

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SERAMİK VE CAM ANASANAT DALI**

**OLİVİN MİNERALİNİN SERAMİK SIRLARINDA KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI VE UYGULAMALARI**

Beyza TURAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Buket ACARTÜRK

TEMMUZ-2022

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**OLİVİN MİNERALİNİN SERAMİK SIRLARINDA
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI VE
UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Beyza TURAN

Enstitü Anasanat Dalı : Seramik ve Cam

“Bu tez 06/07/2022 tarihinde online olarak savunulmuş olup aşağıdaki isimleri bulunan jüri üyeleri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ
Prof. Buket ACARTÜRK	Başarılı
Doç. Hasan BAŞKIRKAN	Başarılı
Dr. Öğr. Üyesi Dicle ÖNEY	Başarılı

ETİK BEYAN FORMU

Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve Etik Kurul Onayı gerektiği takdirde onay belgesini aldığımı beyan ederim.

Etik kurul onay belgesine ihtiyaç var mıdır?

Evet ☐

Hayır ☒

(Etik Kurul izni gerektiren araştırmalar aşağıdaki gibidir:

- Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar,
- İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
- İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
- Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar.)

Beyza TURAN

06/07/2022

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek olup güvenini her zaman hissettiren, yoğun iş temposunda bile değerli zamanını ayırarak emek veren, güler yüzünü ve samimiyetini hiç esirgemeyen, kıymetli danışman hocam Prof. Buket ACARTÜRK'e bana ışık olup yol gösterdiği için sonsuz teşekkürlerimi ve içten saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitimime başlamam konusunda beni cesaretlendiren sevgili hocam Prof. Ersoy YILMAZ'a, başlangıç danışmanım canım hocam Dr. Öğr. Üyesi Pınar GÜZELGÜN HANGÜN'e, ve her konuda yol gösteren değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Dicle ÖNEY'e teşekkürü borç bilirim.

Son olarak maddi ve manevi desteği ile bu günlere ulaşmamı sağlayan ömür boyu minnettar kalacağım, hayattaki en büyük şansım olan canım annem ve babam başta olmak üzere tüm aileme, her zaman destek olan tüm arkadaşlarıma ve motivasyonumu yüksek tutmak için çabalayan desteğini her zaman hissettiğim pozitif enerjime sonsuz teşekkürler...

Olivin minerali desteklerinden dolayı Erzincan Erchrom Madencilik'e teşekkür ederim.

Beyza TURAN

06/07/2022

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
GÖRSEL LİSTESİ.....	vi
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix

GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1: OLİVİN	3
1.1. Olivinin Tanımı ve Genel Özellikleri.....	3
1.2. Olivin Madenciliği.....	7
1.3. Olivinin Özellikleri.....	8
1.3.1. Fiziksel Özellikleri	8
1.3.2. Kimyasal Özellikleri	9
1.3.3. Jeolojik Özellikleri	10
1.3.4. Olivinde Görülen Değişimler (Alterasyon).....	10
1.4. Dünya’da Olivin Rezervleri.....	13
1.4.1. Olivin Üretimi	14
1.4.2. Tüketim Miktarı ve Değerleri	14
1.4.3. Uluslararası Ticaret	15
1.4.3.1. İthalat – İhracat	16
1.5. Türkiye’de Olivin Rezervleri	17
1.5.1. Üretim.....	19
1.5.2. Tüketim	20
1.5.3. İthalat-İhracat	20
1.6. Olivinin Kullanım Alanları.....	21
1.6.1. Refrakter Sanayi	22
1.6.2. Demir Çelik Sanayi	23
1.6.3. Döküm Sanayi	24
1.6.4. Elektrikli Isıtıcı (Radyatör) Olarak Kullanımı	25
1.6.5. Aşındırıcı (Abrasiv) Olarak Kullanımı	26
1.6.6. Denge (Ballast) Malzemesi Olarak Kullanımı	26

1.6.7. Çevre Teknolojilerinde Kullanımı	27
1.6.7.1 Endüstriyel Atıkların Arıtılmasında Kullanımı	27
1.6.7.2. Nükleer Atıkların Ortadan Kaldırılmasında Kullanımı	28
1.6.7.3 Karbondioksit (CO ₂) Salınımının Azaltılmasında Kullanımı	28
1.6.8. Tarımda Olivin Kullanımı	29
1.6.9. Diğer Kullanım Alanları	29
BÖLÜM 2: SERAMİK SIRLARI	31
2.1. Sırın Tanımı	31
2.2. Olivinin Kimyasal Analizi	32
2.3. Olivinin Kimyasal Yapısında Bulunan Oksitlerin Özellikleri	33
2.3.1. Magnezyum Oksit	33
2.3.2. Alüminyum Oksit	33
2.3.3. Silisyum Dioksit (Kuvars)	34
2.3.4. Kalsiyum Oksit	35
2.3.5. Krom Oksit	35
2.3.6. Mangan Oksit	36
2.3.7. Demir Oksit	37
2.3.8. Nikel Oksit	38
2.3.9. Baryum Oksit	39
2.4. Olivin Katkılı Sır Deneylerinde Kullanılan Hammaddelerin Özellikleri	39
2.4.1. Kolemanit	39
2.4.2. Borik Asit	40
2.4.3. Sodyum Feldspat (Albit)	41
2.4.4. Potasyum Feldspat (Ortoklas)	41
2.4.5. Lityum Feldspat (Petalit)	42
2.4.6. Kalsine Boraks	43
BÖLÜM 3: OLİVİN KATKILI SIR DENEYLERİ	45
3.1. Olivin-Kolemanit-Borik Asit Deneyleri	45
3.1.1. Üçlü Harman Diyagramı	45
3.1.2. Deney Sonuç Görselleri	46
3.1.3. Değerlendirme Tablosu	47
3.2. Olivin-Albit-Ortoklas Deneyleri	56

3.2.1. Üçlü Harman Diyagramı	56
3.2.2. Deney Sonuç Görselleri	57
3.2.3. Değerlendirme Tablosu	58
3.3. Olivin-Albit-Kalsine Boraks Deneyleri.....	67
3.3.1. Üçlü Harman Diyagramı	67
3.3.2. Deney Sonuç Görselleri	68
3.3.3. Değerlendirme Tablosu	69
3.4. Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks Deneyleri	78
3.4.1. Üçlü Harman Diyagramı	78
3.4.2. Deney Sonuç Görselleri	79
3.4.3. Değerlendirme Tablosu	80
3.5. Olivin-Petalit-Kalsine Boraks Deneyleri.....	89
3.5.1. Üçlü Harman Diyagramı	89
3.5.2. Deney Sonuç Görselleri	90
3.5.3. Değerlendirme Tablosu	91
3.6. Uygulamalar	100
3.6.1. Birinci Uygulama	100
3.6.2. İkinci Uygulama	104
SONUÇ	109
KAYNAKÇA.....	111
ÖZGEÇMİŞ	115

KISALTMALAR

AMD	: Asit Maden Drenajı
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
Mol	: Molekül



TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Olivin Grubu Mineralleri	5
Tablo 2: Ultrabazik Kayaçların Sınıflandırılması.....	7
Tablo 3: Olivinin Genel Özellikleri.....	8
Tablo 4: Olivinin Genel Kimyasal Özellikleri	9
Tablo 5: Ülkelere Göre Yıllık Olivin Üretimi	14
Tablo 6: Adana-Karsantı(Kızılyüksek) Yöresine Ait Analiz Sonuçları	18
Tablo 7: Maden Üretim Değerleri	20
Tablo 8: Olivin-Kolemanit-Borik Asit Deneylerinin Yüzde Miktarları.....	45
Tablo 9: Olivin-Kolemanit-Borik Asit Reçeteleri Değerlendirme Tablosu	47
Tablo 10: Olivin-Albit-Ortoklas Deneylerinin Yüzde Miktarları	56
Tablo 11: Olivin-Albit-Ortoklas Reçeteleri Değerlendirme Tablosu	58
Tablo 12: Olivin-Albit-Kalsine Boraks Deneylerinin Yüzde Miktarları.....	67
Tablo 13: Olivin-Albit-Kalsine Boraks Reçeteleri Değerlendirme Tablosu	69
Tablo 14: Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks Deneylerinin Yüzde Miktarları	78
Tablo 15: Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks Reçeteleri Değerlendirme Tablosu.....	80
Tablo 16: Olivin-Petalit-Kalsine Boraks Deneylerinin Yüzde Miktarları.....	89
Tablo 17: Olivin-Petalit-Kalsine Boraks Reçeteleri Değerlendirme Tablosu	91

GÖRSEL LİSTESİ

Görsel 1: Olivin Minerali	3
Görsel 2: Olivin Minerali	4
Görsel 3: Türkiye'de Ultrabazik-Bazik Kayaçların Dağılımı	17
Görsel 4: Döküm Kumu Olivin	25
Görsel 5: Aşındırma Kumu Olivin	26
Görsel 6: Dolgu Kumu Olivin	27
Görsel 7: Olivinden Yapılmış Değişik Takılar	30
Görsel 8: Pürüzlü Olivin Peridot	30
Görsel 9: Olivin-Kolemanit-Borik Asit Deney Sonuçları	46
Görsel 10: Olivin-Albit-Ortoklas Deney Sonuçları	57
Görsel 11: Olivin-Albit-Kalsine Boraks Deney Sonuçları	68
Görsel 12: Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks Deney Sonuçları	79
Görsel 13: Olivin-Petalit-Kalsine Boraks Deney Sonuçları	90
Görsel 14: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm	100
Görsel 15: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm	101
Görsel 16: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm	101
Görsel 17: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm	102
Görsel 18: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm	102
Görsel 19: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm	103
Görsel 20: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm	103
Görsel 21: Braille Alfabesi	104
Görsel 22: A Harfi	105
Görsel 23: Ç Harfi	105
Görsel 24: D Harfi	105
Görsel 25: E Harfi	105
Görsel 26: G Harfi	105
Görsel 27: Ğ Harfi	105
Görsel 28: H Harfi	105
Görsel 29: I Harfi	105
Görsel 30: İ Harfi	105

Görsel 31: K Harfi	106
Görsel 32: L Harfi	106
Görsel 33: M Harfi	106
Görsel 34: N Harfi	106
Görsel 35: Ö Harfi	106
Görsel 36: R Harfi	106
Görsel 37: S Harfi	106
Görsel 38: Ş Harfi	106
Görsel 39: T Harfi	106
Görsel 40: Ü Harfi	107
Görsel 41: Y Harfi	107
Görsel 42: Z Harfi	107
Görsel 43: Sanat	107
Görsel 44: Üretimi	107
Görsel 45: Özgürlüğün	107
Görsel 46: Çılgınlıdır	107
Görsel 47: Hayal	108
Görsel 48: Ettiğiniz	108
Görsel 49: Her Şey	108
Görsel 50: Gerçektir	108

ÖZET	
Başlık: Olivin Mineralinin Seramik Sırlarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması ve Uygulamaları	
Yazar: Beyza TURAN	
Danışman: Prof. Buket ACARTÜRK	
Kabul Tarihi: 06/07/2022	Sayfa Sayısı: viii (ön kısım) + 115 (tez)
Ülkemizde ve dünyada önemli sayıda Olivin rezervleri mevcuttur. Dünyanın en büyük Olivin yatağına sahip olan Norveç üretimde de ilk sıradadır. 1930’lu yıllarda Norveç’te Olivinden refrakter tuğla üretilmiştir. Olivinin, refrakter, demir-çelik ve döküm, elektrikli ısıtıcı üretimi ayrıca tren raylarında denge malzemesi ve bina, köprü vb. yapılarda aşındırıcı olarak, çevre teknolojileri, tarım ve kuyumculuk gibi birçok alanda kullanıldığı bilinmektedir. Tez kapsamında Olivin mineralinin madenciliği, özellikleri, rezervleri ve kullanım alanları araştırılmıştır. Olivinin kimyasal analizinde bulunan ve sır reçetelerinde kullanılan hammaddeler açıklanmıştır. Tezin uygulamalar kısmında ise Olivin mineralinin kimyasal yapısında bulunan oksitlerle, seramik sırlarının üretiminde kullanılan oksitlerin ortak olması sebebi ile artistik seramik sırlarında kullanılabilme amacı ile deneyler yapılmıştır. Öncelikli olarak deneylerde kullanılacak hammaddeler belirlenerek üçlü diyagram düzenekleri kurgulanmıştır. Kurgulanan diyagramların yüzde harmanları oluşturulmuş ve seger reçetelerine göre sır deneyleri uygulanmıştır. Sır pişirimleri 1150°C’de yapılmıştır. Deney sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda Olivinin seramik sırlarının fiziksel görünüm özelliklerine göre sınıflandırılarak tablolastırılmıştır.	
Anahtar Kelimeler: Olivin, Sır, Seramik, Seramik Sırları	

ABSTRACT	
Title of Thesis: Investigation and Applications of Olivine Mineral in Ceramic Glazes	
Author of Thesis: Beyza TURAN	
Supervisor: Prof. Buket ACARTÜRK	
Accepted Date: 06/07/2022	Number of Pages: viii(pre text) + 115 (main body)
There are significant olivine reserves in our country and in the world. Norway, which has the world's largest Olivine deposit, also ranks first in production. In the 1930s, refractory brick was produced from Olivine in Norway. Olivine, refractory, iron-steel and casting, electric heater production, as well as balance material in train tracks and buildings, bridges, etc. as an abrasive in structures, it is known that it is used in many areas such as environmental technologies, agriculture and jewelry. Mining, properties, reserves and usage areas of Olivine mineral were investigated within the scope of the thesis. The raw materials used in the chemical analysis of olivine and used in glaze recipes are explained. In the applications part of the thesis, experiments were carried out with the aim of being able to be used in artistic ceramic glazes, since the oxides in the chemical structure of the Olivine mineral are common with the oxides used in the production of ceramic glazes. First of all, the raw materials to be used in the experiments were determined and triple diagram setups were constructed. Percent blends of the constructed diagrams were created and glaze experiments were applied according to seger recipes. Glaze firing was done at 1150°C. In line with the data obtained from the test results, the ceramic glazes of Olivine were classified according to their physical appearance properties and tabulated.	
Keywords: Olivine, Glaze, Ceramic, Ceramic Glazes	

GİRİŞ

Olivin, en az iki veya daha çok silikat mineralinin katı çözeltilerini temsil eden bir mineral türüdür ve R_2SiO_4 olarak gösterilmektedir. Magnezyum (Mg) ve demir (Fe) metallerini içermektedir. Genel anlamda Olivin, Forsterit (Mg_2SiO_4) ve Fayalit (Fe_2SiO_4) minerallerinin katı çözeltilisine verilen isimdir. Olivin aynı kristal yapıda magnezyum ve demirin birbirini ikame ettiği bir mineral serisidir. Serinin sırası ile magnezyum ve demir bakımından zengin uç üyeleri olan forsterit ve fayalit'in birbirinden ayırt edilmesi zordur ve magnezyum ve demir oranları tek bir kristalde bile değişebilir, bu nedenle bu minerallere ortak olarak 'Olivin' ismi verilmiştir. Forsteritik Olivinin dolomit, kireçtaşı ve silis kumunun yerine geçmesi hem sağlık ve çevreyle hem de ekonomiyle ilgilidir. Zira forsteritik Olivinler yüksek oranda magnezyum (dolomitten daha fazla) ve aynı zamanda kuvars içerirler dolayısıyla çelik üretiminde dolomit ve silisten daha az Olivin kullanılır. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda Türkiye'nin Olivin yatakları bakımından en zengin ülkelerden biri olduğu görülmektedir. Bu sebeple yerli Olivin kaynaklarıyla ilgili çalışmalar daha da önem kazanmıştır. Olivinin çevre dostu olması ve Türkiye'de rezerv bakımından önemli potansiyele sahip olması onu sır deneylerinde kullanım için tercih edilebilir hale getirmiştir.

Çalışmanın Konusu

Günümüzde birçok alanda kullanılan Olivin mineralinin seramik sırlarında kullanım olanaklarının araştırılması ve uygulamalarını konu alan bu araştırma, mineralin teorik bilgilerini ve uygulama çalışmalarının araştırılmasını kapsamaktadır. Tezin ilk bölümünde Olivinin tanımı, genel özellikleri, rezervleri ve kullanım alanları araştırılmıştır. Uygulama bölümünde analiz raporuna göre üç harmanlı reçeteler hazırlanmış ve hazırlanan reçeteler deney tabletlerine uygulanmış, seramik yüzeylerdeki etkilerine bağlı olarak sonuçları değerlendirilmiştir.

Çalışmanın Önemi

Olivin mineralinin çevre dostu olması ve Türkiye'de rezerv bakımından önemli potansiyele sahip olması çalışmanın en önemli kısmıdır. Bu mineralin birçok alanda kullanımı mevcuttur fakat konu ile ilgili kaynaklarda Olivinin sır hammaddesi olarak

kullanımı bulunmamaktadır. Araştırmalardan elde edilen verilerde Olivin mineralinin mühendislik alanlarında daha çok tercih edildiği görülmüştür. Bu nedenle tez kapsamında seramik sırlarında uygulama odaklı araştırma yöntemi izlenmiştir. Uygulama sürecinde sır pişirimini olumlu etkileyecek tüm faktörler araştırılmış, üçlü harman reçeteleri oluşturulmuş ve ergitici hammaddelerle Olivinin farklı oranlarda karışımıyla 1150°C de sır oluşturma yeteneğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çok sayıda denemeler Olivinin sır oluşumundaki etkileri gözlemlenmiş ve tüm sonuçlar tez içeriğinde yer almıştır.

Çalışmanın Amacı

Olivin mineralinin sır yapımında kullanılabilirliği ve literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. Araştırma sürecinde yapılan literatür taramasında Olivin mineralinin sır yapımında kullanılmaması ve içerikte yazılı kaynak olmadığı tespit edilmiştir. Olivin mineralinin çok fazla alanda kullanılıyor olmasına rağmen seramik sırları yapımında kullanılmaması bakımından büyük oranda eksiklik mevcuttur. Bu nedenle Olivin mineralinin seramik sırlarında kullanımı konusunda yapılan bu çalışma Türkiye’de yazılan ilk tez olması bakımından önem arz etmekte, daha sonra konu ile yapılacak çalışmalara kaynaklık etmesi öngörülmektedir.

Çalışmanın Yöntemi

Olivin minerali hakkında ilk olarak konu ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Konu ile ilgili yazılı kaynaklar incelenmiştir. Yapılan araştırmaların ardından kullanılacak hammaddeler belirlenerek reçeteler hazırlanmış ve diyagramlar oluşturularak 1150°C pişirimde sır deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerden elde edilen sonuçlar görseller ile birlikte örneklendirilmiştir. Tez çalışmasında uygulanan reçetelerin formülleri verilmiş ve izlenilen yöntemler, uygulamalar bölümünde ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

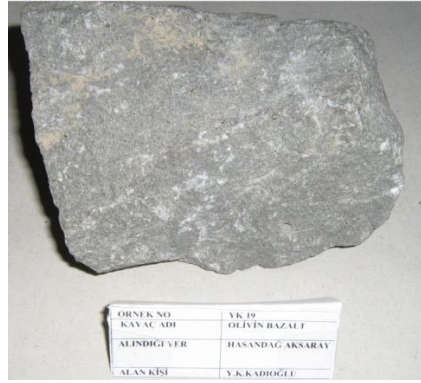
Bu çalışma 2022-7-24-60 proje numarası ile SAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

BÖLÜM 1: OLİVİN

1.1. Olivinin Tanımı ve Genel Özellikleri

“Olivin terimi ilk olarak 1790’da J. Werner tarafından zeytin yeşili rengi nedeniyle kullanılmıştır” (Henning, 1994, s. 731). “Ticari olivin % 45-50 MgO, % 40-43 SiO₂, % 8 Fe₂O₃ ve % 1-2 kızdırma kaybı şeklinde bir kimyasal bileşime sahiptir” (Çevik, 2006, s. 52).

Olivin minerali ve yatakları köken olarak bağlantılı oldukları ultrabazik kayalarda bulunmaktadır. Olivin cevherini, ultrabazik kayacın (serpantinit, dünit) oluşturduğu hamurda (gang) bulunan Olivin kristalleri şekillendirmektedir. Ultrabazik hamur malzemesi arasında Olivin minerallerinin veya taneciklerinin bulunma yoğunluğu, gösterdikleri yapı ve doku özellikleri Olivin cevherinin masif bantlı, saçılmış (dissemine) bantlı gibi nitelendirilmesini sağlamaktadır. Olivin mineralini oluşturan elementler Magnezyum (Mg), Krom (Cr), Demir (Fe), Alüminyum (Al) elementleri olmakla birlikte Olivin gang* minerallerinden meydana gelen Silisyum (Si) da Olivin cevherinin analizlerinin ayrılmaz bir parçasıdır (Eryas Madencilik, 2017, s. 13)



Görsel 1: Olivin Minerali

Kaynak: (Aydal)

“Olivin, tek bir mineralden ziyade, iki veya daha fazla silikat mineralinin katı çözeltilerini temsil eder ve R₂SiO₄ şeklinde gösterilir. R çoğunlukla, Mg ve Fe metallerini temsil eder. Yani genel anlamı ile olivin, Mg₂SiO₄ (forsterit) ve Fe₂SiO₄ (fayalit) minerallerinin katı çözeltilisine verilen isimdir” (Küçükoğlu, 2016, s. 19).

***Gang:** “Bir cevher yatağında cevherle birlikte bulunabilen ve ekonomik değeri olmayan madde” (EtiMaden, 2018).

Olivini diğer minerallerden ayıran özellik zeytin yeşili renge, yarı saydam parlaklığa ve sert yapıya sahip olmasıdır. Olivin, mafik* magmatik** kayaların önemli bir bileşeni olmasına rağmen, gerçekte Olivin isminde tek bir mineral yoktur. Olivin aynı kristal yapıda magnezyum ve demirin birbirini ikame etmiş olduğu bir mineral serisidir. Serinin sırasıyla magnezyum ve demir bakımından zengin uç üyeleri olan Forsterit ve Fayalit'in birbirinden ayırt edilmesi zordur ve magnezyum ve demir oranları tek bir kristalde bile değişebilir, bu sebeple bu minerallere ortak olarak 'Olivin' denir. Forsterit ismini Kaptan James Cook'a seyahatlerinde eşlik eden Alman doğa bilimci Johann Forster'dan alırken, Fayalit ismini Portekiz'in 1500 km batısında Orta Atlantik Sırtı'na yakın bir yerde bulunan Fayal (veya Faial) adasından almaktadır. Dolayısıyla, her iki isim de dolaylı olarak Olivinin volkanik adaların mafik magmatik kayalarındaki verimliliğini yansıtır. Olivin genelde sadece bir kaya kütesinin parçası olarak oluşur, ancak tanınabilir kristaller oluşturduğunda bunlar, tipik olarak granüler bir şekle sahip olan yarı saydam, zeytin yeşili kristallerdir. Olivin serisindeki mineraller oldukça serttir, Mohs sertlik ölçeğine göre 6,5'ten 7,0'a düşmektedir (Olivine Group). “Olivin, düşük silis içeren ultrabazik kayalarda en çok bulunan mineraldir. Düşük miktarda da olsa olivin, silis içeren dolomit yataklarında ve demirce zengin sedimenter kayalarda bulunabilir” (Küçüköğlu, 2016, s. 19). Görsel 2’de olivin minerali örneği verilmiştir.



Görsel 2: Olivin Minerali

Kaynak: (Çoban, 2014, s. 39).

* **Mafik:** “Magma, kayaç veya minerallerin bileşiminin Si, O, Al, Na ve K gibi elementler bakımından fakir, Fe, Ca ve Mg gibi elementler bakımından zengin ve silis içeriğinin %45-52 arasında olduğunu belirten, Mg ve Fe zenginliğini vurgulayan terim” (TÜBA, 2013).

** **Magmatik:** “Magmanın yer kabuğu içinde (derinlik kayaçları) veya yeryüzünde (volkanik kayaçlar) soğuyup katılaşması ile meydana gelen kayaçlar” (EtiMaden, 2018).

“Ortorombik simetride* kristalleşen olivin grubu minerallerden (Mg, Fe)-olivinlerde (plajiyoklazların** üyelerinde olduğu gibi) Mg_2SiO_4 (Forsterit, Fo) ve Fe_2SiO_4 (Fayalit, Fa) uç üyeleri arasında tam bir katı çözelti oluştururlar. Ayrıca Fe ve Mn olivinler arasında da sürekli bir seri bulunmaktadır. (Bowen tepkime serilerinde plajiyoklaslar gibi “kesiksiz tepkime serileri” oluştururlar ve magmada ilk kristalleşen minerallerdir). Ultrabazik ve bazik kayalarda görülen önemli bir mafik mineraldir. Dünit adı verilen ultrabazik kayalar %90-100 olivinden oluşur. Dolomitik kireçtaşlarının bölgesel ve kontak metamorfizmaları sırasında yüksek dereceli metamorfizma koşullarında forsterit bakımından zengin olivinler oluşur. Olivinlerin kimyasal bileşimleri -plajiyoklaslarda An (anortit) cinsinden olduğu gibi içerisinde barındırdığı forsterit (Fo) yüzdesi ile (ya da Fa yüzdesi ile) ifade edilir. Örneğin Fo_{47} şeklindeki bir ifade mineralin % 47 forsteritten, % 53 fayalitten oluştuğunu gösterir” (Ersoy & Helvacı, s. 19).

Tamamen doğal Fayalit ve Forsteritten oluşan mineral bulunması nispeten zordur. Bu nedenle kristaller adlandırılırken içeriğindeki Forsterit miktarı (Fo) ile ifade edilmekte, yani magnezyumun demire oranı baz alınmaktadır. “Bu değerler Henriques (1958), Bowen ve Schoirer (1935) ve Bloss (1952) tarafından Forsterit için Fo_{100-10} ve Fayalit için ise Fo_{10-0} olarak tespit edilmiştir” (DPT Raporu, 2001, s. 70).

Tablo 1: Olivin Grubu Mineralleri

Mineral	Kimyasal formül	Fayalit oranı (%)
Forsterit	Mg_2SiO_4	0-10
Krizotil	$(Mg, Fe)_2SiO_4$	10-30
Hyalosiderit	$(Mg, Fe)_2SiO_4$	30-50
Hortonolit	$(Mg, Fe, Mn)_2SiO_4$	50-70
Ferrohortonolit	$(Mg, Fe, Mn)_2SiO_4$	70-90
Fayalit	Fe_2SiO_4	90-100

Kaynak: (Genç C. , 2000, s. 1)

* **Ortorombik simetri:** “Kübik kristalin eksenlerinin eşitliklerini bozarak bir dikdörtgen prizma haline getirilmiş, kristalografik eksen olarak da adlandırılan birim hücre taban kenarları (a, b) birbirinden farklı, kenarlar ya da eksenler arasındaki açıları ($\alpha=\beta=\gamma$) 90° , c kristalografik eksen ya da birim hücre yüksekliği dikdörtgen taban kenarlarından büyük olan, Bravais kafesleri basit, hacim merkezli, taban merkezli ve yüzey merkezli ortorombik olan, dikdörtgen prizma şeklindeki kristal sistemi; eşanlam: ortorombik sistem” (TÜBA, 2013).

** **Plajiyoklaz:** “Feldispat mineral ailesinin iki grubundan biri olan önemli bir kayac yapıcı mineral grubu” (TÜBA, 2013).

Araştırmacılar, yukarıda bahsedilen ara minerallere ek olarak, iki uç mineraller arasında azalan magnezyum miktarı yani Fo değerlerine göre sırayla krisolit (chrysolite), hiyalosiderit (hyalosiderite), hortonolit (hortonolite) ve ferrohortonolit (ferrohortonolite) minerallerini belirlediler. Fakat forsterit ve fayalit haricindeki Olivin mineralleri doğada çok yaygın bir biçimde bulunmaz. Dünitler genellikle kütleler halinde, bazen de harzburjitler* içerisinde dayklar** şeklinde bulunurlar demirce zengin Olivinlere yani fayalite genellikle ferrogabrolarda***, siyenitlerde, asidik ve alkali volkanik kayalarda rastlanmaktadır. Demir bakımından zengin sedimentlerin rejyonel metamorfizması sonucunda da fayalit oluşumuna rastlanmaktadır. Bunun dışında sıcaklığa maruz kalan dolomitler değişime uğrayarak magnezyumca zengin Olivinlerin oluşmasına sebep olurlar (DPT Raporu, 2001, s. 70).

Doğada saf forsterit bulunması zor olduğundan sanayide genellikle magnezyum oranı yüksek olan Olivinler tercih edilmektedir. Olivinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin uygun olmasından dolayı endüstriyel bir hammadde olarak kullanım alanları oldukça fazladır (Çevik, 2006, s. 52). Saf forsteritin doğada bulunmasının güç olmasının yanı sıra diğer bir problem de Olivinlerin farklı etkenler sonucunda kolaylıkla çözünmeye uğrayarak serpantin ve talk minerallerine dönüşmesidir. Olivinler serpantinleşirken, serpantinleşme işleminin kademesine göre bünyelerine farklı oranda su alırlar. Olivinler tamamen serpantinleştiğinde de bu miktar %14'e kadar çıkmaktadır. Serpantinleşip bünyelerine su çeken Olivinlerin sertlikleri ve yoğunlukları önemli miktarda azalmaktadır. Bu sebeple Olivinin aşındırıcı ve refrakterlik özellikleri de azalmaktadır. Azalan yoğunlukları sebebiyle yapıların sağlamlaştırılmasında, bilhassa rayların temellerin dayanıklı olması için denge taşı olarak kullanıldıklarında ve yine petrol platformlarında kullanıldığında denge sorunlarına yol açmaktadır (DPT Raporu, 2001, s. 71). “(Mg₆[Si₄O₁₀](OH)₈) bilişimine sahip olan serpantin, mermerde oluşabilen yeşilimsi bir mineraldir; ünlü Iona Mermeri Serpantinli kayadır. Serpantinit adı verilen

* **Harzburjit:** “Önemli oranda olivin (%40-90) ve enstatit, klinopiroksen (< %5) ve çok az oranda kromit içeren, lertzolit kısmi ergimesi sonucu oluşan, peridotit ailesinden, taneli dokuda, çoğu zaman katmanlı yapıda bulunan, peridotit ailesinden ultramafik derinlik kayacı” (TÜBA, 2013).

****Dayk:** “Aşınma ile filonların yeryüzünde meydana getirdiği duvara benzeyen düzensiz setler” (EtiMaden, 2018).

*** **Gabro:** “Yeşilden karaya değişen renkli, başlıca labradorit veya bitovnit gibi plajiyoklaz ve ojitten oluşan, daha az oranda olivin, ortopiroksen ve/veya hornblend ile aksesuar mineral olarak manyetit, ilmenit ve/veya apatit içeren, nefelin içerenleri nefelinli gabro adını alan, taneli dokuda mafik derinlik kayacı” (TÜBA, 2013).

saf serpantin kaya, genellikle dekoratif kaplama olarak kullanılmaktadır” (Smith, 1999, s. 62).

1.2. Olivin Madenciliği

Dünit adının verildiği kayalarda bulunan Olivinler, dünitlerin yapılarından ve oluşum şekillerinden dolayı, geniş alanlarda bulunurlar. Bu sebeple Olivin madenciliğinde yöntem olarak açık işletme kullanılmaktadır. Bu yöntemin haricinde oda topuk yöntemiyle Olivin madenciliği yapıldığı görülmektedir. Oda topuk yöntemiyle çıkarılan cevherler, ilk olarak koveyörler ile yukarı taşınmaktadır, sonrasında konik darbeli, rulo kırıcılı veya top silindir değirmenlerde ufalanarak, tane boyutlarının sınıflandırılması için eleklerden geçirilmektedir. Son olarak kullanım alanlarına uygun tane boyutlarındaki cevherler paketlenerek satışa sunulmaktadır (Küçüköğlu, 2016, s. 20).

İsmi “Yeni Zelanda’daki Dun Dağları’ndan” alan Dunit kayası mineralojik açıdan %90’dan daha fazla Olivin içermektedir. Olivin çoğunlukla Forsterit ya da Krizotil türündedir. Ancak Dun Dağları masifindeki gibi içerdiği Olivin, demir bakımından zengin Hortonolit de olabilir. Bu tür dünitler serpantinleşmeye karşı dayanıklı olduklarından dolayı tazelikleriyle ilgi çekerler. Kromit çoğu zaman en önemli tali mineraldir. Kromit oranı bazen çok fazla artarak kayaç Olivinli kromite geçiş yapabilir (Çevik, 2006, s. 53).

Tablo 2: Ultrabazik Kayaçların Sınıflandırılması

Olivin Miktarı	Kayaç İsmi	Bileşimi
%90-100	Dünit	Olivin ± Kromit
%30-90	<u>Peridotit Grubu</u>	<u>Olivin + Piroksen grubu mineraller</u>
	Saksonit	Olivin + Enstatit (Bronzit)
	Harzburgit	Olivin + Hipersten
	Lerzolit	Olivin + Ortorombik piroksen + Monoklinik piroksen
	Wehrilit	Olivin + Monoklinik piroksen
	Kortlandit	Olivin + Amfibol
	Kimberlit	Olivin + Mika + piroksen + gröna ± elmas
%10-30	Piroksenit	
	Hornblendit	

Kaynak: (Çevik, 2006, s. 53)

1.3. Olivinin Özellikleri

Tablo 3: Olivinin Genel Özellikleri

Kayaç İsmi	DÜNİT
Ürün Adı	OLİVİN
Mineral	FORSTERİT
Kimyasal Formülü	(Mg, Fe) ₂ SiO ₄
Renk	KOYU YEŞİL
Tane Şekli	KÖŞELİ
Yoğunluğu	3.4 gr/cm ³
Hacimsel Yoğunluk	1.9 gr/cm ³
Sertlik (mohs)	6,5-7
pH	8-8,5
Sinterleşme Başlangıcı	1450 °C
Genleşme Katsayısı	%1.1 (1200 °C lineer)
L.O.I.	max. %1.85
Nem	max. %1.5
Kızdırma Kaybı	% 0.5-2
Serbest Silikat veya Çözülebilir Tuzlar	YOK
Ergime Sıcaklığı	1760 °C

Kaynak: (Çoban, 2014, s. 39)

1.3.1. Fiziksel Özellikleri

Olivinin fiziksel özelliklerinde parlaklık, renk, rutubet, sertlik, pH derecesi ve yoğunluk gibi özelliklerden bahsedilmektedir. Olivin camsı özelliğe sahip oldukça parlak bir

mineraldir. “Olivin, zeytin yeşile benzeyen renginden dolayı, Latince *oliva* (zeytin)’dan türemiştir” (Yalçın, 2018, s. 25). Yüksek ısı ve silikat mineral grubuna ait, magnezyum ve demir iyonlarını içeren, yeşilden siyaha kadar değişebilen renk özelliklerine sahiptir. “Bunun yanı sıra, renksiz, beyaz (forsterit), renksiz-gri (montisellit), mavimsi gri (glokokroit), açık yeşilimsi sarı ve kahvemsî-siyah (fayalit), açık kırmızımsı-kül grisi (tefroit), ayrıca bileşimlerine bağlı olarak koyu yeşil, grimsi yeşil, sarımsı kahverengi olan türleri de bilinmektedir. Alterasyon sonucu kırmızımsı ve siyahımsı renklere dönüşür” (Genç C. , 2000, s. 1). Kayaç halindeki Olivin ile kırılmış, ufalanmış ya da öğütülmüş toz halindeki Olivinin istenilen nem miktarı aynı değildir. “Parça, kırılmış ve toz olivinde istenen nem oranı en fazla sırasıyla %1, %1,5 ve %2 olarak değişmektedir” (Kanarya, 2010, s. 56). Olivinin çok sert bir malzeme olduğundan daha önce de bahsedilmişti. Olivinin sert olması, ufalanma ve öğütülme gibi özelliklerine etki etmektedir. “Sertliği 6.5-7 Mohs arasında değişmektedir. Olivinler belirgin köşeli yapıya sahiptirler ve olivinin köşeli yapıya sahip olması olivine aşındırıcı özellik kazandırmıştır. Olivinin köşeli parçalardan oluşması daha fazla —kuru kırılma dayanımı(Green strength) göstermesine neden olmaktadır. pH derecesi 8,9-9,5 arasında değişen olivin bazik cüruflara karşı çok mukavemetli olmasına karşın asit cüruflarına karşı çok fazla mukavemet gösterememektedir. Olivinin yoğunluğu 3,22-4,40 aralığında değişir. Quartz’ın yoğunluğu ise 2,65’dir. Olivin quartz’dan daha ağırdır. Bu özellik olivin için dezavantajdır. Çünkü bu durum eşit hacim için daha fazla kütle gereksinimi gösterir” (Kanarya, 2010, s. 56).

1.3.2. Kimyasal Özellikleri

Tablo 4: Olivinin Genel Kimyasal Özellikleri

Bileşen	%min	%max
MgO	44.50	50.00
SiO ₂	41.00	43.00
Fe ₂ O ₃	6.22	7.5
Al ₂ O ₃	0.06	0.20
Na ₂ O	0.02	0.05
Cr ₂ O ₃	0.15	0.30
NiO	0.10	0.20

Kaynak: (Çoban, 2014, s. 39)

Dünyada Olivin ile ilgili çalışmalar, teknolojik özellikleri sebebiyle magnezyum açısından zengin forsteritler üzerinde yoğunlaşmıştır. Saf forsterit bulmak zor olduğu için sanayide forsterit oranı daha fazla olan olivinler tercih edilmektedir. “Sanayide kullanılan olivinin genel olarak MgO miktarı %42’nin üzerinde, toplam FeO miktarının %7-%8’den fazla olmaması istenmektedir. Ayrıca SiO₂ miktarının %38-%42 arasında, diğer metal oksitlerin toplamının %3’ten az ve ateş kaybının da %1 civarında olması önemlidir. Olivin bazik bir refrakter malzemedir. Ergime ve sinterleşme sıcaklığı sırasıyla 1760°C ve 1450°C’dir” (Kanarya, 2010, s. 57).

1.3.3. Jeolojik Özellikleri

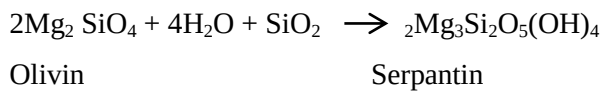
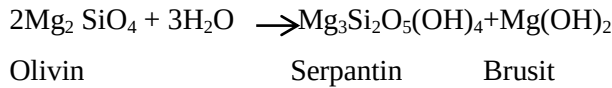
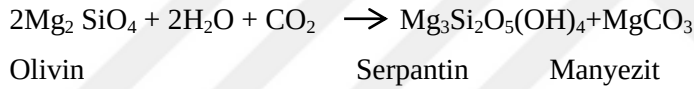
Dünya yüzeyinde bulunan Olivinlerin çoğu koyu renkli magmatik kayalardır. Genellikle piroksen* ve plajiyoklaz varlığında kristalleşerek bazalt veya gabro oluşturur. Bu türdeki kayalar en çok tektonik tabakaların merkezlerindeki sıcak noktalarda ve farklı tabaka sınırlarında yaygındır. Olivin, diğer minerallere göre oldukça yüksek bir kristalleşme sıcaklığına sahiptir ve bu yüksek sıcaklık onu bir magmada kristalleşen ilk minerallerden biri yapar. Bir magmanın yavaş soğumasıyla Olivin kristalleri oluşabilir ve daha sonra oldukça yüksek yoğunlukları sebebiyle magma odacığının altına yerleşebilir. Bu konsantre Olivin birikintisi, magma odacığının alt bölümlerinde dünit gibi Olivin bakımından zengin kayaların oluşmasına sebep olabilir. Olivin kristalleri zaman zaman dolomitik kireçtaşı ya da dolomitin metamorfizması esnasında oluşur. Dolomit, magnezyuma katkıda bulunur ve silika, kireçtaşındaki kuvars ve diğer safsızlıklardan elde edilir. Olivin metamorfize edildiğinde serpentine dönüşür. Olivin, hava etkisiyle değiştirilebilen ilk minerallerden biridir. Ayrışma sonucu çok kolay değiştiği için Olivin tortul kayalarda yaygın bir mineral değildir ve birikinti kaynağa çok yakın olduğunda yalnızca bol miktarda kum veya tortu bileşenidir (King, 2019).

1.3.4. Olivinde Görülen Değişimler (Alterasyon)

“Olivinler, zayıf asitlerde bile jelatinleşir ve hava koşullandırma faktörleri tarafından yapılan sıcak mineralleştirici (hidrotermal) çözeltilerin saldırısına karşı çok az direnç gösterir. Forsteritik olivinler esas olarak süzdürme yoluyla

* **Piroksen:** “Değişik kimyasal bileşimlere sahip, kayaç oluşturucu silikat minerallerinin ortak adı” (EtiMaden, 2018).

değiştirilir, bu da magnezyumun çıkarılması ve su ve bir miktar demir ilavesiyle sonuçlanır. Kimyasal reaksiyonlar genellikle karmaşıktır ve hidrasyon*, oksidasyon** ve karbonatlaşmayı içerir. Fayalitik olivinler esas olarak oksidasyon ve silikanın uzaklaştırılması yoluyla değiştirilir. Olağan değişim ürünü bir psödomorf*** olarak ortaya çıkabilen serpantin mineralidir.(Orijinal mineralin dış görünüşüne sahip ancak tamamen başka bir mineral ile değiştirilmiş bir form). Ultramafik kayalarda olivinin en yaygın alterasyon****ürünü olan serpentine sıklıkla manyezit eşlik eder” (Tilley & Simmons, 2019). “Farklı pek çok oluşum teorisi ile açıklanabilen serpantinleşme, otohidratasyon yolu ile ifade edildiğinde 500°C’nin altında hidrotermal eriyikler aracılığı ile ultrabazik kayalarda gözlenen en önemli alterasyon olayıdır. Ayrıca dinamometamorfizmanın etkisiyle yer altı sularının serpantinleşmeye kaynak oluşturduğu kabul edilir. Başka bir görüş ile de serpantinleşme, postmagmatik veya otometasomatik***** bir olay olup, sıcak olivinlerle kalıntı sulu eriyikler arasında oluşan alterasyon olayı şeklinde açıklanmaktadır. Bu olay aşağıdaki denklemlerle ifade edilebilir” (Çevik, 2006, s. 54).



***Hidrasyon:** 1. “Çimentoya su eklenerek ve karıştırılarak elde edilen sertleşme tepkimesi; eşanlam: hidratlanma. 2. Bir katı maddeye su emdirmesi” (TÜBA, 2013).

****Oksidasyon:** “Bir kimyasal bileşiğin oksijenle tepkimeye girmesi ya da daha genel anlamda atom ya da atom gruplarının bir ya da daha fazla elektron yitirdiği kimyasal tepkime; eşanlam: yükseltgenme, oksitlenme” (TÜBA, 2013).

*****Psödomorf:** “Bir kristalin asal maddesinin bazı kimyasal olayların etkisiyle kısmen veya tamamen kaybolup onun yerine kristale giren herhangi bir maddenin, ilk maddenin, şeklini almak suretiyle oluşmuş mineraller. Bu olaya “psödomorfoz” olayı ve kendisine ait olmayan kristal bir şekilde bulunan minerallere de “yalancı şekilli “ veya “psödomorf “ mineral denir” (EtiMaden, 2018).

******Alterasyon:** 1) “Yerkabuğunu teşkil eden (kayaçları) formasyonları oluşturan minerallerin fiziksel ve kimyasal etkilerle kompozisyonlarının değişmesi. 2) Bozulma. 3) Çürüme” (EtiMaden, 2018).

*******Metasomatik:** “Metazomatizma sürecinde oluşmuş maden yataklarının kökenini belirten terim; eşanlam: metazomatik” (TÜBA, 2013).

“Serpantinleşme bir hidratlaşma olayıdır, yukarıdaki denklemlerde de görüldüğü gibi çeşitli karbonatlar ve hidroksitler oluşmaktadır. Forsterit 500°C’nin altında ve sulu ortamda serpantin minerallerine dönüşür. Aynı durum Mg taşıyan ortopiroksenler için de geçerlidir. Böylelikle magnezyumca zengin olivin ve ortopiroksen içeren ultrabazik- bazik kayalar çeşitli derecelerde serpantinleşmeye uğrarlar. Serpantinleşmenin kökeninin peridotitlerin*, amfibolitlerin** ve piroksenlerin metamorfik alterasyonlarında olduğu söylenebilir. Serpantinleşmede alterasyonlar genellikle tamamlanmamış olduğundan serpantinlerin fiziksel özellikleri çok geniş bir alanda çeşitlilik göstermektedir. Kara yüzeyinde belirgin bir görünüm sergilemektedirler. Toprak normalden daha fazla killi bir yapı göstermekte ve bitkiler diğer çevre bitkilerinden ayırt edilebilir nitelikte olmaktadır. Serpantin toprağı içeren alanlar dar, uzun şeritler halinde otlar ve ormanlık alanlar içerisinde çalılık bölgeler oluşturmaktadır. Yaklaşık 20 mineral serpantin grubuna ait mineral olsa da bunlar karışım halinde bulunduklarından, bu mineralleri her zaman tek tek ayırtlamak farklılıkları belirtmek mümkün olmamaktadır. Bu yüzden serpantin grubu mineralleri genel olarak 3 ana mineral olarak incelenmektedir. Bunlar: Antigorit, krizotil ve lizardittir. Stresin etkili olmadığı ortamlarda olivinin kenar ve çatlaklarından itibaren gelişen ve çatlaklara dik olarak dizilim gösteren krizotil oluşur. Bunun yanı sıra manyetit, nadir olarak da hematit ve manyezit oluşumu da gözlenir. Stresin etkili olduğu ortamlarda ise olivin antigorite*** dönüşür. Benzer koşullar altında serpantinleşmiş olivin talk mineraline de dönüşebilir. Özellikle tektonik hatlar boyunca, ezik zonlarda, faylı kesimlerde ve kenar zonlarda etkili olan serpantinleşme olayı, tektonik olaylar süresince veya bu olayların sonucunda gerçekleşmektedir. Serpantinleşme bu çalışmanın gerçekleştirildiği sahada da olduğu gibi arazide %1 ile %100 arasında değişen oranlarda gözlenebilmektedir. Serpantinleşme, olivinin endüstriyel

***Peridotit:** “Bazik derinlik kayacı” (EtiMaden, 2018).

****Amfibolit:** “Ağırlıklı olarak hornblend, aktinolit türü amfiboller ($\leq$ %50) ve plajiyoklazdan (%15-40) yapılı, çok az oranda kuvars, granat, epidot, kara mika, olivin, apatit, titanit, rutil, manyetit, pirit veya Fe-oksit mineralleri içerebilen, yer yer fazla belirgin olmayan yapraklanmalı, genellikle bazalt, gabro gibi mafik magmatik, bazen karbonatlı-sideritli tortul kayaçların amfibolit fasiyesinde başkalaşım geçirmesi ile oluşan, sert ve alterasyona dayanımlı, koyu renkli, orta taneli, gnays-granofels-nematoblastik dokulu bölgesel başkalaşım kayacı” (TÜBA, 2013).

*****Antigorit:** “Kimyasal formülü $(\text{Mg}, \text{Fe}_{2+})_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, özgül ağırlığı 2,61-2,65, Mohs sertliği 3,5-4 olan, monoklinik sistemde kristalleşen, ender olarak çok küçük kristalli, genelde levhamsı veya lifsi agrega şeklinde bulunan; koyu yeşil-elma yeşili, mavi-yeşil, sarımsı, gri, kahverengi veya kara renkli, çizgi izi ak-yeşilimsi ak, belirgin dilinimli, camsı, ipeğimsi, reçinemsî veya yağsı parıltılı, kıymık şeklinde veya konkoidal kırılmalı, saydam-opak, yeşime benzediği için sahte yeşim olarak da bilinen, serpantin grubu mineraller içinde takı ve heykel yapımı ve süslemecilikte en yaygın olarak kullanılan mineral” (TÜBA, 2013).

hammadde olarak kullanılmasında problem yaratan en önemli parametredir. Kızdırma kaybı ile olan doğru orantısıyla kayacın dayanıklılığını düşürmekte ve istenilen verimin elde edilmesinde olumsuz rol oynamaktadır. Magmadan ilk kristallenen bir mineral olduğundan, olivin değişik koşullar altında kolaylıkla bozulmaya uğrayabilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda magmadan ayrıldıktan sonra silisçe zenginleşen çözelti ile reaksiyona girerek kenarlarından itibaren ortopiroksene (çoğunlukla bronzite) dönüşür. Bazen çekirdek kısmında kalıntı olarak olivine rastlanabilir. K bakımından zengin artık çözeltiler ile reaksiyon sonucu bir biyotit kuşağı ile çevrilebilir. Magmatizma sonrası evrede pilit adı verilen karmaşık bir amfibol agregatına* dönüşebilir. Gabrolarda anortit bakımından zengin plajiyoklazlar ile olivin sınırında gelişen reaksiyon ile kelfitik zon veya kuşak (korona) oluşur. Yüksek sıcaklıkta Fe^{+2} 'nin kısmen oksidasyonu sonucu villarsit oluşur. Bu sürecin ilerlemesi ve Fe^{+2} getirmesi sonucu ise volkanik kayalarda sarımsı-kahverengi, zayıf pleokroik**, biyotite benzeyen iddingsit*** oluşur” (Çevik, 2006, s. 54-55).

1.4. Dünya’da Olivin Rezervleri

Norveç dünyanın en büyük Olivin (Dünit) yatağına sahiptir. Aheim çevresindeki önemli oranda Forsterit içerikli bu dünit kütlesi yaklaşık 6,5 km²’lik bir bölgeyi kaplamaktadır ve rezervi de 2 milyar tonun üzerindedir. Dünya piyasalarında da en çok söz hakkı olan dünitler bunlardır ve bu yataklarda 1948’den beri madencilik devam etmektedir. İtalya’da Torino çevresindeki Vidrocco ve Castellamonte kasabaları çevresindeki dünit rezervleri 100 milyon tona yakındır. Bu yörede ise dünit madenciliğine 1960’da başlanmıştır. İspanya’nın kuzeybatısında bulunan Galicia çevresindeki dünit rezervlerinin de 100 milyon tonun üzerinde olduğu bilinmektedir. İsveç’te 1980’den önce hem radyatör gibi ısıtıcılarda hem de refrakter sanayisinde kullanmak için senede 50 000 tondan çok dünit üretilmekteydi. Avusturya’nın Styria bölgesindeki Leoben çevresinde dünitin var olduğu bilinse de rezervi ile ilgili bir bilgiye ulaşılamamaktadır. Amerika’da North Carolina ve Washington bölgelerinde taze Olivin ihtiva eden önemli dünitler bulunmaktadır. Washington çevresinde ise 200 milyon tondan daha fazla bir rezerv olduğu tespit edilmiştir. Yeni Zelanda, Japonya, Meksika ve Güney Afrika’da

* **Agregat:** “Agregatlar ufalanmış taş taneleridir. Tabii etkenlerin etkisi ile ufalanma ürünü olup da tabiatde hazır rastlanan tanelere iriliklerine göre kum veya çakıl adları verilir” (Artel, 1969, s. 282).

** **Pleokroik:** “Değişik yönlerden bakıldığında farklı renkler gösteren” (Tıbbi Terimler Sözlüğü, 2011).

*** **İddingsit:** “Olivinin değiştirilmesinden türetilen mikrokristal bir kayadır” (İddingsite, 2021).

işletilen mühim dünitler bulunmaktadır fakat rezervleri ile ilgili net bir bilgi bulunmamaktadır. Yugoslavya, İran ve Pakistan'da önemli dünit rezervleri bulunmasına rağmen sanayii de kullanımı hakkında herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır (Özkarakaşoğlu, 2006, s. 19).

1.4.1. Olivin Üretimi

Olivin üretiminde en çok rezerve sahip olan, “yıllık 3,5 milyon tonluk” üretimi ile Norveç ilk sıradadır. Norveç’i ikinci sırada “2 milyon ton” üretim yapan Japonya takip etmektedir. Bu ülkelerden sonra yıllık ortalama “700000 ton ile İspanya, 500000 ton ile Çin” gelmektedir. Rezerv bakımından zengin olan A.B.D. de ise olivin cevherindeki düşük magnezyum oranı sebebi ile üretim yılda ancak “200000 ton” yapılmaktadır. Tablo 5’te dünyada çıkarılan olivin cevherinin oranları verilmiştir (Küçüköğlu, 2016, s. 20).

Tablo 5: Ülkelere Göre Yıllık Olivin Üretimi

Ülke	Üretim (ton=yıl)
Norveç	3,5 milyon
Japonya	2 milyon
İspanya	700.000
Güney Kore	500.000
Çin	500.000
Tayvan	400.000
Brezilya	350.000
A.B.D.	200.000
Meksika	150.000
İtalya	100.000
Avusturalya	80.000
Avusturya	20.000

Kaynak: (Küçüköğlu, 2016, s. 20)

1.4.2. Tüketim Miktarı ve Değerleri

“Dünya’da en fazla olivin üretimi Norveç’te yapılmakla beraber, yıllık olivin tüketimi 20 000 ton civarındadır. Kısacası 2,9 milyon ton/yıl üretimin hemen hemen hepsi ihraç edilmektedir. Avusturya’da prefabrik yapı, kimyasal bağlı tuğla

ve refrakter üretiminde 38 000 ton/yıl'dan fazla dünit kullanılmıştır. İtalya'da 200 000 ton/yıl'dan fazla dünit tüketilmekte olup bunun % 25'i demir-çelik endüstrisinde, % 30'u döküm ve refrakter sanayisinde, % 30'u aşındırıcı olarak, %10'u yer döşemesinde ve % 5'i de özel boya yapımında kullanılmıştır. Avrupa'da dünit tüketimi, özellikle demir-çelik sanayisinde dolomitin yerini almasıyla artmaya başlamıştır. Diğer taraftan sağlık nedenleri dikkate alınarak döküm ve abrasiv (aşındırıcı) sanayilerinde de olivin üretiminde gözle görülür bir artış vardır. Ancak yukarıda verilen değerler dışında, Avrupa ülkelerinin her birinde net olarak ne kadar dünit tüketildiğine dair sıhhatli bilgiler elde edilememiştir. A.B.D.'de olivin çelik, döküm ve refrakter gibi önemli sanayi kollarında önemli miktarlarda kullanılmaktadır. Ancak tüketim konusunda sağlıklı rakamlar olmamakla beraber 300.000 tondan fazla olivin tüketildiği bilinmektedir. Meksika'da 1988-89 yıllarında demir-çelik sanayinde 25 000 ton/yıl'dan fazla dünit tüketilmiştir. Japonya'da 1995 yılı rakamlarına göre 190.000 ton olivin tüketilmiştir. Bunun başta demir-çelik sanayi olmak üzere % 34'ü sanayide ve başta yol yapımı olmak üzere % 66'sı da inşaat ve yapı sektöründe kullanılmıştır” (DPT Raporu, 2001, s. 75).

1.4.3. Uluslararası Ticaret

“Forsteritik olivin (Mg_2SiO_4) diğer endüstriyel hammaddelerle kıyaslandığında ticari olarak oldukça genç bir hammadde sayılabilir”. Kullanımı giderek yaygınlaşmakta ve önemi artmaktadır. Dünya'nın yıllık tüketimi 1950'li yıllarda 800.000 ton iken 1990'lı yılların başlarında Olivin üretiminin 4 milyon tondan daha çok olduğu tahmin edilmektedir. Olivin ilk olarak refrakter tuğla yapımında, 1960'ların başlarında döküm kumu olarak, ortalarında ise ısı depolayan tuğla olarak sobalarda “(night storage heater bricks)” kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise Olivinin kullanımı daha da gelişmiş ve demir-çelik endüstrisinin yüksek fırınlarında cüruflaştırıcı olarak tüketilmektedir. 1980'lerden sonra üretilen Olivinlerin yarıdan fazlası (%70) demir-çelik endüstrisinde kullanılmaktadır. Olivin özellikle bu alanda dolomit, silis kumu ve kireçtaşının yerine kullanılmaktadır. Forsteritik Olivinlerin yüksek fırınlarda dolomit, silis kumu ve kireçtaşının yerine geçmesi hem sağlık ve çevreyle hem de ekonomi ile ilgilidir. Forsteritik olivinler yüksek miktarda magnezyum (dolomitten daha fazla) ve kuvars içerirler, dolayısıyla demir-çelik üretiminde dolomit ve kuvarstan daha az Olivin kullanılmaktadır. Böylece açığa çıkan cürufun hacim ve ağırlık olarak daha az olması

sağlanır ve üretimin birim maliyetleri düşürülür. Diğer yandan Olivinin serbest silis ihtiva etmemesi serbest silisin neden olduğu silikoz hastalıkları riskini de ortadan kaldırmaktadır (Zedef & Döyen, 2001, s. 299). Sanayide kullanılan Olivin ticareti fazla eski sayılmamaktadır. Olivin madenciliği 50 sene öncesine dayansa da sanayideki değeri yaklaşık 15-20 senede anlaşılmıştır. Günümüzde Olivin en çok demir-çelik endüstrinde kullanıldığı için alım satımı da genellikle bu sektöre yönelik yapılmaktadır. Demir-çelik sanayiinde genellikle dolomit ve manyezit vb. refrakter mineralleri kullanılmaktaydı ancak Olivinin refrakterik kullanımının keşfedilmesiyle Amerika, Avrupa, Kanada, Japonya ve Avustralya'da Olivin giderek bu minerallerin yerine kullanılmaya başlanmıştır. Demir-çelik sanayisinde ve bu alan geliştikçe Olivine olan gereksinim de devam edecektir. Dünyadaki hâlihazırda diğer refrakterik hammaddelerin yataklarının azalması ya da üretim zorlukları da Olivine olan ihtiyacı artıracaktır. Fakat demir-çelik sanayisindeki herhangi bir gerilemeye sebep olan problem, bu mineralin tüketim seviyesinin çok düşebileceğini göstermektedir. Bu sebeple büyük Olivin üreticileri zorluklarla karşılaşırken, orta ve küçük ölçekli üreticiler ise piyasadan çekilmek zorunda kalacaklardır çünkü Olivinin döküm ve aşındırıcı sanayii alanlarında ve yapı malzemelerindeki kullanım olanakları oldukça kısıtlıdır. Ayrıca son zamanlarda elektrikli radyatör olarak kullanılmakta olan Olivinli radyatörlerin yerini manyetitli radyatörler almıştır. Tüm bu olumsuz koşullara karşın bilhassa Avrupa'da sağlık ve çevre sebepleri ile Olivin kullanımını tercih etmeye başlamışlardır. İçerisinde serbest silis bulunmadığı için aşındırıcı ve döküm endüstrisinde kullanımına örnek gösterilebilir. Bu sektörlerde kullanılan silis kumları, silikozis hastalığına sebep olmaktadır. Bu konuya dikkat edildiğinde bilhassa gelişen ülkelerde Olivin tüketimi artışı olacağı düşünülmektedir (DPT Raporu, 2001, s. 79).

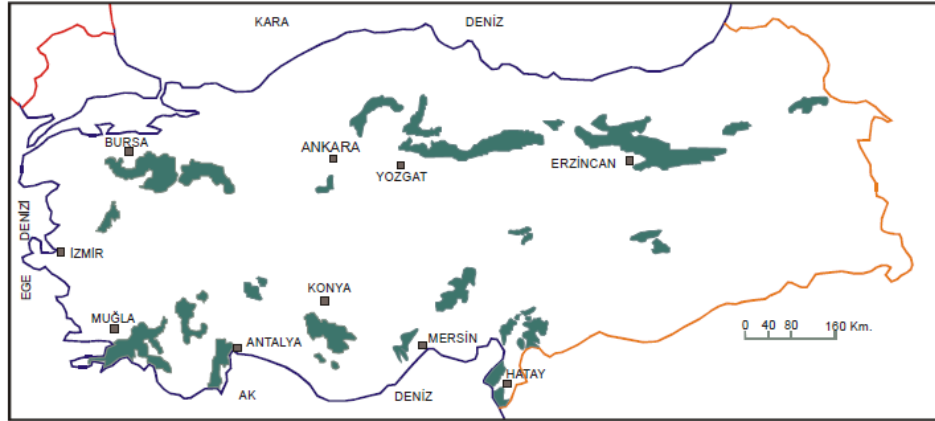
1.4.3.1. İthalat – İhracat

Avrupa sanayisinde Olivin kullanan ülkelerden Norveç ve İspanya haricindeki ülkeler, ayrıca Amerika, Avustralya, Yeni Zelanda, İran, Pasifik Kıyısı ülkeleri ve Güney Amerika ülkeleri farklı oranlarda Olivin ithal etmektedir. Dünya'da en fazla Olivin ihracatını Norveç yapmaktadır. A/S Industrimineraler, A/S Olivin ve North Cape Minerals adlı şirketler 1998'de toplamda 3,34 milyon ton üretim yapmış ve bu üretimi büyük oranda ihraç etmişlerdir. Olivin ihracatında Avrupa'nın ikinci sırada yer alan

ülkesi İspanya'dır. İhracat büyük oranda Brezilya, Amerika ve Avrupa Topluluğu ülkelerine yapılmaktadır (DPT Raporu, 2001, s. 79).

1.5. Türkiye'de Olivin Rezervleri

Ülkemizde 1996'ya kadar Olivinin kullanıldığı pek fazla bilinmemektedir. Zira özel sektör ve devlet kurumları Olivin ile net bir biçimde tanışmamışlardır. Bu sebeple Türkiye'nin dünit üretimi kayıtlarına rastlanmamaktadır. Yalnızca bazı mermer üreticilerinin dünit kayaçlarını mermer olarak kullandıkları bilinmektedir. Fakat 90'ların ortalarında üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır (DPT Raporu, 2001, s. 81). Son zamanlarda yapılan araştırmalara göre Türkiye Olivin rezervleri açısından en zengin ülkelerden biridir. Bu sebeple yerli Olivin kaynakları ile ilgili yapılan çalışmalar daha önemli hale gelmektedir (Küçükoğlu & Yücel, 2016, s. 220). Demir-çelik sanayisinde cüruf düzenleyici ve eritici, refrakter sanayisinde ve sinter tesislerinde refrakter olarak manyezit ve dolomit kullanılmaktadır. Olivin ile kıyaslanınca bu mineraller daha pahalıdır. Ülkemizde çok fazla bölgeleri kaplayan ultrabazik kayaçlar (Görsel 3) ve bu kayaçlarda mühim dünit oluşumları bulunmaktadır (DPT Raporu, 2001, s. 81).



Görsel 3: Türkiye'de Ultrabazik-Bazik Kayaçların Dağılımı

Kaynak: (DPT Raporu, 2001, s. 82)

MTA Genel Müdürlüğü bu alandaki dünitlerin ekonomik değerini araştırmak amacıyla proje yapmıştır. Sayın'ın 1989'da yaptığı bu etüt çalışması ile Orhaneli kuzeyindeki ultrabazik masif içinde dünit zonları ayrıştırılmaya çalışılmış ve bölgede 5 milyar tondan fazla bir rezerv ortaya çıkartılmıştır. Bu dünitler %45'in üzerinde magnezyum oksit içermektedir ve refrakterlik dereceleri (PCE>31) yüksektir. İkinci mühim dünit oluşumları da Adana-Karsantı (Kızılyüksek) ultrabazik masifi içinde bulunmaktadır.

Akın ise 1987’de bu bölgede krom rezervlerinin araştırılması için yaptığı çalışmalarda çok büyük oranda dünit oluşumlarından bahsetmektedir. Çalışma alanındaki yüzey mostralarından ve sondajlarından alınan bazı numunelerin kimyasal analizleri aşağıda verilmiştir (DPT Raporu, 2001, s. 82).

Tablo 6: Adana-Karsantı(Kızılyüksek) Yöresine Ait Analiz Sonuçları

Numune No	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Toplam Fe ₂ O ₃
KA-22/113	-	45,4	1,0	1,0	8,7
KA-22/109	-	45,7	1,1	1,3	8,0
KA-22/54	-	45,3	1,1	1,7	7,8
KA-22/60	-	45,9	1,1	2,5	7,6
KA-21/33	34,4	45,8	0,9	2,2	7,3
KA-20/22	33,8	45,7	0,9	3,4	7,7
KA-3/31	35,1	45,5	0,9	1,5	8,0

Kaynak: (DPT Raporu, 2001, s. 82)

M.T.A’nın Teknoloji Laboratuvarında incelenen numunelerin döküm ve refrakter sanayilerinde hammadde olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Kızılyüksek'teki dünitlerin yaklaşık olarak 50 km²’lik bir alana yayıldığı ve yapılan sondajlarla da kalınlıklarının 400 m’den fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Buna göre bölgedeki dünitin milyarlarca ton rezerve sahip olduğu açıktır. Bu çalışmalardan sonucunda Olivinin kullanılabileceği sektörlerin Türkiye’de bulunması ve gelecekte ülkemizde kullanımının artması düşünülerek ve yukarıda bahsedilen çalışmalar da incelenerek 1995 yılında MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt Dairesi bünyesinde Türkiye’de ki Olivin potansiyelini ortaya çıkartmak ve sanayiye tanıtmak için “Türkiye Olivin Aramaları Projesi” adı altında bir proje hazırlanmıştır. Bu proje kapsamında Kütahya-Bursa-Eskişehir-Muğla-Burdur-Isparta-Karaman-Konya-Mersin-Adana çevresinde yüzeyleyen ofiyolitler Olivin bakımından incelenmiştir. Yapılan çalışmaların sonucunda ise Muğla-Köyceğiz, Bursa-Orhaneli, Konya-Meram, Adana-Pozantı, yörelerinde kullanıma uyumlu dünit kütleleri saptanmıştır. Bu alanlardaki Olivin potansiyelinin gelecekte Türkiye’nin ihtiyacını fazlası ile karşılayacak seviyede olduğu belirlenmiştir (DPT Raporu, 2001, s. 83).

1.5.1. Üretim

Olivin üretimi açık maden işletmeciliği sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Ruhsatlı sahada üretilecek olan Olivin cevheri elle temizlenerek belli bir miktarına zenginleştirme işlemi yapılmaktadır. Üretilen cevherin bir kısmı cevher hazırlama tesislerinde zenginleştirilmekte ve sonrasında sinter veya pelet üretilerek yüksek fırınlarda kullanılabilir duruma getirilmektedir. Üretilen cevherin bir kısmı da üretildiği gibi çelikhanelerde direk olarak veya yüksek fırın olarak kullanılabilir (Oremet Madencilik, 2016, s. 10). Zengin Olivin yataklarına sahip Muğla'da Olivin madenciliği Köyceğiz'de yapılmaktadır. Günümüzde çoğunlukla sadece verimli Olivin yatakları değerlendirilmektedir. Bu rezervler ebat küçültme ve sınıflandırma ile son ürün şekline getirilerek piyasaya sunulur. Cevher içerisinde bulunan serpantin mineralleri, Olivin ile arasındaki sertlik ve öğütülebilme ayırımından dolayı seçimli ebat küçültme sonucunda ince boyutlu fraksiyonda zenginleştirilir. Dolayısıyla iri ebatlarda kalan zenginleşmiş Olivin konsantresi sadece ebat küçültme ve sınıflandırma ile elde edilmiş olur (Güler, Güney, & Polat, 2018, s. 157) Forsterit genellikle açık işletme yöntemiyle alınır. “Basamak yükseklikleri 4 -6 m olan ayna-topuk yönteminde ızgara şeklinde delikler açılarak patlatma ile gevşeme sağlanır”. Cevher zenginleştirme için çoğu zaman darbeli ve çeneli kırıcılarla kuru kırma ve öğütme işlemi uygulanır. “Fluorit, mika, serpantin gibi kirletici bileşenlerden yoğunluğu 3 gr/m! olan ağır sıvılardan geçirilerek ayrılabilir”. Üretilen forsteritin bir miktarı ise seramik, cam, briket ve elektrik izolatörlerinin yapımında hammadde ya da aşındırıcı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca süs taşı olarak değerlendirilmektedir (Özcan, s. 305). “Türkiye bir dizi küçük ve orta ölçekli üreticiden yaklaşık 150.000 çeşit olivin üretmektedir. Öncülük eden üretici firma 150.000 tip fabrika kapasitesi ile Konya Beyşehir'de ki Beykrom madenciliktir”. Beykrom madenciliğin hedef piyasası Akdeniz ve Orta Doğu bölgeleridir. Potansiyel üretici firmalar arasında Ado Madencilik ve AS Olivin Mineral de bulunmaktadır (Harben & JR., 2006, s. 680)

Tablo 7: Maden Üretim Değerleri

Maden Adı	ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER ÜRETİMİ (TON)					
	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Olivin+ Dünit	361.715,68	269.553,76	469.545	411.612	177.493	304.279
	2015	2014	2013	2012	2011	
	184.623	244.138	126.990	244.753	221.079	

Kaynak: <https://www.mapeg.gov.tr/Custom/Madenistatistik> (Erişim Tarihi:10/03/2022)

1.5.2. Tüketim

Olivin hem dünyadaki gelişmiş ülkelerin sağlık ve çevre hususundaki, çevre ve iş sağlığı açısından risk altına girmesini önleme hedefiyle düzenledikleri yasalar ile serbest silis içeren hammadde ve minerallerin kullanımını yasaklama yoluna gitmeleri hem de Olivinin alternatifi olan hammaddelerden daha ekonomik olması sebebiyle Olivin tüketimi hızla artmaya başlamıştır. (Ülkemizde de 2009 senesinde serbest silis içeren hammadde ve minerallerin kullanılması sağlık bakanlığı tarafınca yasaklanmıştır.) Olivin minerali bünyesinde serbest silis içermemektedir (Eryas Madencilik, 2017, s. 2). Elektrikli ısıtıcı, aşındırıcı, denge malzemesi, agrega, astar boya üretimi, cam sanayi, kaya yünü ve gübre gibi birçok alan Olivinin ikincil tüketim alanlarıdır. Atık sularındaki ağır metallerin ve biyolojik bileşenlerin giderimi, atık asitlerin nötralizasyonu, asit maden drenajının ve karbondioksitin depolanması, Olivinin en önemli çevresel uygulamalarda kullanımıdır (Güler, Güney, & Polat, 2018, s. 157).

1.5.3. İthalat-İhracat

“Ülkemizin en önemli olivin üreticisi Şe-Tat 2004 yılında olivin üretmeye başlamıştır. Şirket, Orhaneli (Bursa) bölgesine odaklanmıştır. Bölgenin olivin rezervi yaklaşık 1 milyar ton olarak hesaplanmıştır. Şirket, Orhaneli ilçesinde bulunan olivin tesislerinde ürettiği malzemenin bir kısmını iç piyasaya aşındırıcı, döküm kumu, refrakter malzemesi, cüruf düzenleyici, kot taşlama ve kuyumculuk sektörüne değerli taş olarak satmaktadır. Üretimin önemli bir kısmını ise üretim yerine 70 km uzaklıktaki Gemlik limanında ihraca hazır hale getirip Bulgaristan, İran, Fas, Peru, Rusya, Venezüella, İran ve Güney Afrika'ya ihraç etmektedir. Beykrom Şirketi tarafından Beyşehir (Konya) bölgesinde küçük ve orta ölçekte

olivin üretimi yapılmaktadır. Bölgede tanımlanan görünür rezerv yaklaşık 50.000.000 ton olup, yıllık üretim 150.000 ton civarındadır. Şirket üretiminin %60 – 70’ini ihraç etmektedir. Beykrom 2001 yılından itibaren ihracata başlamış olup, ihraç yaptığı ülkeler arasında Mısır, Sudan, Arnavutluk ve Suriye yer almaktadır. Üretim EBT kumu, cüruf düzenleyici, refrakter, aşındırıcı ve diğer sanayi kollarına dağıtmaktadır. Son yıllarda olivin üretimi ve ihracatı yapmaya başlayan bir diğer şirket de Ado Maden’dir. Şirket Antalya’da yılda yaklaşık 40.000 ton olivin üretimi yapmaktadır. Yapılan sözlü görüşmelerde olivin üretimine giren şirket sayısının arttığı, halen yaklaşık 10 firmanın olivin ihracatı yaptığı ifade edilmiştir” (Örgün & Erarslan, 2012, s. 72).

1.6. Olivinin Kullanım Alanları

Olivin, farklı magnezyum silikat hammaddeleri arasında, çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Serbest kristal silika’ya sahip olmaması dolayısıyla tehlikeli değil sağlıklı ve çevreci olması, polimorfik* dönüşümünün olmaması, farklı uygulamalar için kullanımdan önce kalsinasyon** gerektirmemesi, hidrasyon eğiliminin olmaması ve bu nedenle depolama için özel bir dikkat gerektirmemesi, düşük ısı iletkenliğine (0.031 cal / cm / sn / °C} ve iyi yalıtım özelliklerine sahip olması, yüksek Forsterit içeriği (erime noktası 1890 °C) nedeniyle yüksek refrakterlik (erime noktası 1700°C -1760°C} özelliğine sahip olması, ayrıca erimiş metaller ve cürufla reaksiyona karşı direnç sağlayarak daha uzun ömürlü olması, 1000°C’de %0,8’lik düşük termal genleşme sonucu termal şoka karşı dirençli olması, yüksek hacimli ısı kapasitesi (belirli ısı 20° ve 1000°C, 0.23 ila 0,3 cal /gr/°C’dir), ısı depolama malzemesi olarak kullanışlı olması, yüksek aşınma direncine sahip olması (Mohs ölçek sertliği 6.5-7), özgül ağırlık 3.26-3.4 ve yığın yoğunluğu 1.5-2.0 g.cm⁻³ olması, etkisiz, yüksek kimyasal ve mineralojik (güçlü Forsterit mineralojik bağ sayesinde) stabilizeye sahip, yüksek sıcaklık prosesleri için kolayca uygulanabilir olması, refrakter malzemelerle iyi uyumlu

* **Polimorfik:** Kimyasal bileşimleri aynı olup değişik sistemlerde kristallenen ve şekil bakımından birbirine benzemeyen ve bazı fiziksel özellikleri bakımından da birbirinden farklı “ Çok şekilli” mineraller (EtiMaden, 2018).

** **Kalsinasyon:** 1) Cevherin bünye-sindeki kristal suyu ve CO₂’in cevherden veya kayaktan uzaklaştırılması işlemi. Cevherin bünyesindeki suyu uzaklaştırmak için 300½C, CO₂’i uzaklaştırmak için de 600-800½C ısıtma gerekir. 2) Kireç taşından sönmemiş kireç elde edilmesi (kireç yakma) (EtiMaden, 2018).

ve fiyatının uygun olması Olivinin avantajları arasında yer almaktadır (Sarkar, 2014, s. 81).

“İlk olivin üretimi Norveç’te 1930’lu yıllarda yerel olarak başlamış; üretilen olivinden refrakter tuğla yapılmıştır. Ticari anlamda büyük çapta olivin üretimi ise ilk kez 1948 yılında Norveç firması A/S Olivin tarafından Aheim (Norveç) yatağında başlanmıştır. Kullanım alanlarının çeşitlenmesiyle beraber standartlaşmaya gidilmiş ve olivin üretimi konusunda tekel konumundaki A/S Olivin şirketi ticari olivinin sahip olması gereken kimyasal bileşim oranları belirlenmiştir ve bu oranlar uluslararası ticarete standart değerler olarak kabul edilmiştir” (Örgün & Erarslan, 2012, s. 64).

Olivinin refrakter, demir-çelik ve döküm sanayilerinde, aşındırıcı, elektrikli ısıtıcı, denge malzemesi olarak, çevre teknolojilerinde ve tarımda, kuyumculuk sektöründe ve daha birçok alanda kullanıldığı bilinmektedir.

1.6.1. Refrakter Sanayi

Refrakter özelliği Olivinin endüstriyel hammadde olarak kullanılmasında dikkat çeken ilk olumlu yanıdır. Forsterit tuğlalar, yüksek erime noktasına sahip olması sebebiyle 1930'lardan beri Olivinden yapılmıştır (Çevik, 2006, s. 57). Ülkemizde ilk refrakter malzeme üretimi 1934’te başlamıştır. Bu ürün, sinterlenmiş manyezitin toz demir cevheri ile karıştırılması ve kok ile ısıtılmasıyla yapılır. 1940 yılında sinterlenmiş manyezitin yerini sinterlenmiş dolomit almıştır. 1947’de “Filyos Ateş Tuğlası Fabrikası’nın” kurulmasıyla birlikte ilk kez sadece refrakter malzeme üretimi yapan tesis faaliyete geçmiştir (Küçüköğlu, 2016, s. 4). Forsterit tuğlaların refrakterlik derecesi yaklaşık 1890°C olup, özellikle çelik endüstrisi, yüksek fırın, çimento endüstrisi ve yüksek sıcaklık gerektiren birçok fırının iç tuğlalarında ve birçok refrakter malzeme imalatında kullanılır. Olivin kullanmanın bir diğer faydası da malzemeyi daha hızlı soğutmasıdır. Fosfat, krom, karbon gibi minerallerin inorganik veya reçine ile değişen oranlarda Olivin birleştirilmesiyle oluşan kimyasal bağlayıcı tuğlalar, refrakter endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Manyezitten oluşan refrakter tuğlaların refrakter sektöründe kullanılması oldukça doğaldır. Manyezitin refrakterliği (2000°C'nin üzerinde) Olivinden daha fazla olmasına rağmen, çeliği soğutması daha uzun sürer ve Olivinden daha pahalıdır bu yüzden manyezit yerine Olivin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Olivin, çöp ve benzeri atıkları küle çeviren fırınların imalatında

da kullanılmaktadır. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Avusturya ve Pasifik Kıyısı ülkelerinde çok sayıda kullanılmaktadır (Çevik, 2006, s. 57).

1.6.2. Demir Çelik Sanayi

Günümüzde Olivin en fazla demir-çelik endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu sektörde Olivin, cüruf düzenleyici ve yüksek fırınlarda eritici olarak kullanılmaktadır. Yüksek fırınlarda çelik üretmek için demir cevheri ve kok kömürü kullanılır. Fakat bu hammaddeler yeterince saf değildir. Bu sebeple yüksek fırındaki hammaddelerin yeterince eritilmesi ve cüruf ile karıştırılması gerekir. Olivin, gerekli olan erimde bir eritme maddesi olarak önemli bir rol oynar. Cüruf içerisinde çoğunlukla kalsiyum, magnezyum, silisyum ve alüminyum bulunur. Bu elementler oranları ile kirleticilerin ortamdan uzaklaştırılmasında rol oynarlar. Burada baziklik miktarı çok önemlidir. Bazik oksitlerin (çoğunlukla $MgO+CaO$), asit oksitlere ($Al_2O_3+SiO_2$) oranının 0,8-1,2 arasında olması çoğu zaman tercih edilmekte ve fosfat ve sülfür vb. impuritelerin bu durumda en fazla miktarda cüruftan uzaklaştığı iddia edilmektedir. Silisyum ve alüminyum, yüksek fırın demir cevherinde yaygın olarak empürite olarak bulunur. Bununla birlikte, baziklik oranını düşürmek için bazen doğrudan fırına silika kumu eklenir. Bazik oran, kalker, dolomit ya da Olivin eklenerek ayarlanır. Olivin ilavesi cürufun magnezyum değerini ve dolayısıyla akışkanlığını arttırır. Ancak cürufun baziklik oranının değişmemesi gerekmektedir. Çünkü magnezyum ve silisyum oranları eşit miktarlarda yerleştirilmiştir. Bu sebeple düşük silisli demir cevherinin ergitilmesinde dolomitin yerine Olivin rahatlıkla kullanılabilir. Diğer bir avantajı ise, Olivin içindeki gibi yüksek magnezyum değerlerinin, cürufun viskozitesinin, yüksek fırın içerisindeki malzemelerin bileşiminden bağımsız olarak hareket etmesine olanak sağlamasıdır. Dolomitte böyle bir durum söz konusu değildir. Öte yandan, Olivin kullanıldığında, başlangıç ısısı gerekli değildir ve Olivinin ateş ziyatı dolomitten önemli ölçüde daha düşüktür. Ayrıca Olivin, sinterleme işlemine büyük katkı sağlar. Yani sinterleme tesislerinde Olivin kullanıldığında sinterleme derecesi düşmekte, dolayısıyla enerji kaynağı olarak kok tüketimi azalmakta ve sinterleme sertliği artırılarak kapasite arttırılmaktadır. Bu işlem aynı zamanda demir cevherlerinin fırın boyunca eşit bir şekilde dağılmasını sağlayarak kirleticilerin ortamdan uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. Olivinin bir diğer özelliği de fırında alkali oluşumunu

engellemesidir. Olivin içeren granüllerin demir çelik endüstrisinde de kullanıldığı bilinmektedir (DPT Raporu, 2001, s. 72).

1.6.3. Döküm Sanayi

1970'li yıllarda Avrupa'da döküm sanayinde yaygın olarak kullanılan kromit ve zirkon fiyatlarının yüksek olması, Olivinin bu sektörde pazar bulmasına sebep olmuştur. Özellikle manganez dökümhanelerinde alternatif kuvars kumuna göre kalıplama ve maça kumu olarak daha uygundur. Esasen kuvars kumu döküm endüstrisinde tercih edilmektedir. Fakat döküm esnasında dökülen metalik malzemelerde kalıplar arası problemleri durumlarda Olivin kalıplar tercih edilmektedir. Kuvars kumu döküldüğünde metal ile reaksiyona girerken Olivin formu metalin bünyesine girmesine izin vermez. Özellikle manganlı çelik dökümleri yapılırken yalnızca Olivinden üretilmiş kalıplar kullanılır. Çünkü kuvars kumu döküm aşamasında düşük bir erime ısıya neden olur, bu da çeliğin kumda sinterlendiği anlamına gelir. Bu sebeple çelikte yanıklar ve yüzeyinde delikler oluşur. Olivin ise mangan çeliği ile düşük erimeli bir faz oluşturmaz. Döküm üretiminde zaman zaman Olivin kumuna az miktarda krom ve zirkonyum ilave edilebilir. Döküm endüstrisinde Olivinin kuvars kumuna göre avantajları aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Çok düşük ve homojen bir termal genleşme sergiler. Bu durumda esnemenin dolayısıyla oluşabilecek hatalar azalır.
- 2) Düşük termal genleşme nedeniyle, bağlayıcı madde olarak sadece %3 bentonit ve su yeterlidir.
- 3) Termal şoka karşı kalıcı olarak dayanıklıdır.
- 4) Şekillendirilmesi daha kolaydır.
- 5) Kısmi köşeli parça oluşumu, kuru kırılmaya karşı daha dayanıklı görünmesini sağlar.
- 6) Silis kumları "silikozis" denilen bir hastalığa neden olur fakat Olivin kumu ile çalışıldığında bu sorun ortaya çıkmaz.
- 7) Olivin, işlem sırasında çok iyi kalsinasyon yaptığından, bünyesine çok az su emerek tekrar kullanımını kolaylaştırır.

Genel olarak Olivin, kalıbın iç yüzeyinde 74-50 mikron arası yani 200-300 mesh büyüklükte kullanılmaktadır. Böylelikle refrakter astar dökümün kalıptan çıkmasını kolaylaştırır (Aydınlı, 2008, s. 8).



Görsel 4: Döküm Kumu Olivin

Kaynak: (Örgün & Erarslan, 2012, s. 68)

1.6.4. Elektrikli Isıtıcı (Radyatör) Olarak Kullanımı

“Olivinin ısı tutma kapasitesi yüksektir. Bu özelliğinden hareketle boyutu 1 mm - 9 mm arasında değişen olivin kristalleri kullanılarak ısı depolayan radyatör şeklinde tuğlalar üretilmiştir. “Gece ısıyı depo eden ısıtıcılar (Night storage heaters)” adı verilen olivin tuğlalar, Avrupa’da 1970’li yılların sonlarına kadar yaygın olarak kullanılmıştır. Isıyı elektrikli bir materyalden absorbe eden olivin tuğlalar, belirli bir süre sonra bu ısıyı yayarak, ortamın ısınma ihtiyacını gidermektedir. Bu ısıtıcıların en fazla kullanıldığı İngiltere ve Galler’de 1969 - 1970 yıllarında toplam 530.000 adet Olivinli radyatör satılmıştır. Ancak 1977 yılından sonra elektrik fiyatlarında görülen artış, bu radyatörlere olan ilgiyi azaltmıştır ve üretim 1977 - 78 yıllarında 60.000 adete düşmüş, 1980 yılında kısmen canlanarak 100.000 adete ulaşmıştır. Ancak bu alandaki yıllık olivin tüketimi 5.000 ton civarına düşmüştür. Elektrik fiyatlarının artışı yanında, doğalgazın Batı Avrupa’da etkin bir şekilde kullanımı da bu pazarı olumsuz etkilemiştir. Ancak ısı depolama ünitelerinin tuğla dolgularında olivin halen yaygın olarak kullanılmaktadır” (Örgün & Erarslan, 2012, s. 68).

1.6.5. Aşındırıcı (Abrasiv) Olarak Kullanımı

3.33.5 g/cm³'lük bir yoğunluk, 6.57'lik bir sertlik ve genellikle köşeli taneler, Olivinlere karakteristik öğütme özelliklerini vermiştir. Birçok ülkede Olivin, bina ve köprü gibi yapıların yüzeylerini temizlemek için tercih edilmektedir. Kullanılan yapıya göre 0,09 mm - 1,7 mm olan Olivinler temizlenecek yüzeye basınçlı hava ile püskürtülür ve pas, kir ve benzeri maddelerden temizlenir. Bu işleme ek olarak, Olivin tozları, pürüzlü veya pürüzsüz bir yüzey, yapı veya dekorasyonun yüzeyini ortaya çıkarmak için hava basıncı biçiminde kullanılır. Uzun deniz yolculuğu yapan gemilerin dış yüzeylerindeki aşınmalar ve yüzey boyalarının tahribatı da Olivin kumu ile giderilerek, yüzey Olivin kumu ile yeniden boyanmaktadır. Kuvars kumu, 1988 yılına kadar Avrupa'da bu amaçla ara sıra kullanılmıştır. Kuvars kumu döküm endüstrisinde olduğu gibi sağlığa zararlı olduğu için bu tarihten itibaren kullanımı yasaklanmış ve yerine Olivin kumu, serbest silis içermediği için kullanılmaya başlanmıştır (Kurşunoğlu, 2019, s. 63).



Görsel 5: Aşındırma Kumu Olivin

Kaynak: (Özkarakaşoğlu, 2006, s. 23)

1.6.6. Denge (Ballast) Malzemesi Olarak Kullanımı

Olivin, yüksek yoğunluğu nedeniyle bazı dengeleme fonksiyonlarının gerekli olduğu alanlarda denge (balast) malzemesi olarak kullanılmaktadır. Olivin minerali, özellikle Kuzey Denizi'nde petrol platformlarının dengesini sağlamak ve bu alanlarda kullanılan betonun gözeneklerini çok iyi doldurarak ağırlığı sayesinde dengeleme işlevini desteklemek için kullanılmaktadır. Olivin ayrıca da ağır beton uygulamalarında, liman platformlarında ve deniz altı boru hatlarında kullanılmaktadır. Beyaz asbest, su arıtma

ve filtre malzemesi olarak kaya yünü imalatında ve kirlenmiş rıhtımları ve deniz yataklarını örtmek için de kullanılır. Bunların haricinde Olivin, tren raylarında güvenli bir sürüş sağlarken, demiryolu raylarında sağlam ve dengeli bir temel sağlamak için kullanılmaktadır. Nispeten sağlam ve köşeli çakıl, iyi drenaj sağlar ve demiryolu raylarının kaymasını önler (Çoban, 2014, s. 44).



Görsel 6: Dolgu Kumu Olivin

Kaynak: (Özkarakaşoğlu, 2006, s. 24)

1.6.7. Çevre Teknolojilerinde Kullanımı

“Endüstriyel, tıbbi ve nükleer atıkların giderilmesi, atmosferik CO₂ artışının kontrolü, terk edilmiş veya açık maden sahalarında meydana gelen asit maden drenajı (AMD) olayı çağımızın baş edilmesi gereken en önemli sorunları arasında yer alır” (Örgün & Erarslan, 2012, s. 62).

1.6.7.1 Endüstriyel Atıkların Arıtılmasında Kullanımı

Endüstriyel atıkların arıtılmasında kireçtaşının kullanılması, yüksek miktarda ağır metal içeren alçıtaşı açığa çıkarır. Benzer problemlerin çözüm yöntemlerinden biri de nötralizasyonda Olivin kullanılmasıdır. Böylece hem atık sular temizlenir hem de endüstriyel değeri yüksek yan ürünler elde edilir. “Olivin çözündüğünde ortamın pH’ı 9-9.3 civarına ulaşır. Başlangıçta 70-100°C sıcaklık gerekir”. Ekzotermik reaksiyonlar meydana geldiğinden daha fazla enerjiye gerek kalmaz ve sistem ısı vermeye başlar. Dört aşamada gerçekleşen ilk reaksiyon adımında çöken silis süzülür. Elde edilen mikronize silika seramik, cam, kauçuk, kâğıt, temizlik ve deterjan endüstrilerinde dolgu maddesi olarak kullanılır. İkinci aşamada filtrelenmiş mikronize manyetit, fotokopi

makinelerinde toner olarak ve elektronik endüstrisinde kullanılır. Üçüncü aşamada elde edilen magnezyum sülfat kağıt sektöründe ve gübre sanayinde kullanılır, nötralize su bu aşamada atılır. Atık içeriğine bağlı olarak daha ileri ara aşamalarda krom, nikel, titanyum ve vanadyum gibi ürünler elde edilebilir (Altuğ, 2019, s. 22).

1.6.7.2. Nükleer Atıkların Ortadan Kaldırılmasında Kullanımı

Günümüzün bir diğer çok önemli sorunu nükleer atıktır. Nükleer atıkların uzun süre doğaya salınması için kullanılan mühendislik bariyerlerinin amacı, radyonüklitlerin yayılmasını önlemek veya geciktirmektir. Daha önce yapılan bir çalışma, yüksek demir oksit içeriğine sahip Olivin kayacının (fayalit) “nükleer atık havuzlarında redoks tamponu” olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Araştırmacılar bu çalışmada, Olivinin nükleer atıklardan çözünmüş radyonüklitleri tutma kabiliyeti sebebiyle yakındaki nükleer atıklardan radyonüklitlerin göçünü kontrol etmede çok önemli olduğunu, içerdiği demir ve az miktarda manyetit sebebiyle redoks potansiyelini kontrol edebildiğini gösterdiler. Bu işlemlerde Olivin diğer silikat minerallerine oranla daha az oksijen tüketmektedir (Örgün & Erarslan, 2012, s. 68).

1.6.7.3 Karbondioksit (CO₂) Salınımının Azaltılmasında Kullanımı

Çağımızın diğer bir önemli çevre sorunu da endüstriyel faaliyetler yoluyla fosil yakıtlardan salınan karbondioksit gazının kontrolüdür. Olivin ile yapılan araştırmalarda karbondioksit gazının karbonata dönüştürülüp depolanabileceği bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda, baca gazından çıkan su buharı ile karbondioksit ve Olivin arasındaki reaksiyon hızlandırılmış ve Olivin, karbondioksit moleküllerini tutarak daha uzun bir süre hassas bir karbonat olarak depolanmıştır. Ayrıca çalışmalar, maden ocaklarında ortaya çıkan asit maden drenajı olaylarının iyileştirilmesinde Olivinin etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. “Araştırmacıların yaptıkları deneylerde, pH’ı 1,88 - 2,39 arasında değişen ortama, kristal boyutu 0,1-1 mm arasında değişen olivin serilerek ortamın %82 nötralize edilebildiğini göstermişlerdir”. Tüm çalışmalar, çevre teknolojilerinde Olivinin önemli bir yere sahip olacağını göstermiştir (Altuğ, 2019, s. 23).

1.6.8. Tarımda Olivin Kullanımı

“Toprağın magnezyum ve demir ihtiyacını karşılamak amacıyla gübre yapımında katkı maddesi olarak kullanılmaktadır” (Aydınlı, 2008, s. 12). Olivinin yüksek baziklik derecesi ve yüksek magnezyum içeriği, tarımda kullanılmasını sağlar. Özellikle asit yağmurlarına maruz kalan tarım arazilerine her hektara 1 ton ince öğütülmüş Olivin atıldığında toprak pH'ını yükseltip asidik etkiyi ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca toprak, magnezyum bakımından zenginleştirilerek verimliliği artar. Karışık olivinli topraklardan uzun süre verim alınabilir (Küçüköğlu, 2016, s. 23).

1.6.9. Diğer Kullanım Alanları

Olivinin diğer kullanım alanları aşağıda verilmiştir:

1. Olivin, 21. yüzyılda havacılık endüstrisinin ihtiyaç duyduğu yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemelerin yapımında önemli bir rol oynamaktadır.
2. A/S Olivin Şirketi, olivinden yapılan asbestten (kaya yünü) ısı ve ses yalıtımı için kullanılan malzemeleri üreterek kendisini "çevre dostu" olarak pazarlamıştır.
3. Olivin, toz rengi beyaza yakın olduğu için özel boyalarda, asfaltta ve çatı kaplama malzemelerinin imalatında dolgu maddesi olarak kullanılır. Örneğin Nuova Şirketi (İtalya), özel boya üretiminde olivin kullanmaktadır.
4. Yine A/S Olivin Şirketi direnci yüksek beton üretiminde Olivin kullanmaktadır.
5. Olivin'in kullanıldığı yeni alanlardan biri de tekstil sektörüdür. Son yıllarda kot kumaşları beyazlatmak için silikoza neden olan silika kumu yerine Olivin tercih edilmektedir.
6. Olivin, Olivin katkılı çelik düdüklü tencerelerle mutfığa da girmiştir.
7. Olivin, kuzey ülkelerinde yollarda buzlanma ve donmaya karşı kullanılmaktadır.
8. Bunun dışında Olivin mücevheratta değerli bir taş olarak yerini almıştır. “Süs taşı olarak kullanılan olivin, krizolit (açık sarı kahverenginde), akşam zümrüdü (olivinin cevher çeşitliliğine göre) ya da genel olarak peridot olarak adlandırılır. Görsel 7’de olivinden yapılmış mücevherata ait bir görüntü verilmiştir” (Örgün & Erarslan, 2012, s. 70). Olivin, kuyumculuk endüstrisinde peridot ya da krizolit olarak bilinmektedir (Bottrill & Matthews, 2019, s. 11).



Görsel 7: Olivinden Yapılmış Değişik Takılar

Kaynak: (Örgün & Erarslan, 2012, s. 70)

Olivin aynı zamanda "peridot" olarak bilinen değerli taşların mineralidir. Kuyumculukta çok popüler olan sarımsı yeşil ile yeşil renkli değerli bir taştır. Peridot, Ağustos ayı için burç taşı görevi görmektedir. En kıymetli renkler parlak limon yeşili ve koyu zeytin yeşilidir. Bu örnekler Forsterit mineralidir, çünkü demir bakımından zengin Fayalit çoğunlukla kahverengimsi, daha az istenen bir renktedir. Seri üretim takılarda kullanılan dünya peridotunun çoğu, Arizona'daki San Carlos Rezervin de çıkarılmaktadır. Granüler olivin nodüllerini içeren birkaç bazalt akışı, peridotun kaynağıdır. San Carlos'da üretilen taşların çoğu birkaç karat veya daha küçük boyuttadır ve çoğunlukla görünür kromit kristalleri veya diğer mineralleri içerir. Asya'da kesilir ve ticari mücevherlerle Amerika Birleşik Devletleri'ne geri gönderilir. Pakistan ve Myanmar'da daha yüksek kaliteli ve daha büyük peridot kristalleri çıkarılmaktadır. Oradaki metamorfik kayalarda olivin kristalleri bulunur. Bunlar genellikle serpantin ya da dolomitik mermer ile birlikte bulunmaktadır (King, 2019).



Görsel 8: Pürüzlü Olivin Peridot

“Bu üç örnek, Arizona'daki bir birikintiden elde edilen bir olivin cevher çeşidi olan peridotdur. Bu birikimde olivin, bazalt akışı ile püsküren ksenolitlerde oluşur. Bu örnekler yaklaşık 12 milimetredir”.

Kaynak: (King, 2019)

BÖLÜM 2: SERAMİK SIRLARI

2.1. Sırın Tanımı

“Seramikte “sır” olarak adlandırılan madde, seramik çamurunu ince bir tabaka şeklinde kaplayarak onun üzerinde eriyen cam veya camsı bir oluşumdur. Seramik sıırı olarak adlandırdığımız bu camların erime noktaları daima üzerine çekildiğı çamurdan daha düşüktür” (Arcasoy, Seramik Teknolojisi, 1983, s. 162). “Bu madde; parlak, mat, saydam, opak görünümlere sahip olabilmektedir. Seramik sırları, endüstriyel ve sanatsal çalışmalarda kullanılmak üzere özel olarak geliştirilmektedir” (Genç S. , 2013, s. 1). Sır, pişirilen bünyenin sıvıları sızdırmaması için kullanılmaktadır. Geçirgenlik oluşturduğu için bünyeyi sıvı ve gazlardan koruyup yalıtılmaktadır. Parlak ve düzgün bir görünüm sağlamaktadır ve asitlere, bazlara, çizilmelere, çarpmalara karşı bünyeyi korumaktadır. Estetik görünüm ve hijyen sağlar. Sır bünyesinde bulunan hammaddeler ve bileşikler muhtelif olup bu hammaddelerin bünyesindeki elementlerin bir bölümü asidik karakterdedir ve cam oluşumunu gerçekleştirmektedirler. Diğer bir bölümü ise bazik karakterde olup camlaştıran özelliktedirler. Bazı bileşikler ise iki özelliğı birden göstererek kısmen camlaşır ve camlaştırlar. Bunlar ara grup elemanlarıdır ve amfoter özellik göstermektedirler.

2.2. Olivinin Kimyasal Analizi



ANALYSIS REPORT OF OLIVINE SAND							
SQX Calculation Result							
Sample	: 23712 NUMUNE	Date analyzed	:	12.03.2019			
Application	: GENEL PROGRAM Model	Bulk	:	Balance	:		
Flux	: Li2B4O7	Ratio	:	10,0000	Matching library	:	
				File	:	27312 NUMUNE	
Chemical Analyses							
No	Component	Result	Unit	Det.limit	ELline	Intensity	w/o normal
1	MgO	44,7703	mass%	0,0938	Mg-KA	27,0213	47,8108
2	Al2O3	0,9997	mass%	0,0557	Al-KA	1,8030	1,0675
3	SiO2	43,6155	mass%	0,0522	Si-KA	75,2848	46,5775
4	CaO	0,5564	mass%	0,0114	Ca-KA	5,0210	0,5942
5	Cr2O3	0,4900	mass%	0,0106	Cr-KA	6,6469	0,5232
6	MnO	0,1479	mass%	0,0083	Mn-KA	3,3526	0,1580
7	Fe2O3	8,1650	mass%	0,0466	Fe-KBI	51,9775	8,7195
8	NiO	0,3218	mass%	0,0053	Ni-KA	19,8591	0,3437
9	BaO	0,2693	mass%	0,0508	Ba-KA	5,0440	0,2876
10	A.Z.	D-2	mass%	-	-	-	0,6640
General Characteristics							
Chemical formula : Mg2SiO4 (forsterite)							
Color : Grayish green							
Specific gravity : 3,2g / cm³							
Grain shape : Angular							
Hardness : 6, 5 - 7 Moh's scale							
Melting point : 1750°C - 1800°C							
initial sintering : 1450°C							
pH : 7,5 -8							
Loss on ignition : % 1							
Free silicates : None							
Soluable salts : None							
Erkrom Madencilik Gıda Nak. İnş. Taah. İth. İhr. San. ve Tic. Limited Şirketi Fevzi Paşa Caddesi Fevzi Paşa Çarşısı Kat: 1 No: 111 Erzincan / Merkez Tel: 0535 740 65 12 – 0532 165 94 94 Fax : 0446 224 20 32 Fevzipaşa Vergi Dairesi : 363 023 6009 E-mail : erkrom@hotmail.com Web: www.erkrommaden.com.tr							

Kaynak: Erkrom Madencilik

2.3. Olivinin Kimyasal Yapısında Bulunan Oksitlerin Özellikleri

2.3.1. Magnezyum Oksit

Olivinin kimyasal yapısında %44,77 oranında magnezyum oksit bulunmaktadır. Yüksek oranlarda matlaşma etkisi yapmaktadır. Olivinin içeriğindeki oranının fazla olmasından dolayı sırda matlaşma beklenmektedir. “Bu oksidin elde edilmesinde, çok saf magnezyum karbonat yataklarından yararlanılır. (Ege Adaları, Amerika, Ural Dağları)”. Saf MgO, magnezyum tuzlarından veya deniz suyundaki tuzlardan da elde edilebilir. Oksit seramik alanında esas olarak erimiş magnezyum ve kısmen kalsine magnezyum kullanılmaktadır. “Elde edilen oksidin kristal yapısı Periklas mineraline eşittir”. Saf MgO’nun sinterleşmesini kolaylaştırmak için %1 lityum klorid katkı maddesi kullanılır (Arcasoy, 1983, s. 160). “MgO, sırlarda genellikle manyezitten(MgCO₃) alınarak kullanılır”. Az miktarda eklendiğinde sır üzerinde parlak bir etkiye sahip olan magnezyum oranı 1100°C’de 0.1 mol’ü geçmemelidir. Katkı miktarını arttırdıkça sır matlaşır. Genleşme katsayısının düşük olması sebebiyle sırn çatlamasını önlemede faydalıdır. Yüksek yüzey gerilim katsayısının sayesinde toplanmalı sırlarda başarılı sonuçlar alınmaktadır. Magnezyum ilaveli sırlarda çoğunlukla sert yüzeyler elde edilmektedir. Bu sebeple olumsuz hava şartlarında asit ve bazlara karşı dayanıklıdırlar. Sır ile bünyenin ara tabaka oluşumunu arttıran etkisi vardır. Sırda renk gelişiminde kobalt moru ve nikel yeşili önemli rol oynar (Mete, 2020, s. 224).

2.3.2. Alüminyum Oksit

Olivinin kimyasal yapısında %0,99 oranında alüminyum oksit bulunmaktadır. Amfoter oksit grubundadır ve genellikle tüm sırlarda kullanılmaktadır. Hem asidik hem de bazik özellikleri sebebiyle asit ve bazik oksitlerle tepkime oluşturmaktadır. Yüksek oranlarda kullanımı sırn opaklaşmasına neden olabilir. Sırdaki oksijen seviyesini ayarlamak ve kristalleşmeyi önlemek için kullanılır. Sırn viskozitesini arttırarak akışkanlığını azaltır. Sırda mekanik direnci arttırıp, termal genleşmeyi azaltır. Sırn olgunlaşmasını sağlar, artan miktarda matlık ve sertlik kazandırır. Renk oluşumu üzerinde etkisi çok azdır. Bakır kırmızısı sırlarda çok düşük miktarda bulunur. Sırlarda kristalleşmeyi önlediği için kristal ve aventurin sırlarda minimum oranlarda kullanılır (Genç S. , 2013, s. 20). “Sırda alümina miktarı, sırn bünye ile olan ilişkisini düzenler. Seger formülünde 0,1-

0,2 molden daha düşük Al_2O_3 içeren sırların bünyeyi aşındırdığı gözlenmiştir” (Mete, 2020, s. 221). Sırlarda alümina katkısı için çoğunlukla kil, kaolen ve feldspatlar kullanılır. “ Al_2O_3 in tek başına erime noktası 2050°C dolayında olup sırlarda erime noktasını da belirgin bir şekilde yükseltir”. Uygun bir ortamda kuvars ile birleşerek sırın matlaşmasını, bor tülü oluşumunu ve kristal ayrışmaları engeller (Arcasoy, 1983, s. 170).

2.3.3. Silisyum Dioksit (Kuars)

Olivinin kimyasal yapısında %43,61 oranında silisyum dioksit bulunmaktadır. Magnezyum oksitten sonra olivinin bileşiminde en fazla bulunan hammaddedir. Her çeşit sırda bulunabilen tek ortak oksittir. “İlk kez Romalılar tarafından cam yapımında kullanılan silisyum yer kabuğunun %28’ini oluşturur ve bolluk bakımından oksijenden sonra gelir”. Doğada bol miktarda bulunan kuvars birçok endüstride olduğu gibi seramik endüstrisinde de çeşitli amaçlarla kullanılan önemli bir hammaddedir. Sır bileşimindeki diğer oksitlerin oranına bağlı olarak, kuvarsın sırda az kullanımı kaynama yaratırken fazla kullanılması da matlık oluşturmaktadır. “Düşük sıcaklık sırlarında silisin ergitici oksitlerle oranı 2:1 mol, yüksek sıcaklık sırlarında 10:1 mol olmaktadır”. SiO_2 miktarı arttıkça sırın genleşme katsayısı azalmaktadır (Taçyıldız, 2018, s. 20-21). Tüm sırlarda ortak tek oksit olan silisyum kil, kaolen, feldspat ve en fazla kuvarstan alınır. Sırlarda cam oluşturuçu olarak tanımlanabilecek olan SiO_2 , bunu ancak bazik oksitlerle doğru oranlarda birleştğinde yapar. Sırdaki SiO_2 içeriğindeki artışla orantılı olarak sırın erime derecesi de artar. Kuvars, düşük genleşme katsayısından yararlanarak sırlardaki çatlakları gidermek için de kullanılır. Bu önlemle birlikte, kuvarsın en ince haliyle sırlara katılması gerektiğine dikkat edilmelidir. Sırın kimyasal maddelere karşı direnci, SiO_2 ’nin belirli bir yüzdeye kadar artırılmasıyla sağlanır. Sıra SiO_2 ilavesi yapılırken kuvars kumu yerine kizelgur da kullanılabilir. Bu durumda, sırın daha dayanıklı olduğu ve çizilmeye karşı direncinin arttığı bilinmektedir (Arcasoy, 1983, s. 171).

2.3.4. Kalsiyum Oksit

Olivinin kimyasal yapısında %0,55 oranında kalsiyum oksit bulunmaktadır. Sır bileşiminde en çok kullanılan elementlerden biridir. Düşük sıcaklıklarda, sır bileşiminde ki kuvars ve alümina ile tepkimeye girdiği, yüksek sıcaklıklarda ise viskoziteyi düşürdüğü bilinmektedir.

“Kalsiyum oksit sırların cam yapısının temelini oluşturur, mekanik sertliğini ve çekme dayanımını artırır, sırnın gaz, su, asit ve alkali çözeltilerine karşı direncini artırır. Özellikle sır ile çamur arasındaki ara tabaka yani $(CaO.SiO_2)$ oluşumunu sağlayarak bu iki tabaka arasındaki gerilimleri bir ölçüde karşılar ve sır çatlaklarını önler. Sırın bileşiminde gereğinden fazla kalsiyum oksit kullanımı sırnın genleşme katsayısını azaltırken kristalleşme yatkınlığını artırır. $1040^{\circ}C$ 'de CaO oranı 0,25 molün üzerine çıkarsa sırdaki parlaklık yerini matlığa bırakır (Metel, 2020, s. 223). CaO sır içinde diğer oksitler ile birleşerek cam oluşumuna yardımcı olur. Özellikle B_2O_3 ile birleşmesi sonucu sert sırlar ortaya çıkar. Bunun dışında B_2O_3 'in sırlarda oluşturduğu örtücülüğü de (bor tülü) artırıcı rol oynar. Sırlara CaO katmak için genellikle $CaCO_3$ yapısındaki mermer, tebeşir ve kalk taşından yararlanılır. Genellikle mat sırların yapımında sıra gerekli olan CaO dolomitten de ($CaCO_3$ $MgCO_3=184$) alınabilir. Bu durumda aynı mol oranında MgO de sıra girmiş olur. Diğer bir CaO içeren hammadde de wollastonittir. ($CaO.SiO_2 =116$) Doğal bir kalsiyum silikat olan bu hammadde ile birlikte sıra aynı mol oranında SiO_2 girer” (Arcasoy, 1983, s. 168).

2.3.5. Krom Oksit

Olivinin kimyasal yapısında %0,49 oranında krom oksit bulunmaktadır. Özellikle yüksek sıcaklıklarda yeşil rengini verir. Olivinin kendi renginin de yeşil olmasıyla birlikte sırlarda yeşil renk elde edilmesi beklenmektedir. Krom oksit, yaklaşık 185 yıl önce seramik sırlarını renklendirmek için kullanılmaya başlanmıştır. Yeşil bir renk elde etmek için yaygın olarak kullanılan ana renklendirici oksitlerden biridir. Sır içerisindeki miktarına ve pişme derecesine bağlı olarak çok geniş bir renk yelpazesi sunar. Yüksek derecede pişmeye kolayca dayanır ve renk veren özelliğini kaybetmez. Sıra bol miktarda ilave edildiğinde mat, opak ve pürüzlü bir yüzey oluşturur. Genellikle %1-3 oranında kullanılır. Redüksiyonlu pişirimlerde daha koyu renk tonları elde edilir. Krom oksit, sırda kimyasal olarak alüminyum oksit gibi davranır ve sırnın erime noktasını

değiştirmektedir. Bol kurşunlu sırlara krom oksit ilavesi, düşük derecede (yaklaşık 900°C) mercan kırmızısı tonlarında krom kırmızısı rengi verir (Genç S. , 2013, s. 80). Krom kırmızısı sırlarda kalsine boraks (B_2O_3) katkısı sırn ergimesinde olumlu etki ederken rengin siyah benekli bir görüntüye dönüşmesine sebep olmaktadır. Krom kırmızısı sırlarda sık sık görülen kristallenmeler çok az miktarda (%1-1,5) kalay oksit (SnO_2) katkısı ile giderilerek, parlak ve yumuşak yüzeyler elde edilir (İn, 2014, s. 71). Kalay oksitli sırlarda pembe ve tonları, çinko oksitli sırlarda kahverengi ve tonları, alkalili sırlarda sarı-yeşil ve tonları, alkalili-borlu sırlarda benekli yeşil ve tonları, kurşunlu sırlarda, düşük derecede ve oksidasyonlu pişirim ortamında krom kırmızısı sırlar elde edilebilir. Krom oksit 1250°C'den sonra buharlaşma gösterdiği için birlikte pişirilen diğer sırların da rengini etkileyebilir. Zehirli bir maddedir ve kullanımında gerekli tedbirler alınmalıdır (Taçyıldız, 2018, s. 34). “Ayrıca krom oksit ile, krom aventurini sırlarda metalik pulcuklar şeklinde dağılım gösteren, simli kumaşlara benzer artistik görünümler oluşur” (Genç S. , 2013, s. 80).

2.3.6. Mangan Oksit

Olivinin kimyasal yapısında %0,14 oranında mangan oksit bulunmaktadır. Olivinin içeriğinde bulunan oranı en düşük hammaddedir. Yaklaşık 200 yıldır mangan oksit seramik sırlarında kullanılmaktadır ve özellikle alkalili sırlarda, sırüstünde ve sıraltında patlıcan moru rengini verir. Mangan içeren boyaaların gücü biraz zayıf olduğundan yüksek oranlarda kullanılması gerekmektedir. MnO 'lu sırlar, pişirim esnasında gaz çıkışına sebep olduğu için sırn yüzeyinde krater görünümünde sır hatalarına neden olur. Bu nedenle mangan oksit içeren bir sır, pişirim anında olgunlaşma derecesine geldiğinde bir süre fırın ısısının aynı sıcaklıkta sabit tutulması gerekir. Kahverengi tonları elde etmek için kullanılan mangan oksit, genelde %2-6 arasında kullanılır. Düşük dereceli sırlarda kahverengi-mor arası renkler elde edilirken yüksek dereceli sırlarda ve indirgeme yapılan pişirimler sonucunda kahverengi-yeşil arası renkler elde edilir (Genç S. , 2013, s. 80). Mangan oksitin ergime derecesi 1650°C'dir. Bakır oksit ve kobalt oksite kıyasla daha zayıf bir renklendiricidir. Sırlarda mangan dioksit olarak kullanıldığı zaman çözünerek mangan oksite dönüşmektedir. Bu dönüşüm sırn yüzeyinde kabarcıklara sebep olabilir. Sırn bileşimine bağlı olarak MnO ile sarı, mor, kahverengi, siyah ve metalik sırlar elde edilebilir. Borlu sırlarda kahverengi tonları,

kurşunlu-borlu sırlarda mor ve kahverengi tonları, baryum-kurşunlu sırlarda ve alkalili sırlarda mor ve tonları sırlar elde edilebilir. Kurşunlu oksit oranının yüksek olduğu sırlarda redüksiyonlu oramda sır yüzeyinde kabarcıklara sebep olabilir (Taçyıldız, 2018, s. 35). Kalaylı örtücü sırlarda çok düşük mangan bileşikleri katkısıyla, mora dönen renkler elde edilir. Tüm opak ve mat sırlarda, katkı miktarına bağlı olarak mangan oksit ile açık bejden kahverengiye kadar renkler oluşmaktadır. Sırların mangan oksite doyurulması sonucunda ise, metalik ve parlak görünümlü bir yüzey oluşur (Arcasoy & Başkırkan, 2020, s. 292)

2.3.7. Demir Oksit

Olivinin kimyasal yapısında %8,16 oranında demir oksit bulunmaktadır. Olivinin içeriğinde bulunan en yüksek miktardaki renklendirici oksittir. Bu miktar sebebiyle olivinli sırlarda kahverengi tonlarının elde edilmesi beklenmektedir. Demir oksit, seramik sırlarında en yaygın kullanılan metal oksittir.

“Yeryüzü tabakasının içinde yaklaşık %5 oranında bulunur. Çok ince tane boyutuna sahip olması nedeniyle kuvvetli bir renklendirici oksittir. Genelde sırları renklendirmek için %1-6 arasında kullanılır. Fazla miktarda kullanıldığında (%18-24) aventurin sırlar elde edilir. %1-3 arasında kullanıldığında ve fırın içinde redüksiyon yapıldığında belirli koşullarda seladon sırlarını verir. %6 demir oksit ve az miktarda kalsiyum fosfat ile birlikte redüksiyonlu pişirimde mavi renk elde edilir. %4 demir oksit, %4 kobalt oksit ve %4 mangan ya da bakır oksitle ile birlikte siyah renk elde edilir” (Genç S. , 2013, s. 78). “Demir, oksijen ile kolayca birleşebilen aktif bir metaldir. Yani oksidasyonlu ve redüksiyonlu atmosferlere karşı son derece hassastır. Demir oksit, beyazdan, buz mavisi, mavi, mavi-yeşil, yeşil, zeytin yeşili, kehribar sarısı, sarı, kahverengi, kızıl kahverengi, kırmızı, siyah, gri ve gümüş rengine kadar farklı varyasyonların haricinde Uzak doğuya ait birçok artistik sırların (kaki, hare's fur, temmoku, tea dust gibi) elde edilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır” (İn, 2014, s. 70) “Redüksiyonlu pişirim atmosferinde, yüksek dereceli alkalice zengin sırlarda, yüzde 10 ve daha yüksek oranda kullanıldığında siyah zeminli, kırmızıdan kızıl kahveye benekli sırlar elde edilir. Temmoku, seladon ve aventurin sırların elde edilmesinde kullanılan en önemli oksittir. Fırın atmosferinde karbon monoksit bulunması durumunda demir oksit kimyasal olarak dönüşüme uğrar. Yani ferik demir (demir (III) oksit), demir (II) oksit haline indirgenir” (Taçyıldız, 2018, s. 35). “Demir oksit ile doyurulan bir

sırda, bakır ve mangan oksitler ile doyurulan sırlarda ortaya çıkan metalik görünüm yerini, pürüzlü mat bir yüzey görünümü alır. Bol kurşunlu sırlarda antimon oksit ile elde edilen sarı renk, Fe_2O_3 katkısı ile turuncu-kırmızıya dönüşür. Şarap kırmızısı rengin elde edilmesinde, alkalili-borlu seramik sırlarında ve emaye sırlarında demir oksidin verdiği renkten yararlanılır” (Arcasoy & Başkırkan, 2020, s. 292)

2.3.8. Nikel Oksit

Olivinin kimyasal yapısında %0,32 oranında nikel oksit bulunmaktadır. Seramik sırlarında renklendirici olarak kullanılan güçlü bir oksittir. “Nikel oksitin ergime derecesi yüksek (1990°C) olmasına rağmen, özellikle yüksek dereceli sırlarda kolayca çözünerek güçlü bir renk özelliği gösterir” (Taçyıldız, 2018, s. 36). Sırlarda yüksek sıcaklıklarda rahatlıkla kullanılabilen nikel oksit genellikle %1-4 oranında kullanılmaktadır. Yüksek miktarda kullanıldığında sırtı matlaştırma işlevine sahiptir. Yeşil, gri, buz mavisi, gül kırmızısı, sarı-kahverengi, kahverengi, tonlarında renkler verir. Bu renkler, pişirim ve fırın ortamının oksidasyonlu, nötr veya indirgenmiş olmasına göre farklılıklar gösterir. Sırtın yüzeyinde pürüzler ve kabarcıklar oluşturabilir. Fırında pişirme esnasında, sırdaki nikel oksit, silika ile birleşerek kristalleşmeye neden olur. 1300°C civarında pişirilen makro kristal sırlarının elde edilmesinde ve renklendirilmesinde oldukça olumlu sonuçlar verir. Örneğin, MnO ile bir arada kullanıldığında dumanlı mavi tonlarında kristaller oluşur. Ham toz hali yeşil ve siyah renklindedir. Pahalı bir oksit olduğundan dolayı sırlarda fazla tercih edilmemektedir. Alkalili sırlarda düşük miktarda kahverengi, yüksek miktarda (%12 ve üzeri) yeşil renkleri vermektedir. Yeşil tonlarını sadece sülyenli sırlarda vermektedir. Sırt içerisine diğer oksitlerle beraber kullanıldığında farklı renklere sebep olur. Örneğin; bakır ve kalay bileşikleriyle kullanıldığında turkuaz tonlarında renkler oluşur (Genç S. , 2013, s. 81). Yüzey gerilimi yüksek olan nikel, fazla ilave edildiğinde sırda aynı olaya sebep olur ve sırda toplanma meydana gelir. Özellikle sırda çinko bulunması bu olayı hızlandırır. Kurşun içeren sırlar nikel ile renklendiğinde hızlı pişirim sonucunda kaynamaya neden olur. Önlem olarak, sırt pişirim süresini arttırıp hızını azaltmak ve kurşun yerine alkalileri kullanarak yanma oranını düşürmek gerekir. Çinko bakımından zengin nikel sırları, çok düşük genleşme katsayıları sebebiyle alttaki çamurla uyumlu olmayabilir. Bu durumda yapılacak ilk işlem (%10-20) oranlarında feldspat eklenebilir. Kurşun

oksitin bir miktarının lityum oksit ile değiştirilmesi de faydalı bir önlemdir (Arcasoy, 1983, s. 196). “Çinko oksitçe zengin, kurşunlu-alkalili sırlarda nikel oksit ile pembe, yosun yeşili, mavi ve tonlarında sırlar elde edilebilir” (Taçyıldız, 2018, s. 36).

2.3.9. Baryum Oksit

Olivinin kimyasal yapısında %0,26 oranında baryum oksit bulunmaktadır. Az miktardaki baryum oksit katkısı sıra parlaklık verirken yüksek miktarda matlık vermektedir. Baryum oksitin beyazları arttırdığı, sır içinde kurşun oksit gibi davrandığı ve genleşme üzerine etkili olduğu bilinmektedir. “BaO katkısı sırları sertleştirmesine karşın kimyasal dayanıklılığı azaltır. Frit fırınlarında refrakter tuğlalarını aşındırdığı yani korozif etkisi olduğu saptanmıştır” (Mete, 2020, s. 223). Baryum karbonat ($BaCO_3$) pişirim sırasında karbonat yapısından ayrılarak sırda baryum oksit olarak yer alır. Erime noktası ($1360^{\circ}C$) çok yüksektir. Zehirli bir madde olduğu için ham halde kullanılmaması, fritleştirilmesi kullanılması tavsiye edilir. Kurşunlu sırlarda sırn parlaklığını ve sertliğini artırır. Ham kullanılırsa sırn yüzeyinde kabarcık oluşmasına yol açabilir. Fritleştirilmiş halde kullanmak, sır yüzeyindeki kabarcıkların giderilmesine yardımcı olabilir (Taçyıldız, 2018, s. 24). “Silis ve kurşun oksitçe fakir olan sırlarda, alkalilerin mol ağırlığı toplamaları 0,30’u geçmediği durumlarda, BaO ile normal mat sırlar elde edilebilir” (Arcasoy, 1983, s. 169).

2.4. Olivin Katkılı Sır Deneylerinde Kullanılan Hammaddelerin Özellikleri

2.4.1. Kolemanit

Olivinin sır deneylerinde kullanılması için üçlü harman diyagramları oluşturulmuştur. Oluşturulan üçlü diyagramlardan borlu sır reçetesinde bor katkısı için kolemanit tercih edilmiştir. Kolemanitin kimyasal formülü $2CaO.3B_2O_3.5H_2O$ ’dur. Yani kolemanitten sıra kalsiyum oksit ve bor oksit katkısı sağlanmaktadır. Doğada boraksın elde edildiği hammaddedir. Sırların yapımında daha çok üleksit tercih edilir. Fakat üleksit($Na_2O.2CaO.5B_2O_3.12H_2O$) olmadığı zaman yerine benzeri bir hammadde olan kolemanit kullanılır. Erime sıcaklığı üleksitten biraz daha yüksektir. $1000^{\circ}C$ ’de üleksit şeklinde tam bir erime göstermez. Bünyesinde kalsiyum ve bor oksit bulunduğundan iyi bir ergiticidir. Suda az ve yavaş çözünür. Sırn opaklaşmasını ve beyazlaşmasını sağlar. Krakle sırların elde edilmesinde kullanılan bir hammaddedir. Bazı kolemanitler uzun

zaman sulu sır bünyesinde bekletildiğinde çözünür ve özelliğini yitirir. Bu sebeple sulu olarak öğütülen ve uzun zaman depolanması gereken sırlarda daha dikkatli olunmalıdır. En iyi neticeleri fritleştirilerek elde edilen cam yapılı bünyeler ile verir. 1200-1300°C’de ki pişirimlerde tam bir erime ve camlaşma göstermektedir (Genç S. , 2013, s. 29).

2.4.2. Borik Asit

Borlu sır reçetesinde tercih edilen bir diğer hammadde ise borik asittir. Kimyasal formülü $B_2O_3 \cdot 3H_2O$ olan borik asit tek başına bor katkısı sağlamaktadır. Sırlarda cam yapıcı özelliği açısından kuvarsın yerine kullanılan tek oksittir. Kuvvetli bir ergiticidir. Sırların erime sıcaklığını kolaylıkla düşürür. Yüksek oranlarda kullanıldığında bor tülü adı verilen beyaz örtücülük yapar. Borik asit veya asit borik olarak bilinen bu hammadde, seramik sırlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. 1000 °C civarında pişirildiğinde erimeye başlar ve 1000-1300°C arasında camsı bir yapı oluşturur. Ancak sırlarda kullanılan borik asit suda çözündüğünden öğütülmesinde su yerine ispiroto veya alkol kullanılır. Teknik imkânlar varsa borik asit sırçalaştırıldıktan sonra su ile öğütülerek ve kullanılır. Diğer bir yöntemde ise sırlar kuru şekilde öğütülerek, tozlama yöntemiyle yatay biçimli seramiklere uygulanmaktadır. Güçlü bir ergitici olmasına rağmen düşük genleşme katsayısına sahiptir, sır yapısını daha esnek hale getirir ve sırn çatlamasını engeller. “Bor oksit (B_2O_3), düşük sıcaklıklarda gelişen sırlar içine, asit borik, boraks, üleksit, kolemanit ve pandemit gibi hammaddelerden alınır. Asit borik, 1000,1200, 1300°C sıcaklıklarda tamamen erir ve camlaşır”. Bu sebeplerden dolayı sırlar için iyi bir ergitici olarak kullanılır. Borik asit, az miktarda (%10’un altında) kullanıldığında sırn çatlamasını önlerken, yüksek miktarda ise sır çatlaklarına sebep olur. Geniş bir pişirme aralığına sahiptir. Kristal sır üretimi üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Yumuşak yüzeyli sırlar oluşturur. Alkalilerle benzer renk etkileri verir. Bakır oksit katkılı sırların turkuaza dönüşümünü hızlandırır. Mangan oksitli sırlarda, mor renk oluşumunu hızlandırır. Isıtıldığında sıvılaşır ve hava geçirmez kaplarda saklanabilir. Kolemanit veya üleksit gibi hammaddelerden sıra giren bor oksit, su ile öğütülür ve hammaddenin kimyasal yapısına bağlı olduğu için suda çok az çözünürlüğe sahiptir (Genç S. , 2013, s. 21).

2.4.3. Sodyum Feldspat (Albit)

Feldspatlar sırlarda ergitici olarak görev yaparlar. Sodyum feldspat, düşük erime sıcaklığına sahiptir ve sır yapımında en çok tercih edilen hammaddelerden biridir. Alkalili diyagramda potasyum feldspat ve alkalili-borlu diyagramda kalsine boraks ile birlikte kullanılmıştır. Kimyasal formülü $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ olan sodyum feldspattan sıra alümina ve kuvars katkısı sağlanmaktadır. Bünyesindeki alkali Na_2O 'dur.

Sodyum feldspat sırn erime sıcaklığına ve pişme miktarına bağlı olarak, yüksek sıcaklık bazlı inorganik bir malzeme olarak, sıcaklığa maruz kaldığında eriyen veya akışkan bir madde olarak reaksiyona girer. Genleşme katsayısı yüksektir. Bu sebeple miktarı arttıkça sırn çatlamasına neden olma eğilimindedir. “Sodyum feldspat 1120°C sıcaklıkta da erir”. Düşükten yükseğe tüm sıcaklıklarda kullanılır. Çok fazla sodyum feldspat içeren sırlarda renklendirici oksitlerin eklenmesiyle çok iyi sonuçlar alınmaktadır. Sodyum feldspat katkısı, renge mukavemet katar ve parlaklık verir (Sevim, 2006, s. 50). Diğer bir alkali alümina silikat, sodyum feldspattır. Kimyasal analiz formülünde diğer alkalilere göre daha fazla sodyum oksit içerdiği için sodyum feldspat olarak adlandırılır. Özsüz bir hammaddedir. Sodyum feldspat, sır içerisinde ergitici ve camlaştırıcı görevindedir. İster endüstriyel ister sanatsal olsun birçok sırda kullanılır. Suda çözünmez, bu sebeple sulu öğütme için sorunsuz kullanılabilir. Feldspatlar yaklaşık olarak %60 oranında volkanik kayalardan oluşur. Seramik üretiminde katkı maddesi olarak kullanılır, çamurda camsı bir faz oluşmasını sağlar, böylece vitrifikasyonu ve yarı saydamlığı arttırır ve iyileştirir. Sodyum feldspatın erimesi, potasyum feldspatından daha iyidir. 1100°C'de kalsiyum, magnezyum, baryum ve çinko içeren sırlarda viskoziteyi azaltır. Potasyum feldspattan daha aktif bir eritici ancak daha dar bir vitrifikasyon aralığına sahiptir. Alkali ve kurşunlu sırlarda renklendirici oksitler için iyi bir çözücüdür (Genç S. , 2013, s. 35).

2.4.4. Potasyum Feldspat (Ortoklas)

Seramik sektöründe en çok kullanılan hammaddelerden bir diğeri de potasyum feldspattır. Alkalili diyagramda sodyum feldspat ve alkalili-borlu diyagramda kalsine boraks ile birlikte kullanılmıştır. Kimyasal formülü $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ olan potasyum feldspattan sıra alümina ve kuvars katkısı sağlanmaktadır. Bünyesindeki alkali K_2O 'dur. “Parlak ve kristalize potasyum karbonatın mineralojik ismi, kristalize şekline bağlı

olarak ortoklastır. Saf feldspatın ergime derecesi 1170°C'dir. Ancak ortoklasın ergime derecesi 1280°C'dir. Bu nedenle her ne kadar seramik sırlarında da kullanılan bir hammadde olsa da sodyum feldspata göre seramik bünyede kullanımı daha çok tercih edilir" (Sevim, 2006, s. 51). İçerisinde alkali bulunan alümina silikatlar olarak tanımlanmaktadır. Potasyum feldspat olarak adlandırılır çünkü kimyasal analiz formülündeki potasyum oksit oranı diğer alkali oksitlere göre daha fazladır. Doğada saf halde bulunmazlar. Ayrıca genellikle sodyum, potasyum ve kalsiyum gibi alkali oksitler içerirler. Endüstride potasyum, sodyum ve kalsiyum içeriğinin miktarına göre adlandırılırlar. Feldspatların erime noktası, kil ve kaolenden daha düşüktür. Genel olarak sırnın erime noktasını düşürür ve gelişme sıcaklığında sırların akışkanlığını ve çamurdaki pekişmeyi artırır. Fazla kullanılırsa sır çatlağına neden olur. Sırlarda mümkün olduğunca saf ve temiz feldspatlar kullanılmaktadır. Sodyum feldspattan daha geç erir. Feldspatların yerine bazen pegmatit kullanılır. Yüksek derecede gelişen sır yapılarında eritici olarak sülyenin yerini kolaylıkla alabilir. Suda çözünmez (Genç S. , 2013, s. 34).

2.4.5. Lityum Feldspat (Petalit)

Lityum feldspat alkalili-borlu diyagramda kalsine boraks ile birlikte kullanılmıştır. Kimyasal formülü $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$ olan potasyum feldspattan sıra alümina ve kuvars katkısı sağlanmaktadır. Bünyesindeki alkali Li_2O 'dur. Sır içerisinde ergimeyi kolaylaştırmanın yanı sıra viskoziteyi düşürür. Yüzey gerilimini arttırmaktadır. Genleşme katsayısı sodyum ve potasyum oksite göre daha düşüktür. Aynı alkalilere oranla sırlarda daha fazla parlaklık oluşturur, hava koşulları ve asitlere karşı direnci daha fazladır. Ayrıca alkalili sırlarda lityum oksit oranının çok artması sonucu büyük kristaller elde edilir. Lityum çok güçlü alkali bir ergitici ve tüm sıcaklıklarda etkilidir. Petalit, mineralojik özellikleri sebebiyle değerlidir. 700°C'nin üzerinde ısıtıldığında neredeyse hiç genleşme göstermediği için kil gövdelerine termal şok direnci kazandırmak için özellikle daha değerlidir. Düşük genleşmeli sırlar oluşturmak için petalit kullanılabilir. Köpürme sorunlarını göstermez ve parlaklığı artırmaya yardımcı olur. Petalit, lepidolite göre daha dayanıklıdır (Hansen, 2021). Castorit olarak da adlandırılan Petalit, yüksek oranda silika içeren bir lityum feldspattır. Hem sırlarda hem de kil bünyelerde termal şok problemlerini azaltmak için kullanılır. Çok miktarda

kullanılırsa sırda uyum sorunlarına yol açabilir. Sırlarda petalit, yüksek ve düşük derecede ve hem oksidasyon hem de redüksiyon ortamında beyaz ipeksi yüzeyler oluşturma eğilimindedir. Düşük demir içeriği nedeniyle, gözle görülür bir renk tonu bırakmadan eridiği için beyaz ve şeffaf sırlar için popülerdir (Lueders, 2001). Petalit, lityum açısından zengin granitik pegmatitlerde bulunan en önemli lityum-alümina silikat minerallerindendir. Deneyler, aynı anda mevcut olan petalit, albit, kuvars ve klorür çözeltisi arasındaki dengeyi araştırmak için 1.5 kbar ortam basıncında ve 450 °C ile 600 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Çok az sodyum veya lityum, sırasıyla petalit ya da albit yapısına girmektedir. Petalit, albit ve kuvars ile birlikte bulunması nedeniyle sıvının alkali bileşimi tamponlanır. “Akışkanın Na / (Na + Li) oranının değeri tamponlu ortamda 450 °C'de $0,520 \pm 0,020$ ve 600 °C'de $0,545 \pm 0,015$ olarak belirlenmiştir. Bu, sıcaklığın, verilen deneysel koşullar altında tamponlu çözeltinin bileşimi üzerinde yalnızca çok küçük bir etkiye sahip olduğunu gösterir” (Sebastian & Lagache, 1991, s. 205).

Doğal haliyle doğada bulunmayan lityum, kayaç türüne bağlı olarak farklı minerallerden veya tuzlu sudan elde edilir. Mineral kazanımında, ya pegmatitik ya da tortul kayaçlardan üretim yapılır. 150'den fazla lityum minerali bilinmesine rağmen, sadece birkaçı ticari öneme sahiptir. En fazla lityum içerenler pegmatitik kayaçlarda bulunan petalit ve spodümen mineralleridir. Piyasada konsantre olarak da satılmaktadır. Özellikle petalit, spodümen ve lepidolit cevherleri cevher hazırlama işlemleri ile konsantre hale getirilerek bazı sektörlerde kullanılabilmektedir. Direkt olarak seramik ve cam sanayinde kullanılırlar. Petalit ve spodümen doğrudan seramiğe eklenir. Sır hammaddelerine kimyasal ve ısı kararlılığı, ısıyla genişlemesini azaltarak vermektedir (Üçerler, 2020, s. 3-6).

2.4.6. Kalsine Boraks

Kalsine boraks üçlü harman diyagramlarında alkalili-borlu reçetelerde bor katkısı için tercih edilmiştir. Kimyasal formülü $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$ olan kalsine borakstan hem alkali hem de bor katkısı sağlanmaktadır. Boraks, ham (doğal olarak elde edilmiş) veya yoğunlaştırılmış bor cevherinin arıtılması veya kimyasal reaksiyonu ve bu ürünlerin ısı işlem sonucunda dehidrasyona uğramasıyla elde edilen inorganik boratlardan biridir. Gliserin ve suda çözünür fakat alkolde çözünmez. Boraks 750°C'de erimeye başlar.

Erirken kristal suyunu kaybeder. Sırlarda erime ve camlaştırıcı özellikleri için kullanılır. Boraks sırda kullanılmadan önce 570°C civarında kalsine edilerek suda öğütülebilir hale getirilir. Böylece boraksın suda çözünürlüğü en aza indirgenir. Kurşunlu sırlara alternatif oluşturmak için de idealdir. Havadaki nemi emdiği için kapalı kaplarda saklanmalıdır. Camlaşma oranı çok yüksektir. Bu sebeple sırnın viskozitesi azalır. Türkiye'de boraks Eti-bank tarafından üretilmektedir. Boraks fırınlandığında 1000°C'de erimeye başlar ve 1200, 1300°C gibi sıcaklıkta tamamen erir ve camsı bir yapıya dönüşür. İçinde renklendirici oksitler olmadığı için erimiş hali saydamdır (Genç S. , 2013, s. 23). Boraks, amfoter oksitin kimyasal formülü ile ifade edilse bile asidik özelliklerinden dolayı asidik oksitler grubundadır. Lüster ebruları ve aventurin kristallerinin oluşumunu arttırdığı için aventurin ve lüster sırlarında sıklıkla kullanılır. Boraks sırlara, borik asit, kalsiyum borat, kolemanit, üleksit ve pandemit gibi hammaddelerden alınmaktadır (Sarı, 2010, s. 36).

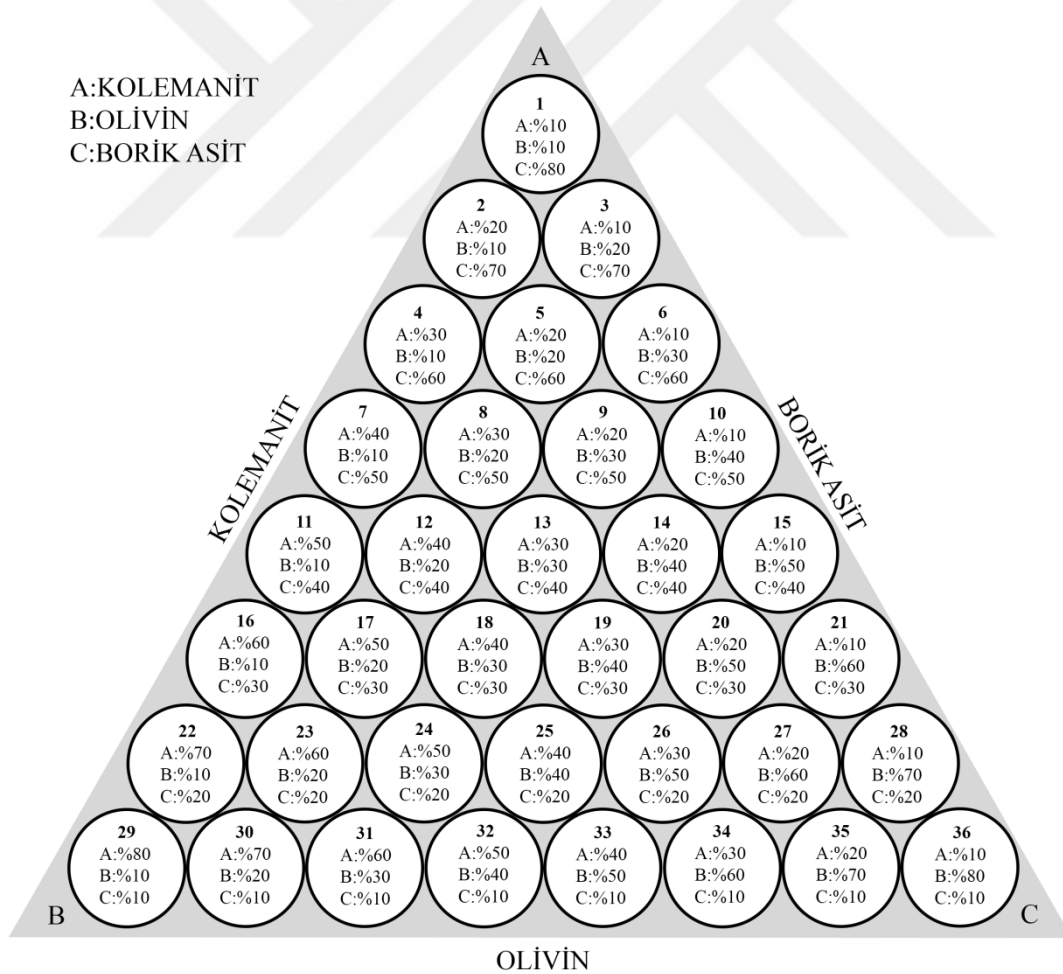
BÖLÜM 3: OLİVİN KATKILI SIR DENEYLERİ

Deneylerde bir alkalili, bir borlu ve üç alkalili-borlu olacak şekilde seger harmanları oluşturulmuş ve 1150°C'de sır pişirimleri gerçekleştirilmiştir. Borlu sır reçetelerinde Olivin-Kolemanit-Borik Asit, Alkalili sır reçetelerinde Olivin-Albit-Ortoklas, Alkalili-Borlu sır reçetelerinde ise Olivin-Albit-Kalsine Boraks, Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks, Olivin-Petalit-Kalsine Boraks hammaddeleri kullanılmıştır.

3.1. Olivin-Kolemanit-Borik Asit Deneyleri

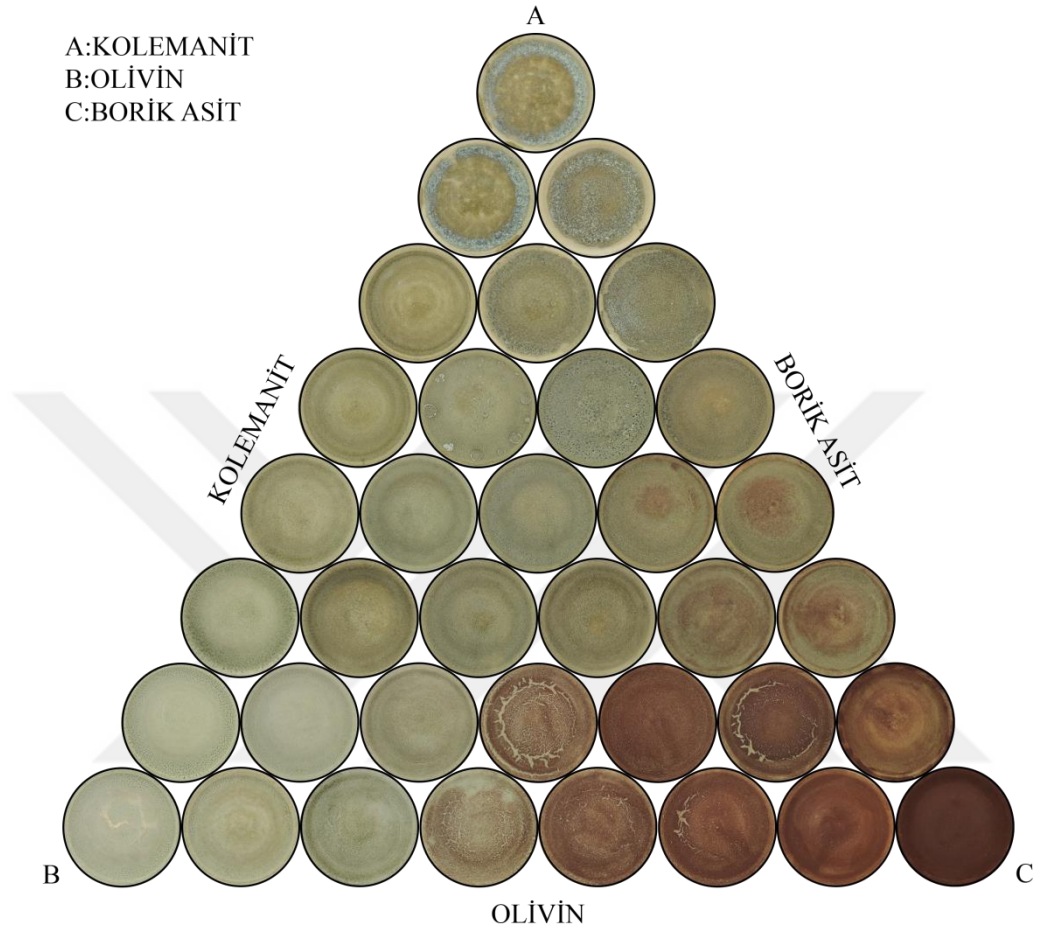
3.1.1. Üçlü Harman Diyagramı

Tablo 8: Olivin-Kolemanit-Borik Asit Deneylerinin Yüzde Miktarları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.1.2. Deney Sonuç Görselleri



Görsel 9: Olivin-Kolemanit-Borik Asit Deney Sonuçları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Olivin-Kolemanit-Borik Asit hammaddelerinden oluşturulan sır deneyleri için toplam 36 adet reçete hazırlanmıştır. Buna göre; artan oranlarda olivin katkısı içeren 36 sır denemesinden 23 adet gelişen reçete olmuştur. Gelişmeyen 13 reçeteden 10'unda köpürme görülmüştür. Renklerinde yeşilden kahverengiye bir geçiş vardır. Olivin miktarının %40'ın üzerinde olduğu reçetelerde renk kahverengiye dönmeye başlamıştır.

3.1.3. Değerlendirme Tablosu

Tablo 9: Olivin-Kolemanit-Borik Asit Reçeteleri Değerlendirme Tablosu

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
1	%10 Kolemanit %10 Olivin %80 Borik asit	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
2	%20 Kolemanit %10 Olivin %70 Borik asit	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
3	%10 Kolemanit %20 Olivin %70 Borik asit	Parlak ✓		✓	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme ✓			
4	%30 Kolemanit %10 Olivin %60 Borik asit	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
5	%20 Kolemanit %20 Olivin %60 Borik asit	Parlak		✓	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Köpürme ✓			
6	%10 Kolemanit %30 Olivin %60 Borik asit	Parlak		✓	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Köpürme ✓			
7	%40 Kolemanit %10 Olivin %50 Borik asit	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
8	%30 Kolemanit %20 Olivin %50 Borik asit	Parlak		✓	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme ✓			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
9	%20 Kolemanit %30 Olivin %50 Borik asit	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme ✓			
10	%10 Kolemanit %40 Olivin %50 Borik asit	Parlak		√	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme ✓			
11	%50 Kolemanit %10 Olivin %40 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
12	%40 Kolemanit %20 Olivin %40 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
13	%30 Kolemanit %30 Olivin %40 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
14	%20 Kolemanit %40 Olivin %40 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
15	%10 Kolemanit %50 Olivin %40 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
16	%60 Kolemanit %10 Olivin %40 Borik asit	Parlak		√	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme ✓			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
17	%50 Kolemanit %20 Olivin %30 Borik asit	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
18	%40 Kolemanit %30 Olivin %30 Borik asit	Parlak	✓		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
19	%30 Kolemanit %40 Olivin %30 Borik asit	Parlak	✓		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
20	%20 Kolemanit %50 Olivin %30 Borik asit	Parlak	✓		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
21	%10 Koleanit %60 Olivin %30 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
22	%70 Koleanit %10 Olivin %20 Borik asit	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme ✓			
23	%60 Koleanit %20 Olivin %20 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
24	%50 Koleanit %30 Olivin %20 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
25	%40 Kolemanit %40 Olivin %20 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma √			
		Köpürme			
26	%30 Kolemanit %50 Olivin %20 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma √			
		Köpürme			
27	%20 Kolemanit %60 Olivin %20 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma √			
		Köpürme			
28	%10 Kolemanit %70 Olivin %20 Borik asit	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat √			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
29	%80 Kolemanit %10 Olivin %10 Borik asit	Parlak		√	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme ✓			
30	%70 Kolemanit %20 Olivin %10 Borik asit	Parlak		√	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
31	%60 Kolemanit %30 Olivin %10 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
32	%50 Kolemanit %40 Olivin %10 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Köpürme			

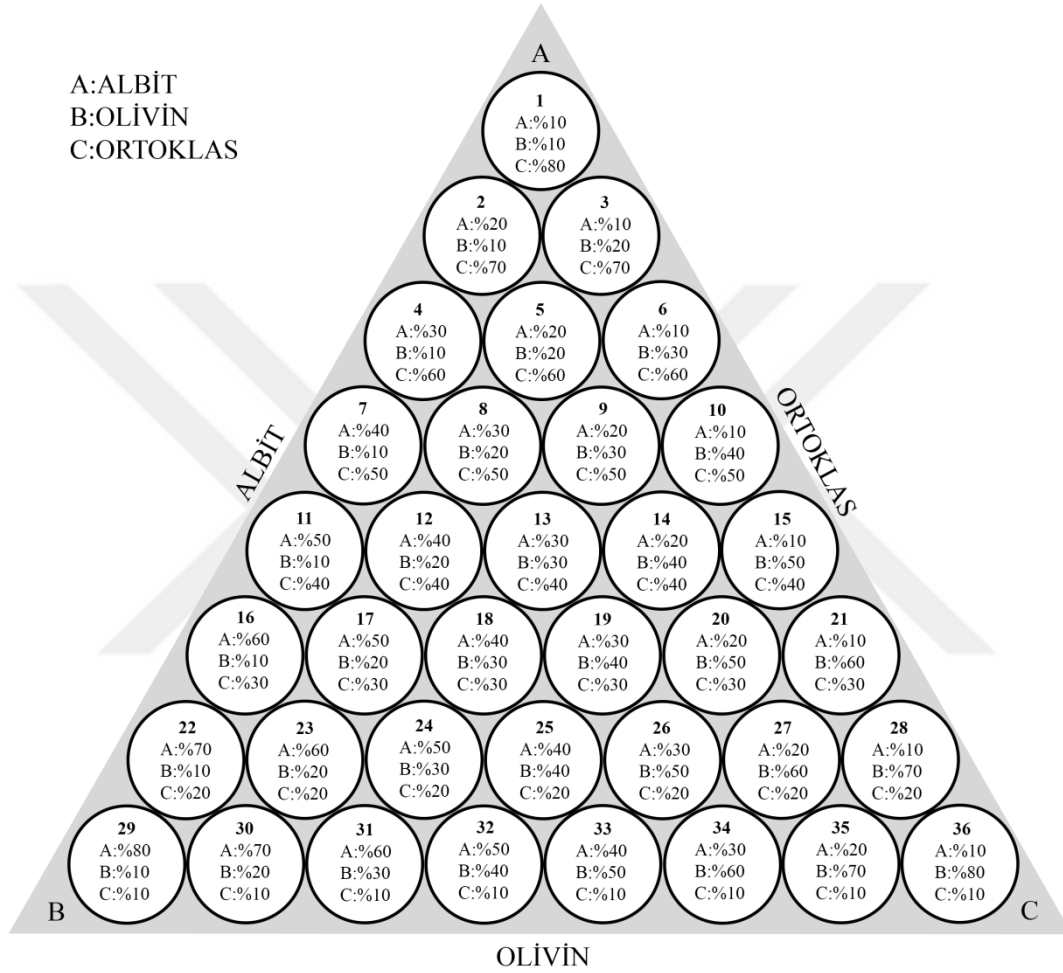
Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
33	%40 Kolemanit %50 Olivin %10 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
34	%30 Kolemanit %60 Olivin %10 Borik asit	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
35	%20 Kolemanit %70 Olivin %10 Borik asit	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
36	%10 Kolemanit %80 Olivin %10 Borik asit	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.2. Olivin-Albit-Ortoklas Deneyleri

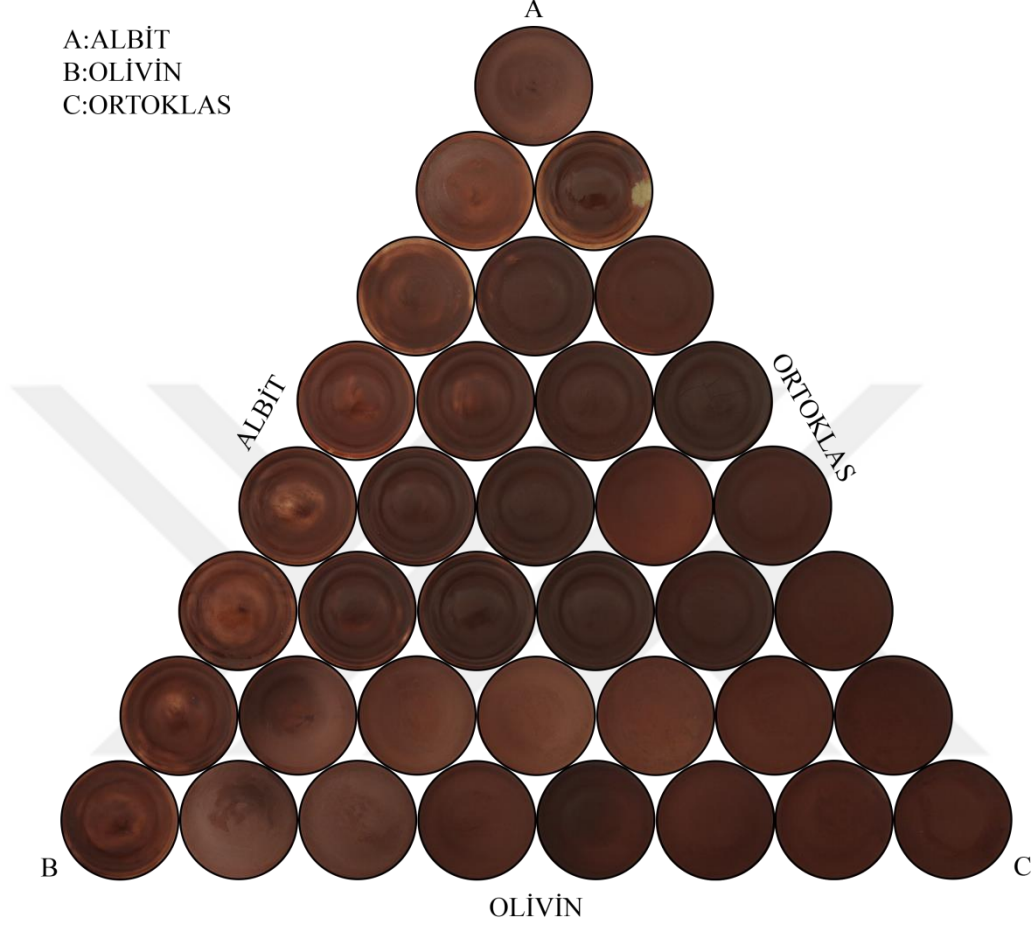
3.2.1. Üçlü Harman Diyagramı

Tablo 10: Olivin-Albit-Ortoklas Deneylerinin Yüzde Miktarları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.2.2. Deney Sonuç Görselleri



Görsel 10: Olivin-Albit-Ortoklas Deney Sonuçları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Olivin-Albit-Ortoklas hammaddelerinden oluşturulan sır deneyleri için toplam 36 adet reçete hazırlanmıştır. Hazırlanan 36 sır denemesinden 21 adet gelişen reçete olmuştur. Olivin alkalili sırlarda kızıl-kahve renk tonu vermiştir.

3.2.3. Değerlendirme Tablosu

Tablo 11: Olivin-Albit-Ortoklas Reçeteleri Değerlendirme Tablosu

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
1	%10 Albit %10 Olivin %80 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
2	%20 Albit %10 Olivin %70 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
3	%10 Albit %20 Olivin %70 Ortoklas	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
4	%30 Albit %10 Olivin %60 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
5	%20 Albit %20 Olivin %60 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
6	%10 Albit %30 Olivin %60 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
7	%40 Albit %10 Olivin %50 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
8	%30 Albit %20 Olivin %50 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
9	%20 Albit %30 Olivin %50 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
10	%10 Albit %40 Olivin %50 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
11	%50 Albit %10 Olivin %40 Ortoklas	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
12	%40 Albit %20 Olivin %40 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
13	%30 Albit %30 Olivin %40 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
14	%20 Albit %40 Olivin %40 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
15	%10 Albit %50 Olivin %40 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
16	%60 Albit %10 Olivin %30 Ortoklas	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
17	%50 Albit %20 Olivin %30 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
18	%40 Albit %30 Olivin %30 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
19	%30 Albit %40 Olivin %30 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
20	%20 Albit %50 Olivin %30 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
21	%10 Albit %60 Olivin %30 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
22	%70 Albit %10 Olivin %20 Ortoklas	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
23	%60 Albit %20 Olivin %20 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
24	%50 Albit %30 Olivin %20 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
25	%40 Albit %40 Olivin %20 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
26	%30 Albit %50 Olivin %20 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
27	%20 Albit %60 Olivin %20 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
28	%10 Albit %70 Olivin %20 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
29	%80 Albit %10 Olivin %10 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
30	%70 Albit %20 Olivin %10 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
31	%60 Albit %30 Olivin %10 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
32	%50 Albit %40 Olivin %10 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

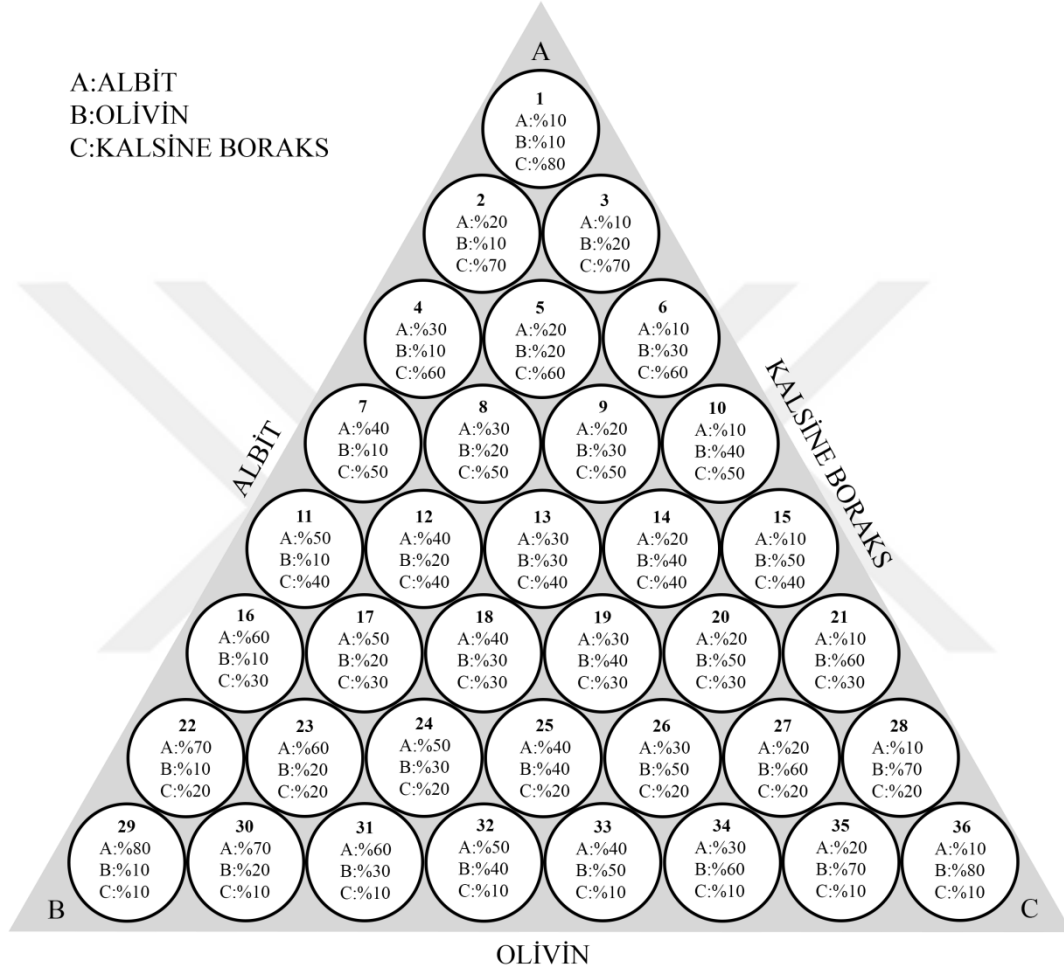
Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
33	%40 Albit %50 Olivin %10 Ortoklas	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
34	%30 Albit %60 Olivin %10 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
35	%20 Albit %70 Olivin %10 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
36	%10 Albit %80 Olivin %10 Ortoklas	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.3. Olivin-Albit-Kalsine Boraks Deneyleri

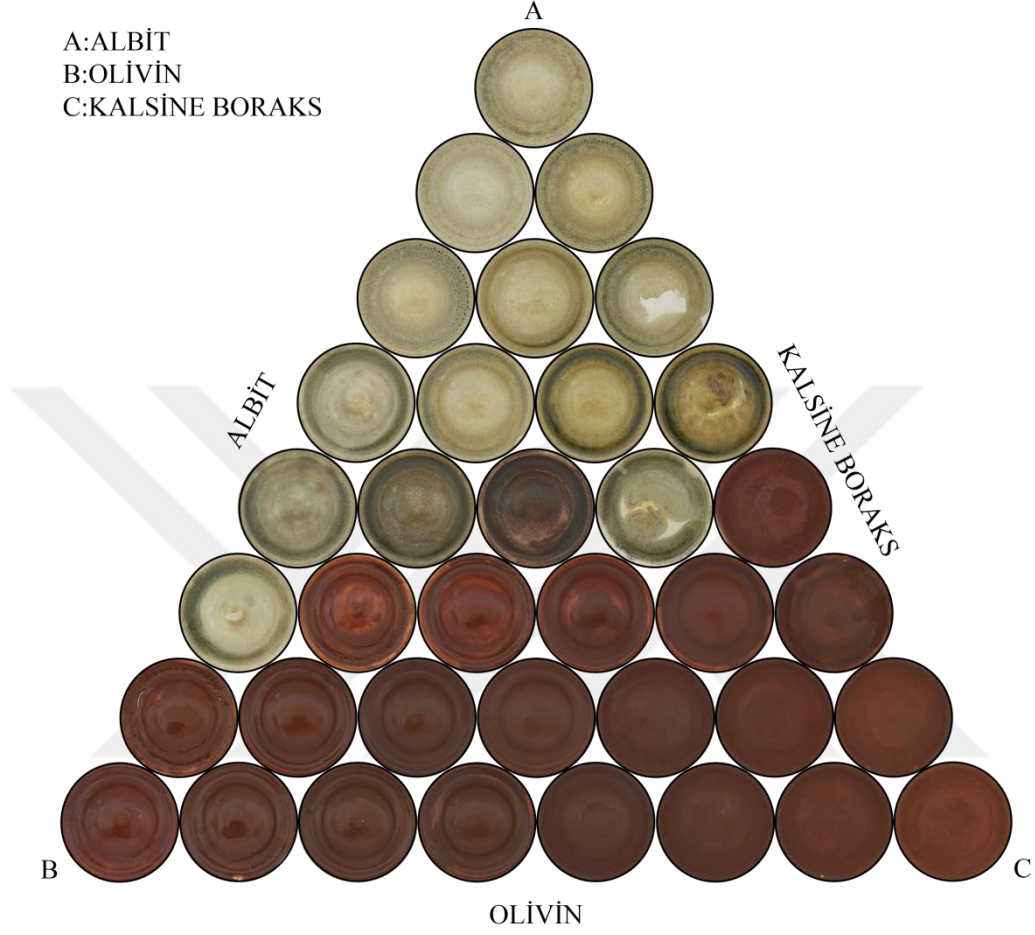
3.3.1. Üçlü Harman Diyagramı

Tablo 12: Olivin-Albit-Kalsine Boraks Deneylerinin Yüzde Miktarları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.3.2. Deney Sonuç Görselleri



Görsel 11: Olivin-Albit-Kalsine Boraks Deney Sonuçları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Olivin-Albit-Kalsine Boraks hammaddelerinden oluşturulan sır deneyleri için toplam 36 adet reçete hazırlanmıştır. 6 adet reçetenin gelişmediği, 2 adet reçetenin de köpürdüğü görülmüştür. Renkleri yeşilden kahverengiye dönmüştür. Kalsine boraks miktarının %40'ın altında olduğu reçetelerde renk kahverengiye dönmeye başlamıştır.

3.3.3. Değerlendirme Tablosu

Tablo 13: Olivin-Albit-Kalsine Boraks Reçeteleri Değerlendirme Tablosu

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
1	%10 Albit %10 Olivin %80 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			
2	%20 Albit %10 Olivin %70 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			
3	%10 Albit %20 Olivin %70 Kalsine Boraks	Parlak ✓		✓	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme ✓			
4	%30 Albit %10 Olivin %60 Kalsine Boraks	Parlak ✓		✓	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme ✓			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
5	%20 Albit %20 Olivin %60 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			
6	%10 Albit %30 Olivin %60 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			
7	%40 Albit %10 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			
8	%30 Albit %20 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
9	%20 Albit %30 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			
10	%10 Albit %40 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			
11	%50 Albit %10 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			
12	%40 Albit %20 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
13	%30 Albit %30 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
14	%20 Albit %40 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			
15	%10 Albit %50 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
16	%60 Albit %10 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
17	%50 Albit %20 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Köpürme			
18	%40 Albit %30 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
19	%30 Albit %40 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak	✓		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
20	%20 Albit %50 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak	✓		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
21	%10 Albit %60 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
22	%70 Albit %10 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Köpürme			
23	%60 Albit %20 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Köpürme			
24	%50 Albit %30 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
25	%40 Albit %40 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
26	%30 Albit %50 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
27	%20 Albit %60 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
28	%10 Albit %70 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
29	%80 Albit %10 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Köpürme			
30	%70 Albit %20 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Köpürme			
31	%60 Albit %30 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Köpürme			
32	%50 Albit %40 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak	✓		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

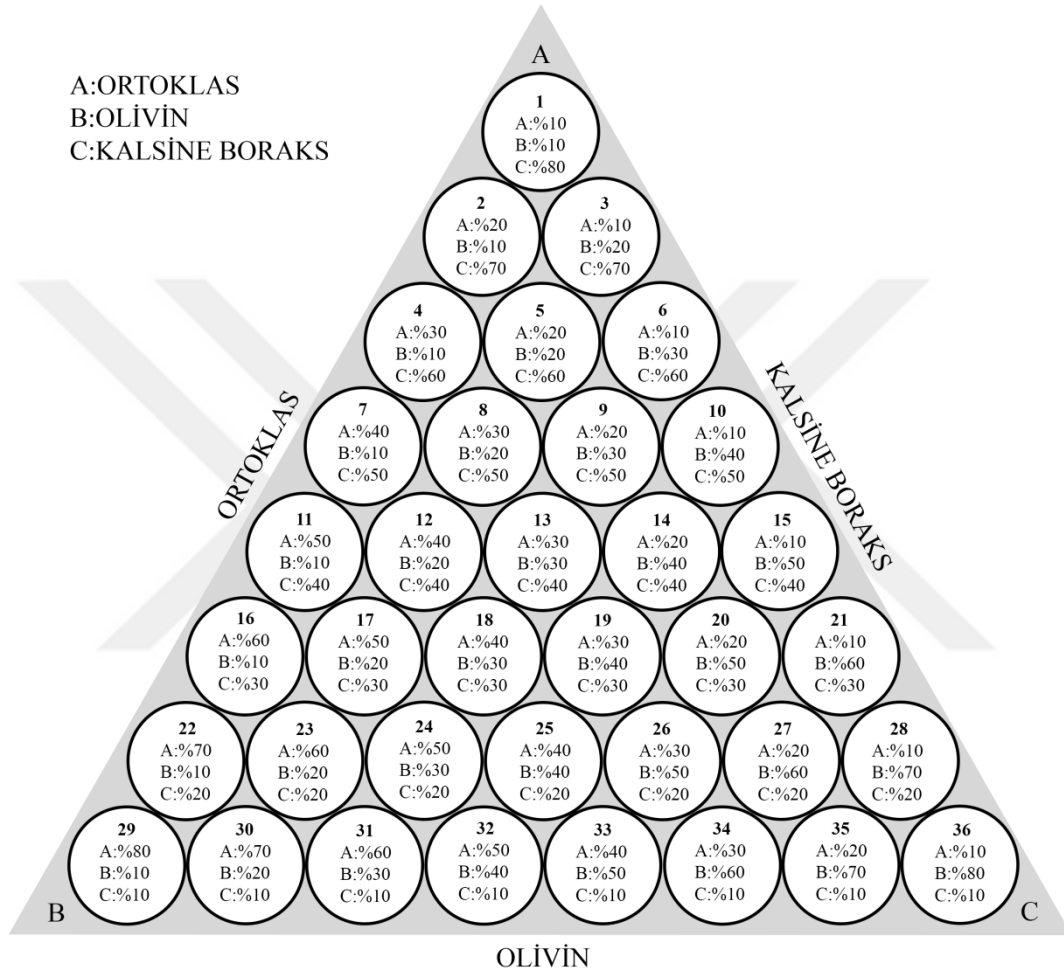
Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
33	%40 Albit %50 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
34	%30 Albit %60 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
35	%20 Albit %70 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			
36	%10 Albit %80 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Köpürme			

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.4. Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks Deneyleri

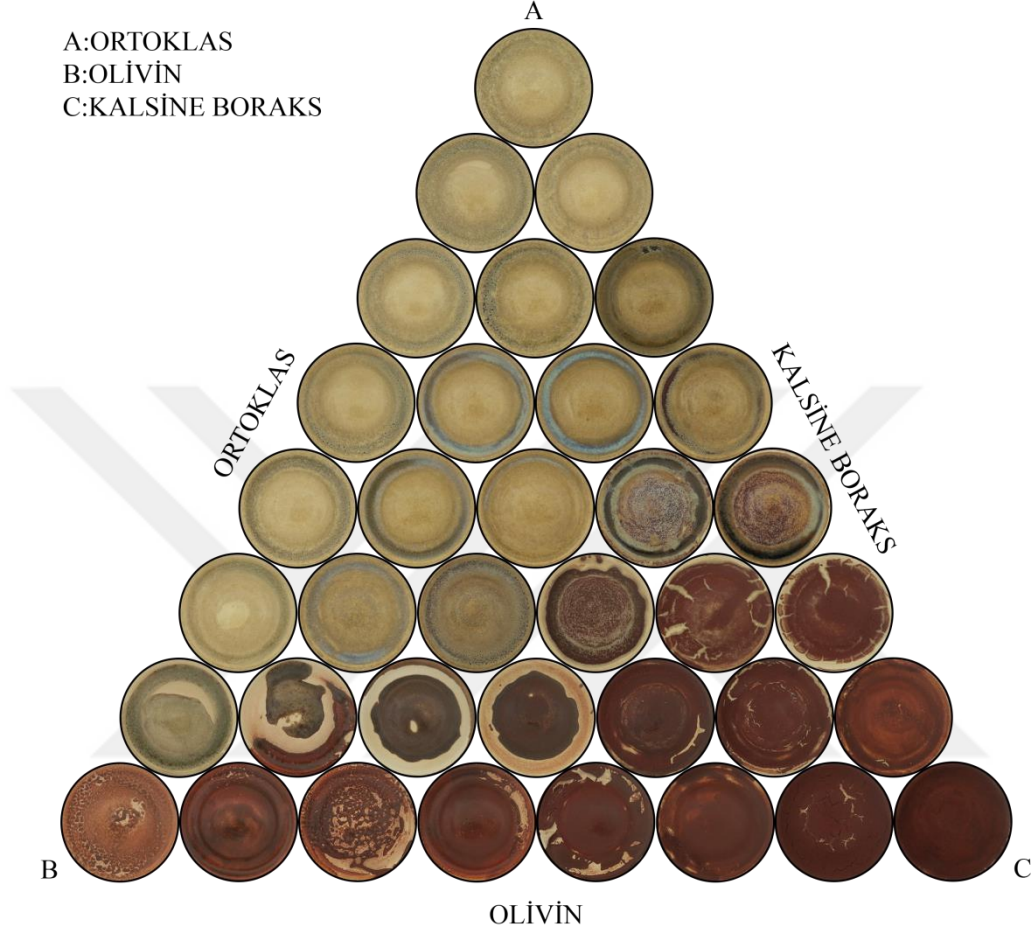
3.4.1. Üçlü Harman Diyagramı

Tablo 14: Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks Deneylerinin Yüzde Miktarları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.4.2. Deney Sonuç Görselleri



Görsel 12: Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks Deney Sonuçları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks hammaddelerinden oluşturulan sır deneyleri için toplam 36 adet reçete hazırlanmıştır. 4 adet reçetenin gelişmediği, 15 adet reçetede toplanmalar olduğu ve 8 adet reçetede ise bor tülü olduğu görülmüştür. Renkleri yeşilden kahverengiye dönmüştür. Kalsine boraks miktarının %40'ın altında olduğu reçetelerde renk kahverengiye dönmeye başlamıştır.

3.4.3. Değerlendirme Tablosu

Tablo 15: Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks Reçeteleri Değerlendirme Tablosu

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
1	%10 Ortoklas %10 Olivin %80 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
2	%20 Ortoklas %10 Olivin %70 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
3	%10 Ortoklas %20 Olivin %70 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
4	%30 Ortoklas %10 Olivin %60 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
5	%20 Ortoklas %20 Olivin %60 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
6	%10 Ortoklas %30 Olivin %60 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
7	%40 Ortoklas %10 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
8	%30 Ortoklas %20 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
9	%20 Ortoklas %30 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
10	%10 Ortoklas %40 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
11	%50 Ortoklas %10 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
12	%40 Ortoklas %20 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			

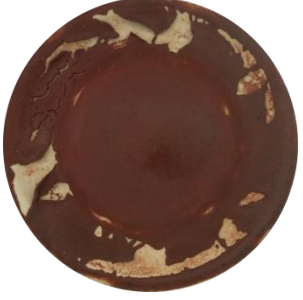
Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
13	%30 Ortoklas %30 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
14	%20 Ortoklas %40 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
15	%10 Ortoklas %50 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
16	%60 Ortoklas %10 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
17	%50 Ortoklas %20 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
18	%40 Ortoklas %30 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
19	%30 Ortoklas %40 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak		✓	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
20	%20 Ortoklas %50 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak	✓		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
21	%10 Ortoklas %60 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
22	%70 Ortoklas %10 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak ✓		√	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
23	%60 Ortoklas %20 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak ✓		√	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
24	%50 Ortoklas %30 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
25	%40 Ortoklas %40 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
26	%30 Ortoklas %50 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
27	%20 Ortoklas %60 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
28	%10 Ortoklas %70 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
29	%80 Ortoklas %10 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
30	%70 Ortoklas %20 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
31	%60 Ortoklas %30 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak ✓		✓	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
32	%50 Ortoklas %40 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		✓	
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			

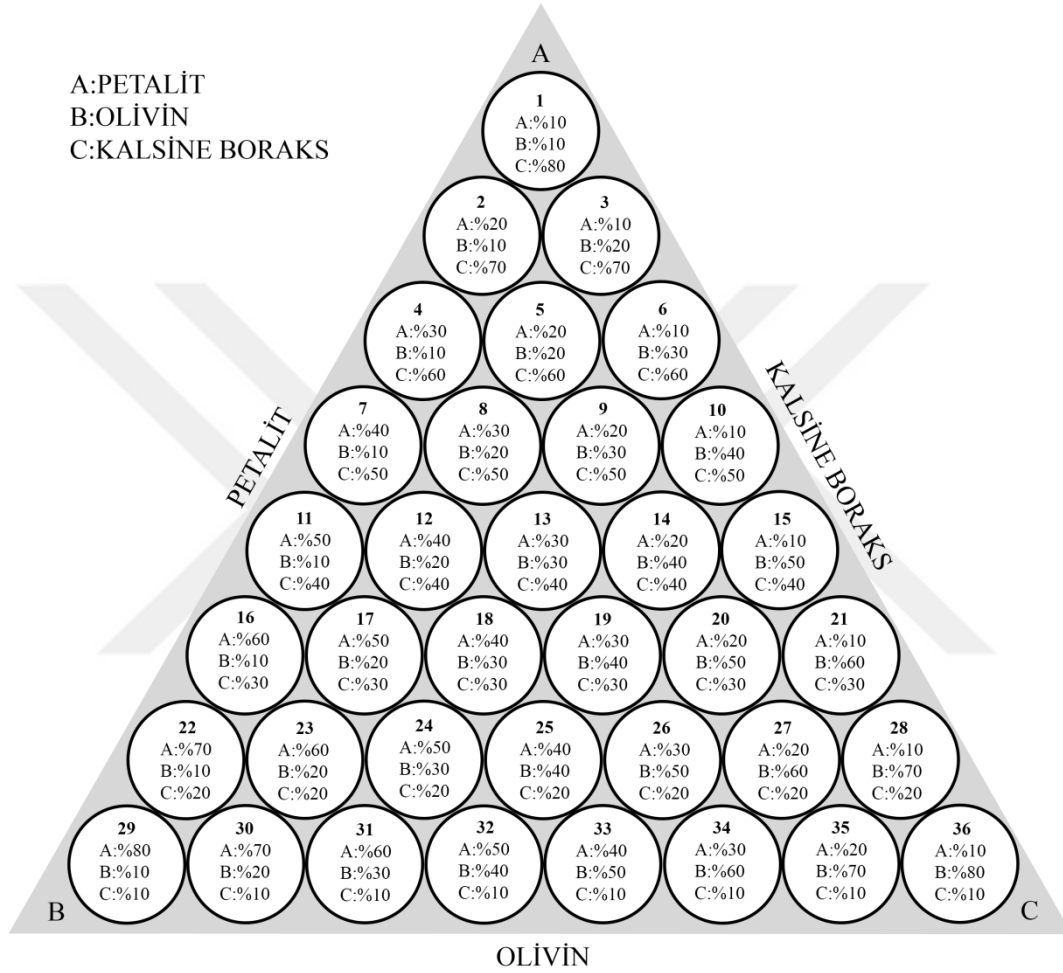
Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
33	%40 Ortoklas %50 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama ✓			
34	%30 Ortoklas %60 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama			
35	%20 Ortoklas %70 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma ✓			
		Kavlama ✓			
36	%10 Ortoklas %80 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.5. Olivin-Petalit-Kalsine Boraks Deneyleri

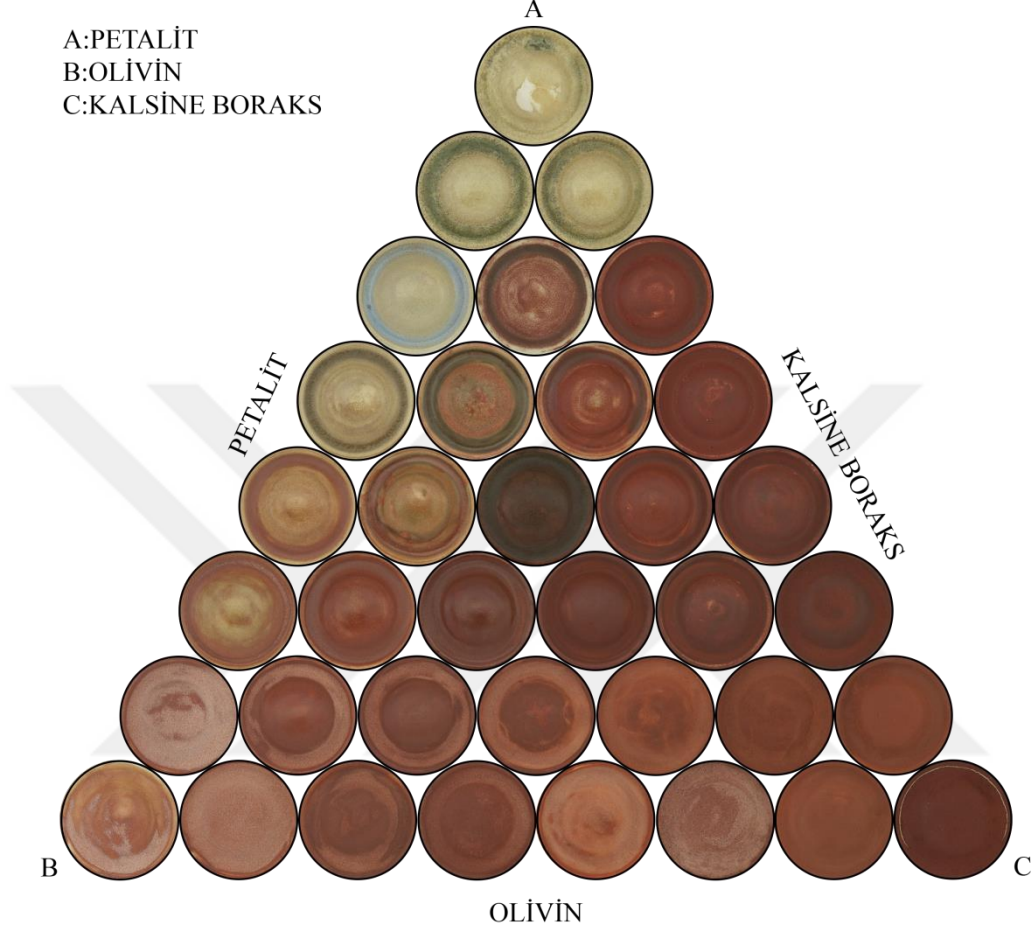
3.5.1. Üçlü Harman Diyagramı

Tablo 16: Olivin-Petalit-Kalsine Boraks Deneylerinin Yüzde Miktarları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.5.2. Deney Sonuç Görselleri



Görsel 13: Olivin-Petalit-Kalsine Boraks Deney Sonuçları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Olivin-Petalit-Kalsine Boraks hammaddelerinden oluşturulan sır deneyleri için toplam 36 adet reçete hazırlanmıştır. 12 adet reçetenin gelişmediği görülmüştür. Renkleri yeşilden kahverengiye dönmüştür. Petalit miktarının %50'nin üzerinde, Olivin miktarının %10 olduğu reçetelerde rengin pembe tonlarında olduğu görülmüştür.

3.5.3. Değerlendirme Tablosu

Tablo 17: Olivin-Petalit-Kalsine Boraks Reçeteleri Değerlendirme Tablosu

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
1	%10 Petalit %10 Olivin %80 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
2	%20 Petalit %10 Olivin %70 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
3	%10 Petalit %20 Olivin %70 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
4	%30 Petalit %10 Olivin %60 Kalsine Boraks	Parlak ✓	✓		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü ✓			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
5	%20 Petalit %20 Olivin %60 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
6	%10 Petalit %30 Olivin %60 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
7	%40 Petalit %10 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			
8	%30 Petalit %20 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
9	%20 Petalit %30 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat √			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
10	%10 Petalit %40 Olivin %50 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat √			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
11	%50 Petalit %10 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak √	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
12	%40 Petalit %20 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak √	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle √			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
13	%30 Petalit %30 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
14	%20 Petalit %40 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
15	%10 Petalit %50 Olivin %40 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
16	%60 Petalit %10 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle ✓			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
17	%50 Petalit %20 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
18	%40 Petalit %30 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak ✓	√		
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
19	%30 Petalit %40 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
20	%20 Petalit %50 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
21	%10 Petalit %60 Olivin %30 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
22	%70 Petalit %10 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
23	%60 Petalit %20 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat ✓			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
24	%50 Petalit %30 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
25	%40 Petalit %40 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
26	%30 Petalit %50 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
27	%20 Petalit %60 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
28	%10 Petalit %70 Olivin %20 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
29	%80 Petalit %10 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak	√		
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
30	%70 Petalit %20 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
31	%60 Petalit %30 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
32	%50 Petalit %40 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			

Sır No	Sır Reçete	Yüzey Görünüm	Sonuç		Görsel
			Olumlu	Olumsuz	
33	%40 Petalit %50 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
34	%30 Petalit %60 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
35	%20 Petalit %70 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat ✓			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama			
36	%10 Petalit %80 Olivin %10 Kalsine Boraks	Parlak		√	
		Yarı Mat			
		Mat			
		Bor Tülü			
		Krakle			
		Toplanma			
		Kavlama ✓			

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.6. Uygulamalar

Uygulamalar iki farklı biçimde yapılmıştır. Birinci uygulamada; deneyleri yapılan Olivin katkılı olumlu sonuçlardan seçilmiş sır reçeteleri, yüzey akışkanlıklarını görmek amacıyla kâse biçimli formlara uygulanmıştır.

İkinci uygulamada ise deney sonuçları arasından parlak, mat ve yüzey dokusuna sahip sırlar seçilerek sanatsal bir çalışma yapılmıştır.

3.6.1. Birinci Uygulama

Uygulamada kullanılan kâseler; döküm yolu ile şekillendirilmiş, 16 cm çapında, 7 cm yüksekliğindedir. Yedi sır reçetesi kullanılmıştır. Sır formun sadece iç yüzeyine uygulanmıştır (bkz. Görsel 14-20).



Görsel 14: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

REÇETE 9	
Olivin	% 30
Ortoklas	% 20
Kalsine Boraks	% 50



Görsel 15: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

REÇETE 13	
Olivin	% 30
Albit	% 30
Kalsine Boraks	% 40



Görsel 16: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

REÇETE 23	
Olivin	% 20
Albit	% 60
Kalsine Boraks	% 20



Görsel 17: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

REÇETE 2	
Olivin	% 10
Kolemanit	% 20
Borik Asit	% 70



Görsel 18: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

REÇETE 25	
Olivin	% 40
Kolemanit	% 40
Borik Asit	% 20



Görsel 19: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

REÇETE 7	
Olivin	% 10
Petalit	% 40
Kalsine Boraks	% 50



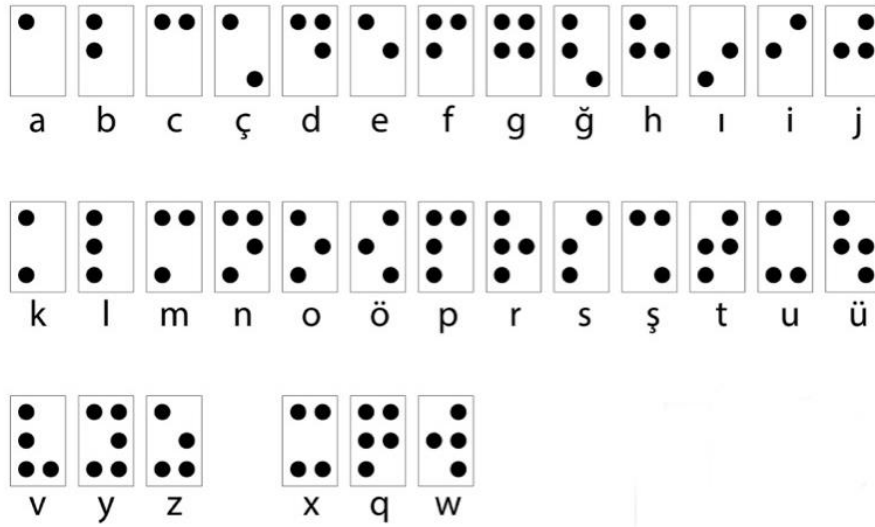
Görsel 20: Olivin katkılı sırlı kâse üstten ve yandan görünüm

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

REÇETE 12	
Olivin	% 20
Petalit	% 40
Kalsine Boraks	% 40

3.6.2. İkinci Uygulama

Görme engelli bireylerin sanatsal bir çalışmayı algılayabilmeleri için dokunmaları önemlidir. Dokunma ile biçimler tanımlanabilir ancak eserle verilmek istenilen duygu bu bireylere sesli bir anlatım olmadan aktarılamaz. Uygulama çalışmasında görme engelli bireylerin sanatsal bir çalışmanın vermek istediği mesajı doğrudan algılayabilmeleri hedeflenmiş, bu aşama bu bireyler için özel olarak geliştirilmiş kabartmalardan oluşan Braille (Körler) Alfabeti konu olarak seçilmiştir.



Görsel 21: Braille Alfabeti

Kaynak: (Sığırcı, 2019)

Çalışmada; Görsel 21’de verilen Braille Alfabetinde kullanılan kabartma etkisinden esinlenilerek, çapları 5 cm, yüksekliği 6 mm olan tabletler üretilmiştir. Bu tabletler, uygulama sonucu elde edilen parlak, mat ve yüzey dokusuna sahip sırlar seçilerek sırlanmıştır. Sırlı yüzeyler harfin kendisini, sırsız yüzeyler ise harflerin zeminini temsil etmektedir (bkz. Görsel 22-42).



Görsel 22: A Harfi



Görsel 23: Ç Harfi



Görsel 24: D Harfi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 25: E Harfi

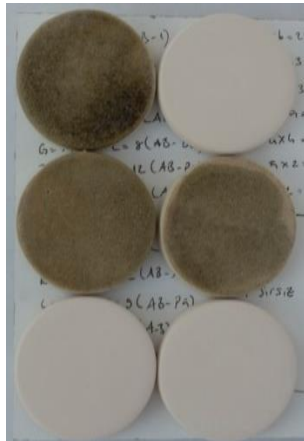


Görsel 26: G Harfi



Görsel 27: Ğ Harfi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 28: H Harfi



Görsel 29: I Harfi



Görsel 30: İ Harfi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 31: K Harfi



Görsel 32: L Harfi



Görsel 33: M Harfi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 34: N Harfi



Görsel 35: Ö Harfi



Görsel 36: R Harfi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 37: S Harfi

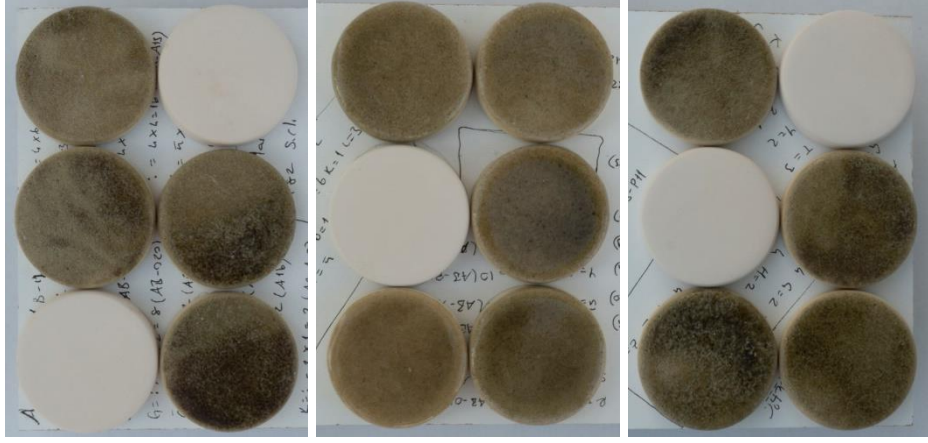


Görsel 38: Ş Harfi



Görsel 39: T Harfi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



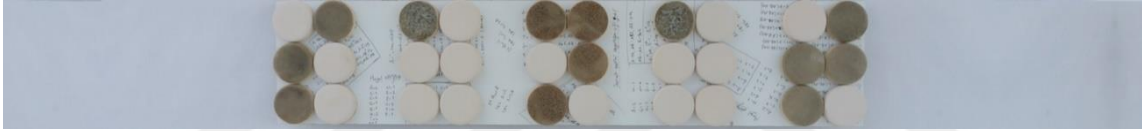
Görsel 40: Ü Harfi

Görsel 41: Y Harfi

Görsel 42: Z Harfi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Görme engelli bireylerin dokunarak okuyacakları çalışmada ünlü enstalasyon sanatçısı Christo Vladimirov Javacheff'in "Sanat Üretimi Özgürlüğün Çılgılığıdır" ile ünlü ressam Pablo Picasso'ya ait "Hayal Ettiğiniz Her Şey Gerçektir" cümleleri aktarılmıştır.



Görsel 43: Sanat

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 44: Üretimi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 45: Özgürlüğün

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 46: Çılgılığıdır

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 47: Hayal

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 48: Ettiğiniz

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 49: Her Şey

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Görsel 50: Gerçektir

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

SONUÇ

Olivin minerali araştırıldığında serbest kristal silika'ya sahip olmadığı için tehlikesiz, sağlıklı ve çevre dostu olduğu, alternatifi olan madenlere göre daha ekonomik olduğu ve ülkemizin Olivin yatakları bakımından en zengin ülkelerden biri olduğu gibi birçok önemli özelliğe sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle seramik sırlarında kullanımı tercih edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında deneyler için beş farklı diyagram oluşturulmuştur. Bu diyagramlar alkalili, borlu, alkalili-borlu sır reçeteleridir. Alkalili sır diyagramında Olivin-Albit-Ortoklas, borlu sır diyagramında Olivin-Kolemanit-Borik Asit, alkalili-borlu sır diyagramlarında Olivin-Albit-Kalsine Boraks, Olivin-Ortoklas-Kalsine Boraks, Olivin-Petalit-Kalsine Boraks'ın belirli oranlarda katkısı ile üçlü diyagramlar oluşturulmuş ve her diyagramda 36 adet deney yapılmıştır. Beş farklı grup ile yapılan diyagramlarda toplamda 180 farklı reçete oluşturularak deneyleri yapılmıştır. Oluşturulan sır reçetelerinde Olivin oranları %10' dan başlayarak artan oranlarda kullanılmıştır.

Alkalili sır denemeleri sonuçları incelendiğinde Olivinin %20 üzerine çıktığı Ortoklas'ın ise %20 ve %10 olduğu reçetelerin sırlarında olgunlaşma olmadığı görülmüştür. Hazırlanan 36 sır denemesinden 21 adet gelişen reçete olmuştur. Olivin alkalili sırlarda kıvılcık-kahve renk tonu vermiştir.

Borlu hammaddelerle oluşturulan denemelerde Olivin katkısının %70 ve %80 olduğu reçetelerde sırların olgunlaşmadığı görülmüştür. 10 adet reçetede köpürme olduğu 8 adet reçetede ise toplanma olduğu görülmüştür. Renklerinde yeşilden kahverengiye bir geçiş vardır. Olivin miktarının %40'ın üzerinde olduğu reçetelerde renk kahverengiye dönmeye başlamıştır.

Albit içeren alkalili-borlu sır denemelerinde Olivin katkısının %70 ve %80 olduğu reçetelerde sırların olgunlaşmadığı görülmüştür. Renkleri yeşilden kahverengiye dönmüştür. Kalsine boraks miktarının %40'ın altında olduğu reçetelerde renk kahverengiye dönmeye başlamıştır.

Ortoklas içeren alkalili-borlu sır denemelerinde 4 adet reçetenin gelişmediği, 15 adet reçetede toplanmalar olduğu ve 8 adet reçetede ise bor tülü olduğu görülmüştür.

Renkleri yeşilden kahverengiye dönmüştür. Kalsine boraks miktarının %40'ın altında olduğu reçetelerde renk kahverengiye dönmeye başlamıştır.

Petalit içeren alkalili-borlu sır denemelerinde 12 adet reçetenin gelişmediği görülmüştür. Renkleri yeşilden kahverengiye dönmüştür. Petalit miktarının %50'nin üzerinde, Olivin miktarının %10 olduğu reçetelerde rengin pembe tonlarında olduğu görülmüştür.

Alkalili-borlu sırlarda sır oldukça akışkan olduğundan dolayı fırın raflarına yapışmaması için dikkat edilmesi tavsiye edilmektedir.

Tez kapsamında uygulanan deneyler sonucunda, seramik sırları yapımında Olivin kullanımının araştırma ve geliştirmeye açık bir alan olduğu, Olivinin sır yapımında alternatif bir hammadde olarak kullanımının mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırma ve geliştirilmeye açık bir alan olan Olivin, alternatif bir hammadde olarak sanatsal seramik sırlarına ve butik atölye üretimlerine katkı sağlayabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Altuğ, C. (2019). Türkiye'deki Olivin Mineralinin Fiziksel ve Optiksel Özelliklerinin Farklı Tekniklerle İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Manisa: Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Arcasoy, A. (1983). *Seramik Teknolojisi*. İstanbul: Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları.
- Arcasoy, A., & Başkırkan, H. (2020). *Seramik Teknolojisi*. İstanbul: Literatür.
- Artel, T. (1969). *Yapı Malzemesi*. İstanbul: Osman Yalçın Matbaası.
- Aydal, D. (tarih yok). *Kayaçlar*. Kasım 15, 2020 tarihinde Ders Notlarım: <https://www.doganaydal.com/Egitim/DersNotlarim/104> adresinden alındı.
- Aydınlı, N. (2008). Plazma Sprey Kaplamada Olivinin Değerlendirilmesi ve Kaplama Özelliklerinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bottrill, R. S., & Matthews, W. L. (2019, Kasım). Occurrences of Gemstone Minerals in Tasmania. Tasmania.
- Çevik, E. (2006). Topuk Köyü ve Civarında(Orhaneli,Bursa) Dünitlerin Minerolojik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Olivin Açısından Endüstriyel Kullanımın Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çoban, Ö. (2014). Krom Ve Olivin Atıklarının Betonda Kullanımının Durabilite Özelliklerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DPT Raporu. (2001). *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı*. Ankara: Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- Ersoy, Y., & Helvacı, C. (tarih yok). PETROGRAFI. *PETROGRAFI Laboratuvar Notları 1 (MAGMATİK PETROGRAFI)*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü.
- Eryas Madencilik. (2017, Kasım 30). Olivin Ocağı Kapasite Artışı ve Kırma Eleme Tesisi Proje Tanıtım Dosyası. Hatay, İskenderun: Hatay Çevre Mühendisliği Hizmetleri Tic. ve San. Ltd. Şti.
- EtiMaden. (2018, Haziran 29). *Maden Terimler Sözlüğü*. Nisan 27, 2021 tarihinde Eti Maden for life: <https://www.etimaden.gov.tr/> adresinden alındı.
- Genç, C. (2000). *Olivin Raporu*. İstanbul: İTÜ Maden Fakültesi.
- Genç, S. (2013). *Artistik Seramik Sırları Sır Sanatı*. İstanbul: Boyut Matbaacılık.

- Güler, T., Güney, A., & Polat, E. (2018). Muğla'da Madencilik: Potansiyeli ve Değerlendirmesi. *TMMOB Maden Mühendisleri Odası*.
- Hansen, T. (2021). *Material Petalite*. Mayıs 05, 2021 tarihinde Digital Fire Reference Library : <https://digitalfire.com/material/petalite> adresinden alındı.
- Harben, P. W., & JR., C. S. (2006). Olivine. J. E. KOGEL, N. C. TRIVEDI, J. M. BARKER, & S. T. KRUKOWSKI içinde, *Industrial Minerals & Rocks* (s. 679-683). United States of America: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- Henning, R. J. (1994). Olivine and Dunite. *Society for Mining, Metallurgy & Exploration*, 731-734.
- Iddingsite. (2021, Nisan 18). Ocak 09, 2022 tarihinde Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Iddingsite> adresinden alındı.
- İn, H. (2014). Seladon Sırları. *Yüksek Lisans Tezi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- Kanarya, A. (2010). Olivin Kalıp Kumlarının Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- King, H. M. (2019). *Geoscience News and Information Geology.com*. Ekim 19, 2020 tarihinde Geology.com: <https://geology.com/minerals/olivine.shtml> adresinden alındı.
- Kurşunoğlu, M. (2019). Madenli ve Eğirler Köyleri (Gelendost - Isparta) Çevresinde Yer Alan Ultrabazik Kayaçlardaki Olivin Oluşumlarının Jeolojik, Minerolojik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Ekonomik Durumu. *Yüksek Lisans Tezi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Küçüköğlu, Ö. (2016). Yerli Olivin Cevherinden Refrakter Malzemeye Uygun Hammadde Üretimi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Küçüköğlu, Ö., & Yücel, O. (2016). Production of Olivine Based Refractories from Domestic. *18th International Metallurgy & Materials Congress* (s. 220-222). İstanbul: UCTEA Chamber of Metallurgical & Materials Engineers.
- Lueders, M. (2001). *Petalit*. Mayıs 05, 2021 tarihinde The Ceramic Shop: [https://www.theceramicshop.com/product/1779/petalite/#:~:text=Petalite%20\(LiAlSi4O10\)%2C%20also%20known,can%20cause%20glaze%20fit%20problem](https://www.theceramicshop.com/product/1779/petalite/#:~:text=Petalite%20(LiAlSi4O10)%2C%20also%20known,can%20cause%20glaze%20fit%20problem) s. adresinden alındı.
- Mete, Z. (2020). *Seramik Kimyası*. İzmir: Tibyan Yayıncılık.
- Olivine Group*. (tarih yok). Ekim 19, 2020 tarihinde University Of Minnesota Web Sitesi: <https://www.esci.umn.edu/courses/1001/minerals/olivine.shtml> adresinden alındı.

- Oremet Madencilik. (2016, Ekim 25). Olivin Ocağı ve Kırma Eleme Tesisi Proje Tanıtım Dosyası. Gaziantep, Nurdağı: Hatay Çevre Mühendisliği Hizmetleri Tic. ve San. Ltd. Şti.
- Örgün, Y., & Erarslan, C. (2012). 21. Yüzyılda Olivin ve Türkiye'nin Olivin Potansiyeli. *Madencilik ve Yer Bilimleri Dergisi*, 62-75.
- Özcan, K. (tarih yok). *Ders Notları Endüstriyel Hammaddeler*. Kasım 15, 2020 tarihinde Kürşat ÖZCAN Kişisel Web Sayfası: http://www.kursatozcan.com/ders_notlari/endustriyel_hammaddeler.pdf adresinden alındı.
- Özkarakaşoğlu, N. (2006). Amino Modifiye Sililleştirilmiş Olivinin Apsorpsiyon Özelliklerinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sarı, H. S. (2010). Düşük Dereceli (750 °C – 1020 °C) Kromatlı Sırlar. *Yüksek Lisans Tezi*. Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sarkar, R. (2014, Şubat 10). *Olivine-The Potential Industrial Mineral: An Overview*. Kasım 11, 2020 tarihinde ResarchGate: https://www.researchgate.net/publication/261585558_Olivine_The_Potential_Industrial_Mineral_An_Overview adresinden alındı.
- Sebastian, A., & Lagache, M. (1991). Experimental study of lithium-rich granitic pegmatites: Part I. Petalite + albite + quartz equilibrium. *American Mineralogist*, 205-210.
- Sevim, K. (2006). 1200°C Sıcaklıkta Gelişen Bakır Kırmızısı Sırlar. *Sanatta Yeterlik Tezi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sığırcı, M. (2019, Şubat 7). *Braille Alfabesi Nasıl Ortaya Çıktı?* Temmuz 7, 2022 tarihinde Tübitak Bilim Genç: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/braille-alfabesi-nasil-ortaya-cikti> adresinden alındı.
- Smith, M. R. (1999). *Stone: Building Stone, Rock Fill and Armourstone in Consturiction*. London: The Geological Society.
- Taçıyıldız, E. (2018). *Seramik Sırının Sırrı*. İstanbul: Hayalperest Yayınevi.
- Tilley, C. E., & Simmons, W. B. (2019, Ocak 7). *Britannica Olivine*. Ekim 19, 2020 tarihinde Encyclopaedia Britannica: <https://www.britannica.com/science/olivine> adresinden alındı.
- Tıbbi Terimler Sözlüğü*. (2011). Ocak 9, 2022 tarihinde Tıbbi Terimler Sözlüğü: <https://saglik.sozlugu.org/> adresinden alındı.
- TÜBA. (2013). *Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü*. Aralık 29, 2021 tarihinde Türkiye Bilimler Akademisi: <http://www.terim.tuba.gov.tr/> adresinden alındı.

- Üçerler, Z. (2020). Kırşehir Bölgesi Nefelinli Siyenit Kayaçlarında Lityum Kazanımının Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yalçın, Ö. Ü. (2018). Mineral (Dolomit Ve Olivin) Katkılı Bazı Lignoselülozik Kaynaklardan Üretilen Levhaların Performans Özelliklerinin Araştırılması. *Doktora Tezi*. Isparta: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Zedef, V., & Döyen, A. (2001, Ekim 18-19). Olivin: Türkiye'de Tanınmayan Çok Amaçlı Kullanımı Olan Bir Hammadde Ve Ülkemiz Olivin Potansiyeline Bir Örnek-Kızıldağ (Akseki-Antalya) Olivin Yatağı. *4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. Konya: Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Beyza TURAN	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fakülte	Güzel Sanatlar Fakültesi
Bölümü	Seramik
Makale ve Bildiriler	
1. “Olivin Katkılı Seramik Bünye Özelliklerinin Araştırılması”, Art&Design II.Uluslararası Sanat ve Tasarım Araştırmaları Kongresi, 20-21 Haziran 2022	
2. “Olivin'den”, Kişisel Sergi, Sakarya Üniversitesi, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, 28.06-07.07.2022	