

SEPIOLİTİN SERAMİK KARO BÜNYEDE KULLANIM OLANAĞININ ARAŞTIRILMASI

H. Gürkan YERSEL¹, Zekeriya ÖNDER¹, İrfan TÖRE¹

ÖZET: Sepiolit, $Si_{12}Mg_8O_{30}(OH)_4(H_2O)_4.8H_2O$ kimyasal bileşimine sahip sulu magnezyum hidro silikatlı ve lifli yapıdaki bir kil mineralidir. Sepiolit absorpsiyon, kolloidal ve katalitik özellikleri, kimyasal bileşimi, yüksek porozitesi, beyaz rengi, düşük özgül ağırlığı ve kolay işlenebilirliği ile geniş bir kullanım alanına sahiptir. α sepiolit lületaşı, β sepiolit ise katmansı yapıya sahip endüstriyel bir hammaddedir.

Bu araştırmada; çeşitli reçetelerde hazırlanmış seramik bünyelerine, Sivrihisar sepiolitinden, fayans bünyede ağırlıkça sabit sepiolitsiz reçete üzerine, orijinal bünyenin rasyonel analizi sabit tutularak, artan oranlarda ilave edilip 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C'lerde pişirilmesiyle elde edilen seramik fayans bünyelerin, sepiolitsiz bünyeler ile hem fiziksel ve hem de mekaniksel karşılaştırılmalı testlerle, sepiolitın seramik bir bünye üzerindeki etkileri incelenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Sepiolit, Fayans Bünye

INVESTIGATION OF USE OF SEPIOLITE IN CERAMIC WALL TILE BODY

ABSTRACT: Sepiolite, a clay mineral which is based on magnesium hydro silicate, has a fibrous structure and has the chemical formula of $Si_{12}Mg_8O_{30}(OH)_4(H_2O)_4.8H_2O$. Sepiolite is used in areas like absorbtion, colloidal and catalitic purposes and as chemical compound, having high porosity, white color, low specific gravity and with easy machining. α sepiolite is called meerschaum, whereas β sepiolite has a layer structure and is used as an industrial raw material.

In this study, Sivrihisar sepiolite was added to the wall tile body in different proportions, during these additions the original rational analysis of the wall tile composition was kept constant. The mechanical and physical characteristics of samples fired at 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C were investigated and compared with that of the original wall tile composition..

KEY WORDS: Sepiolite, Wall Tile Body.

¹ Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Seramik Mühendisliği Bölümü, İki Eylül Kampüsü, 26470 ESKİŞEHİR.

I.GİRİŞ

Sepiolit lifli yapıda bir kil mineralidir. Doğada saf olarak da bulunmasına karşın genellikle safsızlık olarak diğer kil ve kil dışı mineralleri de içermektedir. Saf halde beyaz olan sepiolit minerallerinin rengi safsızlıklar nedeniyle griden siyaha kadar değişmektedir. Sepiolit içinde safsızlık olarak bulunan kil dışı minerallerin başında dolomit gelmektedir. Türkiye'nin çeşitli yörelerinde çeşitli safsızlıklar içeren çok sayıda sepiolit yatağı bulunduğu halde saf yakın olan beyaz renkli sepiolit yalnızca Eskişehir civarında mevcuttur. Bundan dolayı Eskişehir taşı olarak da anılır. Sepiolit magnezyum hidrosilikat olarak bilinen ve $\text{Si}_{12}\text{Mg}_8\text{O}_{30}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ kimyasal formülüyle ifade edilen bir kil mineralidir. Doğada ortorombik yapıda kristallenen sepiolit, iki değişik şekilde çökelmekte olup, lifli tipine α -sepiolit (lületaşı), katmansı tipine ise β -sepiolit (sepiolitik kil) denilmektedir [1-2].

Oluşumu itibarı ile sepiolitik killer;

Kahverengi sepiolitler ve dolomitli sepiolitler (sepiolit $>\%50-90$),

Bej sepiolitler ve dolomitli sepiolitler (sepiolit= $\% 50-90$),

Beyaz dolomitli sepiolitler (sepiolit= $\% 50-90$) ve sepiolitli dolomitler (sepiolit= $\%10-49$) seviyeleri halinde bulunur.

Sepiolit ve paligorskit tipi kil minerallerine, çeşitli oluşum mekanizmalarının gerçekleşmesi nedeniyle doğada oldukça sık rastlanır. Bu minerallerin, sülfat ve karbonatça zengin Neojen yaşlı göl basenlerinde, volkanosedimanter göl ortamlarında, üst kretase- tersiyer yaşlı denizel alanlarda, bazik ve ultrabazik kayaların hidrotermal düzenlenmesi ile ve pedojenik olarak paleosollerde oluştukları belirtilmiştir. Sepiolit, sığ denizel çökeltilerde; ekonomik boyutlu yatakları ise daha ziyade kapalı göl havzalarında, kurak ve yarı kurak iklim koşullarında oluşur. Bu minerallerin oluşumuna dair diğer bir görüşde; sürekli olarak değişen iklimsel ve mevsimsel koşullar altında göl alanındaki kireç taşlarının kalkerleşmesiyle oluştuğudur. Bu minerallerin oluşumu için gerekli olan Mg, karbonatların çözünmesiyle sağlanırken, Si tektonik hatlardan gelen silisçe zengin suların, Al ise göl alanına gelen detritik malzemelerden sağlanmaktadır. [2-4].

Lületaşı suda yüzdüğü halde, sepiolitik kil suda kolayca dağılır. Sepiolitik kilin SiO_2 içeriği, lületaşına oranla daha az, buna karşılık Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO içeriği ve ateş kaybı daha fazladır [1].

Lületaşı (Sepiolit) ve sepiolitik kilin kimyasal analizleri Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Sepiolit ve sepiolitik kil (Sivrihisar Yöresi) kimyasal analiz sonuçları.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	A.K.
Lületaşı	52.55	0.50	0.50	24.40	0.18	0.05	0.5	0.05	21.27
Sep. Kil	51.17	1.04	7.52	25.50	0.40	0.54	0.80	0.05	12.98

A.K.: Ateş Kaybı.

Sepiolit fillosilikat grubuna dahil, 2 Si-tetrahedral ve 1 Al-oktahedral'dan oluşmuş, talk yapısına benzeyen ve 2/1 zincir yapısına sahip kil minerali olup bu mineral grubunun tanımına uygun olarak T₂O₅ (T=Si, Al, H,...) bileşimli, sürekli iki yönlü tetrahedral düzlem, buna karşılık süreksiz oktahedral düzlemlerden oluşurlar. Oktahedral düzlemler, tetrahedral düzlemlere Si-O-Si bağları ile bağlıdırlar. Oktahedral düzlem süreksizliği, yapı içinde kanal şeklinde boşluklar oluşturur ve bu boşluklar sepiolite yüksek absorpsiyon özelliği kazandırır. Sepiolit ortorombik sistemde ($a \neq b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$) kristallenen bir mineraldir.[4-5]

Isıl işlem sırasında , en yüksek ağırlık kaybı 20-200 °C arasında olmaktadır ve genel formüldeki zeolitik su ortamdandan uzaklaşmaktadır. Su moleküllerinin alınması ile sepiolit anhidrit oluşmakta ve fiziksel özelliklerde değişimler meydana gelmektedir.300 °C işleminden geçmiş numune , oda sıcaklığına döndüğünde yeniden hidrate olurken ,600 °C'den sonra sepiolitin kristal yapısı bozulmakta , diğer fazlar ortaya çıkmaktadır.Sepiolitin bir özelliği de dönüştüğü fazların tümünün ortorombik yapıda olmasıdır [6-7].

Kahverengi sepiolitin sinterleme davranışı incelendiğinde,600 °C'ye kadar ısıtma ile faz analizinde bir değişiklik gözlenmemiştir.600 °C'den sonra ise dolomit ve sepiolit yavaş yavaş bozunarak CaO ve periklas fazları oluşmaktadır.800 °C civarında sepiolit fazı tamamen bozunarak enstatit ve ojit fazları meydana gelmektedir, bu faz 900 °C ve 1000 °C'de devam etmektedir. 1000 °C ve 1200 °C sıcaklıklarda bu fazların miktarında artış gözlenirken ayrıca forsterit ve kuvars fazları da oluşmaktadır [6-7].

Sepiolit minerali teorik olarak % 55.6 SiO₂ ve % 24.99 MgO içermektedir. Yapısındaki suyu kaybettiğinde bu değerler % 61.7 SiO₂ ve % 27.6 MgO'e eşdeğer olur. Oktahedral katyonların sayısı 7.01 ile 8.01 arasında değişir. Katyon değişim kapasitesi 5-40 meq /100g civarındadır [1]. Sepiolit liflerinin uzunluğu ~100 Å ile 3-4 µm, lif genişliği 100-300 Å ve lif kalınlığı 50-100 Å arasında değişir. Yoğunluğu 2-2.2 g/cm³, sertliği Mohs skalasına göre 2-2.5 civarındadır. BET metodu ile ölçülen yüzey alanı 300 m²/g dır [6]. Sepiolit, jel yapıcı kil türlerinin en önemlilerindendir. Diğer killere kıyasla, nispeten düşük konsantrasyonlarda

yüksek vizkoziteli ve duyarlı süspansiyonlar oluşturur. Dağılma sırasında lif demetleri ayrılarak sıvıyı hapseden dağınık bir yönlenme kazanırlar ve sistemin vizkozitesini artırırılar. Sepiolit doğal halde kendi ağırlığının % 250' si kadar su absorbe edebilir. İğnemsı kristal şeklinde demetlerden oluşan mineral, su ve diğer polar çözücülerde dağılarak bunların özelliklerinin istenilen düzeyde ayarlanabilmesini sağlar [7-8].

Sepiolit minerali, sahip olduğu absorban, reolojik, ve katalitik özelliklerinden dolayı bir çok endüstriyel dalda uygulama alanı bulmaktadır. Yumrulu sepiolitler genellikle pipo, sigara ağızlığı yapımının yanısıra, kolye, bilezik, küpe, gibi takı eşyaları, tespih, biblo gibi süs eşyaların yapımında kullanılmaktadır. β sepiolit veya diğer adıyla sınavi tip sepiolitler ise, leke çıkarma işlemlerinde, füze ve diğer uzay araçlarının başlık ve iç kaplamalarının yalıtımında , nebati ve madeni yağlar ile şurupların artılmasında emici etken madde, petrol arama sondajlarında, askeri mühimmat imalinde, kağıt ve porselen sanayiinde, kozmetik sanayiinde, zirai ilaçlarda, lastik endüstrisinde, hafif yapı ve evcil hayvanların altına yaygı malzemesi olarak kullanılmaktadır [2,9-11].

Bu çalışmada; seramik duvar karosu bünyelerinde, Sivrihisar sepiolitinden % 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20 artan oranlarda bünyeden hammadde çıkarmaksızın ilave edilerek 5 ayrı reçete elde edilmiştir. Elde edilen yeni reçeteler şekillendirilerek 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C'lerde pişirilmiştir. Bu ürünlerin fiziksel ve mekanik özellikleri sepiolit içermeyen seramik bünyeler ile karşılaştırılmıştır. Bu incelemeler sonucunda sepiolitın seramik bünye üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

II. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada kullanılan ham maddeler; Eskişehir (Sivrihisar) sepioliti, döküm kili, Sındırgı kaolini, Çine feldispatı ve kuvarstır. Bu hammaddelerin kimyasal bileşimleri Çizelge 2'de verilmiştir. Hazırlanan sepiolitsiz seramik bünyenin bileşimini oluşturan hammaddeler ise;

- % 35 Döküm kili,
- % 15 Sındırgı kaoleni,
- % 20 Kuvars,
- % 30 Çine feldispatından oluşmaktadır.

yüksek vizkoziteli ve duyarlı süspansiyonlar oluşturur. Dağılma sırasında lif demetleri ayrılarak sıvıyı hapseden dağınmık bir yönlenme kazanırlar ve sistemin vizkozitesini artırırılar. Sepiolit doğal halde kendi ağırlığının % 250' si kadar su absorbe edebilir. İğnemsı kristal şeklinde demetlerden oluşın mineral, su ve diğer polar çözücülerde dağılarak bunların özelliklerinin istenilen düzeyde ayarlanabilmesini sağlar [7-8].

Sepiolit minerali, sahip olduğu absorban, reolojik, ve katalitik özelliklerinden dolayı bir çok endüstriyel dalda uygulama alanı bulmaktadır. Yumrulu sepiolitler genellikle pipo, sigara ağızlığı yapımının yanısıra, kolye, bilezik, küpe, gibi takı eşyaları, tespih, biblo gibi süs eşyaların yapımında kullanılmaktadır. β sepiolit veya diğer adıyla sınav tip sepiolitler ise, leke çıkarma işlemlerinde, füze ve diğer uzay araçlarının başlık ve iç kaplamalarının yalıtımında , nebati ve madeni yağlar ile şurupların arıtılmasında emici etken madde, petrol arama sondajlarında, askeri mühimmat imalinde, kağıt ve porselen sanayiinde, kozmetik sanayiinde, zirai ilaçlarda, lastik endüstrisinde, hafif yapı ve evcil hayvanların altına yaygı malzemesi olarak kullanılmaktadır [2,9-11].

Bu çalışmada; seramik duvar karosu bünyelerinde, Sivrihisar sepiolitinden % 0, % 5, % 10, % 15 ve % 20 artın oranlarda bünyeden hammadde çıkarmaksızın ilave edilerek 5 ayrı reçete elde edilmiştir. Elde edilen yeni reçeteler şekillendirilerek 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C'lerde pişirilmiştir. Bu ürünlerin fiziksel ve mekanik özellikleri sepiolit içermeyen seramik bünyeler ile karşılaştırılmıştır. Bu incelemeler sonucunda sepiolitinin seramik bünye üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

II. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada kullanılan ham maddeler; Eskişehir (Sivrihisar) sepioliti, döküm kili, Sındırgı kaolini, Çine feldispatı ve kuvarstır. Bu hammaddelerin kimyasal bileşimleri Çizelge 2'de verilmiştir. Hazırlanan sepiolitsiz seramik bünyenin bileşimini oluşturan hammaddeler ise;

- % 35 Döküm kili,
- % 15 Sındırgı kaoleni,
- % 20 Kuvars,
- % 30 Çine feldispatından oluşmaktadır.

Çizelge 2. Deneyleerde kullanılan ham maddelerin kimyasal analiz sonuçları.

	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	A.K.
Kuvars	99.85	---	---	---	---	---	---	---	0.15
Kaolen	71.18	17.95	0.7	1.56	0.56	0.32	0.4	0.98	6.5
Kil	58.61	24.0	1.50	1.00	2.50	0.75	1.85	1.00	8.5
Feldspat	64.99	19.61	2.32	0.1	0.39	10.58	0.21	0.24	1.56
Sepiolit	51.17	1.04	7.52	25.50	0.40	0.54	0.80	0.05	1.5

A.K: Ateş kaybı

Seramik bir bünye oluşturmak için %35 kil, %15 kaolen, %20 kuvars ve %30 feldspattan oluşan karışım Anadolu Üniversitesi, Keramik Mühendisliği Bölümünün proses laboratuvarlarında bilyeli porselen değirmenlerde % 3.5-4.8 elek bakiyesi (63 µm) ile yaklaşık 12 saat öğütülmüştür. Sepiolitin seramik bünyeye etkisini araştırmak için, ağırlıkça sabit sepiolitsiz reçete üzerine, ağırlıkça artan miktarlarda % 5, % 10, % 15 ve % 20 oranlarında sepiolit ilave edilerek Çizelge 3'de görüldüğü gibi 5 ayrı kompozisyon oluşturulmuştur.

Çizelge 3. Hazırlanan seramik bünyelerdeki hammadde oranları.

Hammaddeler	%0	%5	%10	%15	%20
	Sepiolit	Sepiolit	Sepiolit	Sepiolit	Sepiolit
Kil	35	33.25	31.5	29.75	28
Kaolen	15	14.25	13.5	12.75	12
Kuvars	20	19	18	17	16
Feldispat	30	28.5	27	25.5	24
Toplam:	100	100	100	100	100

Reçete hammaddelerine nem tayini yapıp tartılarak şarj edilen değirmenler 12'şer saat öğütülüp, öğütme sonunda elde edilen çamurlar Nüve FN 500 marka etüvde 110 °C'de kurutulmuş, kurutulan çamurlar havanda kırılarak 1 mm'lik elekten geçirildikten sonra granül elde edilmiştir. Granüllerin nemi, Sartorius marka nem ölçer ile belirlenerek % 5-6'ya ayarlanmış, nem homojenliği için 1 gün naylon poşetlerde bekletilmiştir. Daha sonra granüller 25 tonluk Alfa markalı el presinde 100 kg/cm² basınçla 11 cm × 11 cm ebatlarında karo

şeklinde şekillendirilmiştir. Şekillendirilen numuneler, Nabertherm marka fırında, 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C'lerde, 5 °C /dakika hızla maksimum sıcaklıkta 30 dakika bekletilmek suretiyle pişirilmiştir. Elde edilen numunelerin sırası ile kuruma küçülmesi, pişme küçülmesi, pişme mukavemeti ve su emme özelliklerine bakılmıştır. Pişme ve ham mukavemet deneyleri, Toprak A.Ş. Eskişehir Karo Seramik Fabrikası AR-GE laboratuvarlarında, Ceramic Insturement Bending Strength 3 nokta eğme cihazı ile yapılmıştır.

Ayrıca bu deneylerde kullanılan kil ve kaoleninde ayrı ayrı kuruma küçülmesi, pişme küçülmesi, kuru mukavemeti, pişme mukavemeti ve su emme değerleri saptanmıştır.

El presinde 11cm. × 11 cm. ebatlarında ve yaklaşık 0.8 cm. kalınlığında şekillendirilen karolar, şekillendirildikten sonra kenar uzunlukları (l_0) kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Bu karolar etüvde 120°C de yaklaşık 24 saat kurutulmuş ve kenarlar tekrar kumpas ile ölçülerek (l_1) aşağıdaki formüle göre her bir kenar için % küçülme değerleri hesaplanmıştır [12,13].

$$\% \text{ Kuru Küçülme} = [(l_0 - l_1) / l_0] \times 100 \quad (1)$$

Sinterlenen seramik bünyelerde küçülme meydana gelir. Sinterlenen karoların her bir kenarı için küçülme değerleri hesaplanarak (l_2) bu dört değer in ortalaması alınmıştır. Pişme küçülmesi ve toplu küçülme aşağıdaki formüllere göre hesaplanabilir,

$$\% \text{ Pişme Küçülmesi} = [(l_1 - l_2) / l_1] \times 100 \quad (2)$$

$$\% \text{ Toplam Küçülme} = [(l_0 - l_2) / l_0] \times 100 \quad (3)$$

Kurutulan ve pişirilen karoların mukavemetinin belirlenmesinde 3 nokta eğme deneyi uygulanmıştır. Bu deneyde kırılma mukavemet değerleri ölçülecek olan malzemeler $L=18$ cm (iki mesnet arası mesafe) ve sabit yükleme hızında kırılmış ve kırılma mukavemet değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kırılma Mukavemeti (kg/cm}^2\text{)} = \frac{3}{2} \times \frac{P \times L}{b \times a^2} \quad (4)$$

Bu denklemdede;

P = Uygulanan kuvvet (kg),

L = İki mesnet arasındaki uzaklık (cm),

b = Karo kesitinin kırılma boyu (cm),

a = Karo kesitinin kalınlığı (cm) dir.

Mukavemet cihazında kırılan karoların her birinden birer parça alınarak hassas terazide kuru tartımları (m_0) yapılmıştır. Bu parçalar su içine yerleştirilerek 5 saat kaynatılmış ve 24 saat su içinde bekletilerek su emmesi sağlanmıştır. Suyun içinden çıkarılan parçalar kurularak

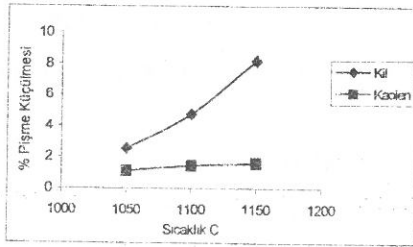
hemen yaş tartımları (m_1) yapılmıştır. Yaş tartım ile kuru tartım arasındaki fark parçanın emdiği su miktarını verir. Su emme yüzde olarak aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$\% \text{ Su emme} = [(m_1 - m_0) / m_0] \times 100 \quad (5)$$

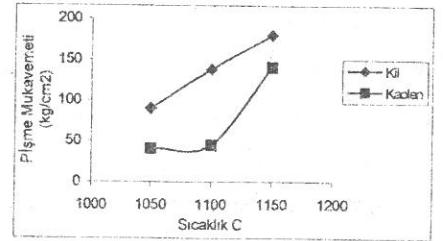
III. DENEY SONUÇLARI VE YORUMLAR

III.1. Kullanılan Hammaddelerin Karo Test Özellikleri.

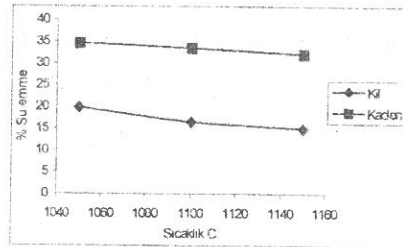
Bünyede kullanılan temel hammaddelerden kil ve kaolenin 1050 °C, 1100 °C, 1150 °C'deki karo test özellikleri, sepiolitli bünyelerde kullanılabilirliği açısından incelenmiştir.



Şekil 1. Kil ve Kaolenin değişik sıcaklıklardaki pişme küçülmeleri.



Şekil 2. Kil ve Kaolenin değişik sıcaklıklardaki pişme mukavemeti.



Şekil 3. Kil ve Kaolenin değişik sıcaklıklardaki % su emme değerleri.

Şekil 1 de, 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C'de pişme sonucu kil ve kaolenin pişme küçülmesi deney sonuçları gösterilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere pişme sıcaklığı arttıkça küçülme miktarıda artmaktadır. Kildeki küçülme miktarı ve küçülmedeki artış hızı kaolenden çok daha fazladır. Kaolendeki pişme küçülmesi oranı içerdiği serbest silisten dolayı daha az olduğu saptanmıştır.

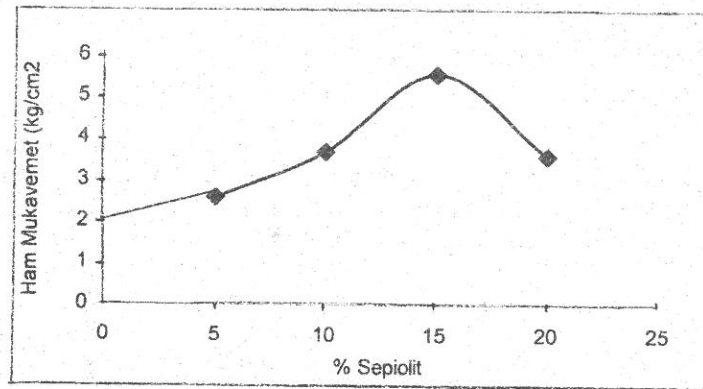
Şekil 2’de, kil ve kaolenin 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C deki pişme mukavemeti değerleri gösterilmiştir. Kilin mukavemeti bütün sıcaklıklarda kaolenden daha yüksek bir seyir izlemektedir. Kaolenin mukavemeti sinterlemenin 1150 °C’de yapılmış olmasından dolayı büyük bir artış göstermiştir. Ayrıca kil ve kaolenin ham mukavemetleri sırası ile 11.6 ve 3.7 kg/cm²’dir.

Şekil 3’de 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C’de sinterlenmiş kil ve kaolenin de su emme değerleri gösterilmiştir. Sıcaklık artışıyla birlikte kil ve kaolenin su emme değerleri azalmaktadır ve kaolenin su emmesi kilden daha fazladır. Kil minerallerinin yapı itibarı ile tane boyutlarının 2 mikrondan küçük olması ve kullanılan döküm kilinin serbest silis içermemesi dolayısıyla kaolenin sert ve silisli yapısı ile karşılaştırıldığında sinterleme davranışının döküm kilinde daha iyi olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla iyi sinterlenen malzemenin pişme küçülmesi , pişme mukavemeti yüksek, su emmesi daha düşüktür.

III.2. Sepiolitli Duvar Karosu Bünyelerinin Fiziksel Özellikleri.

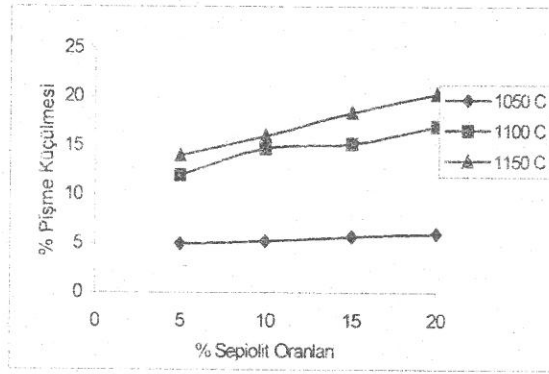
Bu deneylerde bünyeye sepiolit ilavesi her seferinde % 5 artırılarak, sepiolitsiz, % 5, % 10, % 15 ve % 20 sepiolitli olmak üzere 5 ayrı kompozisyon hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C sıcaklıklarda sinterlenmiştir.

Şekil 4’de artan oranlarda sepiolit içeren seramik bünyelerin ham mukavemet değerlerini göstermektedir. % 15’e kadar sepiolit içeren bünyelerde ham mukavemet değerleri artmakta ve %15 sepiolit içeren bünyede 5.56 kg./cm² ile maksimum değere ulaşmaktadır. Bünyeye daha fazla oranda sepiolit ilavesinde ise ham mukavemet değerlerinin düştüğü saptanmıştır.



Şekil 4. Artan oranlarda sepiolit içeren seramik bünyelerin ham mukavemet değerleri.

Şekil 5’de, 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C de pişirilen ve artan oranlarda sepiolit içeren seramik ürünlerin pişme küçülmesi değerleri görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere sepiolit oranının artmasıyla içerdiği yüksek oranda Ca ,Mg impürütelerinin ergitici rolü ile malzeme sinterlenmiş ve pişme küçülmesi değerleri de artmıştır. 1050 °C’de sinterlenen %5 sepiolitli bünyede pişme küçülmesi %5 iken, %20 sepiolit ilave edildiğinde bu değer %6 olmuştur. 1100 °C de sinterlenen %5 sepiolitli bünyenin pişme küçülmesi %12 iken, %20 sepiolit ilavesi pişme küçülmesini %17’ye yükseltmiştir. %20 sepiolitli numune 1150 °C’de pişirildiğinde küçülme miktarı %20.3’e kadar artmaktadır. Şekilden çıkarılabilecek bir diğer önemli sonuçta, 1100 °C ve 1150 °C’de sinterlenen malzemelerdeki pişme küçülmesi değerleri, 1050 °C de sinterlenen malzemelere göre oldukça yüksek olduğudur.

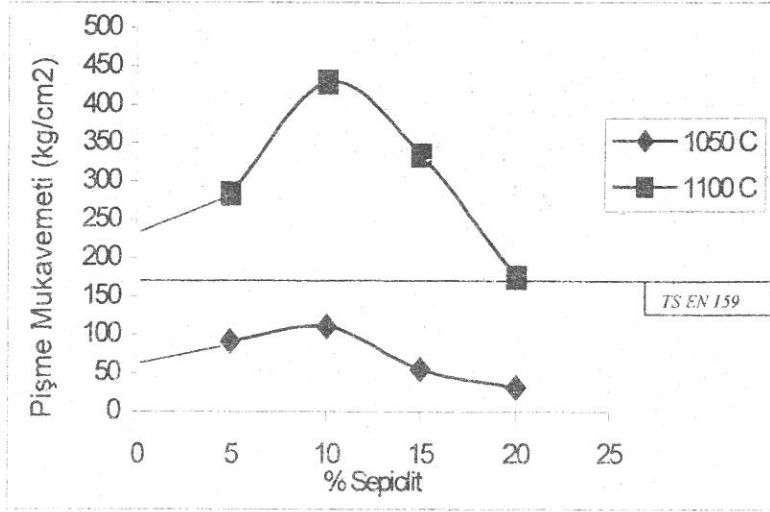


Şekil 5. 1050 °C, 1100 °C ve 1150 °C’de sinterlenen seramik malzemelerin pişme küçülmesi değişimi.

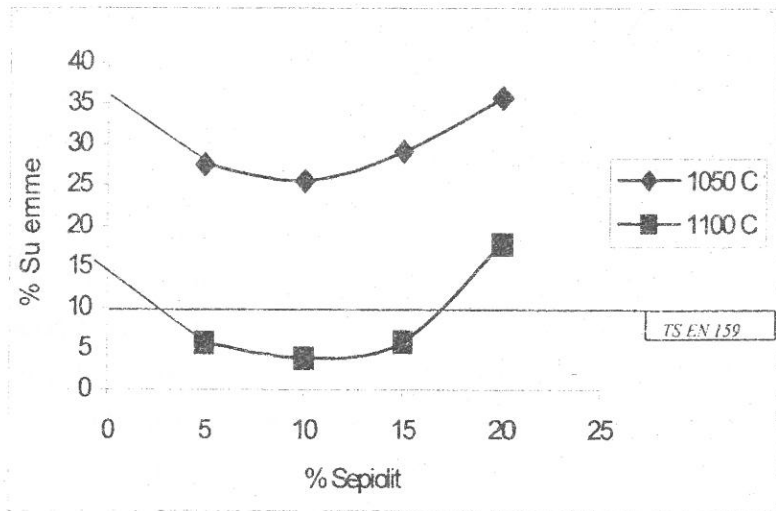
Şekil 6’da, 1050 °C ve 1100 °C sinterlenen sepiolitli ve sepiolitsiz malzemelerin pişme mukavemeti sonuçları gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere %10 sepiolit ilavesinde seramik malzemelerin pişme mukavemetinin 430 kg/cm²’yle en yüksek değerde olduğu saptanmıştır. % 5-10 sepiolit ilavesinde bünyeye giren ergitici rolde Ca, Mg impürüteleri massenin sinterleşmesinde etkili olmuşlardır. Ürünün mukavemetinin artıp, su emmesinin düştüğü gözlemlenmiştir. % 15 sepiolit ilavesinden sonra sinterlenen massede cam faz miktarı artarak , ürün mukavemetinin düşüşüne sebep olmuştur.

Şekil 7’de, artan oranlarda sepioit içeren ve 1050 °C ve 1100 °C’de sinterlenmiş seramik malzemenin su emme değerleri görülmektedir. %10 sepiolit içeren bünyenin nem oranı en azdır. Bunu, %10’luk sepiolitin seramik bünye ile iyi bir uyum sağlamasına bağlayabiliriz. Sepiolitin daha fazla artması ise nem oranını yükseltmektedir. Bu nedenle malzemenin

şekillendirilmesindeki zorluklar nedeniyle tanelerin sıkı paketlenmesi gerçekleşmemiştir. Sinterleşme esnasında tanelerin birbiri ile teması ve ergimede difüzyon zorlaşacağından sinterleşme zorlaşır. Bu nedenle %15 sepiolit ilavesinden sonra % su emme miktarında artış gözlenmektedir.



Şekil 6. 1050 °C ve 1100 °C'de pişme mukavemeti değişimi.



Şekil 7. Sepiolitli bünyenin 1050 °C ve 1100 °C'de su emme değerlerinin değişimi.

IV. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

*Bu çalışmada, sanayide geniş bir kullanım imkanı bulunan sepiolitli karo seramik bünyede kullanım olanakları araştırılmıştır.

*Hazırlanan sepiolitli ve sepiolitsiz seramik malzemelerin test sonuçlarının göre;

*Sepiolit plastik özellikte bir hammadde olmamasına rağmen , %5-%15 sepiolit oranında ham mukavemet değerlerinde artış gözlenmiştir.

*Artan sepiolit ilavesi ile karo bünyelerin pişme küçülmelerinde artış gözlenmiştir. 1100 °C sıcaklıkta artan sepiolit ilavesinde %12-17 pişme küçülmesi göstermesine rağmen gözenekli yapının yüksek sıcaklıkta kararlı olması seramik duvar karosu malzemesi olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

*Seramik bünyelerdeki optimum sepiolit oranının %5-15 arası olduğu tesbit edilmiştir. TS EN 159 duvar karosu ürün standartlarına göre; su emme %10-20, mukavemetin ise 7.5 mm ve daha ince numuneler için ortalama (15 N/mm²) 153 kg/cm² ve 7.5 mm' den daha kalın numuneler için ortalama (12 N/mm²) 122.5 kg/cm² olması istenir. Yapılan çalışmada, elde ettiğimiz sonuçlara göre 1100°C'de ürün kırılma mukavemetleri, %5 sepiolitli reçetelerde 285 kg/cm², %10 sepiolitli reçetelerde 430 kg/cm², %15 sepiolitli reçetelerde 330 kg/cm² olup, su emme değerleri %5-10 sınırları arasında kalmıştır.

*Mukavemetlerin maksimuma ulaştığı %10 sepiolitli seramik malzemelerde su emme miktarı bir miktar azalmakta, daha sonra artan sepiolit miktarı ile birlikte tekrar artmaktadır.

*Fabrikalarda duvar karosunun sinterleme sıcaklığı 1120 °C civarındadır. Sepiolitsiz duvar karosu, Türk Standartlarındaki su emme ve mukavemet değerlerini 1120 °C' de gerçekleştirirken, sepiolitli reçetelerde 1100 °C'de Türk Standartlarının çok daha üzerinde mukavemet değerleri elde edilmiştir. Üretim hattında sinterleme sıcaklığının 20 °C daha düşük olması önemli miktarda enerji tasarrufu sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

[1].T.İrkeç, "Bolu-Kıbrısık sepiolitinin mineralojik ve kimyasal özellikleri ve Sivrihisar sepioliti ile karşılaştırılması", V. Ulusal Kil Sempozyumu, Anadolu Üniversitesi,ss. 3-17, Eskişehir, 1991.

[2]. K. Sariz, "Akçayır-Yürükakçayır (Eskişehir) gölsel baselindeki katmansız sepiolit zuhurlarının oluşumu", Endüstriyel Hammaddeler sempozyumu'95, TMMOB Maden Mühendisleri Odası,ss. 2-10, İzmir, 1995.

[3] K., Sariz, İ. Nuhoglu, "Endüstriyel hammadde yatakları ve madenciligi", Anadolu Üniversitesi, 452 s., Eskişehir, 1992.

- [4]. G., Millot, "Geology of clay", vol.3, pp.429, springer verlag-Newyork, 1970.
- [5]. Industrial minerals and rocks, 240-241p., vol.3, 1994.
- [6]. S.,Sevinçtav, E.. Günay, M. Kara, V. Günay, "Sepiolitin seramik malzeme olarak karakterizasyonu ve sinterleme davranışı", 3. Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, c1, Türk Seramik Derneği Yayınları no:16, cilt-1, ss. 65-75, 1996.
- [7]. T. Barkara, A.Göktaş, " Sepiolit: Seramik malzeme olarak sinterleme davranışı ve fiziksel özellikleri", 2. Uluslararası Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, c1, Türk Seramik Derneği Yayınları no:10, cilt-1, ss. 167-169, 1994.
- [8] M. Çetin ,”Sepiyolitin sondaj çamuru olarak kullanımı” , Osmangazi Üniversitesi, Lisans Tezi, 92 s., Eskişehir, 1994.
- [9]. S. Akyüz, T. Akyüz, ve J.E. Davies, "Bipridin Molekülünün lületaşı tarafından yüzeysel soğurulmasının incelenmesi", V. Ulusal Kil Sempozyumu, Anadolu Üniversitesi,ss. 247-256, Eskişehir, 1991.
- [10].G.Yersel, " Kartal sepiolit yataklarının jeolejisi ve killerin absorplama özelliklerinin araştırılması", 2. Uluslararası Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, c1, Türk Seramik Derneği Yayınları no:10,ss. 120-128, 1994.
- [11]. .Sarız K.,Sepiyolit Madencilliğimiz, Maden GEMAD, s. 4, 1991.
- [12]. Tanışan, H.H., Mete, Z., Seramik Teknolojisi ve Uygulamaları, 232 s., İzmir, 1988.
- [13]. Arcasoy A., Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi, 240 s., İstanbul, 1983.