



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**GRANİT OCAĞI ARTIKLARININ SERAMİK
ÜRETİMİNDE HAMMADDE OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

PINAR DEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2022



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**GRANİT OCAĞI ARTIKLARININ SERAMİK
ÜRETİMİNDE HAMMADDE OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Pınar DEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan EKİNCİOĞLU

KIRŞEHİR / 2022

Bu çalışma 05/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İleri Teknolojiler Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan EKİNCİOĞLU
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Kaman Meslek Yüksekokulu

Doç. Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fak.

Dr. Öğr. Üyesi Serhan HANER
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Dinar Uygulamalı Bilimler
Yüksekokulu

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

PINAR DEMİR



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Yüksek Lisansa başlamamda ve yüksek lisans ders sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim adamının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Gökhan EKİNCİOĞLU' na büyük bir içtenlikle teşekkür ederim.

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında gerçekleştirdiğim çalışmalarında yardımlarından dolayı Doç. Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK'e ve B&S Yatırım A.Ş. Kırşehir / Nefelin İşletmeleri Laboratuvarında gerçekleştirdiğim deneysel çalışmalarında desteklerini esirgemeyen İşletme Müdürü, Maden ve Jeoloji Mühendisi Murat DEMİR' e sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Temmuz, 2022

PINAR DEMİR

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	vii
SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	2
1.2. Önem.....	3
2. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ	5
3. MALZEME VE YÖNTEM	6
3.1. Numune Temini ve Hazırlama İşlemleri.....	9
3.2. Jeokimyasal Analizler.....	13
3.3. Pişirme Testleri.....	13
3.4. Pişirme Renk Analizi.....	17
3.5. Tabletlerin Pişirme Küçülmesi	20
4. BULGULAR	21
4.1. İnce Kesit Analizleri.....	21
4.2. Jeokimyasal Analiz Değerleri.....	25
4.3. Tabletlerin Renk Değerleri.....	27
4.4. Tabletlerin Pişirme Küçülmesi Değerleri.....	30
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	31
KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇMİŞ	35

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. İnceleme Alanı ve Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası	5
Şekil 3.1. Çalışma Planı	8
Şekil 3.2. (a)Granit Ocağı Pasa ve Blok Artık Sahası Görünümü (b) Siyenit Üretim Sahası Görünümü	9
Şekil 3.3. Ocaktan Gelen Malzemeler	10
Şekil 3.4. Kırıcı Ekipmanlar a) Çeneli Kırıcı b) Çekiçli Kırıcı c) Merdaneli Kırıcı	10
Şekil 3.5. a) Etüv b) Nemi Giderilmiş Malzeme	11
Şekil 3.6. a) Çift Katlı Mikronize Elek İç Tasarımı b) Çift Katlı Mikronize Elek	11
Şekil 3.7. a) Kuru (Roll) Manyetik Separatör b) Zenginleştirme İşlemi	12
Şekil 3.8. Jet Değirmen ve Öğütülen Numunenin Görünümü	12
Şekil 3.9. XRF (X – Işını Floresans) Cihazı	13
Şekil 3.10. a) Pres Makinesi b) Preslenmiş Malzeme	14
Şekil 3.11. Pişirme Fırını	14
Şekil 3.12. a) Siyenit Tüvenan b) Foidsiyenit Tüvenan c) Siyenit Zenginleştirme Ürün d) Foidsiyenit Zenginleştirilmiş Ürün	15
Şekil 3.13. Pişme sonrası karışım ürünleri a) FG-10 b) FG-20 c) FG-30 d) FG-40 e) FG-50 f) FG-60 g) FG-70 h) FG-80 i) FG-90	16
Şekil 3.14. Pişirme Sonrası Her Bir Gruptan Elde Edilen Tabletlerin Görünümü	17
Şekil 3.15. CIE L*a*b* Renk Düzlemi	18
Şekil 3.16. Renk Ölçüm Cihazı	19
Şekil 3.17. a) Pişme Öncesi Kumpas Ölçümü b) Pişme Sonrası Kumpas Ölçümü	20

Şekil 4.1.	Siyenit Örneğine Ait İnce Kesit Görüntüleri	21
Şekil 4.2.	Granit Blok Artık (Foidsiyenit) Örneğine Ait İnce Kesit Görüntüleri	22
Şekil 4.3.	Magmatik Kayaçların Modal QAPF Sınıflandırması	23
Şekil 4.4.	Siyenit ve Foidsiyenit TAS (Toplam Alkali-Silis) Sınıflama Diyagram	24
Şekil 4.5.	Renk Analizi (L) Parlaklık Değeri Sonuçları	28
Şekil 4.6.	Renk Analizi (b) Sarılık Değeri Sonuçları	28
Şekil 4.7.	Renk Analizi (a) Kırmızılık Değeri sonuçları	29
Şekil 4.8.	Pişme Küçülmesi Deney Sonuçları	31

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 3.1. Seramik hammaddesi Tablet Kodları ve Karışım Oranları	7
Tablo 3.2. Renk Uzaklıkları Değer Tablosu	19
Tablo 4.1. Kimyasal Analiz Değerleri	25
Tablo 4.2. Seramik Sanayiinde Kullanılacak Feldspatların İstenen Kimyasal Bileşimleri	26
Tablo 4.3. Numunelerin TS 11325 Standardına Göre Sınıf Aralığı	26
Tablo 4.4. Renk Parametre Değerleri	27
Tablo 4.5. Örneklerin FZ Referans Örneğine Göre Renk Uzaklıkları Değerleri	29
Tablo 4.6. Pişme Küçülmesi Deney Sonuçları	30

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
FT	: Tüvenan Siyenit
FZ	: Zenginleştirilmiş Siyenit
GT	: Granit Blok Artık (Foidsiyenit) Tüvenan
GZ	: Granit Blok Artık (Foidsiyenit) Zenginleştirilmiş
FG-10	: %90 Siyenit %10 Foidsiyenit Karışımı
FG-20	: %80 Siyenit %20 Foidsiyenit Karışımı
FG-30	: %70 Siyenit %30 Foidsiyenit Karışımı
FG-40	: %60 Siyenit %40 Foidsiyenit Karışımı
FG-50	: %50 Siyenit %50 Foidsiyenit Karışımı
FG-60	: %40 Siyenit %60 Foidsiyenit Karışımı
FG-70	: %30 Siyenit %70 Foidsiyenit Karışımı
FG-80	: %20 Siyenit %80 Foidsiyenit Karışımı
FG-90	: %10 Siyenit %90 Foidsiyenit Karışımı
L	: Parlaklık
+a	: Kırmızılık
-a	: Beyazlık
+b	: Sarılık
-b	: Mavilik
ΔE	: Toplam Renk Değişimi

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GRANİT OCAĞI ARTIKLARININ SERAMİK ÜRETİMİNDE HAMMADDE OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

PINAR DEMİR

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gökhan EKİNCİOĞLU

Son yıllarda doğaltaşa artan talebe bağlı olarak doğal taş artıklarının miktarı gittikçe artmaktadır. Bu artıkların üretildikleri yerlerde toplanması, geçici olarak depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesi çevresel açıdan önemlidir. Geri kazanımı ve değerlendirilme imkanı olan artıkların çeşitli fiziksel veya kimyasal proseslerden geçirilerek yeniden ham maddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine kazandırılması, maliyetlerin ve çevresel etkilerin azaltılması noktasında önem arz etmektedir. Doğal kaynakların kazanımı doğanın dengesi için hayli önemlidir.

Kırşehir ili İsaahocacı bölgesinde Ece Mermer tarafından ticari ismi Kırçiçeği olan granit blok üretimi gerçekleştirilmekte olup granit blok üretimi sürecinde bölgenin jeolojisine bağlı olarak doğal taş plaka üretiminde kullanılmayacak artık ortaya çıkmış olup endüstriyel simbiyoz ihtiyacını arttırmıştır. Artıklar üzerinde gerçekleştirilen jeokimyasal analiz sonrasında yüksek $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (6.03-9.67) içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Seramik sanayinde yüksek $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ oranı, pişirme sıcaklığını düşürmesi, vizkozitesinin düşük olması, camsı fazın

hızlı gelişimine sebep olması ve kuvarsa karşı yüksek reaktivite göstermesi nedeniyle kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında gerek ülke öz kaynakların verimli bir şekilde değerlendirilmesi gerekse çevreye verilen tahribatın azaltılması bakımından yüksek oranda $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ içeren granit blok artıkları ile günümüzde seramik hammaddesi olarak kullanılan yüksek oranda $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ içeren Buzluk Dağı siyenitleri farklı oranlarda (%10-20-30-40-50-60-70-80-90) ağırlıkça yer değiştirilmiştir. Daha sonrasında seramik hammadde testleri (pişme, pişme küçülmesi ve, renk analizi) gerçekleştirilerek, granit ocağı artıklarının Buzluk dağı siyenitleri ile birlikte seramik hammaddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmış olup doğaltaş ve seramik sektörleri arasında bir endüstriyel simbiyoz örneği oluşturulması amaçlanmıştır.

Seramik sanayisinde kullanılan hammaddenin Fe_2O_3 oranı seramiğin pişme rengini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle öncelikle arazi çalışmaları kapsamında temin edilen granit ocağı artıkları ve Buzluk Dağı siyenit numuneleri boyut küçültme işlemlerine tabi tutulmuş olup serbestleşen Fe_2O_3 ' ün uzaklaştırılması amacıyla kuru manyetik seperatörde manyetik ayırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Zenginleştirme işlemi sonrasında ise her iki bölge numunelerinin $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ değerlerinde artış gözlenmiş olup Fe_2O_3 oranının ise azaldığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda sodyum ve potasyumca zengin İsaahocalı bölgesi granit ocağı artıklarının (foidsiyenit) ağırlıkça %10'dan % 30 oranına kadar Buzluk Dağı siyenitleri ile birlikte karıştırılarak seramik sektöründe endüstriyel hammadde olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Temmuz 2022, 50 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Doğaltaş artık, Na_2O , K_2O , endüstriyel hammadde, seramik, granit, endüstriyel simbiyoz.

ABSTRACT

M. Sc. THESIS

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF GRANITE QUARRY REMAINS AS RAW MATERIAL IN CERAMIC PRODUCTION

PINAR DEMİR

**Kırşehir Ahi Evran University
Graduate School of Sciences and Engineering
Advanced Technology Department**

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Gökhan EKİNCİOĞLU

In recent years, the amount of natural stone residues has been increasing due to the increasing demand for natural stone. The collection, temporary storage, transportation and disposal of these residues in the places where they are produced is environmentally important. It is important to reduce the costs and environmental impacts of the wastes that can be recycled and evaluated, by passing them through various physical or chemical processes and converting them into raw materials and reintroducing them to the production process. The acquisition of natural resources is very important for the balance of nature.

In the Isahocalı region of Kırşehir province, granite block production is carried out by Ece Mermer, whose commercial name is Kırçiçek. After the geochemical analysis carried out on the residues, it was found to have high $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (6.03-9.67) content. It has been widely used in the ceramic industry due to its high $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ratio, lowering the firing temperature, low viscosity, rapid development of the glassy phase and high reactivity against quartz.

Within the scope of this thesis, granite block residues containing high levels of $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ and Buzluk Mountain syenites containing high levels of $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, which are used as ceramic raw materials today, are used in different proportions (10-20%- 30-40-50-60-70-80-90) was replaced by weight. Afterwards, ceramic raw material tests (firing, shrinkage in size and volume, color analysis) were carried out and the usability of granite quarry residues

together with Buzluk Mountain syenite as ceramic raw material was investigated and it was aimed to create an industrial symbiosis example between natural stone and ceramic sectors.

The Fe_2O_3 ratio of the raw material used in the ceramic industry adversely affects the firing color of the ceramic. For this reason, first of all, granite quarry residues and Buzluk Mountain syenite samples obtained within the scope of field studies were subjected to size reduction processes and magnetic separation processes were carried out in a dry magnetic separator in order to remove the liberated Fe_2O_3 . After the enrichment process, an increase was observed in the $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ values of the samples from both regions and it was determined that the Fe_2O_3 ratio decreased. At the end of the study, it is thought that the granite quarry residues (foidsyenite) of the Isahocalı region rich in sodium and potassium can be mixed with Buzluk Mountain syenites at a weight of 10% to 30% and used as industrial raw materials in the ceramic industry.

June 2022, 50 Pages

Keywords: Natural stone waste, Na_2O , K_2O , industrial raw material, ceramic, granite, industrial symbiosis.

1. GİRİŞ

Doğal kaynaklarını etkin bir biçimde kullanan gelişmiş ülkeler, var olan ekonomik güçlerini büyük anlamda buna borçludur. Sektör, gerek ekonomiye doğrudan yaptığı katkılar, gerekse ekonominin diğer alanlarına, özellikle imalat sektörüne sağladığı girdiler nedeniyle özel bir öneme sahiptir. Sektörler arasında en yüksek katma değer ve istihdam yaratma kapasitesine sahip olan madencilik sektörü, daha çok kırsal alanlara yakın yerlerde gerçekleştirildiği için kente olan göçü önlemekte ve bölgesel kalkınmayı da hızlandırmaktadır. Bu nedenle gerek ekonomik gerekse sosyal kalkınma politikalarının oluşturulmasında, sektöre özel bir önem verilmesi gerektiği açıktır. Doğru plan ve politikaların takip edilmesi sonucunda sektörün üretim, istihdam vb. ekonomik göstergelere önemli katkılar sağlayacağını ve ülke imalat sanayi için itici bir güç olacağını göz ardı edilmemesi gerekmektedir [1].

Madencilik sektörünün ekonomik ve sosyal açıdan birçok olumlu etkileri olsa da diğer bütün sektörlerde olduğu gibi çevresel olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bu etkileri su kirliliği, toprak kirliliği, gürültü kirliliği, ekosistemlere zarar ve çevresel estetiğin bozulması olarak özetlenebilir.

Doğal ekosistemlerdeki verimliliğin endüstriyel sistemlere de uygulanması amacıyla geliştirilmiş ve işletmeler arası kaynak verimliliği çalışmaları için önemli bir araç olan Endüstriyel Simbiyoz, endüstriyel işletmelerin karşılıklı fayda sağlayacakları ortaklıklar kurması olarak tanımlanabilir. Endüstriyel Simbiyoz uygulamaları, işletmelere artık ve yan ürünlerin geri kazanılması, kaynak kullanımında tasarruf ve çevresel emisyonların azalması ile hammadde ve enerjinin verimli kullanılması gibi faydalar sağlar. Bu bağlamda işletmeler, Endüstriyel Simbiyoz yaklaşımıyla gerçekleştirilecek etkili bir enerji, kaynak ve artık yöntemiyle, kaynak kullanımlarını azaltarak verimliliklerini artırırken, aynı üretim için daha az çevresel etki yaratırlar [2].

1.1. Amaç

Ülkemizde seramik sektörü de bir hayli önemli sanayi kollarından biridir. Seramik hammaddelerinin kalitesini etkileyen en önemli parametreler bileşiminde bulunan safsızlıklar ve pişirme şartlarıdır. Seramik ürünlerinin kullanım amacına göre çeşitli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Seramiklerin imal edilen ürün olarak kullanıma hazır olmadan önce kullanılan hammadde hususlarının belirli bir standarda sahip olması ile sağlanır.

Seramik hammaddeleri olarak alüminyum silikat açısından zengin minerallerin kullanımı oldukça yaygındır. Bununla birlikte pişme özelliğini ortaya koyan Na ve K içerik oranlarının artmasıyla kalite oranları artar. Buna karşılık Fe, Mg, S ve LOI değerlerinin artmasıyla seramiklerin kaliteleri düşmektedir. Doğal hammadde kaynaklarında fizikokimyasal koşullar altında sözü edilen elementler farklılık sergilemektedir. Na ve K içerikli alüminyum silikat mineralleri (ortoklaz, mikroklin, sanidin, nefelin ve lösit) belirli jeolojik koşullar altında oluşabilmektedir. Granitler Na ve K açısından zengin, alüminyum silikat içerikli elementler açısından zengin, Fe ve Mg açısından ise fakir minerallerden oluşmaktadır. Bunlar genel olarak başlıca kuvars, K-feldispat, muskovit ve nadiren de biyotitten oluşur. Tüm bu minerallerin Al, Si, Na ve K açısından zengin olması seramik hammaddeleri için son derece önemli bir kaynak oluşturmaktadır [3].

Seramik sanayinde yüksek Na_2O+K_2O oranı, pişirme sıcaklığını düşürmesi, vizkozitesinin düşük olması, camsı fazın hızlı gelişimine sebep olması ve kuvarsa karşı yüksek reaktivite göstermesi nedeniyle kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Son senelerde doğal taş artıklarının miktarı gittikçe artmaktadır. Bu artıkların üretildikleri yerlerden toplanması, geçici olarak depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesi hayli önemlidir. Geri kazanımı ve değerlendirilme imkanı olan artıkların çeşitli fiziksel veya kimyasal proseslerden geçirilerek yeniden ham maddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine kazandırılması gerekmektedir. Doğal kaynakların kazanımı doğanın dengesi için hayli önemlidir.

Kırşehir ili İsaahocalı bölgesinde üretilen granit ocağı artık jeokimyasının yüksek Na_2O+K_2O içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Granit blok üretimi sürecinde bölgenin jeolojisine bağlı olarak doğal taş plaka üretiminde kullanılmayacak artık ortaya çıkmış olup endüstriyel simbiyoz ihtiyacını arttırmıştır.

Bu çalışma kapsamında gerek ülke öz kaynaklarının verimli bir şekilde değerlendirilmesi gerekse çevreye verilen tahribatın azaltılması bakımından yüksek oranda Na_2O , K_2O içeren granit ocak pasa ve blok artıklarının seramik üretiminde hammadde olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

1.2. Önem

Doğayı ve üzerinde yaşayıp kazanç sağladığımız arazileri koruyabilmek, mevcut potansiyelinden en üst düzeyde yararlanabilmek, geliştirerek ileriki kuşakların yararlanmasına sunabilmek ancak birbiri ile çelişmeyen kullanım seçeneklerini irdeleyip araştırarak, bir plâna dayalı olarak uygulamak ile mümkün olabilir [4].

Madenler, ülkelerin doğal kaynaklarından biridir. Ülkelerin, tüketim miktarlarının artmasıyla birlikte madenlerin işletilmesi de kaçınılmaz olmuştur. Bununla beraber, madenler işletilirken, kısmen de olsa arazi bozulmalarına ve doğal çevrenin tahrip olmasına neden olmaktadır. Faaliyetlerin yapıldığı alanlarda ve özellikle açık işletme yöntemi ile çalışılan sahalarda, çalışmalar bittikten sonra topografya, jeolojik yapı, röliyef, su rejimi, iklim ve peyzaj tamamen değişmekte ve bitki örtüsünün de tahrip olmasına neden olmaktadır.

Doğal kaynakların üretimi sonrasında artan çevresel sorunlar, yerel boyuttan küresel boyuta taşınmaya başlamış, küresel ısınma, ozon tabakasında incelme, asit yağmurları, kuraklık vb. problemler gündeme gelmiştir.

Günümüzde sanayi dünyası, tekil endüstri mantığından uzaklaşarak birbiriyle daha çok iletişim halinde olan çoğul endüstri yaklaşımına doğru hızla ilerlemektedir. Bu durum, işletmeler arasındaki etkileşimin sadece hammadde veya ürün kullanımından ibaret olmadığını, aynı zamanda yan ürün ve diğer birçok atık çeşidinin de birer hammadde olabileceğini göstermektedir [5].

Endüstriyel ekolojinin çözümlenmesi sırasında ortaya çıkan bir uygulama biçimi de “endüstriyel simbiyoz” (endüstriyel ortak yaşam) olmuştur. Aslında “simbiyoz” biyolojik anlamıyla, iki canlının tek bir organizma gibi birbirleriyle yardımlaşarak bir arada yaşamalarıdır [5].

Endüstriyel simbiyoz ise doğadakine benzer şekilde birbirine yakın iki bağımsız endüstriyel işletme arasındaki madde ve enerji değişimi olarak tanımlanmaktadır. Endüstriyel

simbiyozun en önemli yanı coğrafi yakınlığın sunduğu işbirliği ve sinerji olanaklarıdır. Sanayide, endüstriyel ekolojinin en yaygın uygulama şekli olarak ortaya çıkan endüstriyel simbiyoz, bütünsel bir yaklaşım sunması ve birçok çevresel yöntemi bir arada tutması nedeniyle tercih edilmektedir [5]

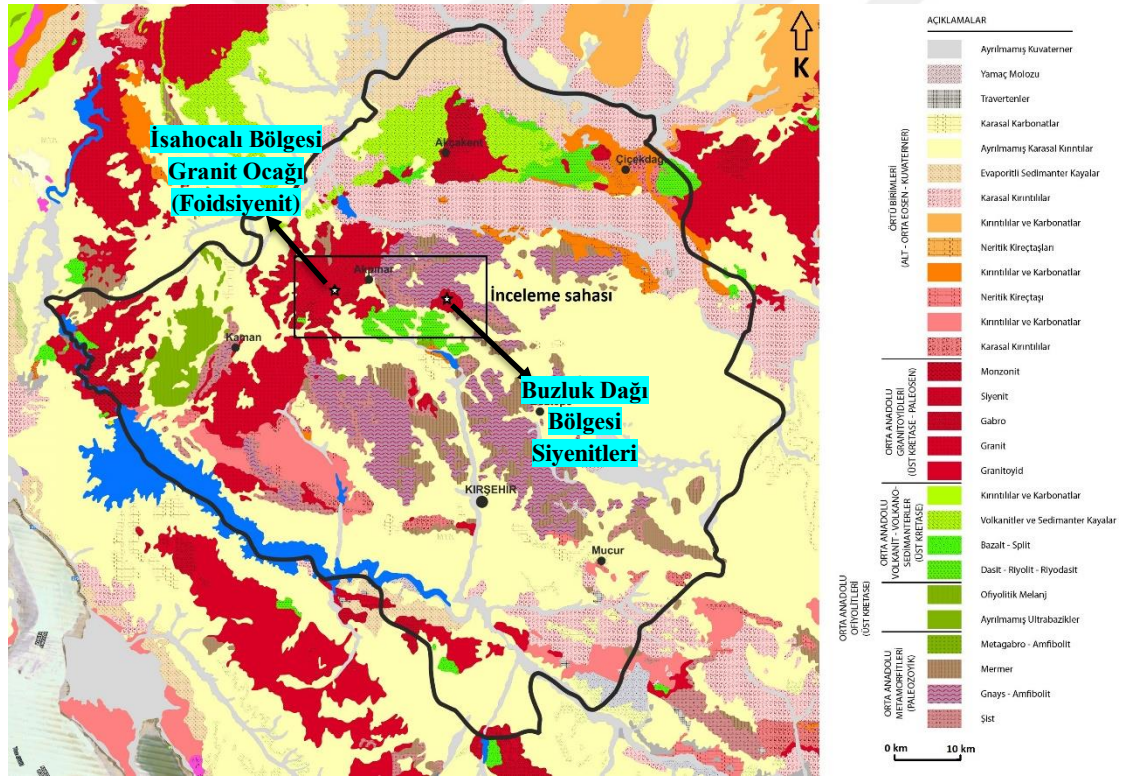
Bu çalışma kapsamında Na_2O ve K_2O 'ca zengin granit ocağı pasa ve blok artıklarının katma değeri yüksek olan seramik sektöründe kullanılabilirliği araştırılmış olup doğaltaş ve seramik sektörleri arasında bir endüstriyel simbiyoz örneği oluşturulması gerek çevre gerekse ekonomik açıdan büyük önem arz etmektedir.



2. ÇALIŞMA ALANI JEOLJİSİ

İnceleme sahasındaki en yaşlı birimi mermer, gnays ve şistten oluşan Paleozoik yaşlı Orta Anadolu Metamorfileri oluşturmaktadır. Bu birim üzerine Üst Kretase yaşlı Orta Anadolu Volkanit- Volkanosedimanterleri gelmektedir. Üst Kretase - Paleosen yaşlı Orta Anadolu Granitoidleri bu birimleri sıcak dokanakla keserek yerleşmiştir. Tüm bu birimler Alt Orta Eosen-Kuvaterner yaşlı sedimanter birimler tarafından örtülmektedir (Şekil 2.1).

Çalışma kapsamında temin edilen numuneler Orta Anadolu Granitoidleri içinde yer almakta olup inceleme alanı batısında İshocacı bölgesinde Ece Mermer'e ait granit sahası (foidsiyenit) ile doğusunda Buzluk Dağı bölgesi B&S Yatırım A.Ş.' ye ait feldspat sahası (siyenit) bulunmaktadır.



Şekil 2.1: İnceleme Alanı ve Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası. [7-8]

3. MALZEME VE YÖNTEM

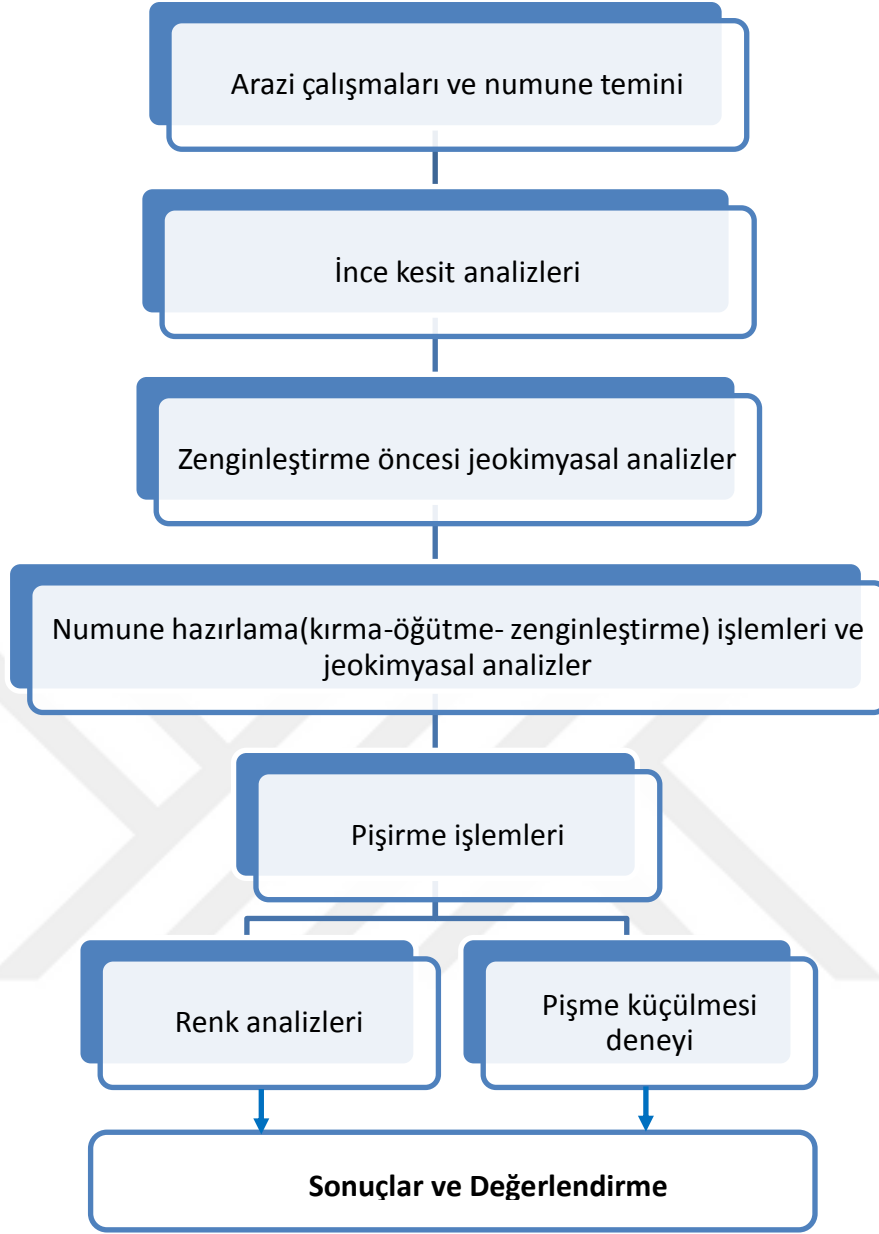
Çalışma kapsamında öncelikle Kırşehir İsaıocalı bölgesinde ticari olarak işletilen granit ocağının artıklarının ve B&S Yatırım A.Ş. Buzluk dağı feldspatlarından (siyenit) numune temini gerçekleştirilmiştir. Araziden temin edilen numunelerin mineralojik-petrografik özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarı'nda ince kesitler hazırlanmış ve analizleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonrasında B&S Yatırım A.Ş. Laboratuvarında her iki bölgenin Na_2O , K_2O ve Fe_2O_3 içeriklerinin yanı sıra diğer ana oksit değerlerinin belirlenmesi amacıyla öncelikle tüvenan örneklerin jeokimyasal değerleri belirlenmiştir. Hammadde içerisinde Fe_2O_3 oranı pişirme sonrasında seramiklerin renginin bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle Fe_2O_3 ' ün ortamdan uzaklaştırılması amacıyla manyetik zenginleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan zenginleştirme işlemi sonrasında elde edilen ürünler üzerinde tekrar jeokimyasal analiz gerçekleştirilmiş olup zenginleştirme işlemleri sonrasında hem Buzluk dağı bölgesi feldspatları (siyenit) hem de granit ocak artıkları (foidsiyenit) ile farklı karışım oranlarında, aynı şartlar altında seramik hammaddesi pişirme işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Pişirme testlerinde elde edilen tabletlerde Buzluk dağı bölgesi feldspatları (siyenit) günümüzde seramik sektöründe hammadde olarak kullanılması nedeni ile referans olarak kabul edilmiştir. Çalışma kapsamında Buzluk Dağı feldspatları (siyenit) ile İsaıocalı bölgesi Granit Blok Artıkları (foidsiyenit) ağırlıkça %10'dan %90 oranına kadar yer değiştirilmiş olup Tablo 3.1' de gösterildiği gibi seramik hammaddesi üretimi öncesinde karışımlar hazırlanmıştır.

Tablo 3.1: Seramik Hammaddesi Tablet Kodları ve Karışım Oranları.

Seramik Hammaddesi Tablet Kodları	Seramik Hammaddesi Tablet Kod Açıklamaları	Karışım Oranları %
FT	Buzluk Dağı Tüvenan Siyenit	100
FZ	Buzluk Dağı Zenginleştirilmiş Siyenit	100(Referans)
GT	Granit Blok Artık Tüvenan (foidsiyenit)	100
GZ	Granit Blok Artık Zenginleştirilmiş (feldspat+feldspatoid)	100
FG-10	%90 Siyenit	10
FG-20	%10 Foidsiyenit	
FG-30	%80 Siyenit	20
FG-40	%20 Foidsiyenit	
FG-50	%70 Siyenit	30
FG-60	%30 Foidsiyenit	
FG-70	%60 Siyenit	40
FG-80	%40 Foidsiyenit	
FG-90	%50 Siyenit	50
	%50 Foidsiyenit	
	%40 Siyenit	60
	%60 Foidsiyenit	
	%30 Siyenit	70
	%70 Foidsiyenit	
	%20 Siyenit	80
	%80 Foidsiyenit	
	%10 Siyenit	90
	%90 Foidsiyenit	

Pişirme işlemleri sonrasında elde edilen tabletler üzerinde renk analizlerinin yanı sıra pişme küçülmesi deneyi de yapılmış olup referans numuneye (FZ) göre kıyaslamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında izlenen plan Şekil 3.1' de verilmiştir.



şekil 3.1: Çalışma Planı.

3.1. Numune Temini ve Hazırlama İşlemleri

Çalışma kapsamında öncelikle Buzluk dağından alınan Siyenit numuneleri ve İsaıocacı bölgesi granit ocağıın pasa sahasından numuneler temin edilerek B&S Yatırım A.Ş. Kırşehir işletmesi AR-GE laboratuvarına getirilmiştir. Şekil 3.2’ de temin edilen numunelerin arazi, Şekil 3.3’de ise yakın görünümü verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.2: (a)Granit Ocağı Pasa ve Blok Artık Sahası Görünümü (b) Siyenit Üretim Sahası Görünümü.



Buzluk Dağı Siyanit Ocaktan
Gelen Malzeme



Granit Blok Artık Ocaktan
Gelen Malzeme

Şekil 3.3: Ocaktan Gelen Malzemeler.

Ocaktan gelen malzeme sırasıyla çeneli kırıcı, çekiçli kırıcı ve merdaneli kırıcı ile kırılarak öncelikle -30 mm, -10 mm ve -1 mm boyutuna indirilmiş ve bir sonraki aşamaya hazırlanmıştır (Şekil 3.4).



(a)

(b)

(c)

Şekil 3.4: Kırıcı Ekipmanlar a) Çeneli Kırıcı b) Çekiçli Kırıcı c) Merdaneli Kırıcı.

Ocaktan getirilen malzeme nem içermesi sebebiyle etüvde kurutma işlemeine tabii tutulmuştur (Şekil 3.5).

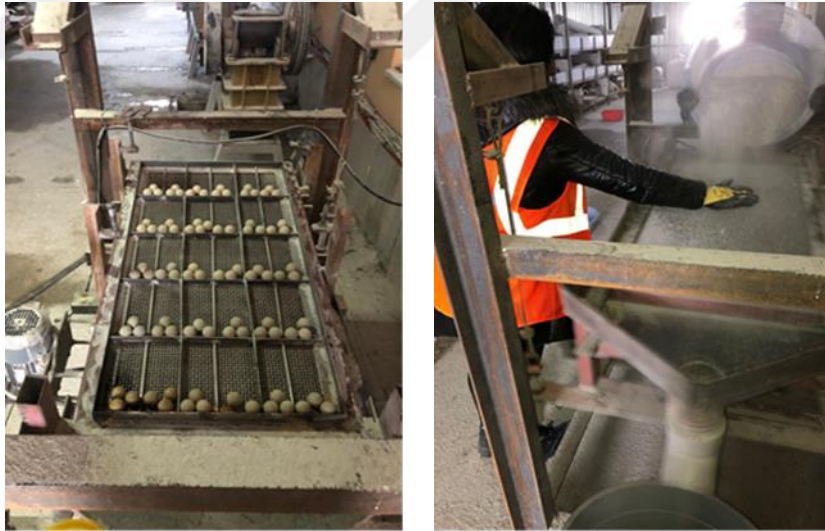


a

b

Şekil 3.5: a) Etüv b) Nemi Giderilmiş Malzeme.

Etüvde nem oranı düşürülen -1 mm boyutundaki malzeme Şekil 3.6 ‘ da yer alan çift katlı mikronize elekte elenerek -0,5 mm + 0,13 mm boyut aralığındaki malzeme elde edilmiştir.



a

b

Şekil 3.6: a) Çift Katlı Mikronize Elek İç Tasarımı b) Çift Katlı Mikronize Elek.

Fe_2O_3 seramik endüstrisinde rengi olumsuz yönde etkilemesi sebebi ile istenmemektedir. Bu nedenle -0,5 mm + 0,13 mm boyutları arasındaki malzeme 6000 gauss' luk kuru (Roll) manyetik seperatör ile zenginleştirme işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.7).



a



b

Şekil 3.7: a) Kuru (Roll) Manyetik Seperatör b) Zenginleştirme İşlemi.

Pişme işlemi ve XRF (X- Işını Floresans) cihazı ile jeokimyasal analizlerin yapılabilmesi amacıyla zenginleştirme işlemleri sonrasında -0,5 mm + 0,13 mm malzeme alimüna bilya içeren jet değirmenlerde öğütülerek -0,45 mm boyutuna indirilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Jet Değirmen ve Öğütülen Numune Görseli.

3.2. Jeokimyasal Analizler

Seramiklerin üretiminde kullanılacak hammaddelerin sahip oldukları özelliklerin bilinmesi çok önemlidir. Çünkü hammaddelerin özellikleri hem yapılacak üretim sürecinde hem de nihai ürün özelliklerinde etkili olmaktadır. Bu sebeple bu hammaddelerin üretim sürecinden önce mutlaka çeşitli test ve karakterizasyon yöntemleri ile analiz edilmeleri gereklidir. X-ışınları floresans analizi (XRF), seramik hammaddelerin kimyasal bileşimini belirlemede kullanılan önemli enstrümental yöntemlerden biridir [9].

Çalışma kapsamında laboratuvara getirilen örneklerin özellikle $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ve Fe_2O_3 değerlerinin seramik sanayi için yeterliliklerinin belirlenmesi amacıyla OXFORD INSTRUMENTS- X- Supreme marka XRF (X- Işını Floresans) cihazı ile jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9).



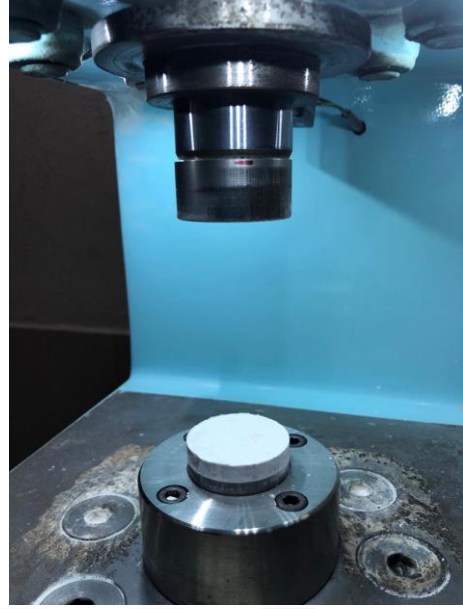
Şekil 3.9: XRF (X – Işını Floresans) Cihazı.

3.3. Pişirme testleri

-0,45 mm boyutuna indirilen malzemedan 20 şer gram numuneler hazırlanarak hafif nemlendirilmiştir. Hazırlanan numuneler 45,77 mm en ve 8 mm kalınlığa sahip olan silindir şeklindeki tablaya dökülerek presleme işlemi 190 bar basınçla gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10). Preslenmiş tablalar yapışmayı engellemesi için sinter alümina ile kaplanmış ısıya dayanıklı tuğlanın üzerine yerleştirilmiş ve pişirme işlemi için hazırlanmıştır.



a)



b)

Şekil 3.10: a) Pres Makinesi b) Preslenmiş malzeme.

Presleme işlemi tamamlanan numuneler öncelikle pişirme fırınının (Şekil 3.11) içerisine yerleştirilmiştir. Daha sonra 1200 °C fırın sıcaklığında 1 saat 20 dakikalık sürede pişme işlemi gerçekleştirilmiştir. Pişirme fırınının soğuması için yaklaşık 2 saat beklendikten sonra numuneler alınmıştır. Şekil 3.12’de tüvenan ve zenginleştirilmiş ürünlerin pişme görselleri, Şekil 3.13’te ise her bir karışımın pişme fırınından çıktıktan sonraki görünüşleri verilmiştir. Pişirme sonrasında her gruptan elde edilen tabletlerin genel görünüşleri Şekil 3.14’te gösterilmiştir.



Şekil 3.11: Pişirme Fırını.



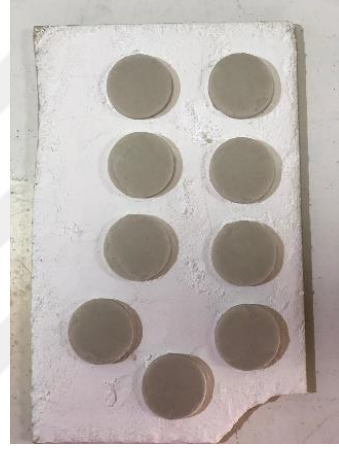
a)



b)



c)



d)

Şekil 3.12: a) Siyenit Tüvenan b) Foidsiyenit Tüvenan c) Siyenit Zenginleştirme Ürün d) Foidsiyenit Zenginleştirilmiş Ürün.



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)

Şekil 3.13. Pişme Sonrası Karışım Ürünleri a) FG-10 b) FG-20 c) FG-30 d) FG-40 e) FG-50 f)FG-60 g) FG-70 h) FG-80 i)FG-90



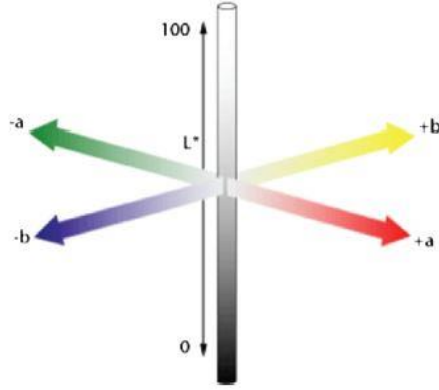
Şekil 3.14: Pişirme Sonrası Her Bir Gruptan Elde Edilen Tabletlerin Görünümü.

3.4. Pişme Renk Analizi

Üretilecek olan ürünün rengine bağlı olarak kullanılan hammaddelerin pişirim işleminden sonraki renkleri önem taşımaktadır. Hammaddeye ilk uygulanan testlerden birisi olan bu test sonucunda pişme rengi uygun olan hammaddeler üretimde tercih edilir. Pişme rengi uygun olmayan, üretimi etkileyecek farklılıklarda renklere sahip olan hammaddeler kullanılmamalıdır. Demir oksit gibi safsızlıkların pişirim sonrası renk değişimine neden olduğu bilinmektedir [10].

Günümüzde hemen hemen tüm modern renk ölçümü, renk spesifikasyonu, CIE (Uluslar Arası Aydınlatma Komisyonu'nun) sistemine dayanmaktadır. Bu sistem, 1931'de oluşturulmuş olup, buna rağmen temel yapı ve prensiplerde değişiklik yapılmaksızın bu tarihten itibaren yeni eklemeler ve düzeltmeler yapılmıştır. CIE sistemi, renk algılama teorilerinden ziyade deneysel gözlemlere dayanmaktadır. Renk ölçümünde, ışık kaynağı, gözlemci ve yüzey daima göz önünde tutulmalıdır [11]. X, Y ve Z tristimulus değerleri, rengi sayısal olarak ifade edebilmekle birlikte renk hakkında bilgi vermemektedir. Rengin kolaylıkla anlaşılabilir bir tanımını yapmak üzere 1976 yılında CIE, X, Y ve Z tristimulus değerlerinden hesaplanan L^* , a^* ve b^* şeklindeki üç koordinatı bulunan ve CIELab sistemi olarak adlandırılan bir sistemi tanımlamıştır. Bu parametrelerdeki “*” işareti, daha önce geliştirilmiş farklı renk sistemlerindeki benzer formüllerden CIE formüllerini ayırt edebilmek için kullanılmaktadır [12]. CIEL*a*b* renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L^* siyah-beyaz (siyah için $L^*=0$, beyaz için $L^*=100$) ekseninde, a^* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b^* ise sarı-mavi (pozitif

değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır [13, 14]. CIE L*a*b* renk alanı Şekil 3.15’de gösterilmiştir. Bunlarla birlikte ışıklılık veya reflektans olarak da adlandırılabilen parlaklık değeri de (Ry) beyazlık ölçüm sonuçlarından elde edilebilmektedir.



Şekil 3.15. CIE L*a*b* Renk Düzlemi [15]

Seramik hammaddesinde önemli kalite parametrelerinin başında beyazlık derecesi gelmektedir. Meydana gelen renk değişikliğinin daha somut ve bilimsel hale getirilebilmesi için renk bilimcileri tarafından kullanılan ‘‘Toplam Renk Değişimi, ΔE ’’ değerinin seramik hammaddesi üretiminde de kullanılması ürünün özelliklerinin ortaya konmasında yararlı bir parametre olacaktır. Renk ölçüm cihazı Şekil 3.16’ de gösterilmiştir.

Renk değişikliğinin daha somut ve bilimsel hale getirilebilmesi için renk bilimcileri tarafından kullanılan ‘‘Toplam Renk Değişimi, ΔE ’’ değerinin seramik sektöründe de kullanılması ürün özelliklerinin ortaya konmasında yararlı bir parametre olmaktadır. Bu değerinin hesaplanmasına ait formül Eşitlik 3.1’de verilmiştir [16,17,18].

$$\text{Eşitlik (3.1)} \quad \Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Formülün açılımı;

- FZ (referans) renk değeri= L^1, a^1, b^1
- GZ, FG-10, FG-20, FG-30, FG-40, FG-50, FG-60, FG-70, FG-80, FG-90 renk değerleri= L^2, a^2, b^2
- Renk farkı $(\Delta E)^2 = (L^1 - L^2)^2 + (a^1 - a^2)^2 + (b^1 - b^2)^2$ dır

Renk uzaklıkları (ΔE) değerleri Tablo 3.2’de verilmiştir [19].

Tablo 3.2: Renk Uzaklıkları Değer Tablosu [19].

ΔE	Renk Farkı
0	Yok
1	Çok düşük
2	Küçük
3	Orta
4	Büyük
5	Çok büyük

Eşitlik 1’de değerleri en iyi bölge olan FZ bölgesi referans olarak L^1 kabul edilmiş olup diğer bölgelerin renk parametreleri eşitlik 3.1’de L^2 değeri olarak alınmıştır. Hesaplanan ΔE değerleri Tablo 4.5’de verilmiştir.



şekil 3.16: Renk Ölçüm Cihazı.

3.5. Tabletlerin Pişme Küçülmesi

Seramik hammaddelerinde pişme sürecinde pişirildikleri dereceye bağlı olarak ayrı oranlarda küçülme gösterirler, buna pişme küçülmesi denir [20]. Seramik hammaddesi olarak kullanılan malzemelerden hazırlanan tabletlerde pişirme işlemleri sonrasında belirli oranlarda pişme küçülmesi gözlenmektedir. Numunelerin pişme küçülmesi oranlarını belirlemek için pişme öncesi ve pişme sonrası ölçümleri kumpas yardımıyla yapılmıştır (Şekil 3.17). Deneylere ait sonuçlar Tablo 4.6 ve Şekil 4.8' de verilmiştir.

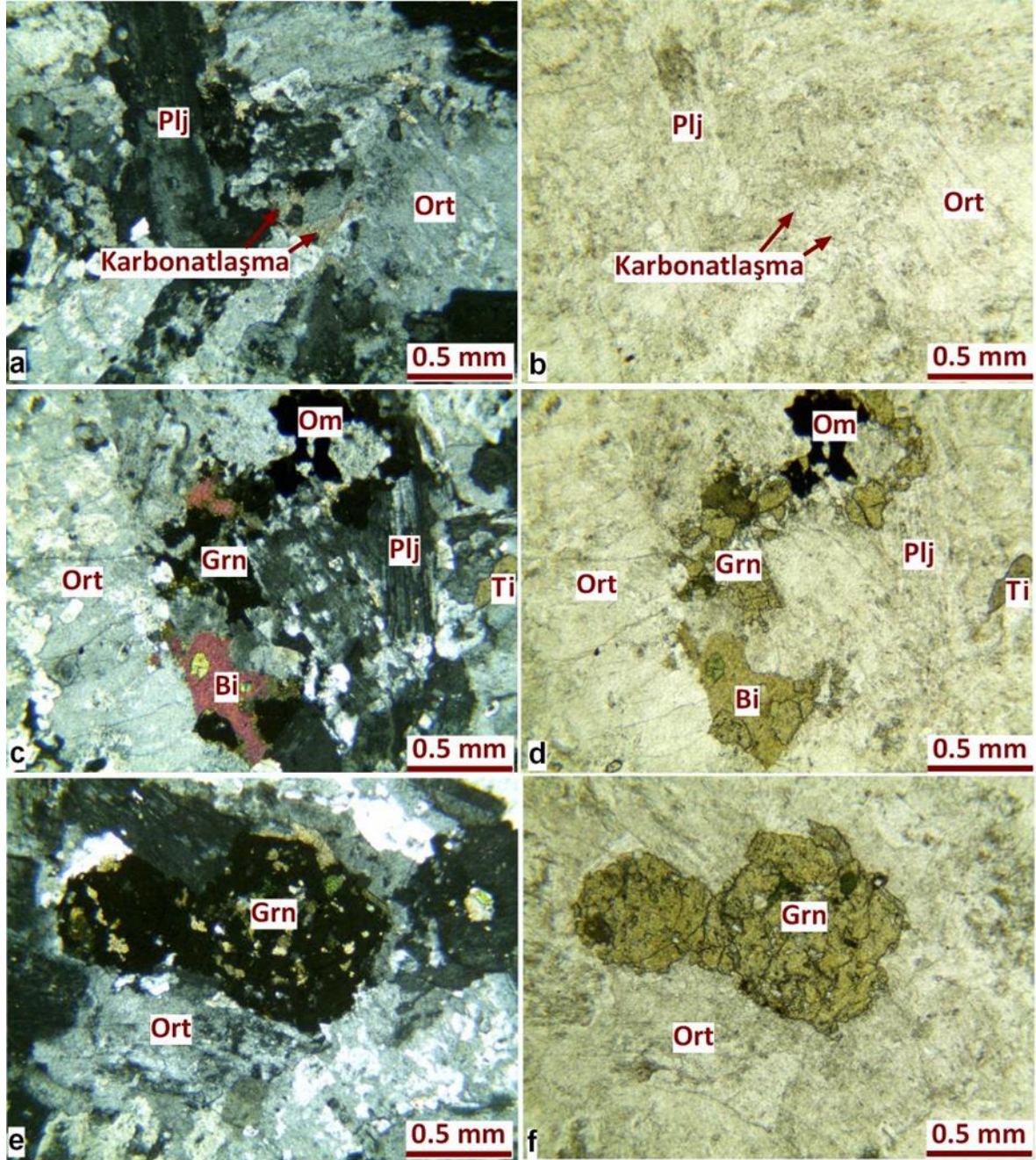


Şekil 3.17: a) Pişme Öncesi Kumpas Ölçümü b) Pişme Sonrası Kumpas Ölçümü.

4. BULGULAR

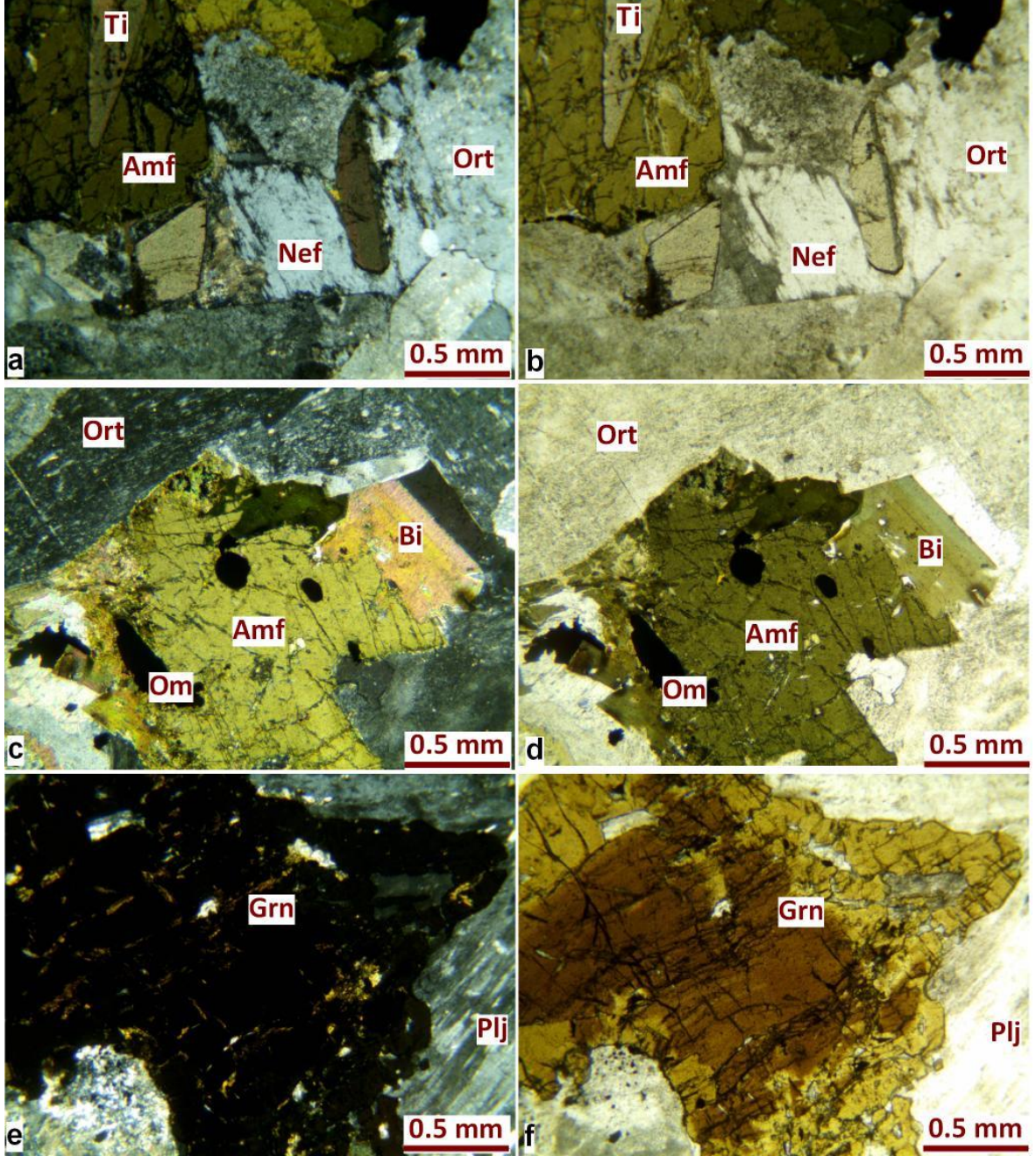
4.1. İnce Kesit Analizleri

Buzluk dağı bölgesinden temin edilen kayaç (Siyenit) holokristalin hipidiyamorftan dokuya sahiptir. Ortoklas, plajyoklas, biyotit, granat, titanit ve opak minerallerden oluşur. Yaygın killeşme ve yer yer karbonatlaşma türü bozuşmalar gözlenmiştir (Şekil 4.1). Modal mineralojik analiz sonucunda kayaç siyenit olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.3).

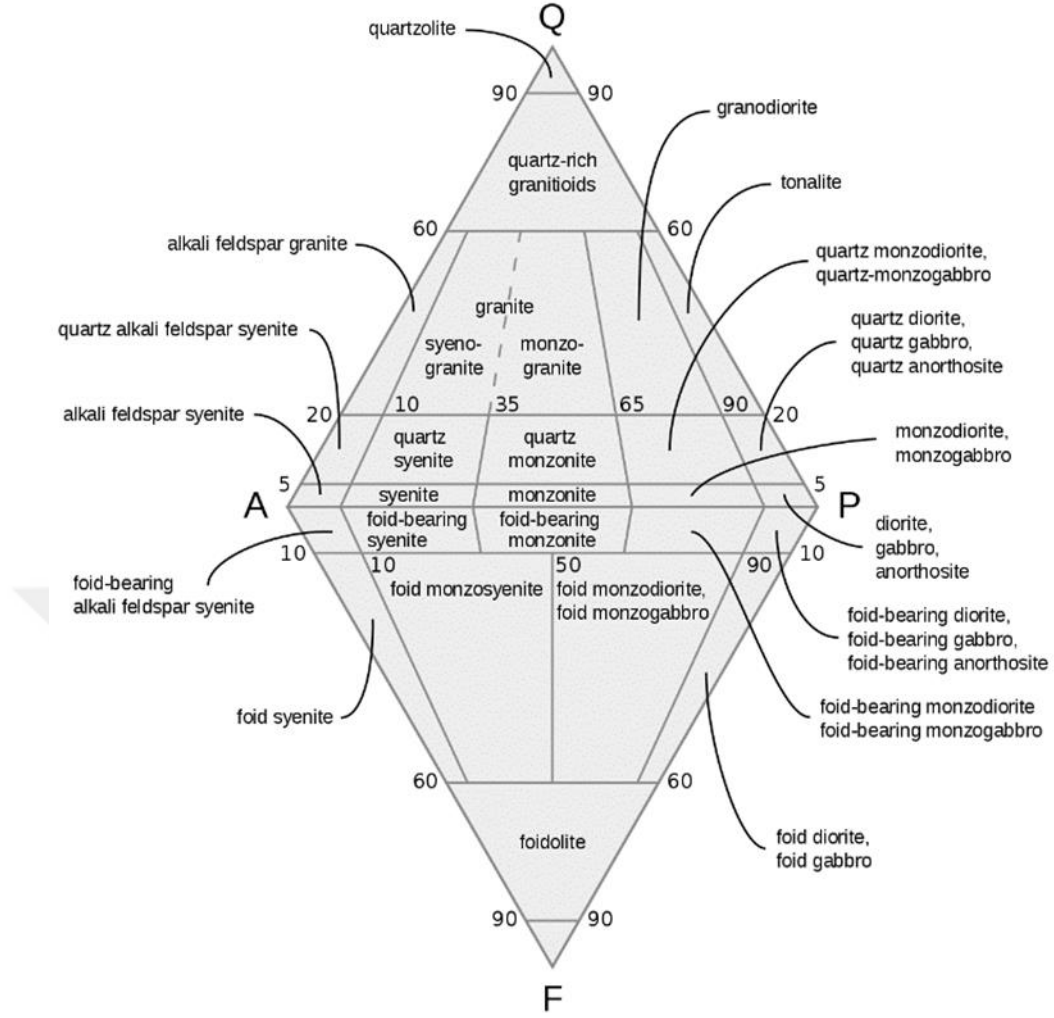


Şekil 4.1: Buzluk Dağı Siyenit Örneğine Ait İnce Kesit Görüntüleri.

İsahocalı bölgesinden temin edilen kayaç (Granit Blok Artık) holokristalin hipidiyamorftanesel dokuya sahiptir. İçerisinde amfibol, biyotit, granat, ortoklaz, plajiyoklaz, nefelin, titanit ve opak mineralleri belirlenmiştir. Yaygın killeşme ve yer yer karbonatlaşma türü bozuşmalar gözlenmiştir (Şekil 4.2). Modal mineralojik analiz sonucunda kayaç foidsiyenit olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.3).

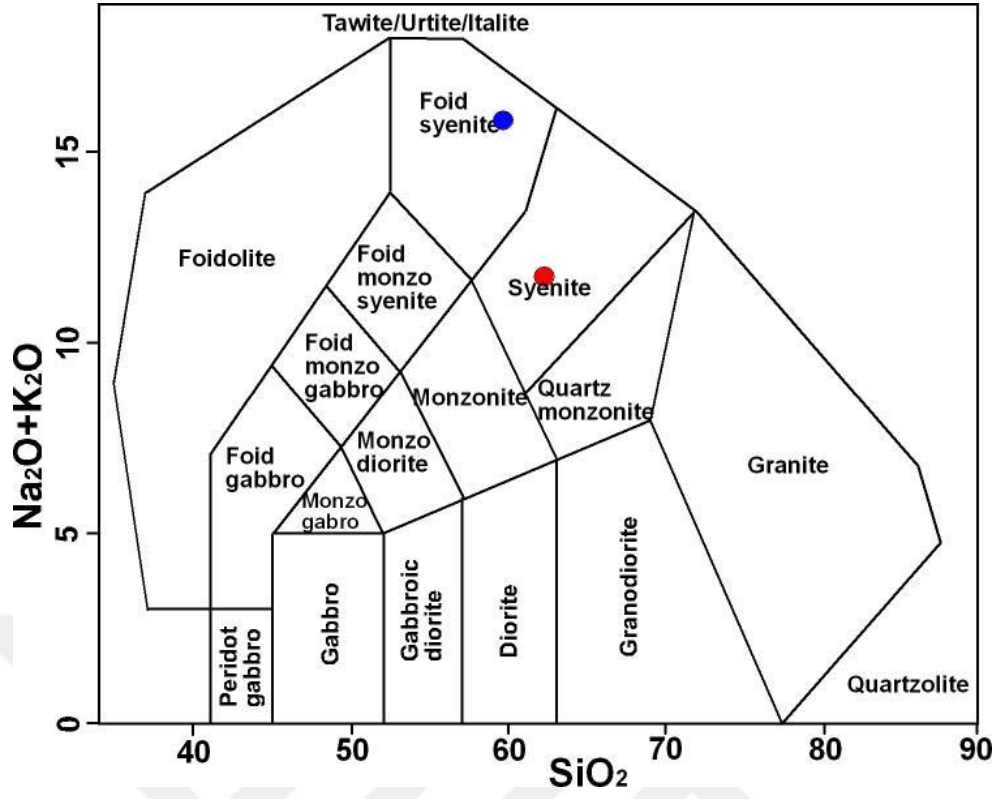


Şekil 4.2: Granit Blok Artık (Foidsiyenit) Örneğine Ait İnce Kesit Görüntüleri.



Şekil 4.3: Magmatik Kayaçların Modal QAPF Sınıflandırması [21].

İsahocalı bölgesi numunelerinin zenginleştirme öncesinde gerçekleştirilen XRF analizlerine göre (Tablo 4.1) Toplam Alkali Silis Diyagramında 59.43 SiO₂, 15.70 Na₂O+ K₂O içeriği foidsiyenit alanına girdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4). Buzluk dağı bölgesi numunelerinin zenginleştirme öncesinde gerçekleştirilen XRF analizlerine göre (Tablo 4.1) Toplam alkali silis diyagramında 61,63 SiO₂, 13,46 Na₂O+ K₂O içeriği Siyenit alanına girdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Siyenit ve Foidsiyenit TAS (Toplam Alkali-Silis) Sınıflama Diyagramı [22].

4.2. Jeokimyasal Analiz Değerleri

Çalışma kapsamında Buzluk dağında bulunan Siyenit ve İshocalı Foidsiyenit malzemelerinin zenginleştirilmiş nihai ürün ve karışımlarının Na₂O + K₂O ve içeriğindeki diğer ana oksitlerin belirlenmesi amacı ile B&S Yatırım A.Ş. / Kırşehir İşletmeleri AR-GE laboratuvarında kimyasal analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.1’ de kimyasal analiz değerleri verilmiştir.

Tablo 4.1: Kimyasal Analiz Değerleri.

Numune	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	MnO %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	LOI	Na ₂ O+ K ₂ O %
FT	61,63	20,12	0,14	0,04	1,394	2,08	0,15	4,98	8,28	0,98	13,26
FZ	61,87	21,06	0,08	0,01	0,161	1,02	0,03	5,25	9,08	0,76	14,33
GT	59,43	20,13	0,17	0,06	2,228	1,65	0,08	6,03	9,67	0,42	15,70
GZ	60,38	20,94	0,05	0,01	0,183	0,79	0,04	6,27	10,4	0,34	16,67
FG-10	62,57	20,49	0,07	0,01	0,163	1,01	0,07	5,88	8,51	0,67	14,39
FG-20	62,87	20,88	0,07	0,01	0,165	0,97	0,02	5,80	8,62	0,56	14,42
FG-30	62,44	21,12	0,07	0,01	0,168	0,95	0,01	5,78	8,75	0,58	14,53
FG-40	62,04	20,77	0,07	0,01	0,170	0,96	0,02	5,6	9,00	0,52	14,60
FG-50	62,24	21,05	0,06	0,01	0,172	0,92	0,03	5,63	9,35	0,44	14,98
FG-60	61,41	21,24	0,06	0,01	0,174	0,88	0,01	5,91	9,25	0,47	15,16
FG-70	61,79	20,75	0,05	0,01	0,176	0,82	0,01	5,97	9,43	0,42	15,40
FG-80	61,31	21,02	0,05	0,01	0,179	0,82	0,01	6,07	9,84	0,43	15,91
FG-90	60,1	21,26	0,05	0,01	0,181	0,83	0,01	6,21	10,16	0,39	16,37

Elde edilen sonuçlar ışığında TS 11325 [23] standardına göre (Tablo 4.2) İshocacı foidsiyenitlerinin ve Buzluk dağı siyeniti ve İshocacı foidsiyeniti karışımlarının (FG-10, FG-20, FG-30, FG-40, FG-50, FG-60, FG-70, FG-80, FG-90) kimyasal bileşimlerine göre seramik sanayinde kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Tablo 4.2: Seramik Sanayiinde Kullanılacak Feldspatlarının İstenen Kimyasal Bileşimleri [23]

Feldspat Kimyası (%)	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf
Na ₂ O+K ₂ O	10.0	9.00	8.00
K ₂ O	9.00	7.00	-
Na ₂ O	3.00	3.50	-
Fe ₂ O ₃	0.10	0.20	0.50
TiO ₂	0.15	0.30	0.40
CaO+MgO	1.00	1.20	1.60
TiO ₂ +CaO+MgO	1.15	1.50	2.00

Çalışma kapsamında hazırlanan numuneler Tablo 4.3' de TS 11325 Standardına göre [23] yorumlanmıştır. Numunelerin tamamının Na₂O + K₂O değerlerine bakıldığında I. Sınıf seramik hammaddesi sınırlarında olduğu görülmüştür. Ancak seramik sektöründe kullanılabilmesi noktasında diğer bir ölçüt pişme rengidir. Seramik hammaddesinin pişme sonrası rengin bozulmasının en önemli nedenlerinden biri kayacın demir içeriğidir. Numunelerin tamamına bakıldığında II. Sınıf aralığında olduğu görülmüştür. Numunelerin TiO₂ oranlarına bakıldığında II. Sınıf aralığında olduğu gözlemlenmiştir. FZ ve FG-10 numunelerinin CaO + MgO oranına bakıldığında II. Sınıf aralığında, diğer bütün numunelerin I. Sınıf aralığında olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 4.3: Numunelerin TS 11325 Standardına Göre Sınıf Aralığı [23]

Numune	Na ₂ O + K ₂ O %	TS 11325 STD. Sınıf Aralığı	Fe ₂ O ₃ %	TS 11325 STD. Sınıf Aralığı	TiO ₂ %	TS 11325 STD. Sınıf Aralığı	CaO+MgO %	TS 11325 STD. Sınıf Aralığı
FZ	14,33	I. Sınıf	0,161	II. Sınıf	0,08	I. Sınıf	1,05	II. Sınıf
GZ	16,67	I. Sınıf	0,183	II. Sınıf	0,05	I. Sınıf	0,83	I. Sınıf
FG-10	14,39	I. Sınıf	0,163	II. Sınıf	0,07	I. Sınıf	1,08	II. Sınıf
FG-20	14,42	I. Sınıf	0,165	II. Sınıf	0,07	I. Sınıf	0,99	I. Sınıf
FG-30	14,53	I. Sınıf	0,168	II. Sınıf	0,07	I. Sınıf	0,96	I. Sınıf
FG-40	14,6	I. Sınıf	0,170	II. Sınıf	0,07	I. Sınıf	0,98	I. Sınıf
FG-50	14,98	I. Sınıf	0,172	II. Sınıf	0,06	I. Sınıf	0,95	I. Sınıf
FG-60	15,16	I. Sınıf	0,174	II. Sınıf	0,06	I. Sınıf	0,89	I. Sınıf
FG-70	15,4	I. Sınıf	0,176	II. Sınıf	0,05	I. Sınıf	0,83	I. Sınıf
FG-80	15,91	I. Sınıf	0,179	II. Sınıf	0,05	I. Sınıf	0,83	I. Sınıf
FG-90	16,37	I. Sınıf	0,181	II. Sınıf	0,05	I. Sınıf	0,84	I. Sınıf

4.3. Tabletlerin Renk Değerleri

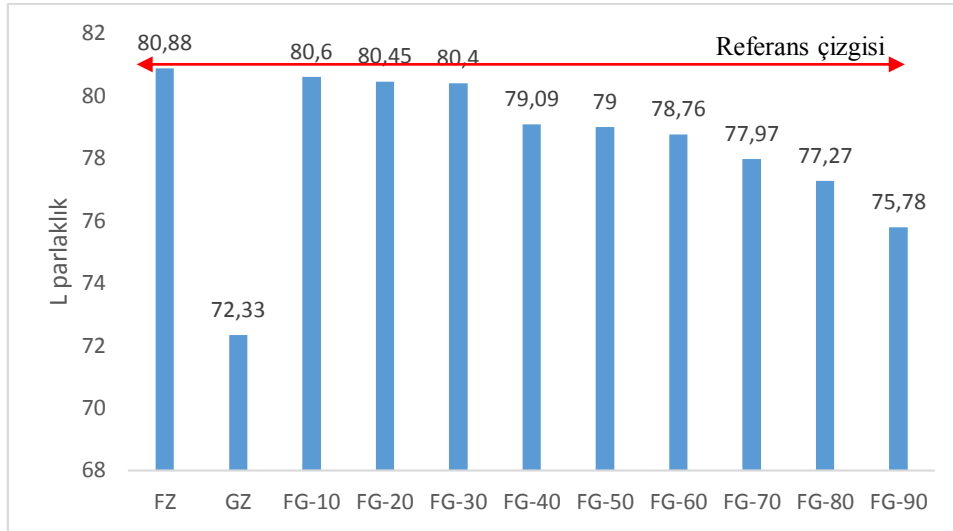
Çalışma kapsamında gerçekleştirilen pişirme işlemleri sonrasında elde edilen tabletlerin B&S Yatırım A.Ş. / Kırşehir Nefelin İşletmeleri AR-GE laboratuvarında renk analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler Tablo 4.4' de verilmiştir.

Tablo 4.4: Renk Parametre Değerleri.

Numune	L	a	b
FZ (referans)	80,88	-1,90	7,25
GZ	72,33	-0,83	8,20
FG-10	80,60	-1,98	7,09
FG-20	80,45	-1,96	7,12
FG-30	80,40	-1,76	7,22
FG-40	79,09	-1,68	7,31
FG-50	79,00	-1,50	7,38
FG-60	78,76	-1,49	7,51
FG-70	77,97	-1,12	7,56
FG-80	77,27	-1,29	7,69
FG-90	75,78	-0,85	7,81

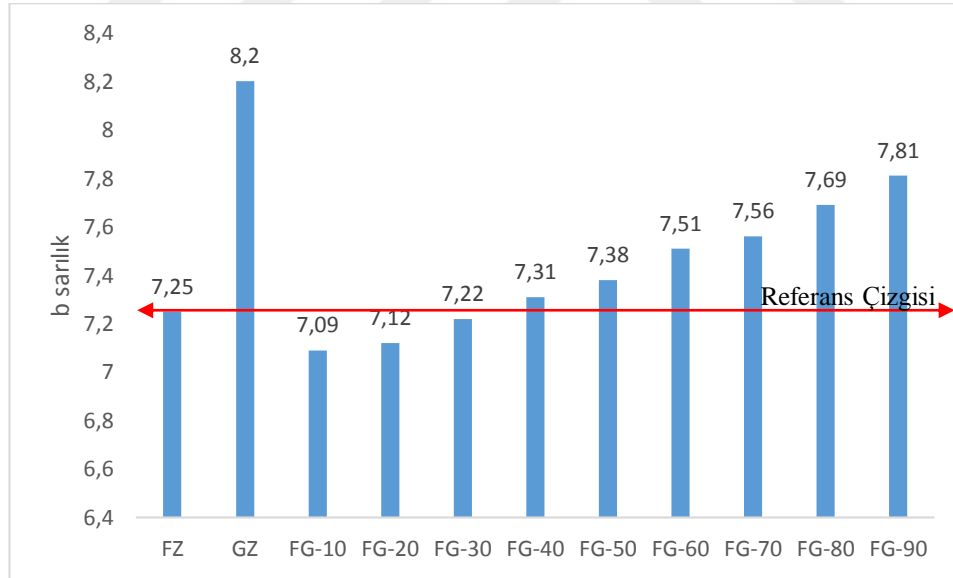
L: Parlaklık **+a:** Kırmızılık **-a:** Beyazlık **+b:** Sarılık **-b:** Mavilik

Çalışma kapsamında Buzluk dağı siyenitleri zenginleştirmiş ürünü olan FZ numunesinin pişirilmesi sonucunda elde edilen tablet referans olarak kabul edilmiştir. İlahocalı zenginleştirilmiş foidsiyenit olan GZ numunesinden elde edilen tabletin L:72,33 değeri ile referans tabletin L değerinden (L:80,88) oldukça uzaklaştığı belirlenmiştir. FG-10 (L: 80,60), FG-20 (L: 80,45) ve FG-30 karışımlarından elde edilen tabletlerin (L: 80,4) L değerlerinin referans tablet değerine (L:80,88) yakın olduğu ve FG-40, FG-50, FG-60, FG-70, FG-80 ve FG-90 karışımlarından elde edilen tabletlerin L değerlerinin azaldığı ve referans değerinden uzaklaştığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.5).



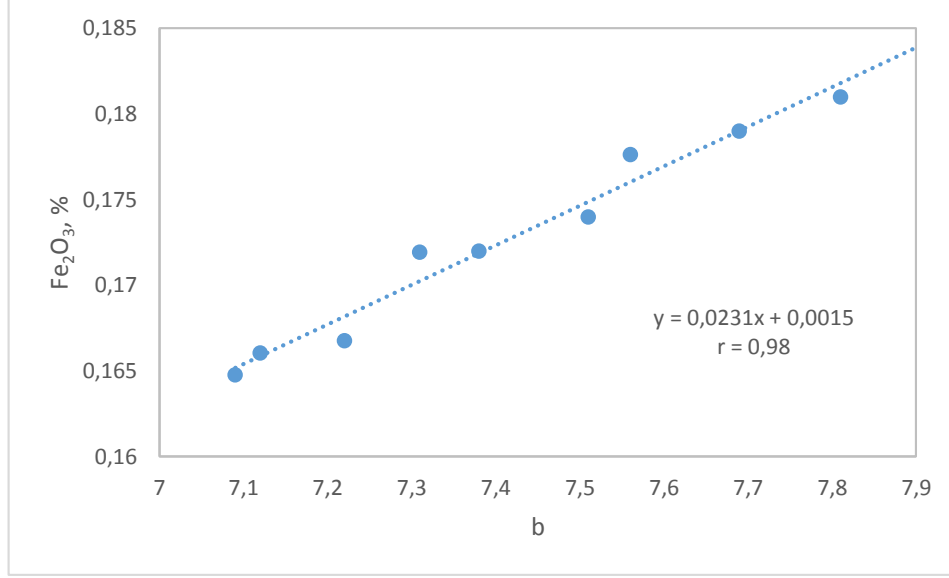
Şekil 4.5: Renk Analizi (L) Parlaklık Değeri Sonuçları.

Çalışma kapsamında Buzluk dağı zenginleştirilmiş Siyenit olan FZ tabletinin b: 7,25 değeri referans olarak kabul edilmiş olup FG-10, FG-20, FG-30 karışım numunelerinin sırasıyla b: 7,09, b: 7,12 ve b:7,22 değerleri ile referans çizgisine yakın olduğu ve FG-40, FG-50, FG-60, FG-70, FG-80 ve FG-90 tabletlerinin b: sarılık değerlerinin artarak referans çizgisinden uzaklaştığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Renk Analizi (b) Sarılık Değeri Sonuçları.

Çalışma kapsamında kimyasal analiz sonrasında elde edilen demir oranları ile renk analizleri sonrasında elde edilen b değerleri arasındaki ilişki incelenmiş olup yüksek korelasyonu ($r=0,98$) lineer artan bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Renk Analizi (b) sarılık Değeri sonuçları.

Tablo 4.5’ deki veriler incelendiğinde ΔE değerlerinin 0,3-8,7 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre sırasıyla 0,3 – 0,47 ve 0,5 ΔE değerleri ile FG-10, FG-20 ve FG-30 bölgelerinin referans bölge ile arasında renk farkının olmadığı, 8,7 ve 5,2 ΔE değerine sahip olan FG-10 ve FG-90 bölgeleri ile arasında renk farkının ise çok büyük olduğu görülmüştür.

Tablo 4.5: Örneklerin FZ Referans Örneğine Göre Renk Uzaklıkları Değerleri.

Numune Kodu	ΔE	Renk farkı
FZ (Referans)	-	-
GZ	8,688630502	Çok Büyük
FG-10	0,349284984	Yok
FG-20	0,472228758	Yok
FG-30	0,520096145	Yok
FG-40	1,824308088	Küçük
FG-50	1,945995889	Küçük
FG-60	2,194379183	Küçük
FG-70	3,047851702	Orta
FG-80	3,707101293	Orta
FG-90	5,256472201	Çok Büyük

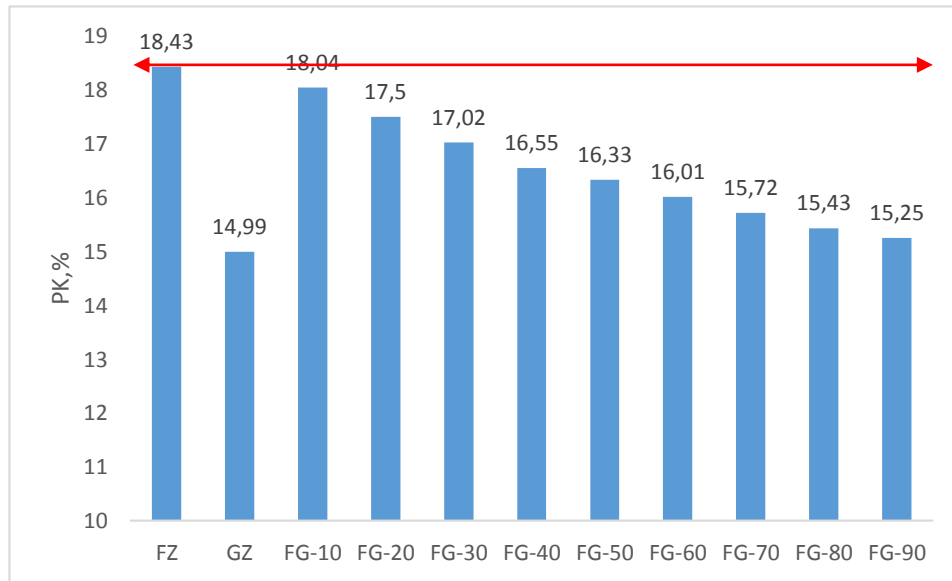
4.4. Tabletlerin Pişme Küçülmesi Değerleri

Çalışma kapsamında pişirme sonrasında elde edilen tabletlerin pişme küçülmesi deneyi bölüm 3.5’ de anlatıldığı gibi gerçekleştirilmiştir. Pişme küçülmesi deneyinden elde edilen değerlerde Tablo 4.6 ve Şekil 4.8’ da verilmiştir.

Tablo 4.6: Pişme Küçülmesi Deney Sonuçları.

Numune Kodu	Pişme Küçülmesi %	% Değişim
FZ	18,43	-
GZ	14,99	18,67
FG-10	18,04	2,12
FG-20	17,5	5,05
FG-30	17,02	7,65
FG-40	16,55	10,20
FG-50	16,33	11,39
FG-60	16,01	13,13
FG-70	15,72	14,70
FG-80	15,43	16,28
FG-90	15,25	17,25

Referans olarak kabul edilen Buzluk dağı zenginleştirilmiş siyenitin pişirme işlemleri sonrasında elde edilen FZ tabletlerinin PK oranı %18,43 İsaşocalı bölgesi zenginleştirilmiş Foidsiyeniti olan GZ tabletlerinin PK oranı %14,99’ dur. GZ tabletlerinin PK değerinin FZ tabletlerine göre daha düşük oranda pişme küçülmesine maruz kaldığı belirlenmiştir. Bunun nedeninin Foidsiyenitinin 1200 °C’lik pişirme sıcaklığında eriyemediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 4.8’ de tabletlerin pişme küçülmesi değerleri verilmiştir.



Şekil 4.8: Pişme Küçülmesi Deney Sonuçları.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Seramik sanayinde yüksek $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ oranı, pişirme sıcaklığını düşürmesi, vizkozitesinin düşük olması, camsı fazın hızlı gelişimine sebep olması ve kuvarsa karşı yüksek reaktivite göstermesi nedeniyle kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Son yıllarda ekonomik ve teknolojik gelişmelere paralel olarak, doğal taş artıklarının miktarı giderek artmaktadır. Bu artıkların üretildikleri yerlerden toplanması, geçici depolanması, taşınması ve yok edilmesi oldukça önemlidir. Geri kazanımı ve değerlendirilme imkanı olan artıkların çeşitli fiziksel veya kimyasal proseslerden geçirilerek yeniden ham maddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dahil edilmesi gerekmektedir. Doğal kaynaklar sonsuz olmadığı için yeniden kazanım doğanın dengesi için oldukça önemlidir.

Bu tez çalışması kapsamında gerek ülke öz kaynakların verimli bir şekilde değerlendirilmesi gerekse çevreye verilen tahribatın azaltılması bakımından yüksek oranda Na_2O ve K_2O içeren Kırşehir İshocacı bölgesinde granit blok artıkları ile günümüzde seramik hammaddesi olarak kullanılan yüksek oranda Na_2O ve K_2O içeren Buzluk dağı siyenitleri farklı oranlarda (%10-20-30-40-50-60-70-80-90) ağırlıkça yer değiştirilmiştir. Daha sonrasında seramik hammaddesi pişirme testleri gerçekleştirilerek, doğal taş artıklarının B&S Yatırım A.Ş tarafından üretimi gerçekleştirilen Buzluk dağı siyenitleri ile birlikte seramik hammaddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmış olup endüstriyel simbiyoz örneği ortaya konmaya çalışılmıştır.

Deneysel çalışmalardan elde edilen veriler sonucunda granit blok artıklarının ağırlıkça % 30 oranına kadar Buzluk dağı siyenitleri ile birlikte kullanılabilceği düşünülmektedir. Tablet numuneler üzerindeki renk değişim değerleri dikkate alındığında % 30 (FG-30) oranından sonra her ne kadar sodyum ve potasyum oranının Buzluk dağı siyenitlerine göre yüksek olsa da granit blok artıklarının camsı faza geçemediğinden dolayı özellikle L değerlerinin azaldığı görülmüştür. Ayrıca granit blok artıklarının % 40 ve üzeri değerlerinde camsı faza geçilememesine bağlı olarak tablet numuneler üzerinde çatlaklar gözlenmiştir.

Hammaddeler üzerinde farklı alan şiddetlerinde kuru veya yaş olarak yapılacak manyetik ayırma işlemleri ile optimum zenginleştirme koşullarının sağlanması yanı sıra farklı pişirme süresinde ve sıcaklıklarında gerçekleştirilecek deneysel çalışmalar ile %30 ve üzeri karışımların da seramik endüstrisinde kullanılabilirliği araştırılmalıdır.

Çalışma sonucunda Kırşehir İshocalı bölgesi granit artıklarının jeokimyasal özellikleri yanı sıra pişirme işlemleri sonrasında üretilen tablet örnekler üzerinde gerçekleştirilen bazı temel seramik hammaddesi teknolojik deneyleri ile seramik sanayi hammaddesi olarak kullanılabilirdiği belirlenmiştir. Tablet örnekler üzerinde ilgili standartlar çerçevesinde gerçekleştirilecek seramik hammadde teknolojik testleri (DTA/TG, basınç ve eğilme dayanımı testleri) ile Kırşehir İshocalı bölgesi granit artıklarının (foidsiyenit) seramik endüstrisinde kullanılabilirliği ayrıca değerlendirilmelidir.

Çalışmanın cevher hazırlama- zenginleştirme ve seramik üzerine çalışan araştırmacılara ışık olacağı ve yeni disiplinler arası çalışmaların önünü açacağı düşünülmektedir.

Son zamanlarda özellikle karbon emisyon değerleri iklimimizi olumsuz yönde etkilemektedir. Mevcut artıkların görsel çevresel etkilerinin yanı sıra üretimden doğan (delme-patlatma, iş makinesi emisyonu vb.) karbon emisyonunun azaltılması amacıyla endüstriyel simbiyoz örneği oluşturan bu tarz çalışmaların ilerleyen yıllar içerisinde daha önem kazanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1]. Dünyada ve Türkiyede Madencilik Sektörü, https://www.corlutso.org.tr/uploads/docs/dunyada_ve_turkiyede_madencilik_sektoru.pdf. [Ziyaret Tarihi: 25 Haziran 2022].
- [2]. Endüstriyel Simbiyoz Nedir?, <http://www.cevreciyiz.com/haber-detay/5672/endustriyel-simbiyoz-nedir>. [Ziyaret Tarihi: 26 Haziran 2022].
- [3]. Akçe, M. Ve Kadioğlu, Y., 2020, S-Tipi Granitlerin Seramik Sanayisinde Kullanılması: Sarıhacılı, Yozgat. 5. International Conference On Material Science And Technology (IMSTEC 2020).
- [4]. Akpınar, N., Kara, D., ve Ünal, E., 1993, Açık Ocak Madenciliği Sonrası Alan Kullanım Planlaması, Türkiye XIII. Madencilik Kongresi.
- [5]. Özkan, A., Günkaya, Z., Özdemir, A. ve Banar, M., 2018, Sanayide Temiz Üretim Ve Döngüsel Ekonomiye Geçişte Endüstriyel Simbiyoz Yaklaşımı: Bir Değerlendirme, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B – Teorik Bilimler, 6(1), 84-97.
- [6]. Adams W.,M., The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twentyfirst Century. Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 2006.
- [7]. MTA 1:500.000 ölçekli jeoloji haritaları serisi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü web sayfası, <http://www.mta.gov.tr/>.
- [8]. Başbüyük, Z., Elibol, E., Ekdur, E., Nazik L., Pehlivaner M., Yılmaz S., 2016. Kırşehir Doğal Afet Duyarlılık Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Belirlenmesi. Uluslararası Doğal Afet ve Afet Yönetimi Sempozyumu, Karabük, Türkiye, 2-4 Mart 2016, Bildiriler Kitabı, s. 391-395.
- [9]. Yılmaz, Ş. ve Toplan, Ö., Seramik Hammaddelerin Karakterizasyonu, <https://docplayer.biz.tr/7197298-Seramik-hammaddelerin-karakterizasyonu.html>. [Ziyaret Tarihi: 01 Mart 2022].
- [10]. Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Seramik Mühendisliği Bölümü Seramik Süreçleri Laboratuvarı, Deneysel Föyü, 2022
- [11]. McDonald's, R., 1997. Colour Physics for Industry, Society of Dyers and Colourists, ISBN 0901956708, Second Edition, England.
- [12]. Yeşil, Y. (2010). Melanj elyaf karışımlarında renk değerlerinin yeni bir algoritma geliştirilerek tahmin edilmesi. Çukurova Üniversitesi.
- [13]. Oliver, J. R., Blakeney, A. B., Allen, H. M., 1992. Measurement of flour color in color space parameters: CerealChem, 69, 546-551.

- [14]. McGuire, R. G.1992. Reporting Of Objective Color Measurements: HortScience, 27, 1254-1255.
- [15]. Sharafudeen R., 2012. The manufacturing process parameters affecting color and brightness of TiO₂ pigment, Sharafudeen International Journal of Industrial Chemistry, 3:26
- [16]. Çayırılı, S. (2020) Kalsitin Yüzey Modifikasyonu: Bölüm Iı. Karakterizasyon Yöntemleri Ve Kalite Kontrol Süreçleri. Bilimsel Madencilik Dergisi, 59(1), 65-78.
- [17]. Toraman Ö.Y., Sönmez A.T., 2012. Mikronize öğütmede havalı ayırıcıların tasarım değişkenleri, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 1, Sayı 2, 30-36.
- [18]. Lakatos, S., Burda, C., Sinescu, C., Negrutiu, M. 2005. Shade matching of titanium porcelain, TMJ, Vol. 55 No.1, 74-79.
- [19]. Özcan, A. (2008). Kağıt Yüzey Pürüzlülüğünün L* a* b* değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(14), 53-61.
- [20]. Büyükçingil, B. (2018). Cam Sektöründe Kullanılan Sodyum Feldspat Yan Ürünlerin Sırlı Porselen Üretiminde Kullanılması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [21]. STRECKEISEN , A., 1978: IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites, and melilite rocks. Recommendations and suggestions. Neu. Jb. Mineral., Abh., 134, 1 – 14.
- [22]. Middlemost, “Naming materials in the magma igneous rock system”, Earth Sci. Rev, 37, 215–224, 1994.
- [23]. TS11325, Türk Standartları, 1994, Feldspat Seramik Sanayinde Kullanılan, TSE, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Pınar Demir
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Maden Mühendisi
Mezuniyet Yılı	2018

Yüksek Lisans	
Üniversite	Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	İleri Teknolojiler
Programı	Maden Mühendisliği
Mezuniyet Tarihi	2022

Makale ve Bildiriler	
Demir, P., Ekincioğlu, G., Başbüyük, Z., 2022, Granit Ocağı Artıklarının Endüstriyel Hammadde Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, 17-24 Haziran, 2. Uluslararası Kapadokya Bilimsel Araştırmalar Kongresi	