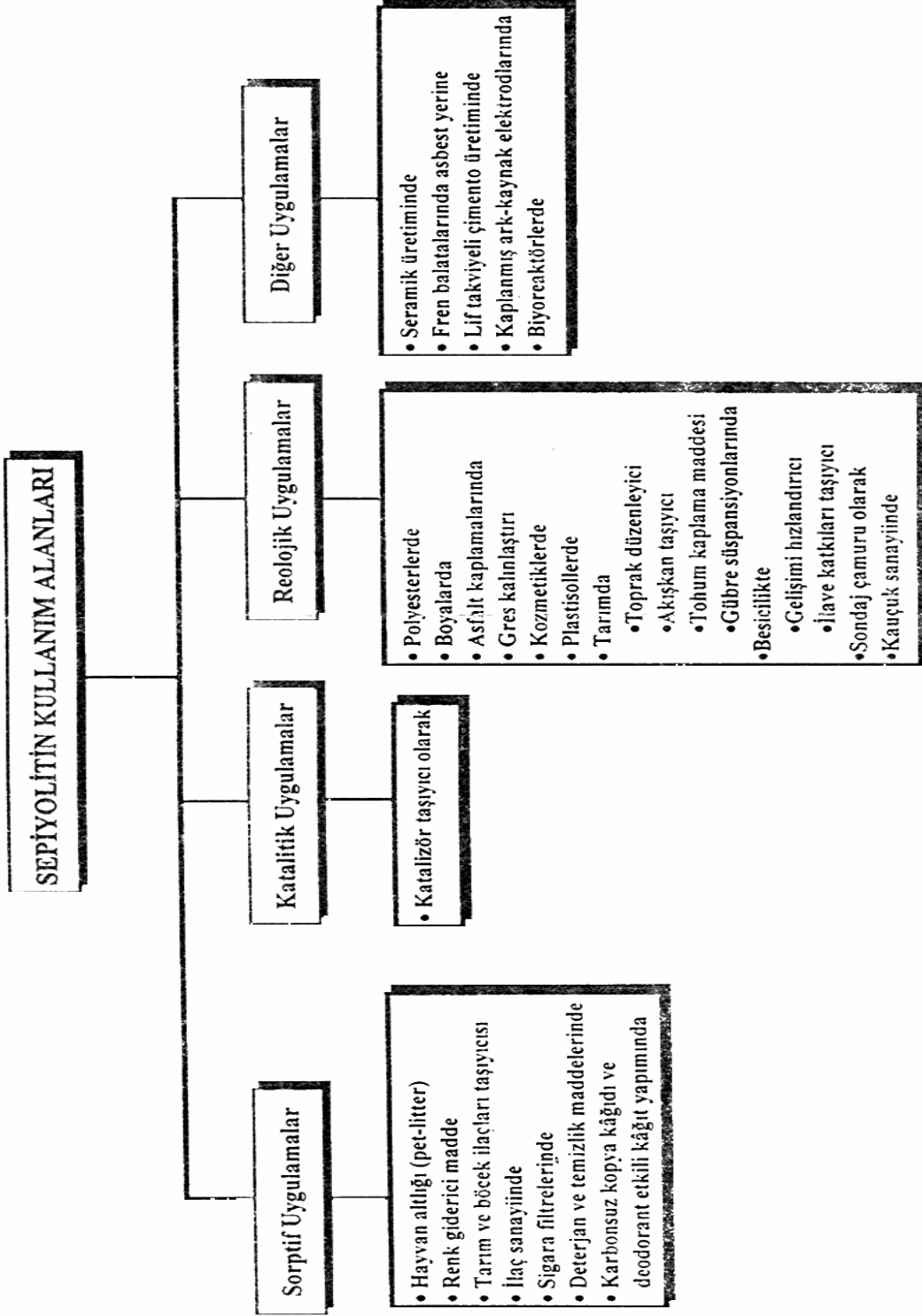
Sepiyolit mineralinin teknolojik uygulamaları, onun sahip olduğu üç temel özelliğe dayanmaktadır.

Bunlar ;

- Sorptif özelliğine dayalı sorptif amaçlı uygulamalar.
- Katalitik özelliğine dayalı katalitik amaçlı uygulamalar.
- Reolojik özelliğine dayalı reolojik amaçlı uygulamalar

Tablo 2.8. Sepiyolit'in bu uygulamalara dayalı kullanım alanlarını toplu göstermektedir.
(Sabah, 1998)

Çizelge 2.8 Sepiyolit'in kullanım alanları



2.1.7.1 Sorptif Amaçlı Kullanım Alanları

Sepiyolit sorpsiyon kapasitesi, diğer killerden daha yüksektir. Mekanik direnç ile birlikte bu özellikler, su ve yağ absorbanı olarak çok çeşitli alanlarda kullanıma imkan verir.

2.1.7.1.1 Hayvan Altlığı (pet – litter) Olarak Kullanımı

İstenmeyen kokuları absorbe etme konusunda büyük bir kapasiteye sahip olan sepiyolit en büyük tüketim alanı, evcil ve ahır hayvanlarının artıklarının emilmesinde hayvan altlığı (pet-litter) olarak kullanımıdır.

2.1.7.1.2. Renk Giderici Madde Olarak Kullanımı

Yüksek renk giderme kapasitesine sahip bir kil, doğal olarak uygulama açısından düşük yağ tutma ve çok yüksek filtrasyon özelliklerine sahip olmalıdır. Yapılan araştırmalarda sepiyolit mükemmel renk giderme özelliğinin olduğunu ve ayrıca düşük oranda sepiyolit katkısının normal ağartma killerinin renk gidermedeki etkinliğini artırdığı belirlenmiştir.

Kontakt proseslerinde sepiyolit, renk giderici, dehidrant nötralize edici veya koku giderici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca absorban kil endüstrisinde sepiyolit kullanılarak şeker şerbetinin renginin giderilmesi amacıyla çalışmalar yürütülmüş, sepiyolit tek başına kullanıldığında % 40kvarterner (dörtlü) amonyum tuzları ile birlikte kullanıldığında ise % 80 oranında bir renk giderimi elde edilmiştir. (DPT, 1996)

2.1.7.1.3 Tarım ve Böcek İlaçları Taşıyıcısı Olarak Kullanımı

Sepiyolit bu sektörde dikim tohumlama veya gübreleme ile eş zamanlı olarak uygulanabilir, zira toksit kimyasalları daha uzun bir süre içinde yavaş yavaş salar. Sepiyolit, düşük erime noktasına sahip sıvı veya katı toksit maddeleri serbest akış özelliğini kaybetmeden absorbe edebilir. Bu, sepiyolit geniş yüzey alanından kaynaklanmaktadır. (DPT, 1996)

2.1.7.1.4 İlaç Sanayisinde Kullanımı

Geniş yüzey alanından dolayı sepiyolit, ilaç üretim sanayiinde dolgu maddesi olarak kullanılır. Buradaki fonksiyonu ilaç aktif maddesini tutma yönündedir. Sepiyolitin jel yapıcı özelliği, mide ve bağırsak duvarlarındaki müköz membranlarının korunmasına imkan sağlar.

2.1.7.1.5 Sigara Filtrelemede Kullanımı

Sepiyolit ve aktif karbon kullanılarak sigara dumanı üzerinde yürütülen araştırmalar, sepiyolitin, sigara dumanındaki gazları yoğun bir şekilde absorbe etmesinin yanı sıra seçimli absorpsiyon özelliğine de sahip olduğunu göstermiştir.

Nitritler, aseton, akrolen vs. gibi sağlığa zararlı polar gaz bileşenleri, sepiyolit tarafından seçimli olarak absorbe edilebilmektedir.

2.1.7.1.6 Deterjan ve Temizlik Maddelerinde Kullanımı

Orijinal sepiyolit ve çeşitli organik bileşiklerle yüzey özellikleri değiştirilmiş sepiyolit kullanılarak yapılan deneyler bu kilin temizleme kapasitesini artırmakla kalmayıp, 0 – 4 arasında belirlenen ölçek üzerinde 1–2 birim nispetinde nihai beyazlığı da artırdığını da ortaya koymuştur.

2.1.7.2 Katalitik Amaçlı Kullanım Alanları

Sepiyolitin yüzeyindeki silanol ($\text{Si} - \text{OH}$) grupları, belirli derecede asit özelliğe sahiptir ve katalizör veya reaksiyon merkezi olarak davranabilir. Sepiyolitin katalitik etkinliği, katalizör hazırlama sıcaklığı (kalsinasyon) ve tane boyutuna bağlı olarak değişmektedir. Sepiyolit hem asidik hem de bazik merkezlere sahip olması nedeniyle asit – baz çift merkezli katalizördür.

2.1.7.2.1 Katalizör Taşıyıcı Olarak Kullanımı

Endüstride kullanılan katalizörlerin büyük bir kısmı, uygun mekanik ve termal duraylılığa ve yüzey alanına sahip taşıyıcılara yedirilerek kullanılır. Taşıyıcıların sahip olduğu bu özellikler termal ve kimyasal işlemlerle değiştirilebilir özelliklerdir. Sepiyolit de doğal haliyle bu tanımlamaya uymaktadır.

2.1.7.3 Reolojik Özelliklere Dayalı Kullanım Alanları

Sepiyolit partikülleri anizometrik ve iğne şekilli olup lif kümeleri oluşturan aglomeralar halinde bulunur. Bu kümeler, suda veya diğer polar çözücülerde dağıldığı zaman iğne şeklindeki lifler açılarak çözücüyü hapseden dağınık ağ şeklinde bir yapı oluştururlar. Bu durumda, nispeten düşük kontrasyonlarda yüksek viskoziteli (1000 – 40000 cps/5 D/D Brookfield viskozitesi) ve duyarlı süspansiyonlar elde edilir.

Bu süspansiyonların reolojik özellikleri konsantrasyona, dağılma şartlarına, pH ve diğer faktörlere bağlıdır. Bu özellikler, doğal olarak, sepiyolitli süspansiyonları çok yararlı bir tiksotropi malzemesi ve kalınlaştırıcı haline getirir. Sepiyolit'in bir diğer önemli reolojik özelliğe de, diğer killere göre tuzlu ortamlarda daha duyarlı olmasıdır.

2.1.7.3.1 Polyesterler

Sepiyolit likit polyester reçinelerinde, kalınlaştırıcı ve tiksotropi sağlayıcı katkı maddesi olarak kullanılır. Böylece pigmentlerin çökmesi ve uygulamadan sonra eğilmesi önlenmektedir.

2.1.7.3.2 Boyalar

Boyaya, selüloz gibi organik ve kil gibi inorganik katkıları ilave edilerek belirli özellikler kazandırılabilir. Bu katkıları arasında sepiyolit de sayılabilir; zira bu tür

uygulamalarda sepiyolit, bir süspansiyon elemanı gibi davranır ve depolama esnasında pigmentin çökmesini önler. Ayrıca, kalınlaştırıcı özelliğinden dolayı uygun bir viskozite temin eder. Tikotropik eleman olarak fırça, merdane, havalı ve havasız püskürtme (sprey) uygulamalarında kolaylık sağlar. Boyanın zemin örtme özelliğini geliştirir ; parlaklık, pas giderme, sürtünme direnci, bükülme direnci, ısı duyarlılığı gibi özellikler kazandırır.

2.1.7.3.3 Asfalt Kaplamalar

Yollarda, çatılarda döşeme altı malzemesi olarak kullanılan asfalt kaplamalar, %50 ile % 70 oranında katı madde içeren en ağır ham petrol fonksiyonlarından oluşan kısım ve asbest olmak üzere başlıca iki bileşenden oluşur. Ancak kullanılan asbestin sağlığa zararlı etkileri bilindiğinden, onun yerine ikame edilecek malzemeler üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda, kalınlaştırıcı ve tikotropik özelliklerine ilaveten sağlığa zararlı hemen hiç etkisi olmayan en uygun maddenin sepiyolit olduğu tespit edilmiştir. (Sabah, 1998)

2.1.7.3.4 Gres Kalınlaştırıcı Olarak Kullanımı

Yüzey aktif maddelerle yüzeyi hidrofobik hale getirilen ve bu sayede madeni yağlarda iyi bir dağılıma özelliği gösteren sepiyolitten yüksek viskoziteli gres yağı elde edilebilir.

2.1.7.3.5 Kozmetiklerde Kullanımı

Sepiyolit, kozmetik ürünlerinde kalınlaştırıcı ve tikotropik elemanı olarak kullanılır. Bu özellikleri ile krem ve merhemlere uygun viskozite sağlar. Bu sektörde, sepiyolitin kullanıldığı bir çok ürün aşağıdaki gibidir.

- Akışkan emülsiyonlar
- Maskeler
- Diş macunu
- Krem rujlar

- Kuru şampuanlar

2.1.7.3.6 Plastisollerde Kullanımı

Plastisoller, bir veya plastik madde içinde pigmentler, dolgular ve stabilizörlerle birlikte dağılmış halde bulunan ince PVC (Polivinil klorür) partiküllerdir. Plyastik malzeme, nihai ürünün fonksiyonel özelliklerine göre belirlenir. Örneğin parafinler veya klorine difeniller tutuşmayı geciktirir: dioktil fitalat ve klorine parafinler elektriksel ve mekanik özellikleri artırır. (Sabah, 1998)

2.1.7.3.7 Tarımda Kullanımı

Son yıllarda yapılan araştırmalar, süspansiyon gücü ve duyarlı süspansiyonlar oluşturabilme yeteneğinden dolayı sepiyolitın tarımsal alanda kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Tarım sektöründeki başlıca kullanım alanları şunlardır. (Alvarez, 1984)

- Toprak düzenleyici olarak
- Ekimden önce çimlendirilen tohumların taşınmasında akışkan taşıyıcı olarak
- Tohum kaplama malzemesi olarak
- Gübre süspansiyonlarında

2.1.7.3.8 Sondaj Çamuru Olarak Kullanımı

Günümüzde sondaj çamuru olarak genellikle kil süspansiyonları kullanılmaktadır. Sepiyolit elektrolit varlığına karşı minimum hassasiyet gösterdiğinden, tuzlu ortamlarda, diğer killere (bentonit vs.) göre daha duraylıdır ve bu özelliğiyle, petrol sondajlarında kullanılan sondaj çamurlarında tercih edilen bir kil mineralidir. (Alvarez, 1984)

2.1.7.3.9 Besicilikte Kullanımı

Soğurma özellikleri, serbest akış, anti kekleşme, kimyasal inertlik ve toksit olmama gibi özelliklerine bağlı olarak sepiyolit, çeşitli tane boyutlarında hazırlanarak besicilikte kullanılabilir.

2.1.7.3.10 Kauçuk Sanayinde Kullanımı

Kauçuk sanayiinde, organik ve inorganik bileşimli dolgu maddeleri kullanılır. Halen kullanılan inorganik dolgu maddesi iki tiptir. Bunlar ; örneğin silika gibi, kimyasal olarak çöktürülmüş malzemeler ile sepiyolit gibi mikronize doğal malzemelerdir. Çok geniş yüzey alanı, siloksan ve silanol grupları içermesi nedeniyle sepiyolit, elastik özelliğe sahip plastik maddelerin varlığında belirli bir aktivite gösterebilir ve yarı kuvvetlendirici bir dolgu maddesi gibi davranır. (DPT, 1996)

2.1.7.4 Diğer Kullanım Alanları

2.1.7.4.1 Seramik Üretiminde Kullanımı

Sepiyolitin seramik sektöründe kullanımına yönelik uygulamalar yok denecek kadar azdır. Ancak son yıllarda, özellikle ülkemizde, MTA Enstitüsünün ortak proje kapsamında ve TÜBİTAK-Marmara Araştırma merkezi'nin "İleri Teknoloji Seramikleri" proje kapsamında (Baykara ve Göktaş, 1994; Kara ve diğ., 1996) yürüttüğü çalışmalar sayesinde, bu amaca yönelik araştırmaların sayısında belirgin bir artış olmuştur. Bu çerçevede, MTA-GIRIN işbirliği ile bazı sepiyolitlerin pişme özellikleri incelenmiş ve bununla kordiyerit seramik üretimi hedeflenmiştir.

Kordiyerit seramikler, bulk veya kağıt formunda olmak üzere iki şekilde üretilmektedir. Bunlar, absorpsiyon ve mekanik mukavemetin önemli olduğu katalitik konvertörler, motor blokları gibi otomotiv ve uzay sanayinin çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. (Sabah, 1998)

Kordiyerit ($2\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) seramik üretimi için yapılan bu çalışmada, Sivrihisar - Türktaciri kahverengi sepiyoliti ve Bolu-Kıbrıscık sepiyoliti kullanılmış, teorik bileşimi sağlayabilmek amacıyla ilk numuneye Sındırgı kaoleni ve Seydişehir alüminası ; İkinci numuneye İse Çayırbağı magneziti ve Seydişehir alüminası ilave edilmiştir. Farklı sıcaklık ve sürelerde yapılan pişirme işlemlerinden sonra, fiziksel özellikleri verilen kordiyerit seramik ürünleri elde edilmiştir. Yine kahverengi sepiyolit kullanılarak yapılan bir çalışmada, sepiyolitin seramik bünyelerde kullanım imkanları araştırılmıştır. Bunun için, Küre kili, Sındırgı kaolini (alunitsiz), kuvars, Çine, Simav feldspatı karışımından bir seramik bünye hazırlanmış ve buna değişik oranlarda Sivrihisar sepiyoliti ilave edilmiştir. Bunu takiben yapılan presleme yöntemiyle şekillendirme ve değişik sıcaklıklarda ($1000\text{ }^\circ\text{C}$, $1100\text{ }^\circ\text{C}$ ve $1200\text{ }^\circ\text{C}$) pişirme işleminden sonra seramik malzemeler elde edilmiştir. Elde edilen seramik malzemelerin karakterizasyonu için yapılan fiziksel ve mekanik testler sonucunda, sepiyolitin, seramik bünyelerin özelliklerini iyileştiren, alternatif bir hammadde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2.9 Kordiyerit Seramiklerinin Bazı Özellikleri

NUMUNE	PİŞME	PİŞME	TERMAL	TOPLAM	YIĞIN	AÇIK	SU
	SICAKLIĞI ($^\circ\text{C}$)	ZAMANI (dakika)	GENLEŞME ($10^{-6}/\text{RT } 700\text{ }^\circ\text{C}$)	KÜÇÜLME (%)	YOĞUNLUĞU (g/cm^3)	POROZİTE (%)	ABSORPSİYONU (%)
Sepiyolit+ Kaolinit+ Alümina	1200	30	10.45	10.0	1.76	39.7	22.5
	1200	300	7.27	10.5	1.80	34.9	19.4
	1300	30	5.63	11.0	1.85	33.1	17.9
Sepiyolit+ Manyezit+ Alümina	1200	30	12.95	17.0	1.67	45.1	27.0
	1200	300	9.94	18.0	1.73	38.0	22.0
	1300	30	6.75	19.0	1.90	31.4	16.5

Gazi Üniversitesi ve MTA Enstitüsü Genel Müdürlüğü'nce ortak bir proje kapsamında gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise, sepiyolitten karbo-termal indirgeme ve nitrürleme yoluyla teknolojik seramik üretimine yönelik silisyum nitrür (Si_3N_4) eldesi amaçlanmıştır. (DPT, 1996)

Silisyum nitrür, yüksek sıcaklıklarda sahip olduğu yüksek mukavemet, sertlik, aşınmaya karşı direnç, kırılma tokluğu, oksidasyon, sürtünme direnci ve ısıl şok direnci gibi üstün özellikleri olan bir bileşiktir. Silisyum nitrür esaslı seramikler, bu üstün özellikleri nedeniyle, son 30 yıl içerisinde, yüksek performans gerektiren uygulamalar için geliştirilmiş seramikler arasında önemli bir yere sahiptirler.

2.1.7.4.2 Fren Balatalarında Asbest Yerine Kullanımı

Asbestli sürtünme malzemeleri, motorlu araçların fren sistemlerinde kullanılan geleneksel malzemelerdir. Ancak, 1970'li yıllardan itibaren yürütülen faaliyetler ile, asbestin İnsan sağlığı üzerindeki kanserojen etkisi, geniş kitlelere duyurulmuş ve kullanımdan kaldırılması yönünde kuvvetli kamuoyu baskıları oluşmuştur. Bu nedenle, gelişmiş ülkelerde, alternatif olarak kullanılabilen bir çok doğal ve sentetik malzeme üzerinde araştırmalar yoğunlaştırılmış, lifsi yapıda olması ve buna karşılık kanserojen etkisinin asbeste kıyasla son derece düşük olması dolayısıyla, sepiyolit'in asbest yerine kullanılması gündeme gelmiştir. (DPT, 1996)

2.1.7.4.3 Lif Takviyeli imento retiminde Kullanımı

Asbestli imetelerde asbest liflerinin rolü oldukça karmaşıktır. Lifler, sadece ürüne direnç kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda tüm üretim prosesini etkileyen özellikler de kazandırır. Bunlara rnek olarak, nihai ürünün yoğunluk kontrolü, ara ürünün kalıplanabilme yeteneği, eleme tamburundaki eleklerde ve filtrasyon esnasında imento kaybını azaltacak Şekilde ince partiküllerin tutulması vs. verilebilir. Bu zellilerin tümü, asbest yerine kullanılabilen tek bir alternatifle elde edilmez, aksine çok bileşenli bir sistem gerektirir. Bu sistemde kuvvetlendirici ve ağ yapıcı lifler bulunmalıdır. Ancak, asbestli ürünlerin üretildiği aynı makineleri kullanacak Şekilde reolojik özellikleri sağlayan bir formülasyon henüz geliştirilememiştir. Kolloidal liflere nazaran, sözü edilen proses dizaynına daha olumlu bir katkıda bulunmaktır. (Sabah, 1998)

2.1.7.4.4 Kaplanmış Ark – Kaynak Elektrodlarında Kullanımı

in Halk Cumhuriyeti'nde, tüm elektrot tüketiminin % 80'ini teşkil eden E 4303 rn numaralı kaynak elektrotunun kaplanmasında kullanılan temel hammaddeler, yapay rutil, titanyum dioksit ve indirgenmiş ilmenittir. Üretim tecrübesi, bu hammaddelerin kullanılması ile üretim düzeyinin ürün kalitesinin arttırılmasının mümkün olmadığını ortaya koymuştur.

Bunun da ötesinde hammaddeler doğal ilmenitten ergitme veya kimyasal proseslerle elde edildiğinden üretim esnasında çok fazla enerji tüketilmekte, artan enerji ihtiyacı ile birlikte maliyet de olumsuz yönde etkilenmektedir. Adı geçen ürünün E 4303 elektrotunun fiyatlarında son yıllarda görülen büyük bir artış bu sebepten dolayıdır. Bu nedenle ; İlmenit yerine kullanılabilir ucuz ve kolay temin edilebilir bir hammadde bulunması için çalışmalar başlatılmıştır. Fa Kai ve Hua Ming (1983) tarafından yapılan araştırmalarda, sepiyolit kütlesel bileşenleri, kristal formları, kuvvetli kohezyonu, akışkanlığı, termal duraylılığı ve sorpsiyon özellikleri baz alınarak, kaynak ark elektrotlarında kullanılacağı belirtilmiştir. E 4303 elektrotlarının kaplanmasına yönelik teorik sistem, 1985 yılında geliştirilmiş ve ilk üretim 1987 yılında başarıyla gerçekleştirilmiştir. Yapay rutil ve titanyum beyazı kullanımı, sepiyolit kullanmak suretiyle ortadan kaldırılmış ve bu sayede ilmenit tüketimi de önemli ölçüde azalmıştır. (Can, 1992)

2.1.7.4.5 Biyoreaktörlerde Kullanımı

Japon NGK firması, biyoteknoloji araştırmaları kapsamında, sepiyolit içeren biyoreaktör yapımı gerçekleştirmiş ve enzim tutma için seramik taşıyıcılar kullanılmıştır. Biyoreaktörün kullanım alanları şunlardır :

- Enzimlerde biyokimyasal reaksiyon
- Oligosakkarid üretim sistemleri,
- Optik – aktif madde üretimi
- Organik yüzey aktif madde üretimi
- Fermantasyon, sake ve bira rafinasyonu vs.

2.2. Granit Massede Kullanılan Hammaddeler

2.2.1 Kil Mineralleri

Granit, gnays, feldspat, porfir, syenit ve pegmatit gibi primer eruptif (magmadan çıkıp donan) kayaçların, doğasal ve buna yardımcı fiziksel-kimyasal etkenler ile aşınıp, bozunup, dağılıp, ufalanıp, sürüklenmeleri sonucu kaolin ve killer oluşmuştur. Kayaçların değişikliğe uğramalarında rüzgar, su, buz, sıcaklık-soğukluk değişimleri, yer kabuğu hareketleri, karbondioksit, humus asiti, kükürt asitleri, flor ve hidrojen asitli gazlar etkili olmuşlardır.

Bozunan kayaçlar oldukları yerde kaldıkları gibi, su ve rüzgar gibi doğa etkenleri ile çok uzaklara da taşınmışlardır.(Primer ve sekonder killer). Bu taşınma sırasında az veya çok öğütülme, organik ve inorganik diğer maddelerle karışımlar olmuştur. Kaolin tane irilikleri nedeniyle yakında çöktüğü için temiz olarak kalmıştır (primer oluşum). Daha uzaklara su ile taşınabilen maddeler (sekonder oluşum), yol boyunca sürtünme ile kendi kendilerini daha fazla öğütmüşler, çeşitli organik maddeler ve renk veren oksitler ile karışmışlardır. Çukur veya düz arazide taşınma sona erdiğinde tabakalar şeklinde çökelmeler olmuş ve kil adını verdiğimiz kaolinlere oranla daha özlü ve ince taneli maddeler oluşmuştur. (Arcasoy, 1996)

Dünyada ve Türkiye'de seramik denilince akla killer gelmektedir. Kil kaynaklarına yakın yerlerde ilk seramik fabrikaları bu nedenle kurulmuştur. Çünkü seramikte kullanılan hammaddelerin içinde hem teknolojik, hem de miktar açısından en önemlisi killerdir.

Dünyada ve Türkiye'de nüfus artışına paralel olarak inşaat sektöründeki gelişme olduğu müddetçe seramik killerinin önemi devam edecek ve seramik sektörünün olduğu her dönemde killer en önemli hammadde olma özelliğini devamlı gündemde tutacaktır.

Dünyada seramik teknolojisinin gelişmesi sonucu uygulanan tek pişirim seramik üretimleri, seramik kapasitesinin arttırarak 7. Plan döneminde kil talebini de arttırmış, bu da beraberinde üretici ve tüketici kuruluşlara birçok problem getirmiştir. Dünya ve Türkiye literatürlerinde seramik killeri; kil, kaolen, refrakter kil ve bentonit ile birlikte değerlendirilmektedir. Bu nedenle özellikle dünya için yapılan literatür taramalarında, seramik killerini içinden ayırmak

çok zor olmaktadır. Türkiye'de üretim yapan ve tüketen kuruluşlardan elde edilen bilgiler paralelinde, seramik killeri bilgileri ayrılmaya çalışılmıştır. (Sarız, 1992)

Özellikle A.B.'ye girme çalışmalarının olduğu 8. plan döneminde, Avrupa ve dünya sanayileri içinde, üretim miktarı ve kalitesi bakımından rekabet edebilecek sektörlerden olan seramik sektörünün kalıcı ve daha atılımcı bir sektör olabilmesi için; seramiğin en can alıcı ve tüketim miktarı yüksek hammaddesi olan seramik killerin, üretimini, tüketimini ve kalitesini belirleyici tedbir ve çalışmalara sebep olacaktır. (Sarız, 1992)

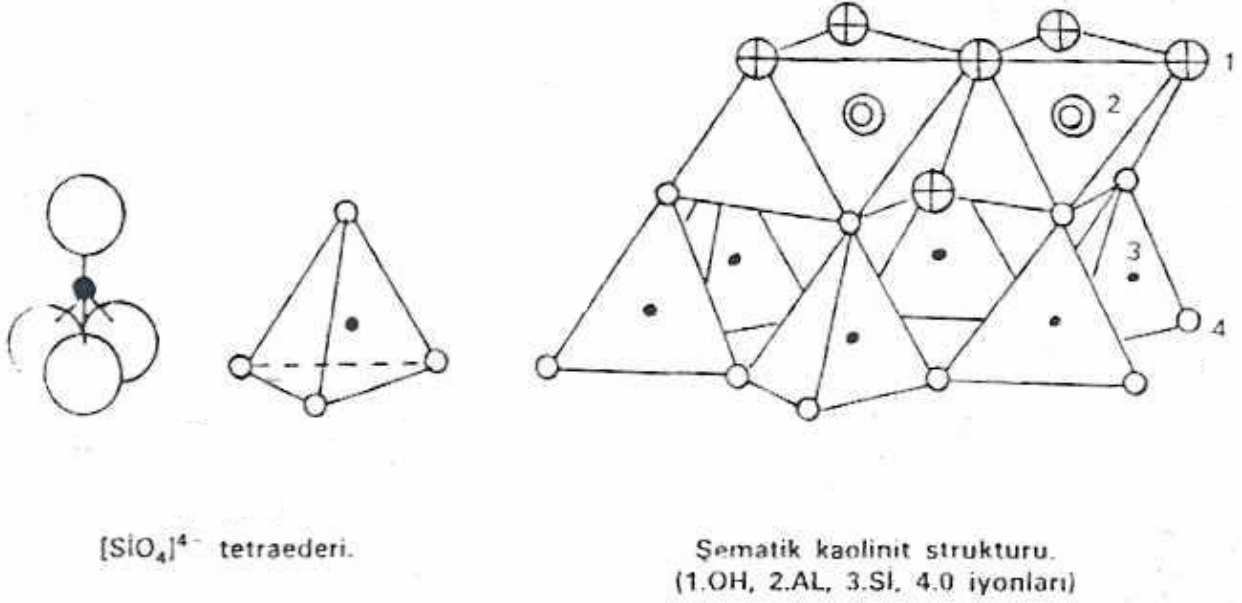
Kil mineralleri iki esas ünitelerden meydana gelmişlerdir. Tetrahedral silis ve oktahedral alümina ikilisi bir araya gelerek çeşitli kil minerallerini oluştururlar. İki mikrondan küçük tane büyüklüğünün çoğunlukta olduğu, suyla karıştırıldığında rahatlıkla şekil verile bilinen (plastik) alüminyum silikat mineralleri dört grupta incelenir. (Arcasoy, 1996)

2.2.1.1 Killerin Sınıflandırılması

2.2.1.1.a Kaolinit Grubu

Kaolinit genellikle çoğu plastik seramik hammaddelerinin esas minerlidir. Su içeren bir alüminyum silikat olan kaolinit mineralojik olarak $Al_2 [Si_2 O_5](OH)_4$ grubundan oluşur. (Si_2O_5) grubu tipik olup, yaprak veya kat dokulu silikatların belirtisidir. (Arcasoy, 1996)

Tüm silikatların esas yapı taşı, ortada silisyum iyonunun bulunduğu dört oksijen iyonlu bir tetra eder yapıdır. Merkezindeki Si iyonu (+4 değerli) -2 değerli dört komşu oksijen iyonlarının birer negatif valansları ile birleşir. O iyonlarının arasına sığabilen Si iyonu, bozulmaz bir özellik gösteren $[Si O_4]^{4-}$ tetra ederlerini oluşturur. (Arcasoy, 1996)



Şekil 2.5 Şematik kaolinitin struktur yapısı

Kat dokulu silikatlarda bu [Si O₄] 4- tetraederi sekizgen (=oktaeder) dokulu ağda birleşir.

Kaolinitin mineral yapısı şekilde de görüldüğü gibi iki tabakalı olup, bu tabakalar tetraeder ve oktaeder tabakalardır.

Kaolinit yapracıkları tam elastik (= esnek) olmamakla birlikte, bükülebilir özellik gösterirler. Mohs ' a göre sertlikleri 2-3 dolaylarındadır. (Arcasoy, 1996)

Kaolinit çığ olarak %39,50 Al₂ O₃, %46,55 SiO₂, %19,95 H₂ O içerir. Pişme esnasında H₂ O uçarak %13,95 lik ateş kaybını oluşturur. Pişme sonunda geri kalan kısmın (Al₂O₃ 2SiO₂ =222) %45.90 Al₂ O₃, %54.10 SiO₂ içerir. (Arcasoy, 1996)

Kaolinit (Al₂O₃2SiO₂2H₂O) ile beraber Fe₂O₃CaCO₃ ve mika gibi yabancı maddeler içerirler. Bu gruba giren kil mineralleri Nacrite, Dikrite, Kaolinit, Leviste, Anauxite (Al₂O₃ 3SiO₂ nH₂O) ve halloysite (Al₂ O₃ 2SiO₂ 4H₂ O) ' dir. (Sarıiz, 1992)

2.2.1.1.b. Montmorillonit Grubu

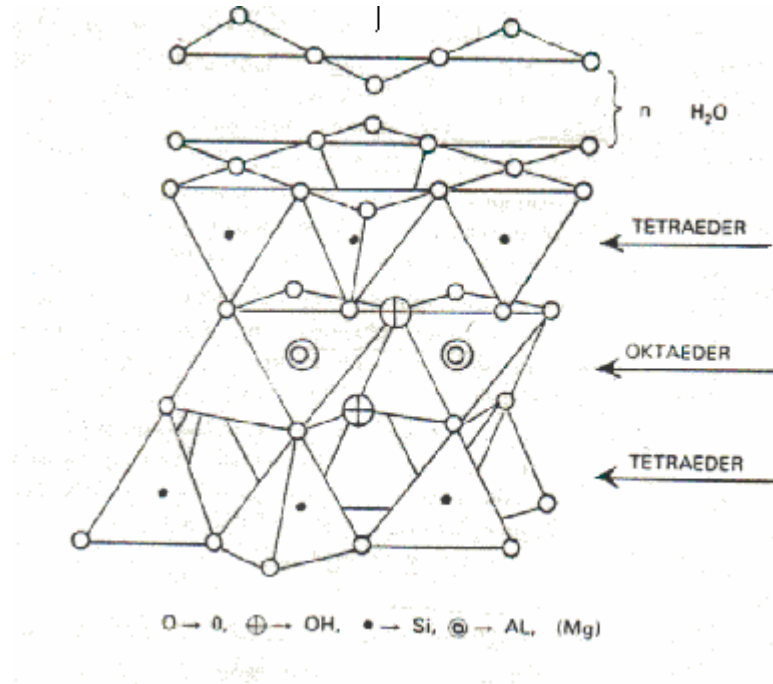
- * Pyrophyllit ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$)
- * Beidellit ($Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot H_2O \cdot nH_2O$)
- * Nontronit ($(Al,Fe)_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 2H_2O \cdot nH_2O$)
- * Saponit ($2MgO \cdot 3SiO_2 \cdot nH_2O$)

Kuru haldeki montmorillonit bünyesine su alarak ilk hacminin 16 katına kadar kristal iskeletini genişletbilir. Plastisitesi ve absorpsiyon özelliği kaolinit, pyrophyllit ve talka oranla çok yüksektir. (Arcasoy, 1996)

Montmorillonitlerin sulandırılması güç olup, diğer kil minerallerinin de kolaylıkla sulanmasına engel olurlar. Çok kuvvetli tiksotropi özelliğine sahiptirler. (Arcasoy, 1996)

Montmorillonit doğada hiçbir zaman saf olarak bulunmaz. Yüksek oranda Al_2O_3 ve MgO ile oluşan formuna beidellit ve yüksek oranda Fe_2O_3 içeren formuna da nontronit denir.

Bu grubun kil mineralleri oldukça plastik olmalarına karşın, pişme renkleri taşıdıkları safsızlıklar nedeni ile koyu olduğundan seramik sanayisinde az kullanılır. (Sarıız, 1992)



Şekil 2.6 Montmorillonitin üç tabakalı struktur yapısı

Montmorillonit 1 mohs sertliğine, nontronit 2,5 mohs sertliğine sahiptir. Kaolinitin iki tabakalı mineral yapısına karşın, montmorillonit kil minerallerinin özelliği, üç tabaklı mineral yapısında oluşudur. (Arcasoy, 1996)

2.2.1.1.c illit Grubu

K_2O içeren mika kökenli oldukça plastik killerdir.

* Muskovit ($K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$)

* Biotit ($K_2O \cdot 4MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot H_2O$)

illitlerde, montmorillonit grubunda olduğu gibi, tetraeder- oktaeder-tetraederden oluşan üç tabakalı kil minerallerinin grubuna girerler. Kristal suyunu düşük sıcaklıklarda $100^{\circ}C$ de kaybeder. (Arcasoy, 1996)

2.2.1.1.d Klorit Grubu

İnce taneli ve yeşil renklidirler. Kil minerali Pennitedir. Kaolen grubunda kaolinitle, dickite ve nacrite arasındaki fark tane büyüklüğünden ileri gelir. Doğada bulunan kaolen yataklarında bu kil minerallerinin çoğu bir arada bulunmaktadır. Kaolinit, Dickite ve Nacrite 'nin kristalleri altıgen levhacıklar halinde, Halloysite minerali ise borucuklar halindedir. montmorillonite grubu kil minerallerinin % 40'ı 0,06 mikrondan daha küçüktür.. bu nedenle çok fazla miktarda su ile plastik hale gelebilir. Akıcı kıvamına gelmesi için kendi hacminin 5-6 katı su koymak gerekir. Genellikle killerde 0,06 mikrondan küçük taneciklerin oranı %5 civarında, kaolenlerde ise % 0.5-15 civarındadır. (DPT, 2001)

Killer massenin mukavemetini artırırlar .Herhangi bir kilde oluşabilecek kalite değişikliğinde killerin masseye yapacağı tesiri azaltmak için birden çok kil cinsi kullanılır.Üretimde parçanın şekillendirme yöntemi bileşimde yer alacak kil miktarını belirler.Kil içeriği ayrıca, parçanın kuruduktan sonra dağılmamasını belirler.Kil içeriği az olan bünyelerde % 2-5 arasında bentonit kullanılarak plastiki özellik sağlanır. (DPT, 2001)

Çizelge 2.10 DEGENS'e göre kil minerallerinin sınıflandırılması

YAPI	GRUP	CİNS
2Tabakalı olanlar	Kaolinit Grubu	Kaolinit
	a)Eş boyutlu olanlar	Dikit
	bBir yönde uzamış olanlar	Halloysit
3Tabakalı olanlar	Smektit Grubu	Montmorillonit
	İllit Grubu	Beidelit
	Vermikülit Grubu	İllit Vermikülit
4Tabakalı olanlar	Klorit Grubu	Klorit
Zincir Yapısı olanlar	Sepiyolit Grubu	Sepiyolit Atapulgit Paligorskit

2.2.1.2 Killerin Üretimi

Kil yatakları genellikle, açık işletme usulleri ile işletilirler. Yeraltı işletmeciliği nadir olup, daha çok şiferton yataklarında görülür. Dünya kil üretiminin büyük kısmı, açık işletme ekipmanlarının kullanıldığı, açık işletme yöntemiyle yapılmaktadır. Daha az miktarda kil üretimi ise, kapalı (yeraltı) işletme yöntemleri ile yapılmaktadır. Gerek açık işletme, gerekse kapalı işletme yöntemlerinde; kil damarının kalınlığına göre makina ve ekipmanla üretimin yanı sıra, emek yoğun bir şekilde üretim de yapılmaktadır. (DPT, 2001)

Seramik kili üretiminin yaklaşık % 90'ı açık işletme olarak yapılmakta olup, % 10'luk çok az bir kısmı kapalı işletme şeklindedir. Emek yoğun bir şekilde yapılan üretim, kil tabakası kalınlıkları 20 - 25 cm'den 1 m'ye kadar olan ocaklarda daha fazladır.

Aşağıda bir kil yatağının bulunmasından kullanımına kadar geçen evreleri veren akım şeması verilmiştir. Kilin oluşum sırasındaki şartlara bağlı olarak çok kısa mesafelerde yatay ve dikey değişimler göstermesi, özellikle fayans-seramik-sıhhi tesisat, porselen ve elektro porselen yapımında kullanılan killerin harmanlanması ve homojenleştirilmesini gerektirmektedir.

Üretimi yapılan kilin kalitesine bağlı olarak, kil, tüvenan olarak kullanıldığı gibi kullanım amacına göre kilin zenginleştirilmesi de gerekebilmektedir. (Sarıız, 1992)

Bu amaçla üretilen kil, kırma işleminden sonra havuzlarda su içerisinde karıştırıcıların da yardımıyla çözülür. Daha sonra ilkel yıkama, süzme veya hidrosiklonlar vasıtasıyla zenginleştirme işlemine tabi tutulur. (Sarıız, 1992)

2.2.1.3 Killerin Özellikleri

2.2.1.3.a Kolloidal Özellikler

Bazı çok küçük taneli cisimler suda erimedikleri halde su içinde uzun süre yüzerek çökmeden durabilirler. Normal mikroskopla bakıldığında görünmezler. Tane büyüklükleri 0,1-0,001µm arasında olduğundan ancak elektron mikroskobu ile görülebilirler. Filtre kağıdından süzülmediğinde kağıttan geçerler. Bu tip çözeltilere kolloid çözelti denir. Killer, tutkal, yumurta akı, sabun gibi bazı maddeler kolloid çözelti vermeye elverişlidirler. Kolloid çözeltiler kurutulduğunda, kaynatıldığında veya bazı kimyasal maddeler ilave edildiğinde yumaklaşarak pelte halinde çökerler. Bu olaya flokülasyon denir. Kolloid çözeltinin suda çökmeden durabilmesi elektrikle yüklü olmasından ileri gelir. Aynı cins elektrikle yüklü iki tanecik birbirini ittiğinden yan yana gelip çökmez. Killerde su ile karışınca negatif elektrikle yüklenirler. Çeşitli katyonların ilavesi ile flokülasyon olayı sağlanır. Bu özellik killerin hazırlanması ve temizlenmesi büyük bir önem taşımaktadır. Bazı kimyasal maddelerin (elektrolit) ilavesiyle bu kolloid hal daha da arttırılabilir. Bu kimyasal maddelerin başlıcaları NaOH, Na₂CO₃ ve Na₂SO₃ gibi suya hidroksil grubu veren maddelerdir. Dolayısı ile killer çok az bir suda bile yüzme olanağı kazanarak çok yoğun konsantrasyonlarda dahi akışkan bir çamur meydana getirebilirler. Killerin bu özelliğinden döküm ile şekillendirmede çok faydalanılır. Soda veya cam suyu ilavesi ile killerin viskozitesi artmakta fakat optimum bir noktadan sonra azalmaktadır. (Yurdakoç, 1989)

2.2.1.3.b Asidik Özellikler

Killerin bazik boya maddelerini tutması ve su eşliğinde H⁺ iyonlarını serbest hale geçirmesiyle ortaya çıkar. Ancak asidik özellikler dehidratasyonla giderilir. (Yurdakoç, 1989)

2.2.1.3.c Dehidratasyon Özelliği

Killer havada kurutulduklarında sertleşir ve su ile ıslatılma sonucu tekrar yumuşak hale gelirler Fakat ıslatıldıkları zaman 80-160°C arasında absorpsiyon sularını, 400-600°C arasında da bünye sularını kaybederler. Killerin ıslatılmalarıyla önceden de belirtildiği gibi asidik özellikleri ortadan kalkar ve ayrıca sertlikte artarak bir büzülme ve gözeneklilik gözlenir. Her ne kadar suyun bıraktığı boşluk, büzülme nedeniyle azalsa da tamamen ortadan kalkmaz. (Yurdakoç, 1989)

2.2.1.3.d Plastiklik Özelliği

Killerin plastiklik ve kaplayıcılık özelliği kristallerinin ince levhalar şeklinde olmasından kaynaklanır. Kil içerisinde levhacıklar üst üste birikmiş paketler halinde bulunur. Su ile çamur yapıldığında su, levhacıkların arasına girer. Çamur bir taraftan basıldığında levhacıklar bir biri üzerinden kayarak verilen şekli alır. Killerin plastikliği, işlenebilir bir çamur haline getirmek için verilmesi gereken su miktarı ile belirlenir. Kil çamur oluncaya kadar ne kadar az su emerse o kadar plastiktir. Bu irili ufaklı tanelerin yan yana olmasına da bağlıdır. Aşırı öğütülmüş kil plastikliğini kaybeder. Çünkü bütün kristaller küçülmüş ve aynı boya gelmiştir. Killerin plastikliği bazı katkı maddeleri ile artırılabilir. Bu tip katkıların en önemlisi bentonit, dekstrin, hümis asidi gibi kolloid çözelti vermeye yatkın maddelerdir. (Yurdakoç, 1989)

2.2.2. Kuvars

Ana kayaç içindeki kuvars tek başına dış etkenlerden etkilenmediği halde, ana kayanın doğa etkileri ile bozulması sonucu, açıkta kalan kuvars sularla yıkanıp sürüklenerek,

başka bölgelerde tek başına çökebilir. Bu çökme işlemi çoğu zaman da ham kaolin ile birlikte olur ve bu olay da kaolinin içindeki “serbest kuvarısı” oluşturur. (Arcasoy, 1996)

SiO₂ veya diğer bir adı silis, kuvars halinde doğada bol miktarda bulunur. Saf kuvars renksizdir. Mangan içerikli amatist adı verilen mineral, pembe renkli bir kuvarstır. Doğada en çok gri,sarı ve beyaz renklerde bulunur. En çok rastlanan bir mineraldir. Eridiği ortamlarda genleşme katsayısını yükseltir. Erimiş kuvarsin genleşme katsayısı, erimemişe göre 150 kat büyüktür. Kuruma ve pişme küçülmesini azaltır. Seramik yapılarda iskelet görevini yapar ve deformasyonu önler. Asitlere karşı dayanımı arttırır. Sert bir mineraldir. Mohs ‘ a göre sertlik derecesi 7 ‘dir. (Arcasoy, 1996)

Kuvarsin erime noktası yaklaşık 1400 °C dir. Kuvars eritilip, soğumaya bırakıldığında tekrar kristal hale gelmeyen değişik bir yapıya sahiptir. Oda sıcaklığında aşırı soğutulmuş bir sıvı gibi kalır. Koyu balı andıran kıvamlı bir sıvı haline getirilen kuvars, tekrar ısıtıldığında seyrelmeye başlar sıcaklık arttıkça yoğunluğu azalır ve akışkanlığı da artar. Bir kalıbın içine bu haliyle dökülürse tekrar soğutulduğunda bu defa katılaştıran kuvars istenilen şekli alır.

Kuvarsin kristal yapısı tetrahedra düzenindedir. Tetrahedralar düzenli dizilirlerse silis minerali oluşur. Silis mineralinin katı halde üç kristal yapısı vardır.

- a- Kuvars
- b- Tridimit
- c- Kristobalit

Kristobalit haline geldikten sonra kristal yapıları soğumayla tersinir dönüşümlü bir karakterdedir. Dönüşümler şu şekildedir. (Sarız, 1992)

Dönüşümler teoriye göre Si-O₂ arası bağlar şeklinde bir araya gelmektedir. Kuvars içerikli mineraller doğada küçük veya büyük boyutta kristaller halinde bulunurlar, küçük kristalli mineraller daha sert ve dayanıklıdır. (Arcasoy, 1996)

2.2.2.1 Fiziksel Özelliği

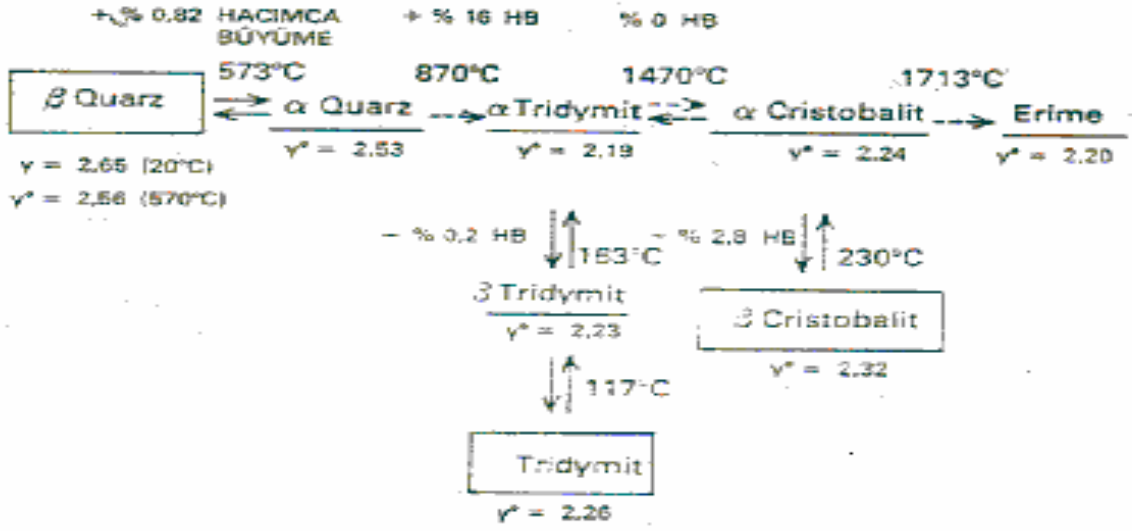
Kuvarsin kristal yüzeyleri cam parıltılı, kırılan yüzeyleri ise yağ parıltılıdır. Saydam olduğu gibi bulanık ve saydam olmayanlarda bulunur. Genellikle hegzagonal sisteminde güzel

billurlar halinde kristallenir, ve doğada çoğunlukla iki ucu altıgen piramitlerle çevrili prizma şeklinde bulunur.

Renksiz, beyaz, pembe, kırmızı, kahverengi, mavi, mor, siyahımsı ve daha başka renklerde bulunur. Renkleri bileşimine giren yabancı maddelere göre değişir ve ayrı ayrı isim alır. Örneğin; siyah renkli kuvarsa Dumanlı Kuvars, siyah ve saydam olmayanlara Morion, pembe renkli olanlara Pembe Kuvars, sarı renkli olanlara Sitrin (Yalancı Topaz), mor olanlara Ametist, saydam ve güzel kristallere Neceftaşı veya Dağ kristali, şekilsiz veya saydam kuvarslara Riyalin, süt beyaz renklilere Süt Kuvars, Filon Kuvarısı veya Akçakmak, demirli olanlara da Demirli Kuvars adı verilir. Bunlardan başka Avantirin (Yıldız taşı), Venüssaçı (içinde iğne gibi rutil kristalleri olan), Kedigözü, Kaplangözü v.b. gibi isim türleri de vardır. Sertliği 7, özgül ağırlığı $2,65 \text{ gr/cm}^3$ 'dür. Kolay kırılır, kırılma yüzeyi midye kabuğu şekilli veya yongamsıdır. Kuvarısın çift kırılması küçük ve pozitifdir. Zirkularpolarizasyon özelliği vardır. (Yurdakoç, 1989)

2.2.2.2 Kimyasal Özelliği

Kuvarısın içinde kapanmış yabancı cisimler katı olduğu gibi sıvı ve gaz halinde de bulunabilir. Bunlar kuvarısın kimyasal özelliğini etkiler. Kuvars üfleçte erimezken, yalnız HF 'de çözünür. 573°C 'ye kadar dayanıklıdır, değişmez. Bu kuvarısa β Kuvars denir. Kuvars bu dereceyi geçtikten sonra kuvars denilen ve hegzagonal sistemin trapezoedrili hemiedri sınıfında kristallenen kuvars modifikasyonuna dönüşür. Kristobalit haline geldikten sonra kristal yapıları soğumayla tersinir dönüşümlü bir karakterdedir. Dönüşümler şu şekildedir. (Sarız, 1992)



Şekil 2.7 Kuvarsta sıcaklığın etkisiyle meydana gelen dönüşümler

SiO₂ polimorf bir modifikasyon serisi oluşturur. α -kuvars 573°C’de β -kuvarsa, buda 870°C’de β -tridimite oda 1470°C’de β -kristobalite dönüşür. β -kristobalit 1715°C’de erir β - kristobalit ise 180-270°C’ lerin altında α modifikasyonlarına dönüşür. α -kuvars trigonal, β -kuvars hegzagonal, α -tridimit rombik, β -tridimit hegzagonal, α -kristobalit tetragonal, β -kristobalit ise kübik sistemde kristalleşir.

Düşük sıcaklıklarda stabil olan modifikasyon α -kuvars veya bir başka adı ile alçak kuvarstır. Buna kısaca kuvars adı verilir. Doğada en çok rastlanılan kuvars modifikasyonudur. Kuvars dayanıklı bir mineral olduğu için kolaylıkla taşınabilir ve tortul kayalardan, özellikle kumtaşları ve kırıntı yatakları içinde önemli miktarda bulunur. Kuvars çözünemez bir mineral olmasına rağmen yer kabuğu içinde hareketlidir. (Arcasoy, 1996)

2.2.2.3 Kullanım Alanları

- Kuvars kumları büyük miktarda yapı endüstrisinde kullanılır.
- Saf kuvars kumları cam sanayisinin temel hammaddesidir.
- Seramik ve refrakter sanayisinde kullanılır.
- Renkli kuvars kristalleri ve kriptomkristalen çeşitleri mücevher olarak kullanılır.

- Piezoelektrik özelliğinden dolayı osilatör ve basınç ayarlarında kullanılır.
Eritilmiş kuvarstan yapılan eşyalar ısıya ve korozyona karşı dayanıklıdır.(Sarıiz 1992)

2.2.3 Feldspat

Feldspat, seramik, porselen ve cam endüstrisinde kullanılan önemli bir endüstriyel hammaddedir. Dünya feldspat üretiminin % 60'ı cam sanayisinde, % 35'i seramik sanayisinde, % 5'i kauçuk, plastik ve boya sanayisinde dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'de seramik sektörü, ürün kalitesi ve üretim miktarı bakımından Avrupa ile yarışacak hale gelmiş olup, fayans ve seramik imalinde temel hammaddelerden biri olan feldspatın üretimi ve kalitesi büyük önem taşımaktadır. Yer kabuğunun %60'ını feldspatların oluşturduğu kestirilmektedir. 50'den fazla ülkede feldspat üretilmektedir. Feldspatlar içeriklerine göre isim alırlar, özellikle sanayide kullanılan feldspat türü sodyum ve potasyum feldspatlarıdır. Türkiye albit yani sodyum feldspatta gerek rezerv gerekse üretim açısından dünyada başı çekmektedir. Türkiye yılda 3 milyon tonluk albit üretimiyle Dünyada 1. sırada yer alırken, ikinci sırada İtalya ve üçüncü sırada ABD yer alır. (Geçkinli, 1991)

2.2.3.1 Tanım ve Sınıflandırma

Feldspat deyimi, İsveç dilinde “Feld” ve “Spat” sözcüklerinden türemiştir ve kimyasal olarak Na-K-Ca içeren alümina silikat kümesini kapsar. Feldspat özsüz bir hammadde olmasına karşın, çamurları pekiştirerek, eriticilik özelliği gösterir. Aynı şekilde sırlarda da kullanılan çok önemli bir eriticidir.

Feldspatik kayaçların % 60'ı magmatik, % 30'u şist ve gnaysları içeren metomorfik kayaçlar, % 10'u da sedimanter kayaçlardan meydana gelmektedir. Doğal feldspatlarda Na, K, Ca, Li, Ba, Cs gibi oksitler farklı oranlarda yer alır. Spodumen dışında tüm feldspatlar üç boyutlu bir Si-Al doku iskeletine sahiptirler. (Kutlu, 1999)

Saf potasyum feldspatın (ortoklas) erime sıcaklığı 1170°C, sodyum feldspatın (albit) ise 1120°C'dir. Ancak ortoklasın tam erime sıcaklığı yaklaşık 1280°C'dir. Ortoklas geniş erime sıcaklığına sahip olduğundan özellikle porselen çamurlarında daha fazla kullanılır. Albit ve lityum feldspat(spodumen) daha fazla eriticilik özellikleri ile öncelikle sırların yapısında önemli rol oynarlar.

Feldspatlar, izomorf karışımları ve oluşum özellikleri bakımından 2 gruba ayrılırlar.

1- Alkali Feldspatlar

2- Kalko-sodik feldspatlar (plajioklaslar)

Alkaliler

Ortoklas	$KAlSi_3O_8$
Sanidin	
Mikroclin	"
Anortoz	$NaAlSi_3O_8$
Albit	"

Plajioklaslar

Albit	$NaAlSi_3O_8$
Oligoklaz	$(Na,Ca)(Al,Si)_4O_8$
Andezin	"
Labrador	$(Ca,Na)(Al,Si)_4O_8$
Bitovnit	"
Anortit	$CaAl_2Si_2O_8$

Bu minerallerin yapılarını birkaç metal oksitten oluşan kompleks silikatlar oluşturur. Taşıdıkları alkali oksitlere göre isimlendirilirler.

Ortoklas	(Potasyum feldispat)	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Albit	(Sodyum feldispat)	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Celsian	(Baryum feldispat)	$BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Anortit	(Kalsiyum feldispat)	$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Pegmatit	(Na- K feldispat)	$Na_2O \cdot K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 22SiO_2$
Spodumen	(lityum feldispat)	$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4Si$

Çizelge 2.11 Feldspat minerallerinin çeşitli özellikleri

Kimyasal ve mineralojik Adı	Kimyasal Formülü ve bileşimi (%)	Özgül Ağırlığı	Sertliği (mohs)
K-Feldspat/ortoklas	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ 16,9 18,3 64,8	2,56	6
Na-Feldspat/albit	$Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ 11,8 19,4 68,8	2,61	6,0-6,5
Ca-Feldspat/anortit	$CaO.Al_2O_3.2SiO_2$ 20,1 36,6 43,3	2,70	6,0-6,5
K,Na-Feldspat/plajoklas	$(Na,K)_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ değişken		
Ca-Na-Feldspat/oligaklas	$Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2+$ $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$	2,62	6-7
Ba-Feldspat/celsian	$BaO.Al_2O_3.2SiO_2$ 40,9 27,1 32,0	3,37	6
K,Ba-Feldspat/hyalophan	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2+$ $BaO.Al_2O_3.2SiO_2$	2,84	6,0-6,5
Cs-Feldspat/pollucit	$Cs_2O.2Al_2O_3.4SiO_2$ değişken	2,90	6,5

Özellikle seramik ürünler için en önemli hammaddelerden birisidir. Bu hammaddelerin seramik hamurunda kullanılmasının nedeni, seramik ürünün bileşiminin K_2O , Na_2O , CaO , bileşikleri kazandırmaktır. Seramik yapıda ki cam faz bu oksitlerin yardımıyla sağlanmaktadır. Bu oksitlerin ergiticilik özelliklerinden yararlanır. Pişme süresince kuvars ile camsı fazı oluşturur. (Arcasoy, 1996)

Porselen çamurlarında kullanılan feldispatların genelde gaz kabarcığı çıkarmaksızın erimleri ve demir lekeleri göstermemeleri gerekir. Bazı feldispat türleri camsı- saydam bazıları ise beyaz opak bir erime gösterirler. Diş porseleni dışında, feldispatların erimelerindeki saydamlık veya örtücülüğünün , çamur içindeki etki olarak bir farklılığı yoktur. (Arcasoy, 1996)

2.2.3.1.1 Alkali feldspatlar

Bu mineraller arasında kristolografik yapı değişiklikleri vardır. Büyük çaplı bir katyon olan K^+ un bulunduğu veya çok bulunduğu yapılar monoklinik, Na^+ bakımından zengin olanlar trikliniklerdir.

Alkali feldspatlarda K ile Na feldspatlar arasında katı çözelti oluşum alanları çok dar olup, K yerini belirli ölçülerde ve bazı fiziki şartlarda Na alabilir. Tabiatta K -Feldspatlar oğunlukla Na feldspatlarla birlikte ve daha tali olarak da Ca -feldspatlarla birlikte bulunur. Bu grup içerisinde gerek oluşum gerekse seramik sektöru için en önemli olanı ortoklastır.

2.2.3.1.2 Plajioklaslar

a) Sodyumlu Feldspatlar $NaAlSi_3O_8$ Sodyumlu feldspatlardan, plajioklas grubunun kalsiyum içermeyen üyesi albit olup, formülü $NaAlSi_3O_8$ 'dir. Doğada albit, K -feldspat ile katı çözelti oluşturmayıp ancak bir miktar K -feldspat ile birlikte bulunur. Albitlerin seramik ve cam hammaddesi yönünden önemi çok fazladır.

b) Kalsiyumlu feldspatlar: Kalsiyumlu feldspatların Na ve Ca miktarlarına göre oluşturdukları izomorf seri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Feldspatlar, Ca ve Na içeriklerine göre izomorf bir seri oluştururlar. Feldspatlar doğada çok yaygın bulunmalarına rağmen az sayıda oluşum cam ve seramik sanayine uygun özellikte hammadde içermektedir. Bunun nedeni, feldspat, özellikle K - feldspat oluşumlarının büyük çoğunluğunun ince taneli kayaların bileşeni olarak bulunması, demir içeren mineraller tarafından kirletilmiş olmasıdır.

Seramik ve cam sektöru için feldspatların erime derecelerinin büyük önemi olup, büyüklükleri ve erime dereceleri büyük rol oynamaktadır. Yayınlarda kesin rakamlar bulunmakla birlikte çok az miktarlarda da olsa içerisinde diğer feldspat kristallerinin izomorf halde bulunmaları erime derecelerini değiştirmektedir.

1- Potasyum Feldspat : 1200-1250° C

2- Sodyum Feldspat : 1150-1225° C

3- Ca Feldspat : 1500-1550° C

Ticari feldspatlar; potasyum feldspat ve albit, birkaç cins feldspat mineralini içinde bulundurur.

Bu nedenlerle teorik formüllere ulaşmak mümkün değildir. Ayrıca bu sektörde hiç istenmeyen mika (muskovit ve biyotit) , turmalin, granat vb. mineraller kaliteyi etkileyen en önemli unsurlar olup, ekonomik bir şekilde flotasyon ve manyetik ayırma suretiyle bunları azaltmak mümkündür.

2.2.3.2 Bulunuş Şekli

Ticari feldspat kaynağı olarak halen kullanılan kayaç türleri şunlardır.

2.2.3.2.1 Pegmatitler

Potasyum feldspatın hakim mineral olarak bulunduğu ve ayrıca başka ekonomik mineraller de içerebilen, kaba taneli mağmatik bir kayaçtır. Genellikle granit-granodiyorit bileşimli kayaçlarla ilişkili olarak bulunur. Ayrıca metamorfik provenşlerde de bulunmaktadır. Dayanımı düşük bir hammaddedir ve pişme küçülmesi biraz küçüktür. Eğer fazla miktarda kullanılırsa boyutta büyüme olur ve ürünün mukavemeti düşer. Su emmesi yüksek bir malzemedir. İçeriğindeki feldspat pişme sırasındaki camsı faza geçerek yarı şeffaf özellik gösterir. Hammadde karışımlarının düşük sıcaklıkta erimesini sağlar. Sanayide direkt olarak veya zenginleştirmeyi takiben kullanılmaktadır. (Kutlu, 1999)

2.2.3.2.2 Aplitler

Mineralojik olarak, damar kayacı şeklinde ve granit bileşiminde bir kayaç dokusunu; ticari olarak ise, büyük ölçüde albitten oluşan feldspatik bir damar veya dayk kayacını ifade eder. Kaolinleşmiş türleri de sanayide kullanılmaktadır. Bunlar da granitik kayaçlarla ilişkili olarak oluşmuşlardır.

2.2.3.2.3 Feldspat Filonları

Granitik kayaçların kendi bünyeleri içinde veya kontak halindeki yan kayaçlarda enjeksiyon damarları halinde oluşmuş feldspatça zengin sokulumlardır. Çok zengin tenörlü Na veya K-Feldspat içerirler, impürite oranları daha düşüktür.

2.2.3.2.4 Nefelinli Siyenit

Silisçe fakir kristalin bir kayaç olup albit ve mikroklin türü feldspat ile nefelinden oluşur. Az miktarda mafik silikatlar ve diğer aksesuar mineralleri içerir. Dünyada geniş yayımlıdır. Ancak ticari olarak halen Kanada, Norveç, Rusya ve ABD'de işletilmektedir.

Kanada'da 1930'larda, Norveç'te ise 1950'lerde işletilmeye başlanmıştır. Serbest silis içermemesi, yüksek alkali ve alümine içermesi, yüksek ergitme gücü ve dar erime aralığı, cam endüstrisine ideal uyum gösteren karakteristiklerdir. Bu mineralin feldspata kıyasla daha yüksek alümina ve alkali katılımı vardır. Kayacın endüstriyel özelliklerini temin eden nefelin minerali $\text{Na}_3\text{KAl}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}$ kimyasal bileşimine sahip, $\text{Na}/\text{K}=3/1$ olan, hegzagonal sistemde kristallenen, Mohs sertliği 5, 5-6 ve özgül ağırlığı $2,5 - 2,7 \text{ gr/cm}^3$ olan bir mineraldir. Alterasyon sonucunda sodalit, kankrinit, zeolit türleri ve özellikle de analsime dönüşür. Nefelinli siyenitin bazı türleri:

kongressit, kregmantit, ditroit, fenit, foyait, iyolit, laurdalit, litfieldit, melteigit, miyaskit, monmoutit, raglanit, rouillit ve urtit'tir. Nefelinli siyenit, Türkiye açısından da potansiyel feldspat kaynağı olarak istikbal vaad etmekte olup, Kırşehir masifindeki sodalitli siyenit ve miyaskit türü kayaçlar, zenginleştirme çalışmaları sonucunda Norveç nefelinli siyenitine eşdeğer alkali zenginleşmesi ve demir oksit/karbonat impüriteleri alt limit değerlerinde oldukça iyi verimle kazanılmış bulunmaktadır. (Geçkinli, 1991)

2.2.3.2.5 Alaskit

ABD'de Kuzey Carolina'da Spruce Pine'de en yaygın olarak gözlenen belirli bir kayaç türünü ifade eder. Ancak ticari olarak farklı bileşimdeki granitik kayaçlara uygulanır.

Granit-pegmatik arası bir kimyasal bileşime sahip olduğu söylenebilir. Ortalama mineralojik bileşimi:% 45 plajiyoklaz, % 25 kuvars, % 20 mikrolin, % 10 muskovit şeklindedir.

2.2.3.2.6 Grafik Granit (Yazı Graniti)

K-Feldspatın hakim olduğu, sekonder mineral olarak kuvars içeren ve yüksek K₂O oranı istendiğinde kullanılan bir pegmatitik kayaç cinsidir. Ticari değeri üstte belirtilenler kadar fazla değildir.

2.2.3.2.7 Pertit

K-Feldspat içinde mikroskopik plajiyoklaz büyümelerinden teşekkül eder. Grafik granit ve pegmatitlerde perlit oluşumu yaygındır ve kayaca belirgin bir dokusal özellik kazandırır.

2.2.3.2.8 Feldspatik Kumlar

Doğal veya işlenmiş halde feldspat ve kuvars karışımından oluşmuş kumlardır. Feldspatça zengin kayaçların erozyonu ve taşınıp depolanması sonucu oldukça zengin plaser yataklar oluşabilir ve büyük rezerv arzedebilir. Bazı pegmatitik metalik maden işletmelerinde zenginleştirme sırasında yan ürün olarak da elde edilmektedir. Bu tür feldspat kumları kaolinlerin yıkanması sırasında da açığa çıkmaktadır.

2.3.3.2.9. Altere Granitler

Granitik kayaçların atmosferik şartlar altında veya hidrotermal etkilerle belirli ölçüde alterasyonu sonucu, içerdiği feldspatlarda kaolenleşme gelişir ve kayaç bünyesindeki mafik mineraller belirli ölçüde uzaklaştırılarak demir oksit impüritesi azalır. Saf feldspat kaynaklarının son yıllarda rezerv yönünden darboğaza girme eğilimi göstermesi neticesinde söz konusu granitlerin seramik sanayiinde değerlendirilmesi yönünde çalışmalar

yapılmaktadır. Türkiye'de de Çanakkale Seramik Fabrikaları, Karabiga civarında bu tür oluşumlardan, massede kullanılan feldspat/kaolin/kuvars karışımı bir malzeme üretmektedir. Japonya'da ise, bu tür aşırı derecede altere olmuş ve gre halini almış granitik kütlelerden, belirli yıkama/süzme ve sınıflandırma metodlarıyla kaolin, feldspat ve silis kumu ayrı mamüller olarak üretilmektedir. Türkiye açısından, üzerinde önemle durulması gereken potansiyel bir kaynaktır. (DPT, 2001)

2.2.3.3 Üretim Yöntemi ve Teknolojisi

Dünya feldspat kaynağı olarak üretilen nefelinli siyenitler, altere granitler, granit kumları ve pegmatit damarları açık işletme olarak genellikle patlamalı olarak üretilmektedir. Bu tür üretimlerde üretim rakamı büyüktür ve selektif madencilik pek yapılmamaktadır. Tüvenan üretilen cevherler kırıcılardan geçirilerek manyetik veya elektrostatik temizleme suretiyle içinde istenmeyen Fe_2O_3 ve TiO_2 'li minerallerden temizlenir. Özellikle albit bakımından zengin apitler ise flotasyon yöntemi ile içinde istenmeyen mika ve demirli kısımlardan ayrılarak kurutulur.

Dünyada üretilen feldspatlarda elle selektif madencilik pek yapılmamakta, istenmeyen parçalar yukarıda bahsedildiği gibi tesislerde temizlenmektedir.

2.2.3.4 Rezervi

Dünya feldspat kaynağı olarak granitler, pegmatitleri , nefelinli siyenitler, feldspatik kumlar itibare alınmaktadır. Bu kaynakların bolluğu nedeniyle dünya feldspat rezervlerinde rakamsal değer bulmak mümkün olmamaktadır. Dünya literatüründe de bu kaynaklardan bahsedilmekte ve kesin rakamlar verilememektedir. Dünya rezervlerinin kıtalara göre dağılımı kaba bir fikir verebilir. (Çizelge 2.12)

Çizelge 2.13 MTA verilerine göre ülkemiz feldspat rezervleri ve potansiyeli

No	Yeri	Rezerv(ton)	Kalite/Tenör	Rapor Yılı
1	Artvin-Şavşat I	315748000(2)		1980
	II	53765625(2)		
2	Bilecik-Bozöyük-Celiloğluder	167310(2)		1983
3	Bilecik-Söğüt-İnhisar	10000(1+2)		1956
4	Kırklareli-Üsküp-Yurdalan	10800(2)		1974
5	Kütahya-Simav-Kusumlar Bölgesi	320000(3)	İyi	1966
6	Kütahya-Simav-	2600000(2)	İyi	1988
	Azizler,Acemler;	34125000(2)		
	Külcü,Kunduman	1300000(2)		
	Karacaviran,Hacıahmet: Söğüt,Kalkan	97500(2)		
7	Manisa-Gördes-Çumaklıdağ,Kurttutan mevkii	100000(2)	İyi	1960
8	Manisa-Demirci-Söğütçük	2500000(2)		1978

1:Görünür rezerv 2:Muhtemel rezerv 3:Mümkün rezerv

Feldspatlar genellikle seramik, porselen, cam ile diğer sanayi dallarında hammadde olarak kullanılmaktadır.Feldspat diğer sanayi dalında yumuşak aşındırıcı , sabun, cila, sır ve emaye işlerinde kullanılır.Bunların kullanım oranı sanayi dallarına göre şöyledir;

- Cam Sanayi % 65
- Seramik sanayi % 30
- Diğer Sanayi Dalları % 5

Genellikle feldspatlarda aranan özellikler ve kullanım alanlarına göre az çok farklılık göstermektedir.

	<u>Porselen</u>	<u>Seramik</u>
K ₂ O	> % 6	> % 8
Na ₂ O+K ₂ O	> % 8	> % 10
Fe ₂ O ₃	< % 0.25	% 1.5 en çok

TiO ₂ +CaO+MgO	<% 2	% 1.5 en çok
Nem	Önemli değil	% 3.3 en çok

Feldspatların ince öğütülmesi (ortalama 0,074mm), pişme renklerinin beyaz olması gerekir. Alkalem (K'lu) Feldspatlar daha önemli olup erime erime dereceleri 1250°C-1350°C civarındadır. Düşük erime derecesi sıcaklığına sahip plajiyoklaslar (Na'lu Feldspatlar) daha ziyade sırlarda kullanılır. Cam sanayide ise tane boyutunun nispeten iri (0,84 mm ve tozsuz) ve demir içeriğinin çok düşük (max. %0,1) olması arzu edilir. Fazla miktarda serbest kuvars ve yüksek oranda diğer mineralleri içeren feldspatların satışlarında ve kullanımlarında güçlükler doğar. (Kibici, 2002)

Feldspatik mineraller, yüzyıllardan beri seramik endüstrisinde reçete formülasyonlarında önemli rol oynamışlardır. Seramiklerin yakın gelecekte de, feldspat ve nefelinli siyenit için nihai kullanım alanı olarak en önemli pazarlardan biri olma özelliğini devam ettireceğine hiç şüphe yoktur.

Feldspatlar seramik reçetesine flakslar (eriticiler), bünye pişirildiğinde sıvı oluşumunu sağlayacak sıcaklığın düşürülmesi amacıyla katılır. Alkali içerikleri, feldspat ve nefelinli siyenite nispeten düşük erime sıcaklığı kazandırır. Böylece kil, feldspat ve kuvarstan oluşan tipik seramik reçetesinde feldspat yumuşar, camsı veya sıvı hale geçer, buna karşılık kil ve kuvars katı halde ıslatır ve gözenekler arasında dereceli olarak dağıtıldıkça, yüzey gerilimi taneleri birbirine çeker.

Belirli bir minerolojik bileşime sahip her seramik hamuru, bu mukavemet kazanma ve yoğunlaşma işlemlerinin gerçekleştiği sabit bir pişme sıcaklığına sahiptir ve bu sıcaklık genellikle 1100-1300 °C'lar arasında bulunur. Örneğin porselen, yarı camsı porselen ve sıhhi tesisatta bu sıcaklık 1300 °C, buna karşılık sert porselen imalatında pişirme sıcaklığı 1400 °C civarındadır. Eritici (flaks), pişirme sırasında seramik bünyenin camlaşma derecesini kontrol eder ve ürün fırından istenen camlaşma derecesinde çıkar. Farklı seramik bünyeler değişik camlaşma derecesi gerektirdiğinden belirli bünyelerde kullanılacak flaks miktarı da değişkendir. Yumuşak porselenlerde (düşük ısıda pişirilmiş) feldspat reçete bileşiminin % 25-40'ını, sofraya eşyasında % 18-30'unu, elektro porselende % 20-28'ini ve kimyasal -teknik porselende % 17-30'unu teşkil eder. Sodyum ve potasyum feldspat, ya da nefelinli siyenit gibi flakslardan hangisinin ne miktarda kullanılacağına, çok sayıda teknik kriter etki eder ve bu

kriterler belirli bir flaksın ilavesiyle kazanılacak özellikleri de kapsar. Bunlara örnek olarak, nihai üründe aranan beyazlık derecesi, kopma mukavemeti, sır tutma veya reddetme, sır dekorasyonları üzerine metal işleme etkisi ve imalatçının geleneksel alışkanlığı gösterilebilir. Eritici özelliğine etki eden faktörler arasında silika içeriği, bünye bileşimi ve daha önemli olarak toplam alkali içeriği ile Na_2O , K_2O ve LiO_2 gibi alkali oksitlerin oranları sayılabilir. Alkali içeriği yükseldikçe, eritici özellik de artar ve buna bağlı olarak erime noktası düşer. Beyaz mamul, fayans, sıhhi tesisat ve diğer seramik ürünlerde feldspat, bünye malzemelerinin %15-35'ini sır malzemelerinin %30-50'sini teşkil eder. Feldspat gibi seramik kalitesinde flakslar, diğer bünye bileşenleri ile daha iyi karışabilmeleri için 200-300 mesh civarına öğütülürler. (DPT, 2001)

Kural olarak, seramik sanayinde potasyum feldspat daha yaygındır. Potasyum feldspatın avantajı, yüksek viskoziteye sahip bir eriyik oluşturmasıdır ve bu eriyiğin sonucu olarak, pişirme sırasında seramiğin şekil bozulmalarına karşı mukavemet temin eder.

Bir seramik üreticisinin flaks türü seçiminde etkili olan faktörler, maliyet, pazarlara yakınlık ve demir impüritesi varlığıdır. Bunlar, aynı zamanda, nefelinli siyenitin bazı seramik uygulamalarında daha popüler hale gelmesini de temin eden unsurlardır. Seramik kaplar ve sırlarda esas olarak feldspat kullanılmakla birlikte, sıhhi tesisat ve karo imalinde flaks olarak nefelinli siyenit tercih edilmeye başlanmıştır. Cam imalinde feldspat ve aplitle rekabet başlamıştır. Cam imalinde feldspat ve aplitle rekabet etmesinin yanında, alümina kaynağı olarak avantajı dolayısıyla camısı beyaz seramik, sır ve mine imalinde de kullanılmaktadır. Karo imalinde bünye hazırlanmasında, diğer beyaz seramiklere göre farklı prensipler söz konusudur. Örneğin gözenekli karolar, feldspatik flaks kullanımı gerektirmez: bağlayıcı kilin alkali içeriği genellikle yeterlidir. Buna karşılık camısı karo (fayans) üretimi, feldspatik materyaller gerektirir. Ancak hızlı pişirme tekniklerindeki teknolojik gelişmeler, kullanılacak feldspatik flaks türünü etkilemiştir. İki veya üç saatlik tek evrelili pişirme (30 saatlik eski pişirme tekniğine kıyasla), daha düşük maliyetli aplit ve feldspatik kayalar bazı ülkelerde (özellikle İtalya'da) gittikçe artan oranda feldspat ve nefelinli siyenit alternatifine durumuna getirmiştir. (Kibici, 2002)

Nefelinli siyenitin seramik sanayiinde kullanımı, 200, 325 ve 400 mesh inceliğinde öğütülmüş ürün şeklindedir. Yukarıda belirtildiği gibi, hem camısı faz oluşturucu, hem de eritici olarak yararlı özellikler sunar. Pişirme sıcaklığı ve zamanını önemli ölçüde düşürür. Sıhhi seramik

reçetesinde % 25-30, kimyasal porselende % 15-30, yarı vitröz porselende ise % 15-55 oranında kullanılır.

Seramik sanayiinde feldspat ve nefelinli siyenit kullanımı açısından istikrarlı bir gelecek söz konusudur. Bu ikisinden birinin tercih edilmesi, daha çok ekonomik değerlendirilmelere bağlı olacaktır.

3. MATERYAL VE METOD

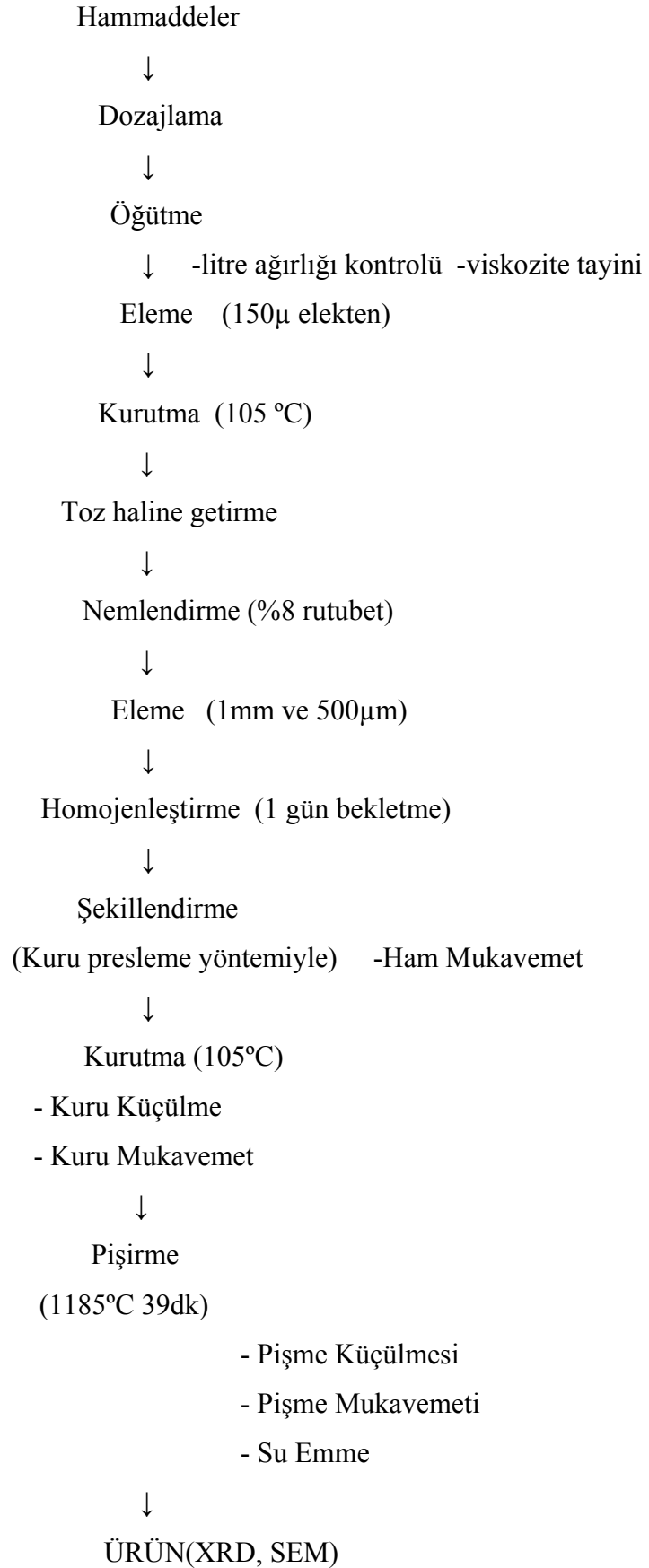
3.1 Deney programı

Bu çalışmanın amacı; Eskişehir gri ve kahverengi sepiyolit hammaddelerinin granit karosu bünyesindeki etkilerinin araştırılmasıdır.

Yapılan çalışmada öncelikle farklı hammaddeler kullanılarak bir baz reçete hazırlanmıştır. Baz reçeteye artan oranlarda % 1, % 3 ve % 5 gri ve kahverengi sepiyolit hammaddeleri ilave edilerek dozajlama yapılmıştır. Hazırlanan her reçete laboratuvar bilyalı değirmeninde öğütülmüştür. Öğütme işleminden sonra elenmiş, kurutulmuş, değirmende toz haline getirildikten sonra nemlendirilmiş ve 1mm ve 0,5mm eleklerden elenerek granül elde edilmiştir. Daha sonra kuru presleme yöntemiyle presleyerek 10x20 cm² ebadında karolar elde edilmiştir. Hazırlanan numuneler etüvde yüzey nemleri atılana kadar bekletilmiş ve sabit tartıma gelen numuneler 1185°C 39 dk da pişirilmiştir.

7 farklı reçeteden oluşturulan 1185°C sıcaklıkta pişirilen numunelerin küçülme, mukavemet ve su emme özellikleri tespit edilmiştir. % 5 kahverengi sepiyolit ilaveli numune ile % 3 gri sepiyolit ilaveli numunelerin SEM ve XRD analizleri yapılmıştır.

3.2 Deney Akım Şeması



3.3 Çalışmada Kullanılan Hammaddeler

Bu çalışmada granit bünyesinde ihtiva eden genel hammaddeler olan Kuvars,2 farklı tip Kil, Albit, Kaolen ve artan oranlarda ilave edilen Eskişehir yöresi Gri ve Kahverengi Sepiyolitleri kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları aşağıdaki çizelge 3.1 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Bünyelerde kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları

Hammaddeler	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	K.K
kil 1	59,8	27,0	0,9	0,2	0,5	0,5	2,3	7,4
kil 2	12,84	2,71	1,56	1,59	37,83	-	0,28	43,02
albit	82,79	9,67	0,89	-	0,53	3,00	1,91	1,22
kaolen	66,63	18,05	1,77	1,26	1,12	1,15	4,71	5,31
kuvars	91,49	4,85	0,28	0,03	0,35	0,06	2,25	0,7

Çizelge 3.2 Eskişehir gri ve kahverengi sepiyolit kimyasal analiz sonuçları

Hammadde	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	K.K
Eskişehir Kahverengi Sepiyolit	51,93	1,6	0,76	7,17	22,51	0,12	0,34	0,08	15,4
Eskişehir gri Sepiyolit	54,46	3,46	2,47	1,06	21,26	0,0	0,45	0,06	15,17

3.4 Deney Numunelerinin Hazırlanması

Çalışmada baz reçete olarak belirlenen sepiyolitsiz granit bünye bileşiminde % 15 Kil 1, %15 Kil 2, %50 Albit, %10 Kuvars ve %10 Kaolen hammaddeleri kullanılmıştır. Daha sonra

bu bileşimlerin 100gramına 1gr, 3gr ve 5gr Gri ve Kahverengi Sepiyolit hammaddeleri ilave edilerek yeni bileşimler hazırlanmıştır. Oluşturulan bileşimlerin ağırlıklı yüzdeleri aşağıdaki Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

Çizelgede görüldüğü gibi 7 farklı reçete oluşturulup, bu reçetelere farklı oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit hammaddesi ilave edilmiştir.

Çizelge 3.3 Hazırlanan bileşimlerde kullanılan hammaddelerin oranları

Reçete	Gri Sepiyolit	Kahverengi Sepiyolit	Kil 1	Kil 2	Albit	Silis kumu	Kaolen	Toplam
R ₀	0	0	15	15	50	10	10	100 gr
R ₁	0	1	15	15	50	10	10	101 gr
R ₂	0	3	15	15	50	10	10	103 gr
R ₃	0	5	15	15	50	10	10	105 gr
R ₄	1	0	15	15	50	10	10	101 gr
R ₅	3	0	15	15	50	10	10	103 gr
R ₆	5	0	15	15	50	10	10	105 gr

Çizelgede de görüldüğü gibi 7 farklı reçete oluşturulup bu reçetelere farklı oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit hammaddeleri ilave edilmiştir.

Reçetelerde yer alan hammaddelerin nem tayinleri yapıldıktan sonra reçetelere göre hammaddeler dozajlanmıştır. Kuru bazda 3 kg’lık her reçeteden tartım alınmıştır ve değirmene beslenmiştir. Elektrolit miktarı kuru madde miktarına %0,1 oranında arttırılarak en iyi akışkanlığa sahip olduğu anı tayin edilmiştir. 3’er kg’lık hazırlanan reçetelere %33 oranında su miktarı ve elektrolit ilave edilerek değirmende öğütülmüştür. Elektrolit olarak cam suyu (Na₂O.SiO₂) kullanılmıştır. Öğütme işlemi tamamlanan massenin litre ağırlığı ,elek bakiyesi ve viskozite kontrolleri yapılmıştır. Her reçetenin litre ağırlığı standart değerler göz önünde tutularak 1660-1680 gr/lt aralığında tutulmuştur. %elek bakiyesi ise %4,40-4,70 olarak belirlenmiştir.

Öğütme işlemi gerçekleştirildikten sonra değirmen boşaltılarak 150µ elekten süspansiyon halde elenerek tepsiye boşaltılmıştır. 105±5°C 'de etüve konularak, suyunun tamamen uzaklaştırılması sağlanarak kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemi gerçekleştirildikten sonra jet değirmende toz haline getirilmiştir. Daha sonra %8 rutubet ihtiva edecek kadar su ilave edilerek nemlendirilmiştir.

İlk başta 1mm 'lik elekten daha sonra 500µ 'luk elekten elenerek farklı boyutta granül taneler elde edilmiştir. Granüllerin ihtiva ettikleri nem eşit olması için 1 gün boyunca ağzı kapalı poşetlerde bekletilmiştir. Yüksel Seramik A.Ş. Kimya laboratuvarında bulunan otomatik preste , 10x20 cm² ebatlarındaki kalıplara yeterli miktarda masse doldurularak 160 bar basınç altında preslenmiştir. Bu çalışmada tek yönlü presleme yapılmıştır. Kuru presleme esnasında kalıba doldurulan tozun bazı özelliklerine dikkat edilmesi gerekir. Örneğin tozların kalıba yeteri kadar doldurulması, tane boyut dağılımının iyi ayarlanması , toz neminin gereğinden fazla olmaması gibi özellikler istenir. 7 farklı reçeteden 10'er adet karo numunesi preslenmiştir. Şekillendirilmiş numunelerin boyutları ölçülerek bir kısmının ham mukavemetlerine bakılmıştır. Geriye kalanları etüve koyarak 105±5°C 'de 1 gün bekleterek kurutulmaları sağlanmıştır. Kuruyan karoların tekrar boyutları ölçülerek kuru küçülmelerine ve bir kısmı ile kuru mukavemetlerine bakılmıştır. 7 farklı reçeteden oluşturulan karolardan geriye kalanları ise 1185°C sıcaklıkta pişirerek pişme küçülmelerine, pişmiş mukavemetlerine ve su emmelerine bakılarak karşılaştırılmışlardır.

3.5 Numunelere Uygulanan Test ve Deneyler

Numuneleri hazırlama işlemlerinden sonra ,numuneler üzerinde aşağıdaki test ve deneyler uygulanmıştır.

3.5.1 Litre Ağırlığı

Hazırlanan massenin içindeki kuru madde ile su oranlarının anlaşılır şekilde belirlenmesi için massenin litre ağırlığı ölçülür. (Kartal, 2002)

Döküm yapılacak olan çamurun yaklaşık olarak litre ağırlığının 1670/1700 gr/lt olması gerekir.Çamuru oluşturan hammadde türleri ve hazırlamada kullanılan su miktarı, döküm çamurunun litre ağırlığını belirleyen iki önemli etkidir.

Litre ağırlığının ölçülmesi için piknometre kullanılmaktadır. ilk önce piknometrenin boş ağırlığı hassas terazide tartılır. Piknometre çamurla tamamen doldurulur ve kapağı kapatılır. Fazla gelen çamurun piknometrenin deliğinden taşması sağlanır. Daha sonra delik kapatılarak. Piknometrenin dış yüzeyi yıkanır. Bir bezle kurulandıktan sonra hassas terazide tartımı alınır. Çıkan sonuç 10 la çarpılarak litre ağırlığı bulunur. (Kartal, 2002)

3.5.2 Viskozite

Viskozite, sıvı ya da gaz gibi akışkanın akmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilmektedir. Belli bir sıvı kütlesinin belli bir delikten akma süresi yada akma hızı viskozite ile ilgilidir. Akma süresi uzun olan bir sıvının viskozitesi, akma süresi kısa olanından daha büyüktür. Çamurun viskozitesi suya göre daha yüksektir, dolayısıyla akıtılması, pompalanması suya göre daha zordur. Viskozitenin belirlenmesi için değişik türde aletler geliştirilmiştir.Bu çalışmada 3mm çapındaki Lehman Viskozimetresi kullanılmıştır. Sıvının belli bir miktarının 3mm çapındaki delikten akış süresi hesaplanmıştır. (Kartal, 2002)

3.5.3 Elek Bakiyesi Kontrolü

Elek bakiyesi kontrolü öğütmenin kontrolü açısından yapılır.Deney şu şekildedir:

●Değirmenden bir miktar masse alınır (A gr). Bu süspansiyon 63µ'luk elekten elenir.Eleğin altından berrak su çıkıncaya kadar su ile yıkanır.Elek üstünde kalan kısım darası alınmış saat camına alınarak etüvde kurutulur ve tartılır(B gr).

●Değirmenden bir miktar masse alınır ve tartılır (C gr).Daha sonra alınan masse etüvde kurutulur ve tartılır (Dgr)

C gr. Massede → D gr. Katı varsa $x = \frac{A * D}{C}$

A gr. Massede → **x gr. Katı vardır.**

X gr. katı madde elenip B gr.elek üstü alınır
100 gr katı madde elenip y gr elek üstü kalır

$$\%y = \frac{100 * B}{X}$$

3.5.4 Kuru, Pişme ve Toplam Küçülme Deneyleri

Mamullerin kurutuldukları zaman küçülmelerinin nedeni, şekillendirme suyunun uzaklaştırılmasıdır. Şekillendirme suyu uzaklaştıkça tanecikler birbirine yaklaşır ve küçülme ortaya çıkar. Masse ne kadar çok su ile şekillendirilir ise kuru küçülme o kadar fazla olur. (Sümer, 1998)

Pişme küçülmesi, pişme sıcaklığı ile çok yakından ilgili olup pişme küçülmesi değerleri belirlenirken, pişme sıcaklığının da belirtilmesi kesinlikle gereklidir. Pişme küçülmesinin başlıca nedenleri; yapıdaki organik maddelerin yanması, karbonatların parçalanması, kristal suların atılması ve çeşitli kristal değişikliği olaylarıdır. (Sümer, 1998)

Kuru ve pişme küçülmesinin birlikte toplam olarak hesaplanması ile toplu küçülme de hesaplanmış olur.

Pişme sıcaklığı arttıkça pişme küçülmesi ve buna bağlı olarak da toplu küçülme değerleri artar. Çok özlü killer özsüzlere oranla daha büyük pişme ve toplu küçülme değerleri gösterirler. (Kartal, 2002)

Küçülmelerin ölçülmesi için hazırlanan deney numunelerini şekillendirmeden çıkar çıkmaz ham boyutları kumpas ile ölçülerek birim uzunluklar belirlenmiştir. Numuneler 105±°C de etüvde 2 saat kurutulduktan sonra kuru uzunlukları kumpas ile ölçülmüştür. Daha sonra numuneler 1185 °C de sıcaklık da pişirim yapan işletme fırınlarında pişirilerek pişmiş boyutları belirlenmiştir.

Aşağıdaki formüllere göre % kuru, %pişme ve % toplu küçülmeleri hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kuru K  c  lme} = \frac{\text{Ham uzunluk} - \text{Kuru uzunluk}}{\text{Ham Uzunluk}} \times 100$$

$$\% \text{ Pişme K  c  lmesi} = \frac{\text{Kuru uzunluk} - \text{Pişmiş uzunluk}}{\text{Kuru Uzunluk}} \times 100$$

$$\% \text{ Toplu K  c  lme} = \frac{\text{Ham uzunluk} - \text{Pişmiş uzunluk}}{\text{Ham Uzunluk}} \times 100$$

3.5.5 Ham-Kuru ve Pişme Mukavemeti Deneyleri

Ham ve kuru karonun mukavemetinin önemi, ürünün bantlar üzerinde taŐınması esnasında maruz kalabileceği çeşitli etkilere karşı dayanıklı olmasıdır. (Kartal, 2002)

Mukavemet , seramik çamurunun  zl l Ğ  ile doğru orantılı olarak artar. (Sümer, 1998)

Malzeme preslendikten sonra , ham karo etüvde tamamen kurutulduktan sonra ve pişmiş karo da piŐirimden sonra 3 noktalı eğme test cihazı ile kg/cm² cinsinden ne kadar yüke dayandığı  l c lm Őt r. Mukavemet cihazı numunenin üzerine yerleŐtirildiĐi iki mesnet ve yükleme parçasından oluşmaktadır. Bu mesnetler ve yükleme parçası kauçukla kaplıdır. Numunenin kırıldığı anda uygulanan yük dijital göstergede gösterilmektedir. Elde edilen değerlerden aşağıdaki eŐitlik yardımı ile karoların kırılma mukavemetleri hesaplanmıştır.

$$\text{Kırılma Mukavemeti (kg/cm}^2\text{)} = \frac{3 * P * L}{2 * b * a^2}$$

P: Uygulanan kuvvet (kg)

L: İki destek arasındaki uzaklık (cm)

b: Kırılan karonun kırılma kesitindeki boyu (cm)

a: Kırılan karonun kırılma kesitindeki kalınlığı (cm)

3.5.6 Su Emme Deneyi

Su emme, pişen malzemenin açık porlarına alabildiği su olarak tanımlanabilir. Seramik bünyelerde su emme ve gözeneklilik, pişme derecesine ve yapısal camsı faz oluşumuna bağlı olarak birbirine paralel ilişki gösterirler. Porselen gibi seramik ürünlerinde gözeneklilik, dolayısıyla su emme istenmezken karo gibi seramik ürünlerde belirli bir yüzdeye kadar su emme özelliği kabul edilebilmektedir. (Sümer, 1998)

Su emme miktarının hesaplanması için mukavemetlerine bakılan pişmiş karolar tek tek tartılarak (kuru ağırlık) bir su emme kabı içerisine birbirlerine ve kabın cidarlarına değmeyecek şekilde dizilirler. Karolar tamamen su içinde kalacak şekilde kap su ile doldurulur. Daha sonra 4 saat kaynatılır ve yine aynı kap içerisinde 24 saat bekletilir. Suyun içerisinden çıkarılan ıslak karolar emici bir havlu ile kurularak tartılıp (yaş ağırlık) sonuçlar kaydedilir. Daha sonra bu değerler aşağıdaki eşitlikte kullanılarak % su emme değerleri hesaplanır. (Kartal, 2002)

$$\% \text{ Su emme} = \frac{\text{Yaş Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}}{\text{Kuru Ağırlık}} \times 100$$

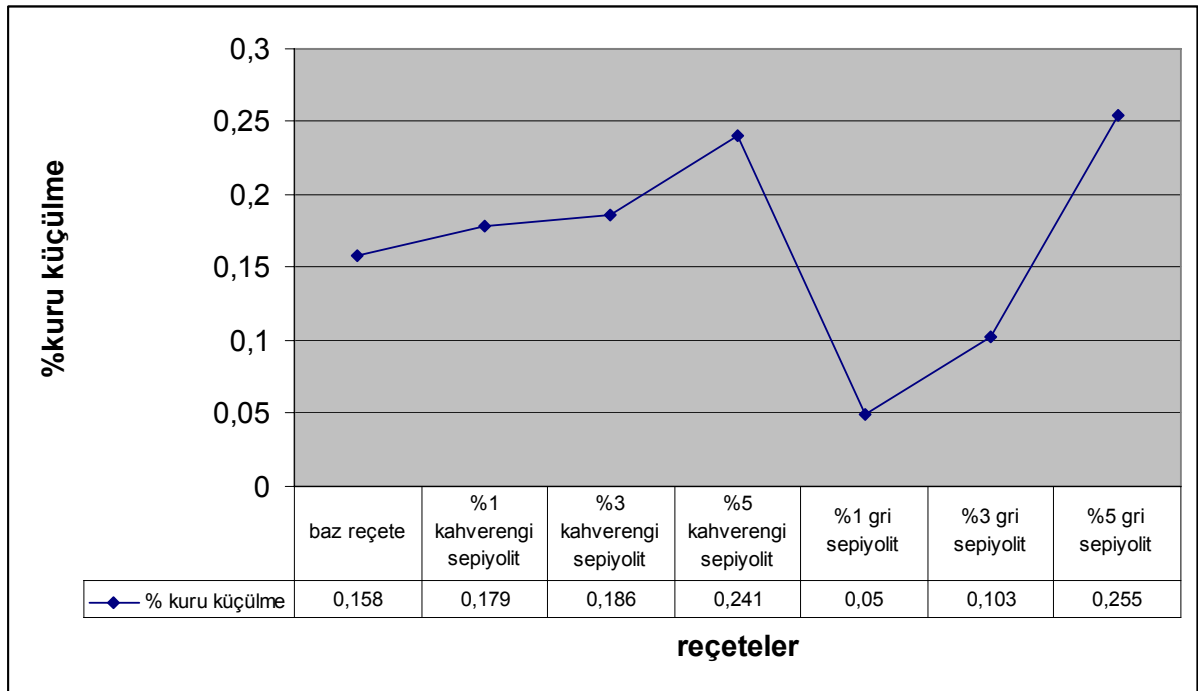
4. BULGULAR

4.1 Kuru Küçülme Deney Sonuçları

Aşağıda her farklı reçeteye ait kuru küçülme değerleri çizelge 4.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait kuru küçülme değerleri

	Baz Reçete	%1 Kahverengi sepiyolit	%3 Kahverengi sepiyolit	%5 Kahverengi sepiyolit	%1 Gri sepiyolit	%3 Gri sepiyolit	%5 Gri sepiyolit
% kuru küçülme	0,158	0,179	0,186	0,241	0,049	0,103	0,255



Şekil 4.1. 7 farklı reçetenin % kuru küçülme değerleri

Hazırlanmış olan sepiyolitsiz baz reçete ve sepiyolitli örneklerin kuru küçülme değerleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi baz reçeteye ilave edilen artan oranlarda

kahverengi sepiyolit ilavesi ile %kuru küçülme oranı artmıştır. Baz reçeteye % 1ve %3 oranlarda gri sepiyolit ilavesi ile % kuru küçülme oranı azalmıştır, % 5 gri sepiyolit ilavesi ile arttığı görülmüştür.

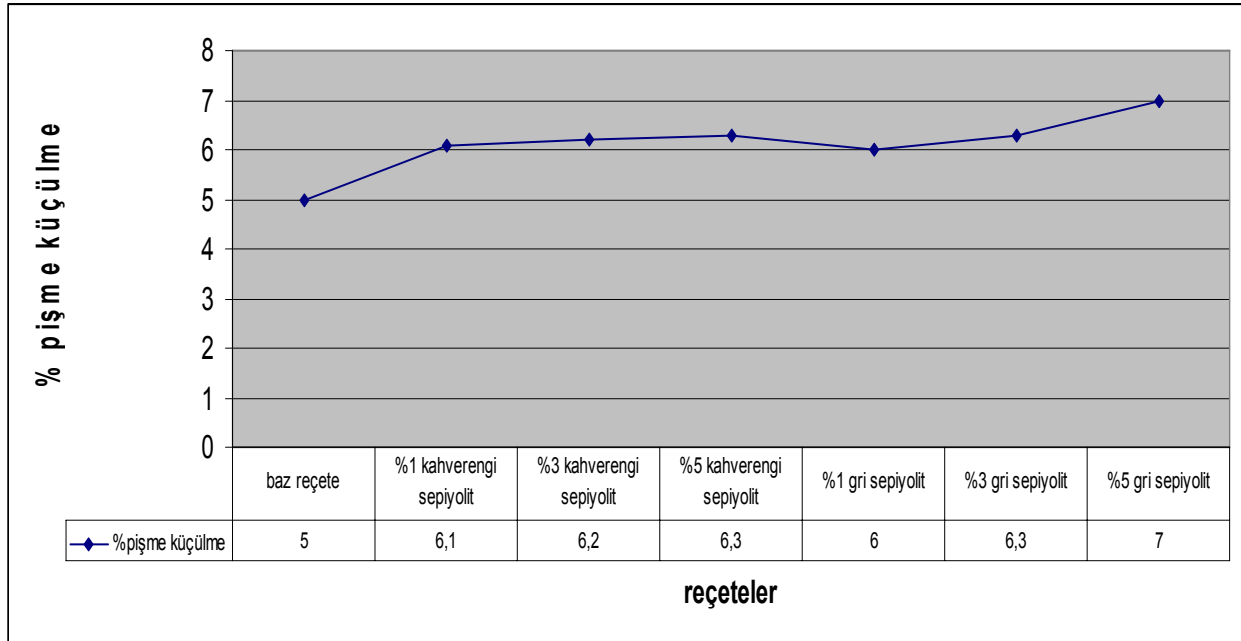
4.2 Pişme Küçülmesi Deney Sonuçları

Aşağıda 7 farklı reçeteden oluşan ve 1185 °C sıcaklıkta pişen numunelerin % pişme küçülmesi değerleri belirtilmiştir.

Aşağıda her farklı reçeteye ait pişme küçülmesi değerleri Çizelge 4.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2 Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren numunelere ait % pişme küçülme değerleri

	Baz Reçete	%1 Kahverengi Sepiyolit	%3 Kahverengi Sepiyolit	%5 Kahverengi Sepiyolit	%1 Gri Sepiyolit	%3 Gri Sepiyolit	%5 Gri Sepiyolit
%pişme küçülme	5	6,1	6,2	6,3	6	6,3	7



Şekil 4.2 1185°C ‘de pişen 7 farklı reçetenin % pişme küçülmesi değerleri

Şekil 4.2 'de 1185°C'de granit karo fırınında pişirilen sepiyolitli ve sepiyolitsiz seramik bünyelerin % pişme küçülme değerleri görülmektedir. Baz reçeteye artan oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile %pişme küçülmesinde arttığı görülmektedir.

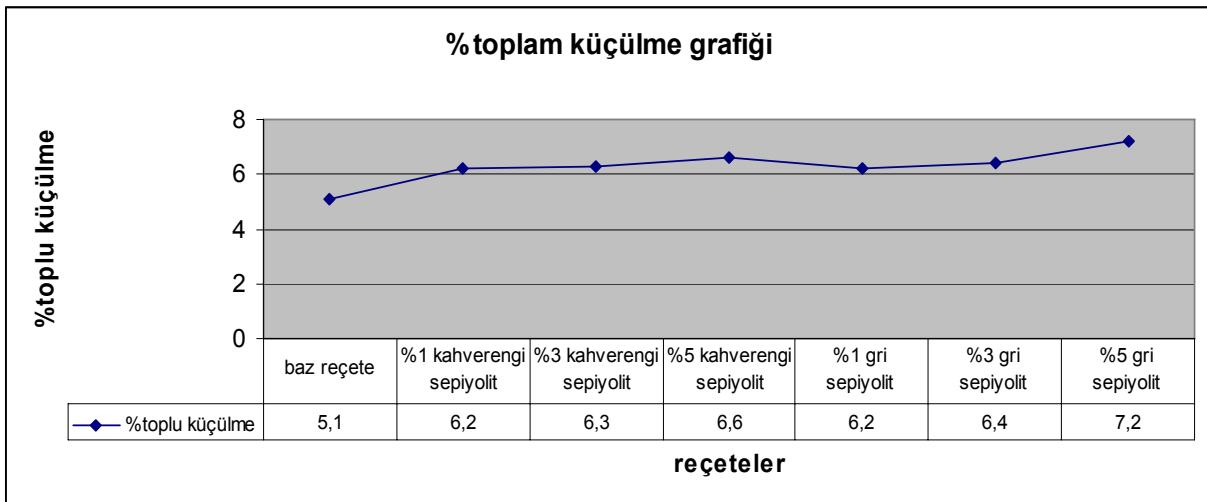
4.3 Toplam Küçülme Deney Sonuçları

Aşağıda 7 farklı reçetelerden oluşan 1185 °C de pişen numunelerin toplu küçülme değerleri verilmiştir.

Aşağıda her farklı reçeteye ait % toplu küçülme değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.3 Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren numunelere ait % toplam küçülme değerleri

	Baz Reçete	%1 Kahverengi Sepiyolit	%3 Kahverengi Sepiyolit	%5 Kahverengi Sepiyolit	%1 Gri Sepiyolit	%3 Gri Sepiyolit	%5 Gri Sepiyolit
%Toplu Küçülme	5,1	6,2	6,3	6,6	6,2	6,4	7,2



Şekil 4.3 1185°C'de pişen 7 farklı reçeteye ait % toplam küçülme grafiği

Şekil 4.3 'de 1185°C' de pişmiş gri ve kahverengi sepiyolitli ve sepiyolitsiz seramik bünyelerin %toplu küçülme değerleri verilmiştir. Baz reçeteye artan oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile % toplam küçülme değerinde artma gözlenmiştir.

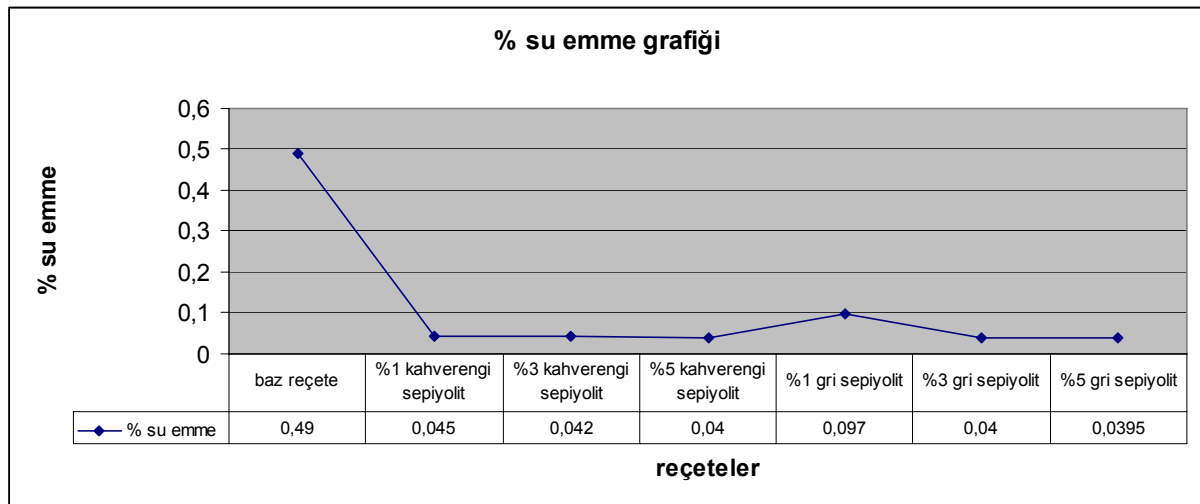
4.4 Su Emme Deney Sonuçları

Aşağıda 7 farklı reçeteden oluşan 1185 °C' de pişen numunelerin su emme değerleri gösterilmiştir.

Aşağıda her farklı reçeteye ait %su emme değerleri çizelge 4.4'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.4 1185°C'de pişen 7 farklı reçeteye ait %su emme değerleri

	Baz Reçete	%1 Kahverengi Sepiyolit	%3 Kahverengi Sepiyolit	%5 Kahverengi Sepiyolit	%1 Gri Sepiyolit	%3 Gri Sepiyolit	%5 Gri Sepiyolit
%su emme	0,49	0,045	0,042	0,04	0,097	0,04	0,0395



Şekil 4.4 1185°C'de pişen 7 farklı reçeteye ait %su emme sonuçlarının grafiği

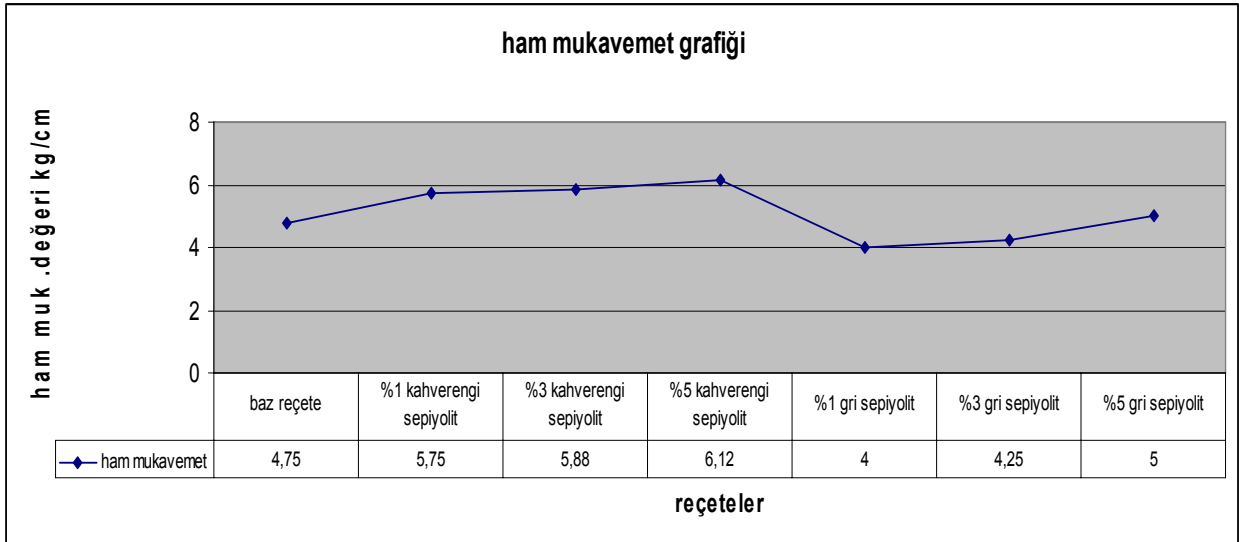
Şekil 4.4’de görüldüğü gibi 1185°C’de pişen sepiyolitli ve sepiyolitsiz seramik bünyelerin % su emme değerleri görülmektedir. Baz reçeteye artan oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit katılmasıyla % su emme değerinin azaldığı görülmektedir.

4.5 Ham Mukavemet Deney sonuçları

Aşağıdaki çizelge 4.5 ’de her farklı reçeteye ait mukavemet değerleri belirtilmiştir.

Çizelge 4.5 Değişik oranlarda sepiyolit içeren reçetelere ait ham mukavemet sonuçları

	Baz Reçete	%1 Kahverengi Sepiyolit	%3 Kahverengi Sepiyolit	%5 Kahverengi Sepiyolit	%1 Gri Sepiyolit	%3 Gri Sepiyolit	%5 Gri Sepiyolit
Ham muk.kg/cm ²	4,75	5,75	5,88	6,12	4	4,25	5



Şekil 4.5 Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait ham mukavemet sonuçlarının grafiği

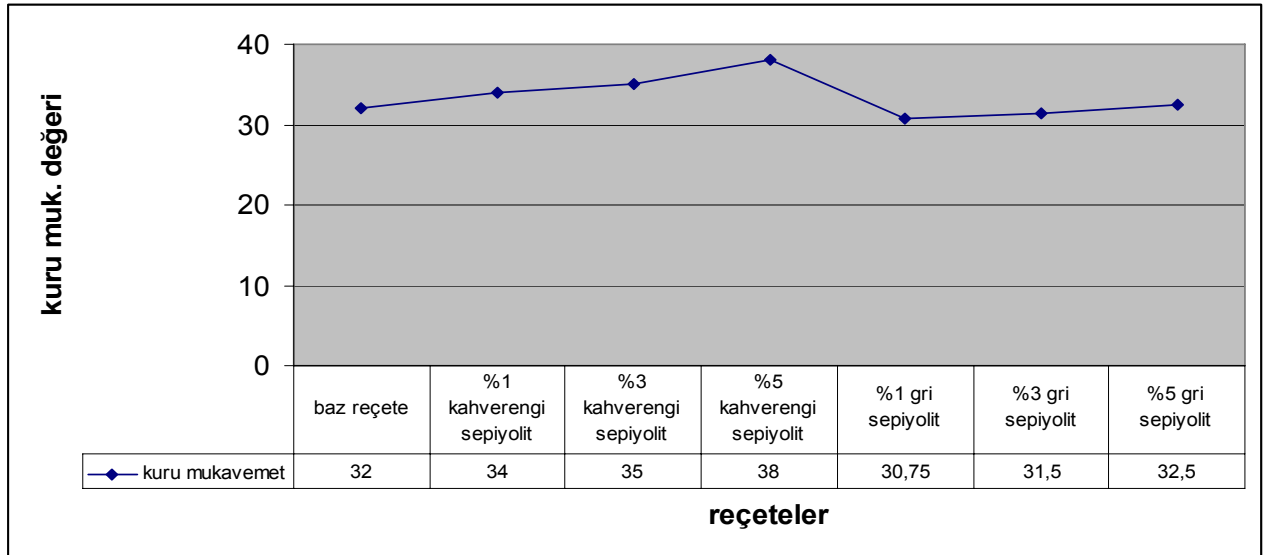
Şekil 4.5' de baz reçeteye artan oranlarda kahverengi sepiyolit ilavesi ile ham mukavemet değeri artıyor. % 1 ve % 3 Gri sepiyolit ilavesi ile ham mukavemet değeri azalıyor , % 5 gri sepiyolit ilavesi ile arttığı görülüyor.

4.6 Kuru Mukavemet Deney Sonuçları

Aşağıda ki çizelge de her farklı reçeteye ait kuru mukavemet sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.6 Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait kuru mukavemet sonuçları

	Baz Reçete	%1 Kahverengi Sepiyolit	%3 Kahverengi Sepiyolit	%5 Kahverengi Sepiyolit	%1 Gri Sepiyolit	%3 Gri Sepiyolit	%5 Gri Sepiyolit
Kuru muk.kg/cm ²	32	34	35	38	30,75	31,5	32,5



Şekil 4.6 Değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait kuru mukavemet deneyi sonuçları

Şekil 4.6’ da görülmektedir baz reçeteye artan oranlarda kahverengi sepiyolit ilavesi ile kuru mukavemet değerinin arttığı, artan gri sepiyolit ilavesi ile arttığı fakat baz reçeteye oranla daha düşük olduğu görülmüştür.

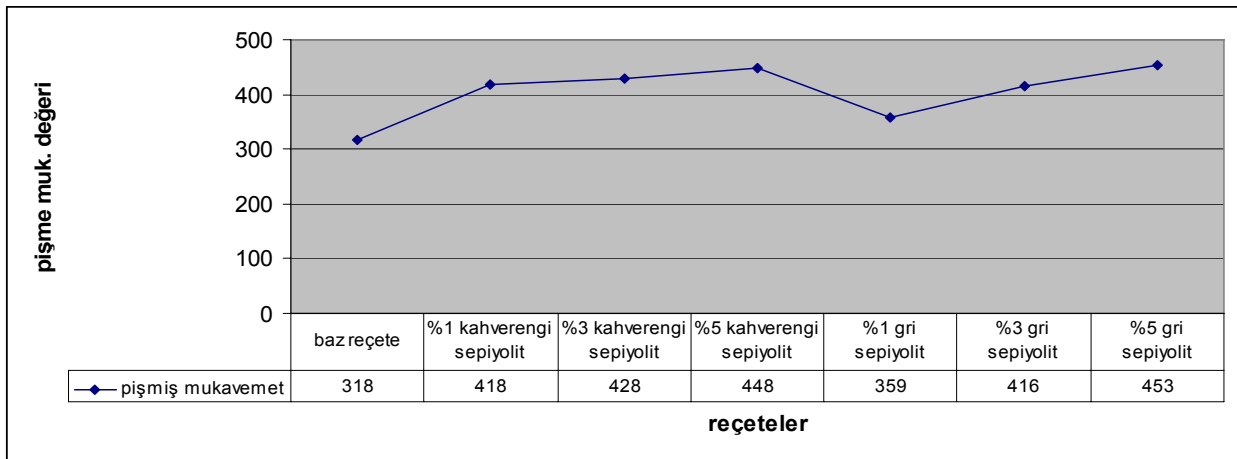
4.7 Pişmiş Numunelerde 3 Nokta Eğme Mukavemeti Testi Sonuçları

Aşağıda 7 farklı reçeteden oluşan numunelerin mukavemet sonuçları belirtilmiştir. Numuneler granit karosu roller fırınında (1185°C 39dk)mukavemet sonuçlarına bakılmıştır.

Aşağıda 1185°C ‘de pişen her farklı reçeteye ait mukavemet sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 1185°C ‘de pişmiş değişik oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit içeren reçetelere ait üç nokta eğme mukavemeti sonuçları

	Baz Reçete	%1 Kahverengi Sepiyolit	%3 Kahverengi Sepiyolit	%5 Kahverengi Sepiyolit	%1 Gri Sepiyolit	%3 Gri Sepiyolit	%5 Gri Sepiyolit
Pişmiş muk.kg/cm ²	328	418	428	448	359	416	453



Şekil 4.7 1185°C’ de pişen numunelerin üç nokta eğme mukavemeti testi sonuçlarının grafiği

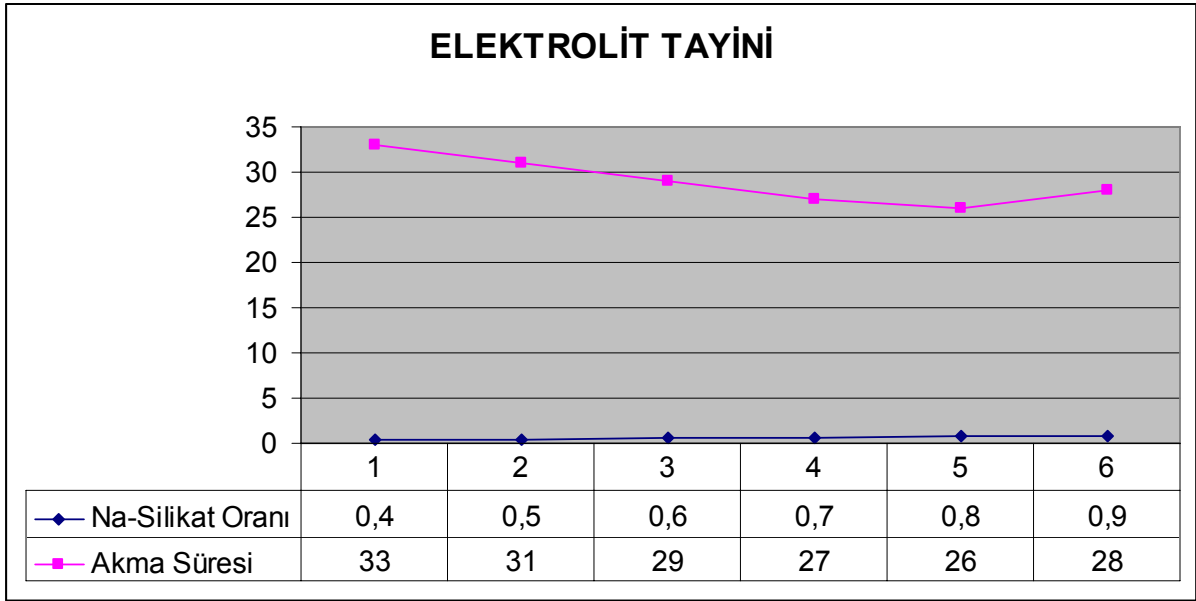
Grafik de de görüldüğü gibi 1185°C’ de pişirilen sepiyolitli ve sepiyolitsiz granit bünyelerin üç nokta eğme mukavemeti değerleri görülmektedir. Baz reçeteye artan oranlarda gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile pişmiş mukavemet değerinde artma görülüyor.

4.8.Elektrolit Tayini Sonuçları

Çalışmada kullanılan baz reçeteye ilave edilecek optimum elektrolit miktarı tespit edilmiştir. Baz reçeteye kuru madde miktarı 3 kg olarak dozajlanmıştır. Başlangıç olarak katı/sıvı oranı %33 , elektrolit miktarı % 0,4 olmak kaydıyla hazırlandı ve değirmene beslendi.Yirmi dakikada bir değirmenden örnek alınarak viskozite kontrolü yapıldı. Kontrol sonucunda değirmene %0,1 artan oranlarda elektrolit ilave edildi. Elektrolit olarak Na-Silikat kullanıldı. Aşağıda ki tabloda ilave edilen elektrolit miktarı ve viskozite değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.8 İlave edilen elektrolit miktarı ve akma süresi değerleri

Na-Silikat Oranı	Akma Süresi Değeri
%0,4	33sn
%0,5	31sn
%0,6	29sn
%0,7	27sn
%0,8	26sn
%0,9	28sn



Şekil 4.8. İlave Edilen Elektrolit Miktarı ve Akma Süresi Değerleri Grafiği

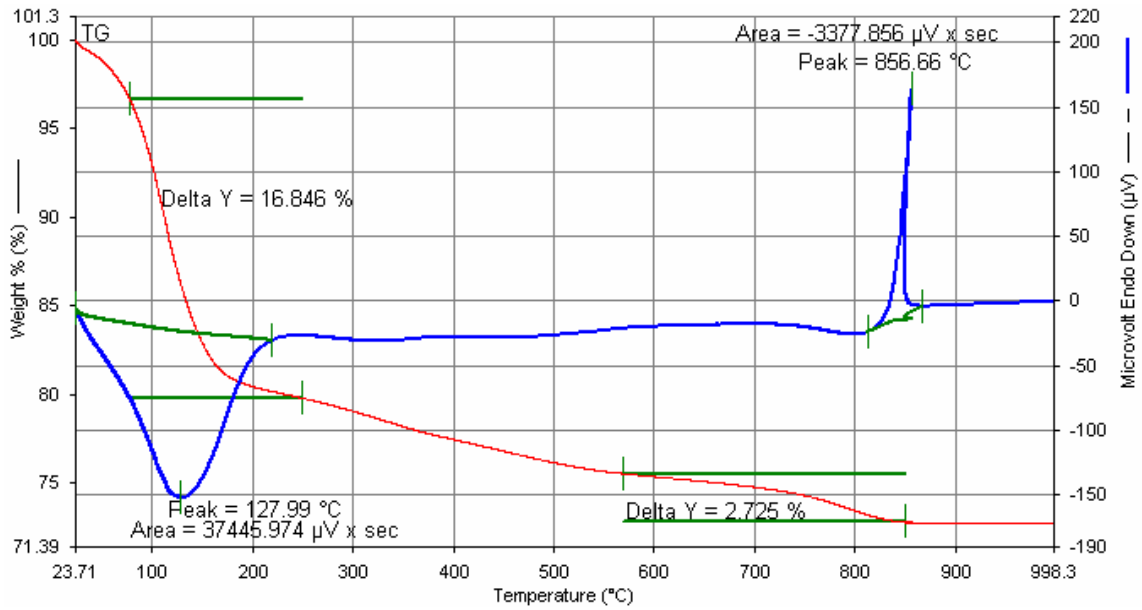
Baz reçeteye yapılan elektrolit tayini sonucunda bulunan %0,88 optimum elektrolit miktarı aynı oranda 7 reçeteye birden uygulanmıştır. Tüm reçetelere ilave edilen elektrolit ve elde edilen akma süresi değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Reçetelerin Katı/Su oranları, Elektrolit Oranları ve Akma Süresi Değerleri

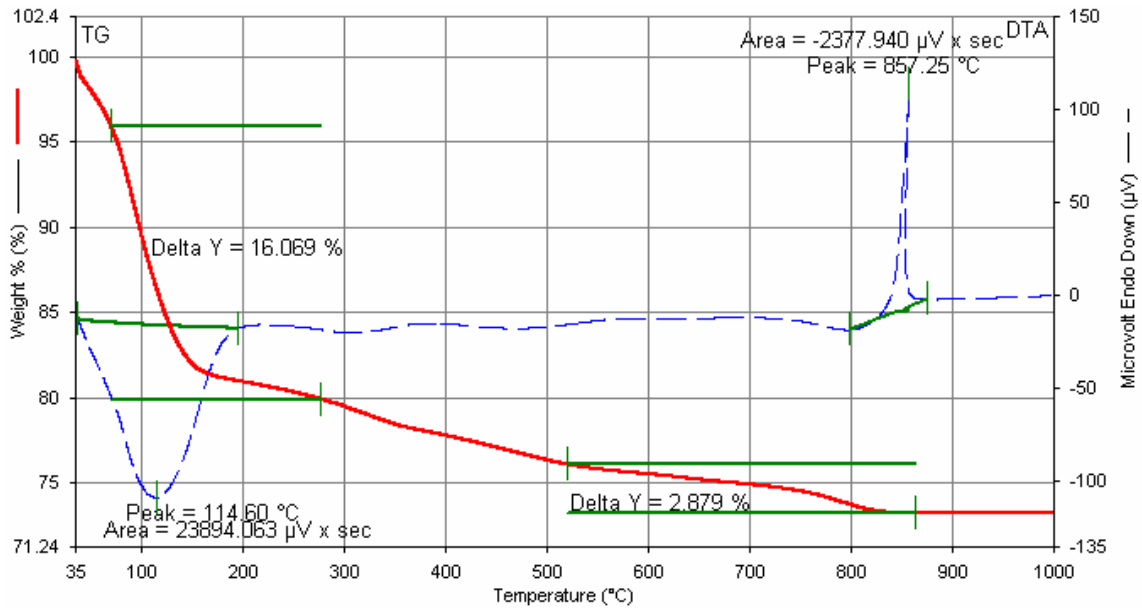
Reçeteler	Katı/Su Oranı	Elektrolit Oranı	Akma Süresi Değerleri(sn)
Baz Reçete	%33	%0,88	26 sn
%1 Kahverengi Sepiyolit Katkılı	%33	%0,88	29sn
%3 Kahverengi Sepiyolit Katkılı	%33	%0,88	31sn
%5 Kahverengi Sepiyolit Katkılı	%33	%0,88	35 sn
%1 Gri Sepiyolit Katkılı	%33	%0,88	35 sn
%3 Gri Sepiyolit Katkılı	%33	%0,88	45 sn
%5 Gri Sepiyolit Katkılı	%33	%0,88	Akışkanlık yok

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi baz reçeteye sepiyolit ilavesi ile akma süresi değişmiştir. Artan gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile viskozite değerleri artmaktadır.

4.9 TG ve DTA analiz sonuçları



Şekil 4.9 Kahverengi Sepiyolitin TG ve DTA analiz sonuçları

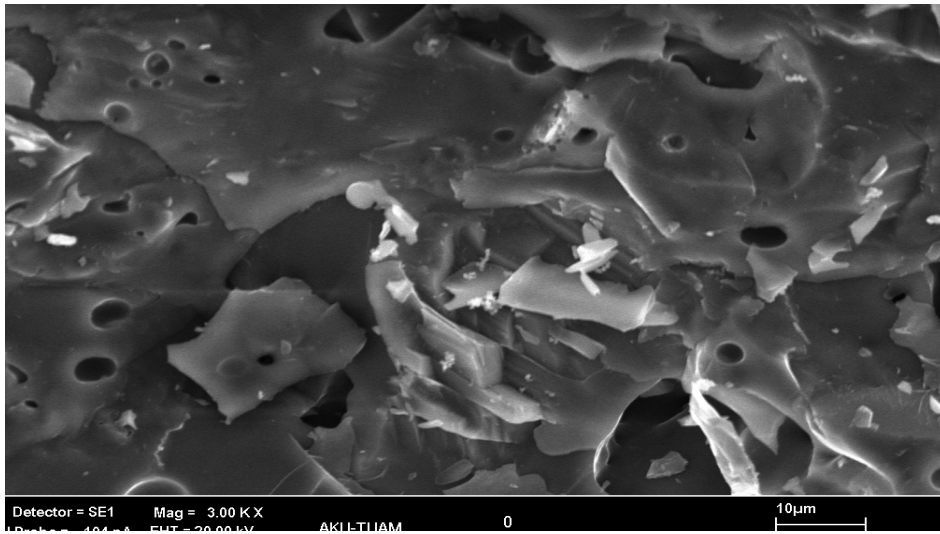


Şekil 4.10 Gri Sepiyolitin TG ve DTA analiz sonuçları

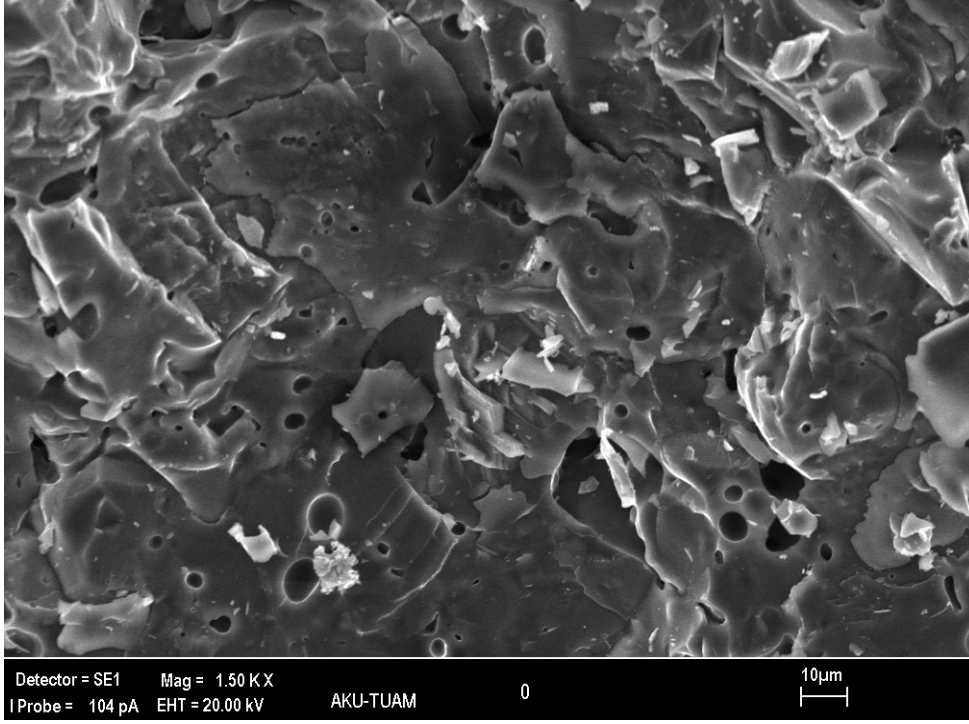
Kahverengi ve gri sepiyolitın TG ve DTA analizleri sonucunda fark görülmemiştir. İki sepiyolitte aynı sıcaklık aralıklarında yaklaşık aynı oranlarda ağırlık kayıpları meydana gelmiştir. %16 ağırlık kaybında zeolitik su, %2,88 kayıpta da hidroksil su açığa çıkmaktadır.

3.10 SEM Sonuçları

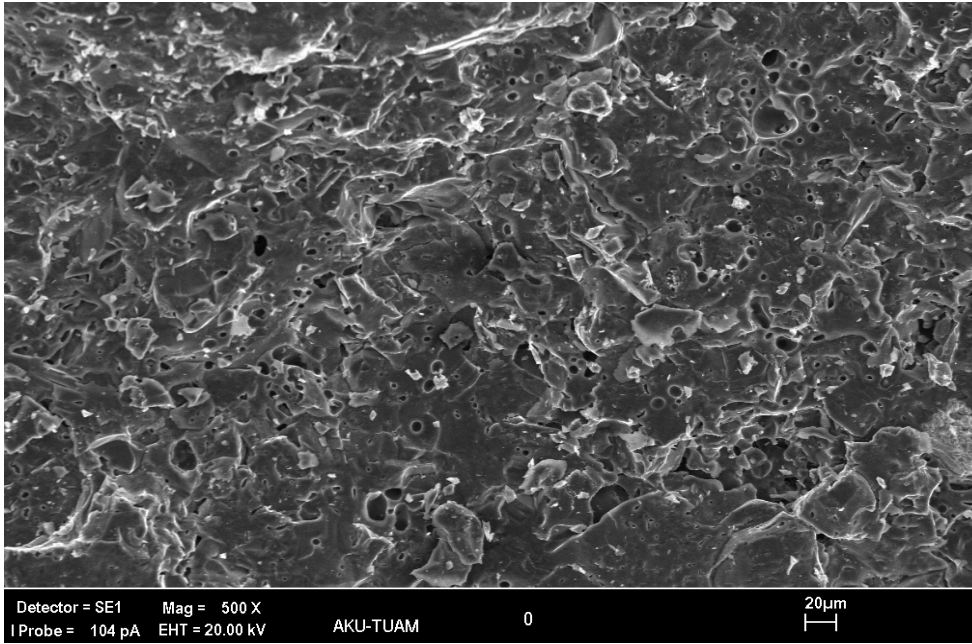
Aşağıdaki şekillerde baz, %5 kahverengi sepiyolit katkı ve %3 gri sepiyolit katkı numunelerin Sem görüntüleri verilmiştir.



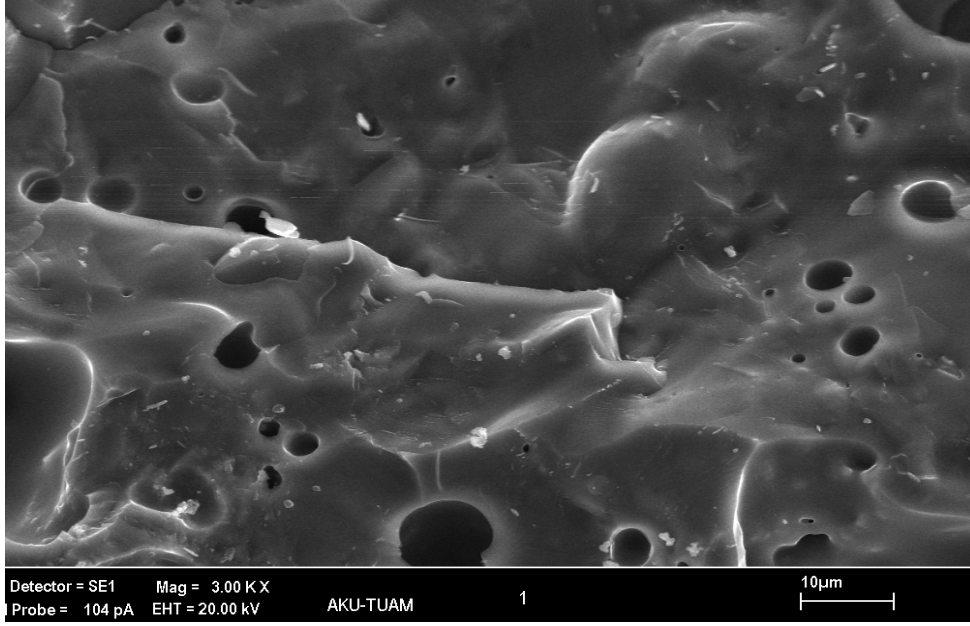
Şekil.4.11 Baz numunenin Sem görüntüsü (3000)



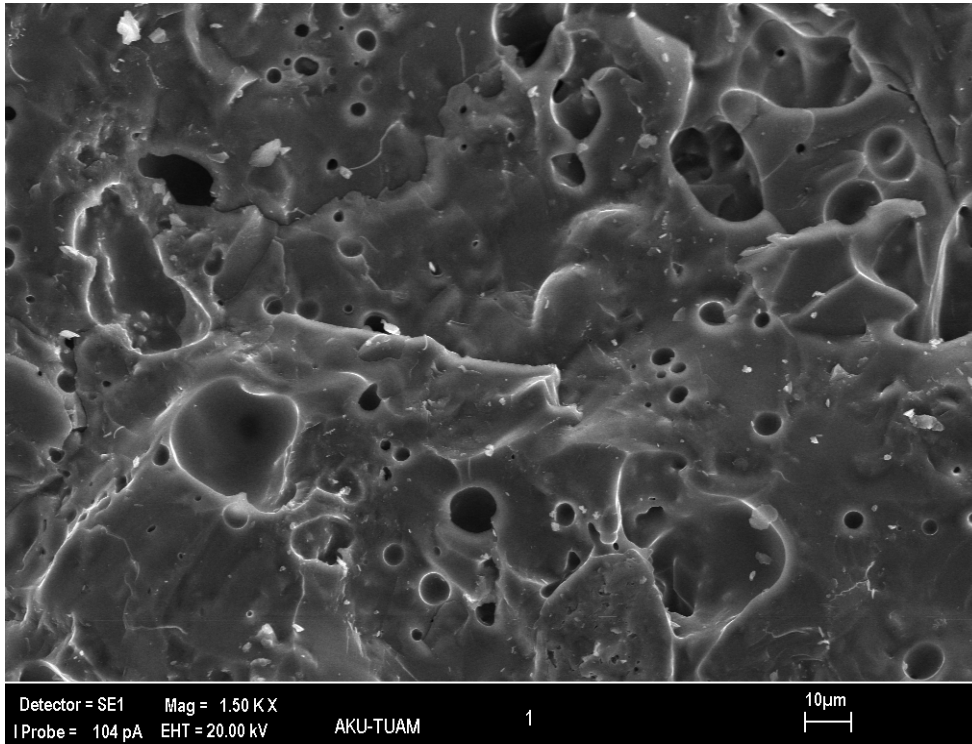
Şekil 4.12 Baz Numunenin Sem görüntüsü (1500)



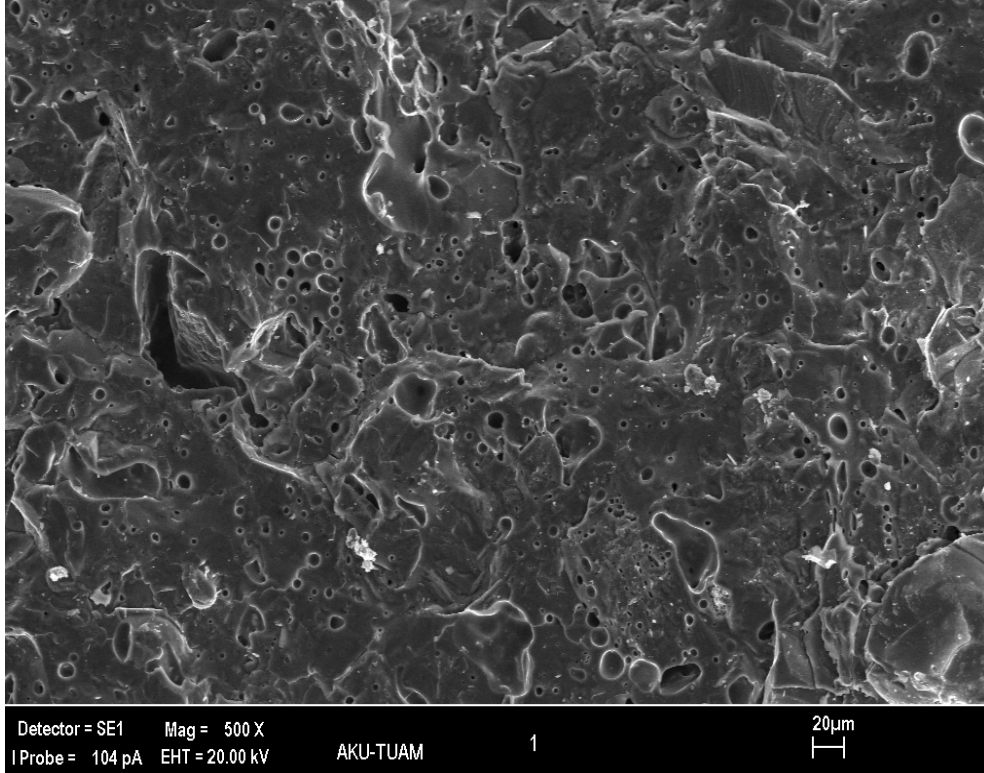
Şekil 4.13 Baz numunenin Sem görüntüsü(500)



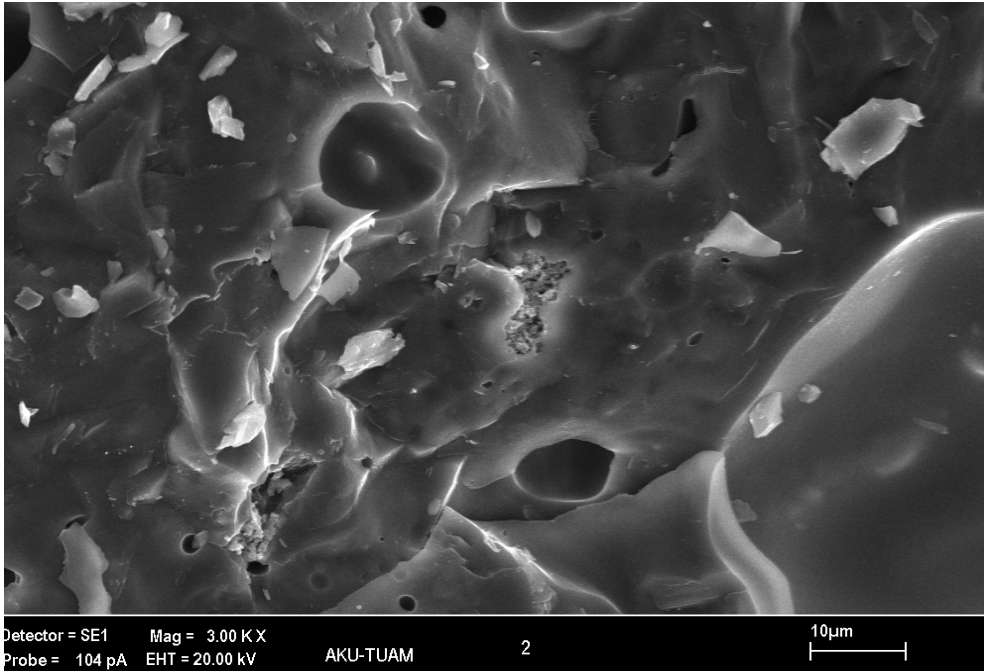
Şekil 4.14 %3 Gri sepiyolit katkıli numunenin Sem görüntüsü (3000)



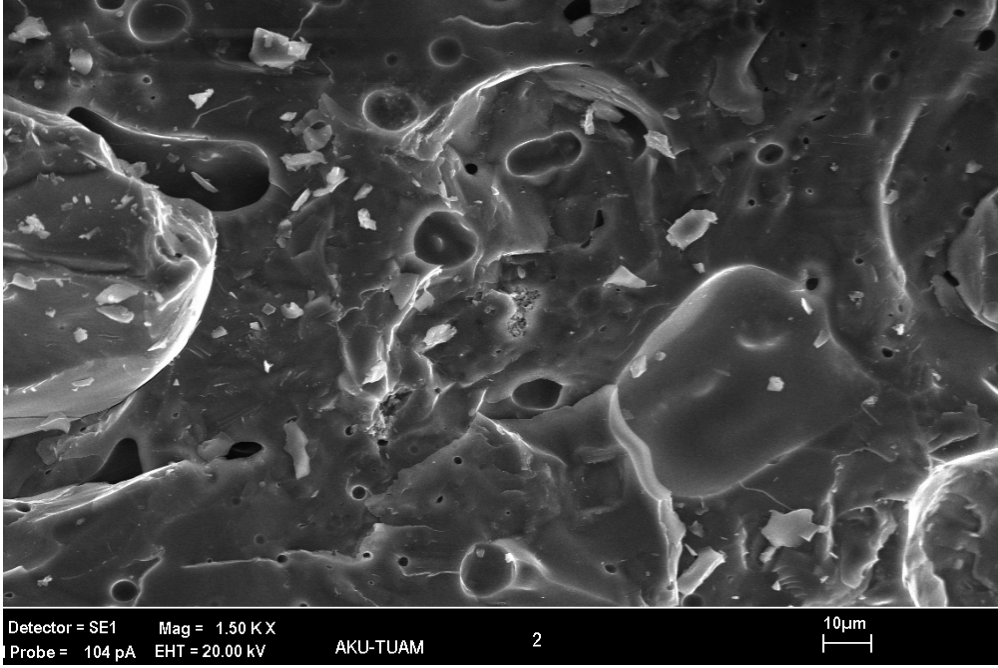
Şekil 4.15 %3 Gri sepiyolit katkıli numunenin Sem görüntüsü (1500)



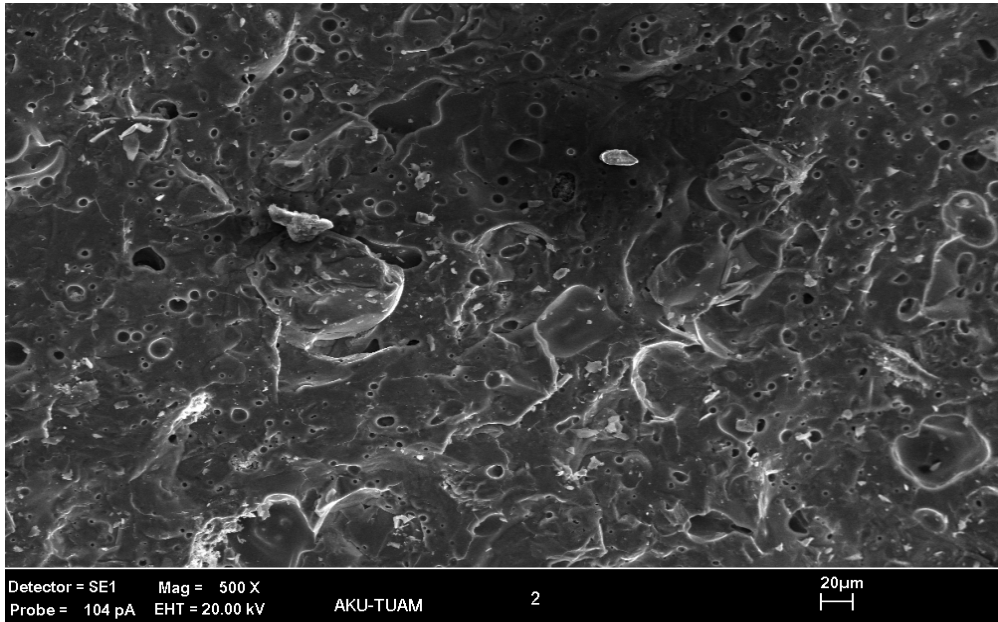
Şekil 4.16 %3 Gri sepiyolit katkıli numunenin Sem görüntüsü(500)



Şekil.4.17 %5 Kahverengi sepiyolit katkıli numunenin Sem görüntüsü(3000)



Şekil 4.18 %5 Kahverengi sepiyolit katkıli numunenin Sem görüntüsü(1500)



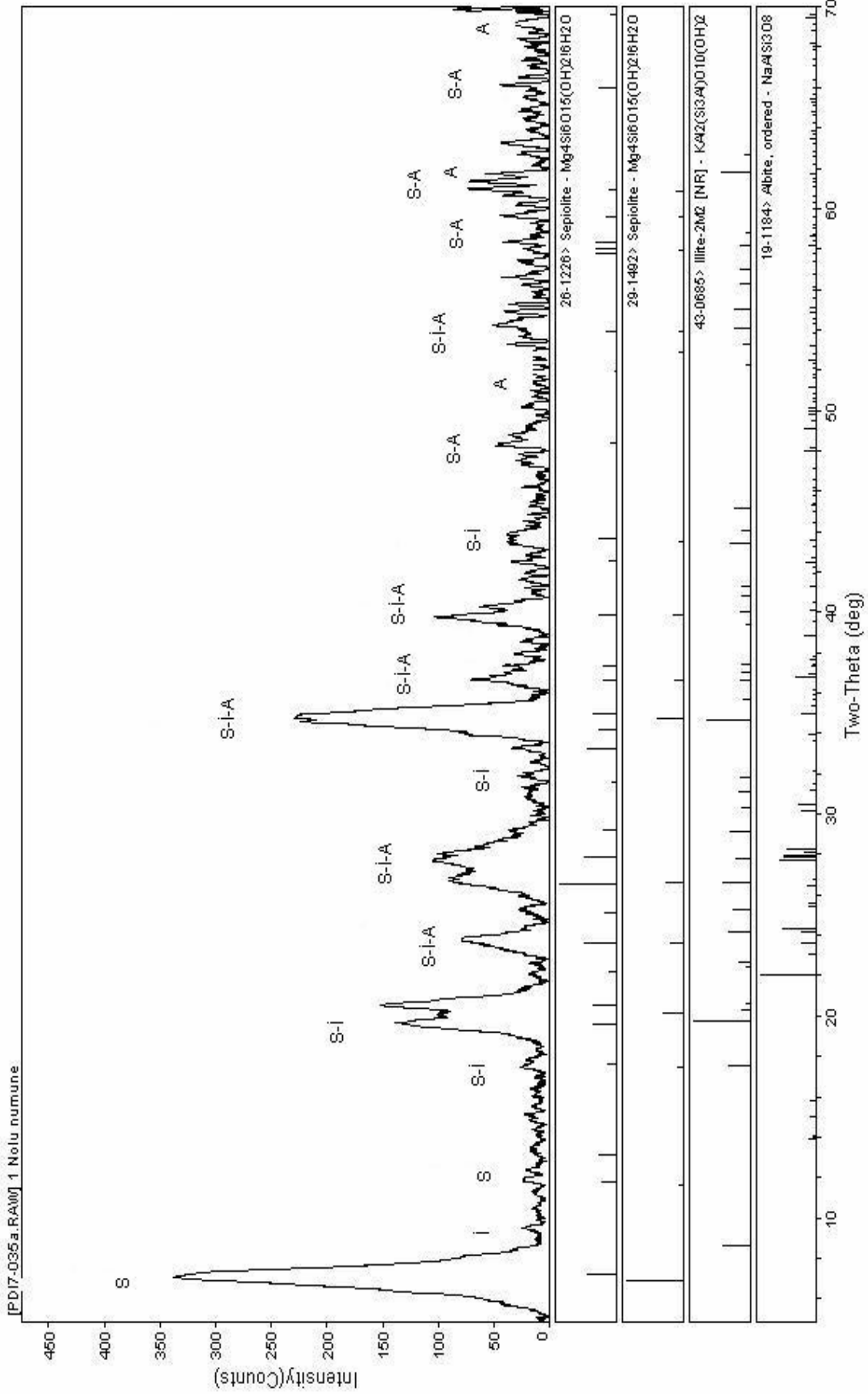
Şekil 4.19 %5 Kahverengi sepiyolit katkıli numunenin Sem görüntüsü(500)

4.11 XRD Sonuçları

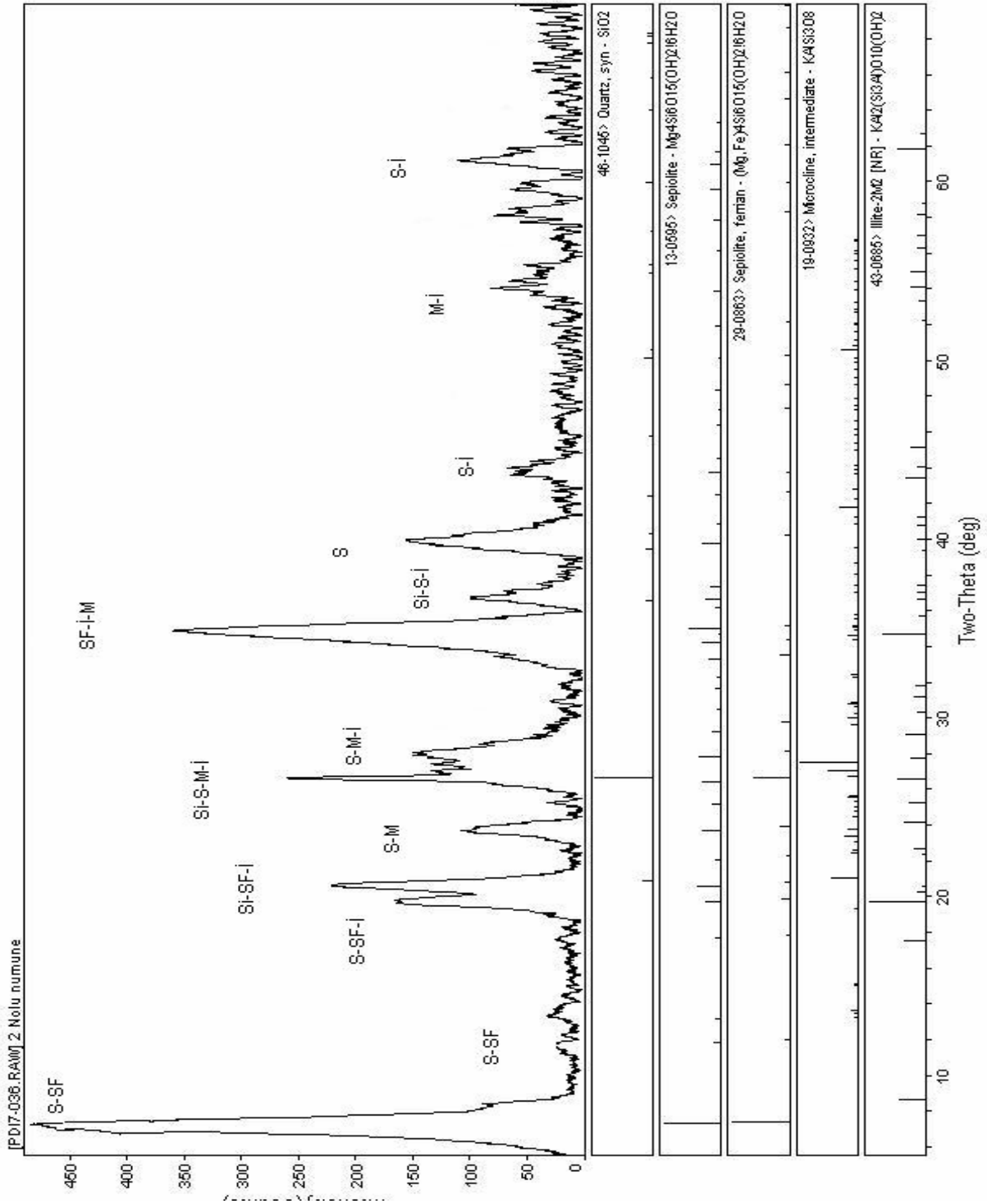
Kahverengi ve gri sepiyolit numunelerinin XRD analizleri Şekil 4.20 ve Şekil 4.21de gösterilmiştir.

%5 kahverengi sepiyolit Katkılı numunenin XRD sonuçları Şekil 4.22 de gösterilmiştir.

%3 gri sepiyolit katkılı numunenin XRD sonuçları Şekil 4.23 gösterilmiştir.

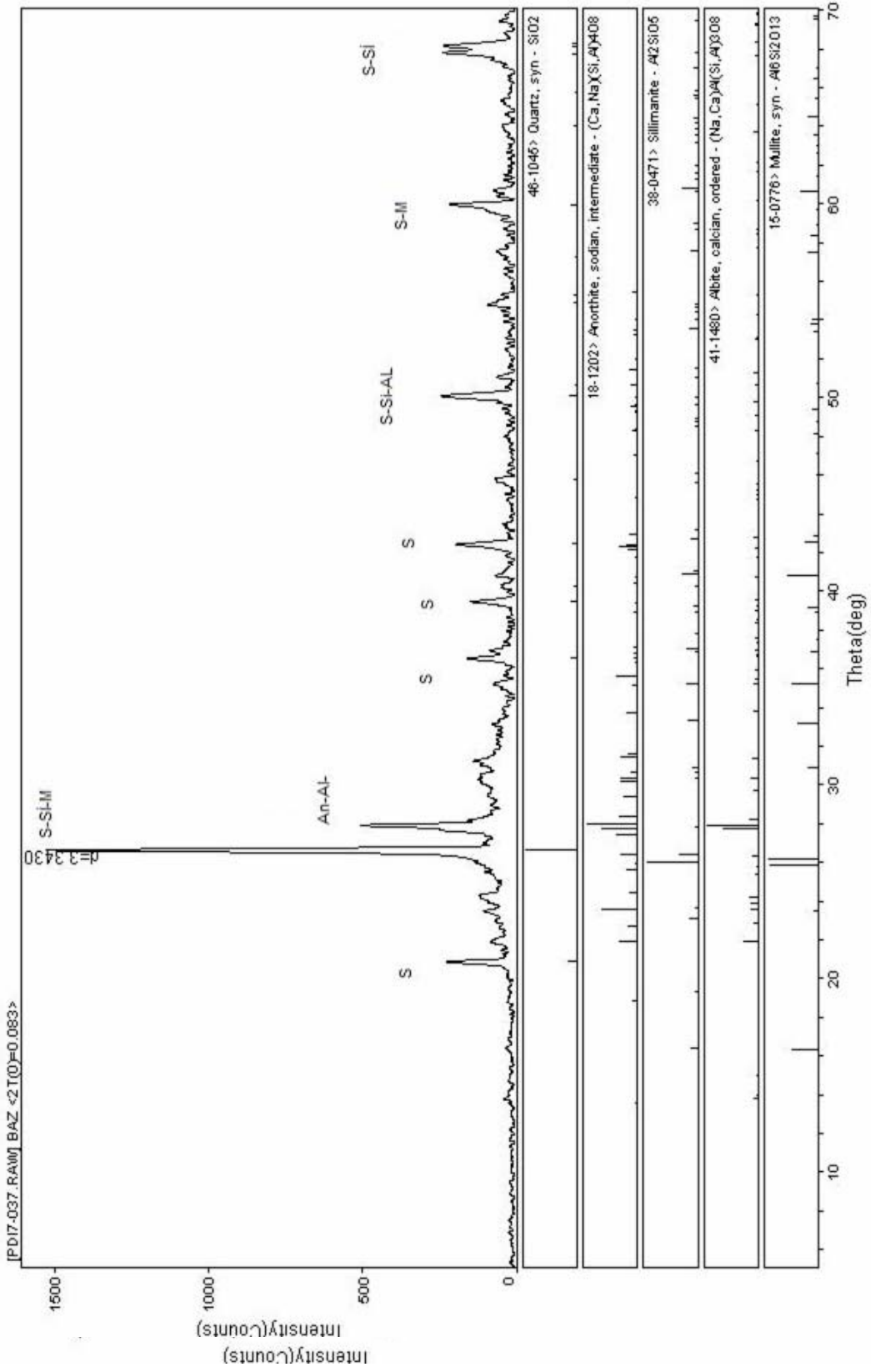


Şekil 4.20 Kahverengi Sepiyolitin Xrd Patenti



Şekil 4.21 Gri Sepiyolitin Xrd Patenti

[PD17-037.RAW] BAZ <2T(0)=0.083>



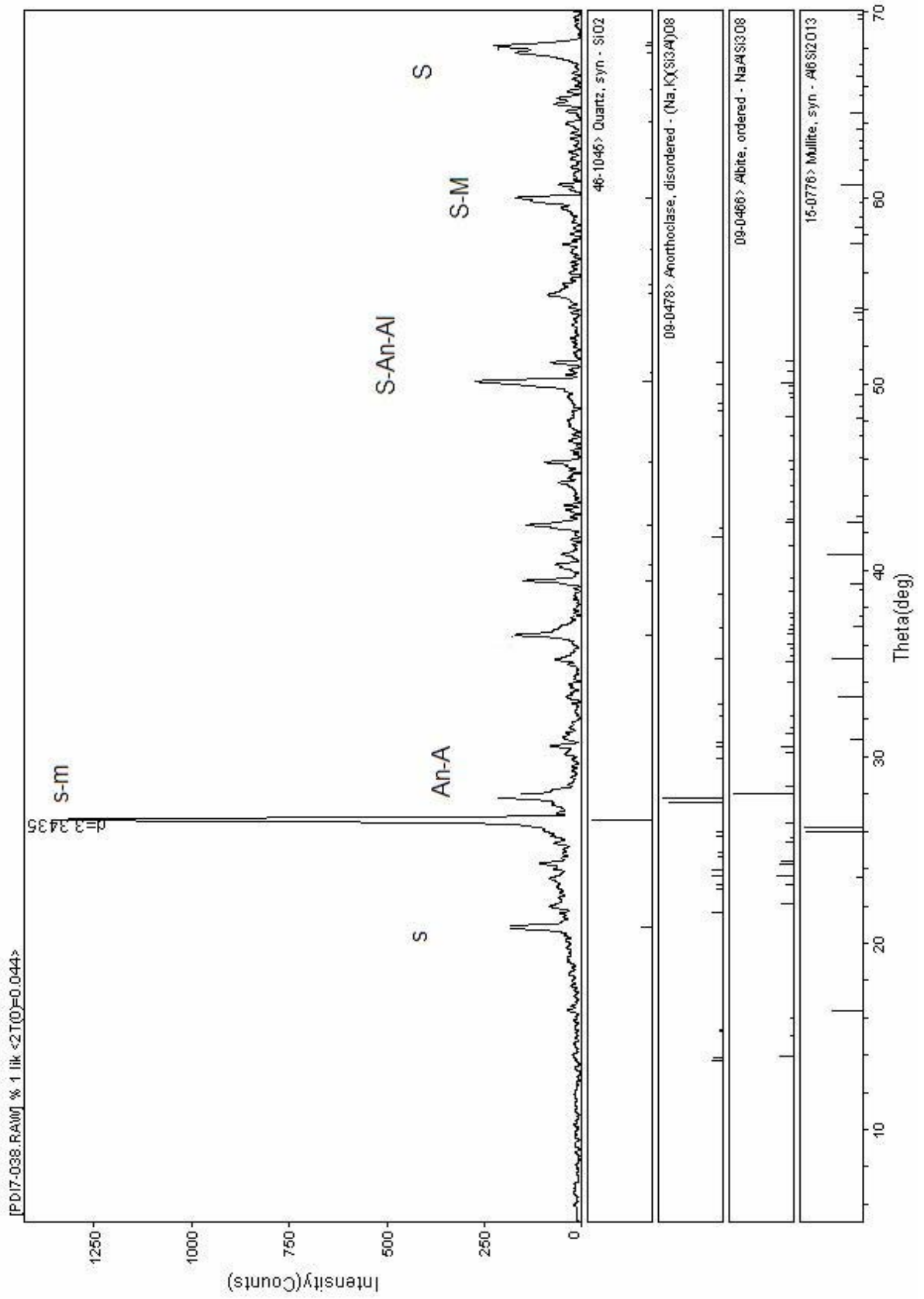
jpınar University

[JEOL\Administrator] c:\P\0\data > Friday, Aug 24, 2007 09:55a (MDI\JAD\B)

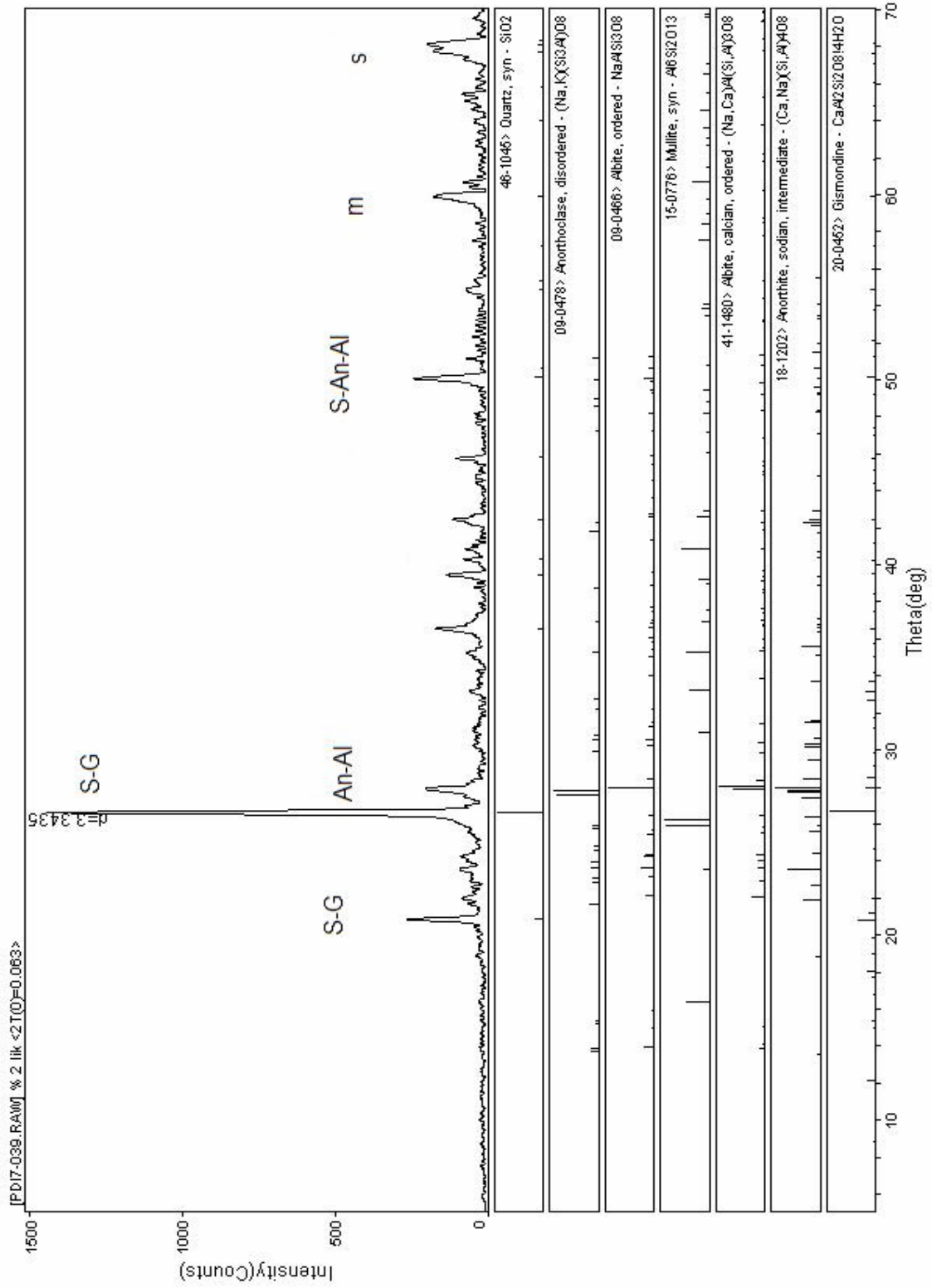
jpınar University

[JEOL\Administrator] c:\P\0\data > Friday, Aug 24, 2007 09:55a (MDI\JAD\B)

Şekil 4.22 Baz numunenin Xrd patenti



Şekil 4.23 %5 Kahverengi sepiyolit ilaveli numunenin Xrd Patenti



Şekil 4.24 %3 Gri sepiyolit ilaveli numunenin Xrd Patenti

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada gri ve kahverengi sepiyolitlerin granit bileşimlerine ilavesiyle nihai üründe ne gibi değişiklik olduğunu , masse numunelerin küçülme, mukavemet ve su emme gibi fiziksel özellikleri tespit edilmiştir. Kahverengi ve gri sepiyolit hammaddelerinin XRD, DTA ve TG analizleri yapılmıştır. Baz numunenin ve %3 gri sepiyolit ilaveli numune ile %5 kahverengi sepiyolit ilaveli numunelerin XRD ve SEM analizleri yapılmıştır.

Bu çalışmada , gri ve kahverengi sepiyolit içeren ve içermeyen karolara uygulanan testler sonucunda;

- Karoların pişme küçülmesi değerleri artan gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile artma gözlenmiştir. Baz reçetenin pişme küçülmesi % 5 iken % 5 kahverengi sepiyolit ilavesi ile % 6.3'e yükselmiştir. % 5 gri sepiyolit ilavesi ile % 7 ' ye ulaşmıştır.

- 1185°C' de pişmiş karoların su emme değeri, baz reçeteye gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile azalma göstermiştir. Baz reçetenin su emme değeri %0,49 iken %5 kahverengi sepiyolit ilavesi ile %0.04'e, % 5 gri sepiyolit ilavesi ile de % 0.039 'a kadar düşmüştür.

- Pişmiş numunelerin 3 nokta eğme mukavemeti değerleri baz reçeteye gri ve kahverengi sepiyolit ilavesi ile artış gözlenmiştir. Baz reçetenin pişmiş mukavemeti 328 kg/cm² iken % 5 kahverengi sepiyolit ilavesi ile 448 kg/cm² ' ye ,% 5 gri sepiyolit ilavesi ile de 453 kg/cm² ' ye yükselmiştir.

- %5 kahverengi sepiyolit ilaveli numune ile % 3 gri sepiyolit ilaveli numunelerin Sem ve XRD analizleri yapılmıştır. Sem analizi sonucunda camsı faz oluştuğu görülmüştür. En iyi sonuçlara % 5 kahverengi sepiyolit ilaveli numunelerle, % 3 gri sepiyolit ilaveli numunelerde ulaşılmışından dolayı bu numunelerin XRD ve SEM analizleri yapılmıştır.

- Sonuç olarak granit massesinde Eskişehir gri ve kahverengi sepiyolitleri kullanılması ile su emme azalmış, mukavemet artmış ve pişme küçülmesi artmıştır. Kahverengi sepiyolit gri sepiyolite oranla kısmen daha iyi sonuçlar vermektedir. Fakat artan sepiyolit ilavesi ile

viskozite değerinin arttığı görülmüştür. Özellikle %5 gri sepiyolit ilavesi ile akışkanlık kaybolmuştur.

5.KAYNAKLAR

Alvarez, A. 1984, Sepiolite: Properties and Uses, In A Singer and E. Galan, eds. Palygorskite-Sepiolite. Occurrences, Genesis and Uses, Developments in Sedimentology 37, Elsevier, Amsterdam, 253-287

ARCASOY, A. "Seramik Teknolojisi" Marmara Üni. Güzel Sanatlar Fak. Yayınları, İstanbul 1996

Can, G., 1992, Dünya 'da ve Türkiyede Sepiyolitik Kil, MTA Fizibilite Etüdüleri Dairesi, Ankara, 1-8

DPT, 2001, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Toprak Sanayi Hammaddeleri, Çalışma Grubu raporu Cilt 1, yayın No: 2611-ÖİK:62

DPT, 1996, Lületaş, Tabakalı Sepiyolit, Atapulgit, Devlet Planlama Teşkilatı VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu, Diğer Endüstri Mineralleri çalışma grubu Raporu, Cilt 1, Yayın No: DPT 2421 -ÖİK:480, Ankara, 5-35

Geçkinli A.E. Prof.Dr. 1991 "İTS" İTÜ Kimya -Maden Fak. İst

Kartal, A., Afyon Kocatepe Üniversitesi Müh. Fak. Seramik Süreçler Lab. 1-2 ders Notları, Afyon. (2002-2003)

Kibici Y., Seramik Hammaddeleri ve Teknolojik Özellikleri, Afyon 2002

Kutlu, S., (1999) Balıkesir yöresi potasyum feldspatların zenginleştirme olanaklarının araştırılması İ.Ü. mühendislik fakültesi maden mühendisliği bölümü bitirme ödevi İstanbul

Sabah E., "Sepiyolit" Afyon 1998

Sarız, K.ve Nuhoğlu, Yrd.Doç.İ.Endüstriyel Hammadde Yatakları ve Madenciği
Anadolu üniversitesi Eskişehir sf:231-235,1992

Sümer G. “Endüstriyel Seramikler” Anadolu Üniversitesi Eskişehir1998

Yurdakoç, M.K., güzel, F ve Tez Z.,1989 Katyon değişim kapasitesi belirleme yöntemleri,
IV. Ulusal Kil sempozyumu Sivas (183-187)