

Investigation of the Usability of Kırşehir Region Marbles as Micronized Calcite

Gökhan Ekincioglu^{1,*}, Zeynel Başbüyük², Furkan Büyükbayrak³, İlkey Kaydu Akbudak²

¹Kırşehir Ahi Evran University, Kaman Vocational School, Department of Mining and Extraction, Kırşehir, Türkiye

²Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Kırşehir, Türkiye

³OMYA Mining Industry and Trade. Inc., Kırşehir, Türkiye

•Received Date: Sep 24, 2022

•Revised Date: Dec 19, 2022

•Accepted Date: Dec 22, 2022

•Published Online: Dec 28, 2022

Abstract

Within the scope of this study, it is aimed to determine the potential micronized calcite fields in the Kırşehir region and to bring these fields into industries such as paper, paint, ceramics, plastic, agriculture and livestock in the future. The mineralogical petrographic, geochemical and color analyzes were carried out on samples taken from 7 different regions in the study area. With geochemical analysis, the values of the samples such as CaCO_3 , SiO_2 and Fe_2O_3 , as well as the whiteness degrees were determined as a result of color analysis. According to the results obtained, MK-1, MK-2, MK-3, MK-4, MK-5, MK-6 regions have provided the necessary values for the paint, paper and plastic industry. However, considering the impurities of CaCO_3 , Fe_2O_3 and MgO , it has been determined that they are not in the required standards for the ceramic industry. The MK-7 region, where the regions were evaluated in terms of whiteness values, was found to be suitable only for the agriculture and livestock sector, and it was determined that the other regions met the criteria of the paint, paper, plastic and ceramic sectors.

Keywords

Marble, Micronized calcite, XRF, Whiteness, Kırşehir

*Corresponding Author: Gökhan Ekincioglu, gekincioglu@ahievran.edu.tr,  [0000-0001-9377-6817](https://orcid.org/0000-0001-9377-6817)

Kırşehir Bölgesi Mermerlerinin Mikronize Kalsit Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması

Gökhan Ekincioglu^{1,*}, Zeynel Başbüyük², Furkan Büyükbayrak³, İlkyay Kaydu Akbudak²

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kaman M. Y. O., Madencilik ve Maden Çıkarma Böl., Kırşehir, Türkiye

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl., Kırşehir, Türkiye

³OMYA Madencilik Sanayi ve Tic. A. Ş., Kırşehir, Türkiye

•Gönderi Tarihi: 24 Eylül 2022

•Düzelme Tarihi: 19 Aralık 2022

•Kabul Tarihi: 22 Aralık 2022

•Çevrimiçi Yayın Tarihi: 28 Aralık 2022

Özet

Bu çalışma kapsamında Kırşehir bölgesinde potansiyel mikronize kalsit sahalarının belirlenmesi ve bu sahaların gelecekte kağıt, boya, seramik, plastik, tarım ve hayvancılık gibi farklı endüstri kollarına kazandırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 7 farklı bölgeden alınan örnekler üzerinde mineralojik petrografik, jeokimyasal ve renk analizleri gerçekleştirilmiştir. Jeokimyasal analizlerde temin edilen örneklerin CaCO_3 , SiO_2 ve Fe_2O_3 gibi değerleri, renk analizleri ile de beyazlık dereceleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre MK-1, MK-2, MK-3, MK-4, MK-5, MK-6 bölgelerinin boya, kağıt ve plastik sektörü için gerekli değerleri sağladığı görülmüştür. Ancak seramik sektörü için özellikle CaCO_3 değerleri ile Fe_2O_3 ve MgO gibi safsızlıkları dikkate alındığında, gerekli standartlarda olmadıkları belirlenmiştir. Bölgeler beyazlık değerleri açısından değerlendirildiğinde MK-7 bölgesinin sadece tarım ve hayvancılık sektörüne uygunluğu görülmüş olup diğer bölgelerin ise boya, kağıt, plastik ve seramik sektörlerinin kriterini sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Mermer, Mikronize kalsit, XRF, Beyazlık, Kırşehir

*Sorumlu Yazar: Gökhan Ekincioglu, gekincioglu@ahievran.edu.tr, [id 0000-0001-9377-6817](https://orcid.org/0000-0001-9377-6817)

1. GİRİŞ

Endüstriyel mineraller ile ilgili olarak özellikle son yıllarda, kullanım alanları ve miktarları bakımından değerlendirildiğinde, bu konuda yapılan çalışmalarda kayda değer bir artışın olduğu görülmektedir. Günlük hayatta kullandığımız yüzlerce madde içerisinde, inşaatlarda, sanayi tesislerinde, gıda maddelerinde ve sayılamayacak kadar çeşitli alanlarda bazen maliyeti ucuzlatmak için dolgu olarak bazen çeşitli özelliklerin kazandırılması için bu mineraller yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Bu minerallerden bir tanesi de kendine özgü özellikleri ile endüstriyel mineral olarak kullanılan kalsittir. Kalsit; kimyasal formülü CaCO_3 , sertliği 3, özgül ağırlığı 2.7 g/cm^3 , parlak ve saydam renkli, kolay kırılabilen, kireçtaşı veya mermerin yapıtaşı olan bir mineraldir [2]. Saf olanlarının bileşiminde %56 CaO, %44 CO_2 ve beraberinde birlikte bulunduğu kayaç ve minerallere bağlı olarak az da olsa Mg, Fe, Mn, Zn, Sr, Cu, Pb, Co, Ba, Cr ve As vb. safsızlıkları içerebilir [3].

Kalsit, M.Ö. 40.000 yıl öncesine kadar mağara boyalarında kullanıldığı durumdan günümüzde eşsiz özellikleri nedeniyle boya, kâğıt, seramik, plastik vb. gibi birçok sektörde kullanılabilen çok önemli bir mineraldir [4]. Türkiye kalsit rezervleri açısından 10 milyonlarca tonla ifade edilebilir çok zengin yataklara sahiptir. Bunların dışında henüz rezervi tespit edilmemiş Anadolu'nun hemen her bölgesinde kalsit oluşumuna rastlamak mümkündür. Türkiye'deki kalsit rezervlerde dikkat çeken en önemli özellikler; CaCO_3 yüzdesi yüksekliği, silis ve demir safsızlıklarının çok düşük olması ve öğütüldükten sonraki beyazlık derecesinin yüksekliğidir. Kalsitin beyazlık derecesinin yüksekliği, boya ve plastikte titanyum dioksit, kâğıtta ise optik beyazlatıcı tasarrufu sağladığı için daima tercih edilmektedir [5, 6]. Aynı zamanda dolgu malzemesi olarak da kullanılan kalsit, üretim maliyetini önemli ölçüde azaltmakta ve çoğu durumlarda kompozit malzemenin fiziksel özelliklerini iyileştirmektedir [7].

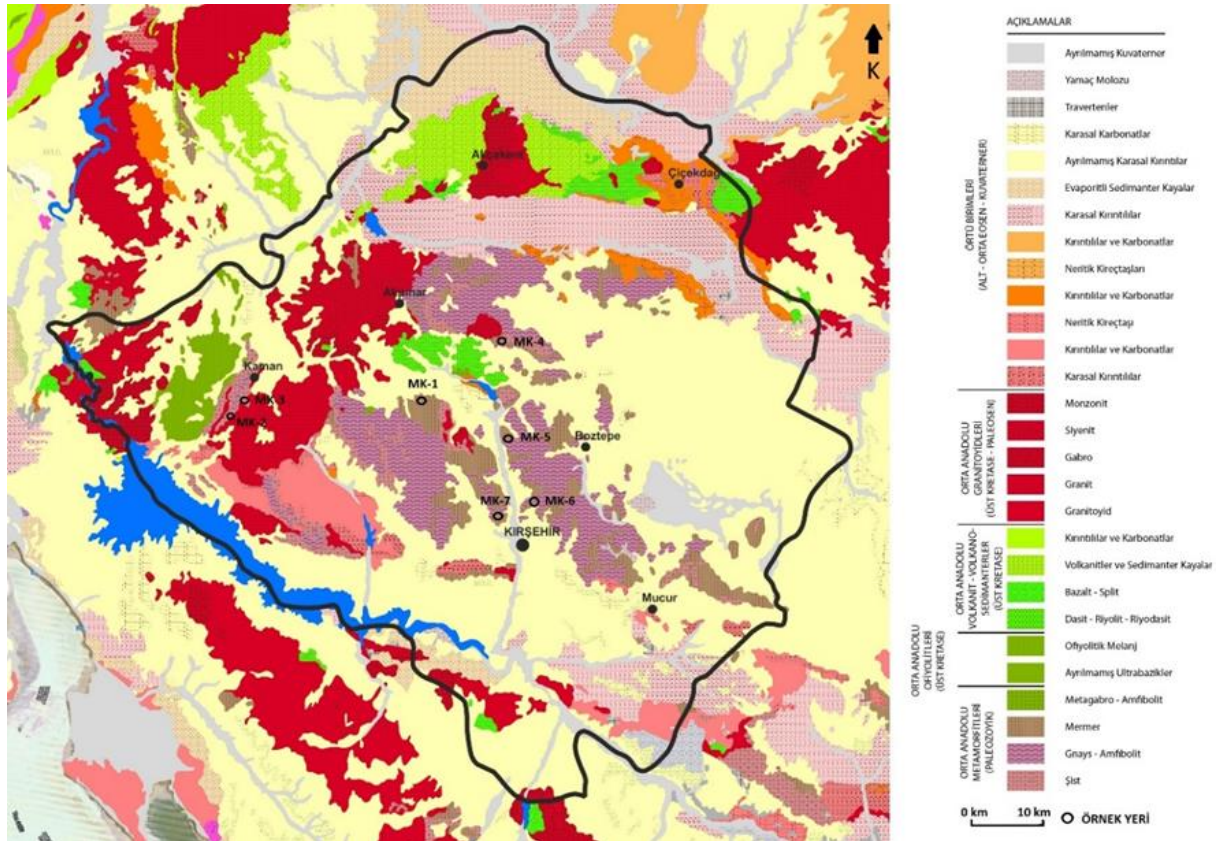
Madencilikte bir madenin rezervi tek başına bir parametre olmayıp cevher kalitesi de önemli bir parametredir. Özellikle mikronize kalsit üretiminde CaCO_3 yüzdesinin yüksek, silis ve demir safsızlıklarının çok düşük olması istenmektedir. Ancak her geçen gün artan hammadde ihtiyacı ve mevcut rezervlerin azalması nedeni ile gerek rezerv gerekse kalite anlamında yeni sahaların araştırılması ülke madenciliğimizin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Ayrıca hammadde gereksinimi noktasında madencilığe bağlı endüstri kollarının sürdürülebilir olması da ülkemiz ekonomisi açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma kapsamında sürdürülebilir madencilik açısından önemli olduğu düşünülen Kırşehir il sınırları içerisindeki Paleozoyik yaşlı Orta Anadolu metamorfiteğinde bulunan, kırık ve çatlaklı olmaları sebebi ile doğal taş blok olarak kullanılamayacak nitelikteki mermer

sahalarının, jeokimyasaları ve renk değerleri dikkate alınarak mikronize kalsit üretimi için potansiyel teşkil eden sahaların belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.1. İnceleme Alanı Genel Jeolojisi

İnceleme sahasındaki en yaşlı birim Paleozoyik yaşlı Orta Anadolu metamorfiteridir (Şekil 1). Paleosen’de çarpışma ile ilişkili magmatiklerden Orta Anadolu Granitoidleri olarak adlandırılan plütonik kayalar, temele ait metamorfik birimler ile ofiyolitleri sıcak dokanaklarla kesmişlerdir. Neo-Tetis’in kapanmasına koşut olarak Geç Kretase’den itibaren Sakarya Kıtası ve Kırşehir Bloku olmak üzere iki kıtasal birim üzerinde [8], Orta Anadolu havzaları [9] oluşmaya başlamış ve Orta Miyosen’e kadar gelişimlerini sürdürmüşlerdir. Orta Miyosen’den itibaren ise neotektonik “Ova” rejimi [10] altında intrakratonik havzalar gelişmiş olup [11], bu rejim Geç Pliyosen’e kadar [9] devam etmiştir.

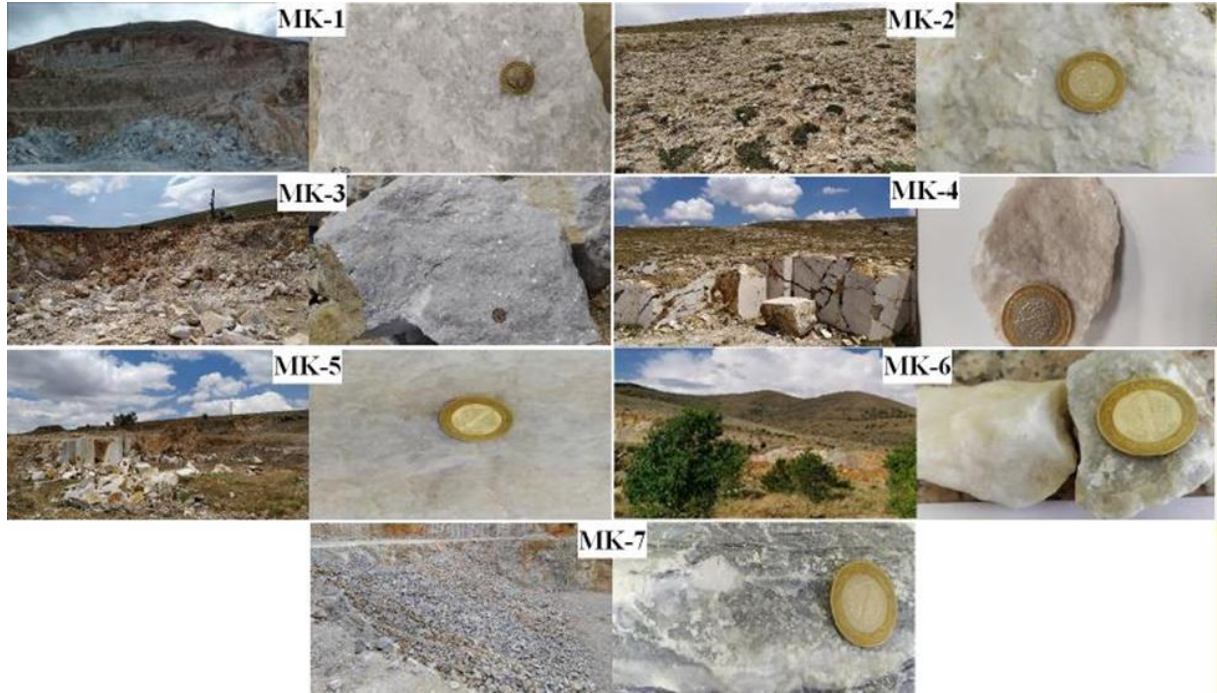


Şekil 1. İnceleme alanının jeolojisi haritası ve örnek yerleri [12].

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında Kırşehir il sınırları içerisinde mikrokalsit üretimi amaçlı olarak potansiyel teşkil eden 7 farklı bölge (MK-1, MK-2, MK-3, MK-4, MK-5, MK-6, MK-7) belirlenmiş olup bu bölgelerde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Arazi çalışmaları ile bölgeleri temsil edecek şekilde yaklaşık olarak 50’şer kilogram numune temin edilmiştir. Numune azaltma yöntemlerinden konileme dörtleme uygulanmış olup kırma, öğütme işlemleri

sonrasında numuneler jeokimyasal analiz ve renk analiz için hazırlanmıştır. Her bir bölgeden temin edilen numuneler ve arazilerin genel görünümü Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. İnceleme alanındaki potansiyel mikronize kalsit sahalarının arazi ve el örneği görünümü

Temin edilen numunelerin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ince kesit analizleri gerçekleştirilmiştir. İncelemelerde, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği ince kesit laboratuvarında bulunan ZEISS marka alttan aydınlatmalı polarizan mikroskop kullanılmıştır.

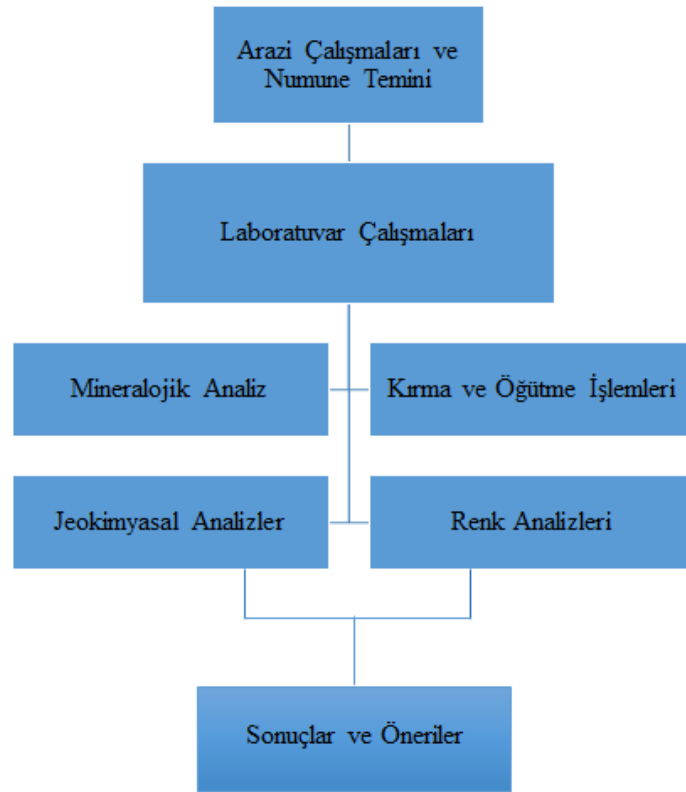


Şekil 3. Çeneli kırıcı ve bilyalı değirmen görünümü

İnce kesit analizlerinin yanı sıra numunelerin mikronize kalsit olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi noktasında önemli kriterler olan jeokimyasal analizleri ve renk analizi yapmak amacıyla kırma ve öğütme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Numune hazırlama işlemlerinde Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Kaman Meslek Yüksekokulu Doğaltaş Analiz Laboratuvarında bulunan çeneli kırıcı ve bilyalı değirmen kullanılmıştır (Şekil 3).

Numuneler öncelikle çeneli kırıcıdan 10 mm altına kırılmış ve bilyalı değirmene 10 mm altında 1 kg numune beslenmiştir. Öğütme işleminde öğütme parametreleri (4500 gr bilya şarjı ile sabit devirde ve bir saatlik öğütme süresinde) sabit tutularak standart koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Ürünler kuru öğütme sonucunda elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında ürünlerin CaCO_3 oranı ve diğer ana oksitlerin belirlenmesi amacıyla jeokimyasal analizleri (M.T.A laboratuvarları) yanı sıra mikronize kalsit üretiminde diğer önemli bir parametre olan renk analizleri OMYA Madencilik A.Ş. Kırşehir fabrikasında bulunan Elrepho- Datacolor cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen test ve analizlerin akım şeması Şekil 4’te verilmiştir.



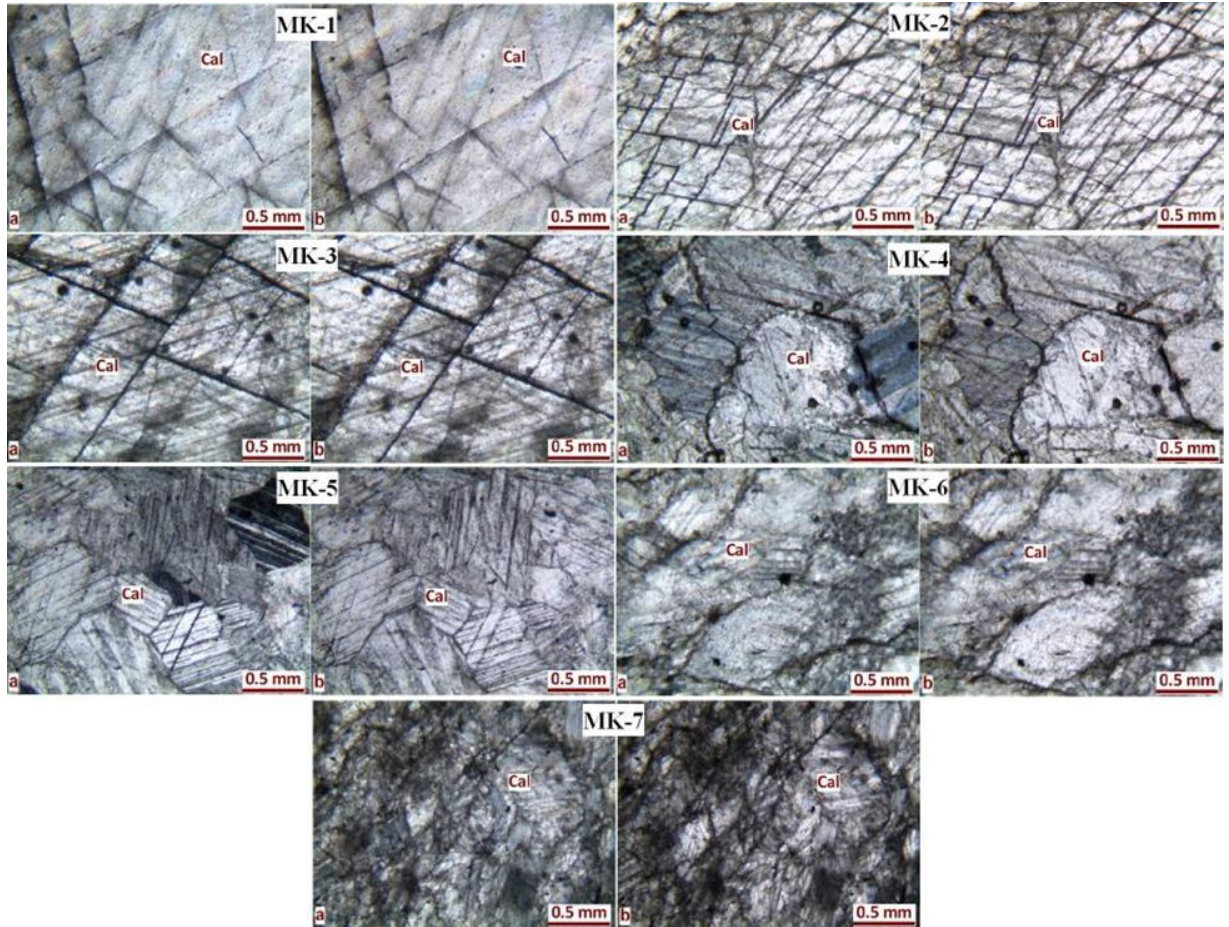
Şekil 4. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen işlemlerin akım şeması

3. BULGULAR

3.1. İnce Kesit Analizleri

7 farklı bölgeden temin edilen örneklerin ince kesit tek nikol ve çift nikol görüntüleri Şekil 5’te verilmiştir. MK-1 bölgesindeki kayaç çok iri kristalli mermerdir. Kalsit minerallerinde çift yönlü dilinimlenmeler mevcuttur. MK-2 bölgesindeki kayaç çok iri kristalli mermerdir. Kalsit minerallerinde belirgin çift yönlü dilinimlenmeler ile çift yönlü polisentetik ikizkenmeler mevcuttur. Dilinimler boyunca yer yer bölünmeye kadar giden ayrılmalar gözlenmiştir. MK-3 bölgesindeki kayaç çok iri kristalli mermerdir. Kalsit minerallerinde belirgin çift yönlü dilinimlenmeler gözlenmiştir. Dilinimler boyunca yer yer bölünmeye kadar giden ayrılmalar

mevcuttur. MK-4 bölgesindeki kayaç orta-iri kristalli mermerdir. Kalsit minerallerinde polisentetik ikizlenmeler (kafes tipi) ve yer yer dilinimlenmeler gözlenmiştir. MK-5 bölgesindeki kayaç ince-orta kristalli mermerdir. Kalsit minerallerinde polisentetik ikizlenme ve yer yer dilinimlenmeler mevcuttur. MK-6 bölgesindeki kayaç ince-orta kristalli mermerdir. Kalsit mineralinde belirgin olmayan çift yönlü dilinimlenmeler ve mikro çatlaklar gözlenmiştir. MK-7 bölgesindeki kayaç ince kristalli mermerdir. Kalsit minerallerinde polisentetik ikizlenme ve yer yer belirgin olmayan dilinimlenmeler mevcuttur. Ayrıca özşekli ince taneli opak mineraller de gözlenmiştir.



Şekil 5. İnceleme alanındaki potansiyel mikronize kalsit sahalarındaki mermer örneklerinin ince kesit tek (a) ve çift (b) nikol görüntüleri, Cal: Kalsit

3.2. Jeokimyasal Analizler

İnceleme alanında tespit edilen potansiyel mikronize kalsit sahalarındaki mermer örneklerinin jeokimyasal analizleri, X-Işınları Floresans (XRF) spektroskopisi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (Tablo 1). Kalsitin kullanıldığı seramik, boya, cam, gıda ve kağıt gibi farklı endüstri sektörlerinde CaCO_3 oranlarında belirli bir zenginleşmenin yanı sıra saflığı bozan MgO , SiO_2 ve Fe_2O_3 gibi ana oksitlerde de kabul edilebilir sınırların altında bir orana sahip olunması istenmektedir. Özellikle kalsit yapısında bulunan Fe_2O_3 gibi bileşenlerin varlığı ve

oranı kalsitin rengini etkilemektedir. Boya, cam ve kağıt gibi sektörlerde kullanılmak istenen kalsitin demir içeriği önem arz etmektedir. Bu gerekçelerle kalsitin kimyasal analizi hammadden başlayarak kontrol edilmekte ve teknolojik gereksinime göre kullanıma sunulmaktadır [13].

Çalışma kapsamında temin edilen numunelerin CaCO_3 ve diğer safsızlık oranlarının belirlenmesi amacıyla MTA laboratuvarında XRF cihazı kullanılarak jeokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 1’de 7 farklı bölgeden temin edilen örneklerin jeokimyasal analiz değerleri verilmiştir.

Tablo 1. Jeokimyasal analiz değerleri

Bölge kodu	% LOI	% CaO	% MgO	% SiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃	% K ₂ O	% Na ₂ O	% MnO	% TiO ₂	% *CaCO ₃
MK-1	43.68	54.3	0.4	0.8	0.1	0.4	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	97.2
MK-2	43.80	54.4	0.5	0.6	0.1	0.3	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	97.4
MK-3	43.68	54.9	0.6	0.4	0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	98.3
MK-4	43.70	54.6	0.5	0.5	<0.1	0.2	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	97.7
MK-5	43.40	54.1	0.4	1.0	0.1	0.4	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	96.8
MK-6	43.82	54.7	0.5	0.4	0.1	0.3	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	97.9
MK-7	43.00	53.4	0.6	1.3	0.1	0.8	0.1	0.1	<0.1	<0.1	95.6

*CaCO₃ = CaO x 1.79

Tablo 2’de verilen kalsitlerin saflık sınıflaması dikkate alındığında kimyasal analizler sonucunda elde edilen %CaO oranına göre MK-5 ve MK-7 bölgesi orta saflıkta yer alırken diğer bölgeler (MK-1-2-3-4-6) yüksek saflık sınıfında yer almıştır. % CaCO₃ oranı dikkate alındığında ise MK-5 ve MK-7 bölgeleri orta düzey saflık içerirken (% 93.5-97.0) MK-1-2-3-4-6 yüksek saflık (% 97.0-98.5) içeren bölgeler olarak belirlenmiştir. MK-3 bölgesinin % 98.3 CaCO₃ oranı ile çok yüksek saflık değeri olan % 98.5 değerine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Tablo 2. Kireç taşları saflık sınıflaması [14].

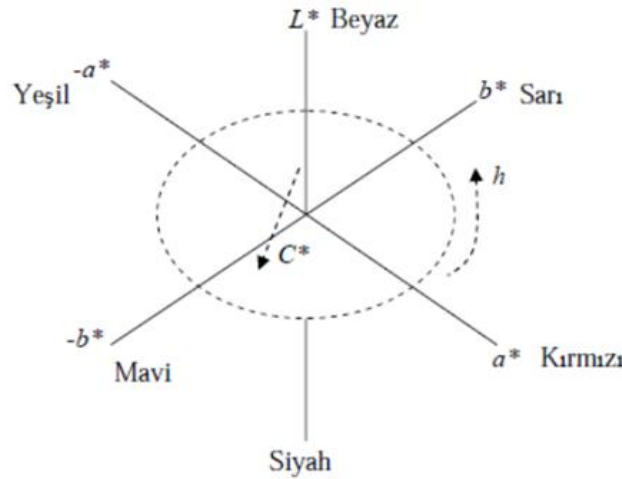
Saflık sınıflaması	% CaCO ₃	% CaO	% MgO	% SiO ₂	% Fe ₂ O ₃
Çok yüksek saflık	>98.5	>55.2	<0.8	<0.2	<0.05
Yüksek saflık	97.0-98.5	54.3-55.2	0.8-1.0	0.2-0.6	0.05-0.1
Orta düzey saflık	93.5-97.0	52.4-54.3	1.0-3.0	0.6-0.10	0.1-1.01
Düşük saflık	85.0-93.5	47.6-52.4	>3.0	<0.2	>1.0
Kirli, çok düşük saflık	<85.0	<47.6	>3.0	>0.2	>1.0

3.3. Renk Analizi

Günümüzde hemen hemen tüm modern renk ölçümü, renk spesifikasyonu, CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun) sistemine dayanmaktadır. Bu sistem, 1931'de oluşturulmuş olup, buna rağmen temel yapı ve prensiplerde değişiklik yapılmaksızın bu tarihten itibaren yeni eklemeler ve düzeltmeler yapılmıştır. CIE sistemi, renk algılama teorilerinden ziyade deneysel gözlemlere dayanmaktadır [15, 16].

Rengin daha kolaylıkla anlaşılabilir bir tanımını yapmak üzere 1976 yılında CIE, X, Y ve Z tristimulus değerlerinden hesaplanan L^* , a^* ve b^* şeklindeki üç koordinatı bulunan ve CIELab sistemi olarak adlandırılan bir sistemi tanımlamıştır. Bu parametrelerdeki "*" işareti, daha önce geliştirilmiş farklı renk sistemlerindeki benzer formüllerinden CIE formüllerini ayırt edebilmek için kullanılmaktadır [17].

$L^*a^*b^*$ renk modeli dikey sarı-mavi ve yeşil-kırmızı eksenlerine dayanan dörtgensel koordinatlar kullanır. $L^*a^*b^*$ renk uzayının iyi dengelenmiş yapısı, bir rengin aynı zamanda hem yeşil hem kırmızı veya hem mavi hem de sarı olamayacağı teorisi üzerine kurulmuştur [18]. Bunun sonucunda kırmızı/yeşil ve sarı/mavi sıfatlarını tarif etmek için basit değerler kullanılabilir. CIE $L^*a^*b^*$ 'de bir rengi gösterirken, L^* lightness'ı, a^* kırmızı/yeşil değerini ve b^* sarı/mavi değerini gösterir [19-21]. CIE $L^*a^*b^*$ renk alanı Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. CIE $L^*a^*b^*$ renk alanı [22, 23].

Kalsit; granül formda kullanıldığı gibi özellikle dolgu maddesi olarak birçok sanayi alanında mikronize boyutlara öğütüldükten sonra kullanılmaktadır. Gerek granül gerekse mikronize kalsit ürünlerinde en önemli kalite parametrelerinin başında beyazlık derecesi gelmektedir. Kalsit ürünlerinde $L^*a^*b^*$ renk parametreleri esas alınarak değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu parametrelerden L^* 'den (en az %95) sonra b^* değeri en önemlisi olup kalsitte sarılık değerinin göstergesidir. Bu değer 1 civarında olması genel kabul görmektedir [23].

Çalışma kapsamında 63 mikron altına öğütülmüş numunelerin renk parametre değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Renk parametre değerleri

Örnek No	L*	a*	b*
MK-1	97.11	0.08	1.87
MK-2	95.59	0.34	3.28
MK-3	96.78	0.12	2.10
MK-4	94.46	0.54	3.86
MK-5	95.87	0.34	2.79
MK-6	94.16	0.78	5.98
MK-7	89.68	0.11	2.42

Renk değişikliğinin daha somut ve bilimsel olması için renk bilimcileri tarafından kullanılan “Toplam Renk Değişimi, ΔE ” değerinin mikronize kalsit sektöründe de kullanılması ürün özelliklerinin ortaya konmasında yararlı bir parametre olmaktadır. Bu değerinin hesaplanmasına ait formül Eşitlik 1'de verilmiştir [13, 24, 25].

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

Formülün açılımı;

- $\Delta L^* = L_1 - L_2$, $\Delta a^* = a_1 - a_2$, $\Delta b^* = b_1 - b_2$
- L_1 , a_1 , b_1 : MK-1 (referans) renk değeri
- L_2 , a_2 , b_2 : MK-2, MK-3, MK-4, MK-5, MK-6, MK-7 renk değerleridir.

Eşitlik 1'de değerleri en iyi bölge olan MK-1 bölgesi referans olarak (L_1 , a_1 , b_1) kabul edilmiştir. Diğer bölgelerin renk parametreleri ise L_2 , a_2 , b_2 olarak alınmıştır. Hesaplanan ΔE değerleri Tablo 5'de verilmiş olup renk farkı değerleri Tablo 4'e göre yorumlanmıştır.

Tablo 4. Renk farkı değer tablosu [21]

ΔE	Renk Farkı
0-1	Yok
1-2	Çok küçük
2-3	Küçük
3-4	Orta
4-5	Büyük
5+	Çok büyük

Tablo 5'deki veriler incelendiğinde 63 mikron altına öğütülen numunelerin ΔE değerlerinin 0.4-7.5 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre 0.4 ΔE değeri ile MK-3 bölgesinin referans bölge ile arasında renk farkının olmadığı, 7.5 ΔE değerine sahip olan MK-7 bölgesi ile arasında renk farkının ise çok büyük olduğu görülmüştür.

Tablo 5. Örneklerin MK-1 referans örneğine göre renk uzaklıkları (ΔE) değerleri

Örnek No	ΔE	Renk Farkı
MK-1 (referans)	-	-
MK-3	0.4	Yok
MK-5	1.6	Çok küçük
MK-2	2.1	Küçük
MK-4	3.3	Orta
MK-6	5.1	Çok büyük
MK-7	7.5	Çok büyük

3.4. Jeokimyasal Analiz ve Beyazlık Değerlerine Göre Kullanım Alanları Değerlendirmesi

Mikronize kalsitin hammadde olarak kullanıldığı 5 önemli endüstri kolu için gerekli jeokimyasal ve beyazlık değer aralıkları Tablo 6’da verilmiştir. Jeokimyasal verilere göre MK-1, MK-2, MK-3, MK-4, MK-5, MK-6 bölgelerinin boya, kağıt ve plastik sektörü için gerekli değerleri sağladığı ancak seramik sektörü için özellikle CaCO_3 , Fe_2O_3 ve MgO safsızlıkları dikkate alındığında gerekli standartlarda olmadıkları belirlenmiştir. MK-7 bölgesinin ise tarım ve hayvancılık sektörü kriterlerini sağladığı görülmüştür.

Bölgeler beyazlık değerleri açısından değerlendirildiğinde MK-7 bölgesinin sadece tarım ve hayvancılık sektörüne uygunluğu görülmüş olup diğer bölgelerin ise boya, kağıt, plastik ve seramik sektörlerinin kriterini sağladığı belirlenmiştir.

Tablo 6. Mikronize kalsitin kullanım alanına göre talep edilen kimyasal ve beyazlık değer aralıkları [14]

Öz.	Boya		Kağıt		Plastik		Seramik		Tarım ve Hayvan Yemi	
	Ort.	Aralık	Ort.	Aralık	Ort.	Aralık	Ort.	Aralık	Ort.	Aralık
CaO	54.80	51.55-55.67	55.17	53.79-55.67	54.89	51.55-55.67	55.5	55.36-55.67	54.09	51.55-55.67
CaCO_3	97.80	92-99.35	98.46	96-99.35	97.97	92-99.35	99.05	98.8-99.35	95.55	92-99.35
Fe_2O_3	0.04	0.01-0.1	0.04	0.01-0.1	0.04	0.01-0.1	0.03	0.02-0.04	0.05	0.04-0.1
MgO	0.42	0.15-1.2	0.45	0.15-1.2	0.46	0.15-1.2	0.27	0.22-0.38	0.66	0.22-0.96
SiO_2	0.72	0.05-4.5	0.11	0.05-0.4	0.46	0.05-4.5	0.08	0.06-0.12	1.28	0.06-4.5
Beyazlık	92.8	78-99	96.7	93.5-99	92.7	75-98.1	95.6	95.3-96	81.8	70-95.5

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Endüstriyel hammadde üretiminin gerçekleştirilmesi, ülkemiz öz kaynaklarının değerlendirilmesi açısından önem arz etmektedir. Ülkelerin sürdürülebilir kalkınmaları, öz kaynakların verimli bir şekilde üretilerek farklı endüstri kollarının ihtiyaç duyduğu uygun hammadde haline getirilmesine bağlıdır. Mikronize kalsit sektörü doğrudan üretimi esnasında oluşturduğu katma değer ve istihdamın yanı sıra boya sanayi, plastik sanayi, yapı kimyasalları, kağıt sanayi, cam sanayi, seramik, gıda, kozmetik ve ilaç sektörü gibi bir çok farklı sektörlerde

uç ürün üretiminde kullanılmasından dolayı katma değeri yüksek ürün eldesinde ve istihdam arttırıcı özelliği ile önemli bir endüstriyel hammadde konumuna gelmiştir.

Çalışma kapsamında inceleme sahasındaki paleozoik yaşlı metamorfik birimler içerisindeki beyaz renkli mermer seviyelerinden, arazi gözlemleri sonucunda mikronize kalsit için uygun olabileceği düşünülen 7 farklı bölgeden bu bölgeleri temsil edecek şekilde örnekler temin edilmiştir. Numune alımları sonrasında gerçekleştirilen jeokimyasal ve renk analizlerine göre elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- % CaO oranına göre MK-7 bölgesi orta saflıkta yer alırken diğer bölgeler (MK-1-2-3-4-5-6) yüksek saflık sınıfında yer almıştır.
- %CaCO₃ oranı dikkate alındığında ise MK-5 ve MK-7 bölgeleri orta düzey saflık içerirken (% 93.5-97.0) MK-1-2-3-4-6 yüksek saflık (% 97.0-98.5) içeren bölgeler olarak belirlenmiştir. MK-3 bölgesinin %98.3 CaCO₃ oranı ile çok yüksek saflık değeri olan %98.5 değerine oldukça yakın olduğu görülmüştür. MK-3 bölgesi bakir bir saha olup numuneler yüzeyden temin edilmiştir. Bölgede gerçekleştirecek selektif madencilik faaliyeti sonrasında saflık oranının daha da yükseleceği düşünülmektedir.
- ΔE değerlerinin 0.4-7.5 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre 0.4 ΔE değeri ile MK-3 bölgesinin referans bölge ile arasında renk farkının olmadığı, 7.5 ΔE değerine sahip olan MK-7 bölgesi ile arasında renk farkının ise çok büyük olduğu görülmüştür.
- Temin edilen numuneler bölgelerini temsil edecek şekilde mostradan toplanmıştır. Yüzeydeki numuneler atmosferik şartlara bağlı olarak bozunmalara ve kirlenmelere maruz kalabilmektedir. Bu nedenle bu bölgelerde gerçekleştirilecek madencilik faaliyetleri öncesinde yapılacak sondaj çalışmaları ile bölge jeolojisi, jeokimyası, renk değerleri ve rezervi, bölge özelinde ayrıca çalışılarak daha detaylı fizibilite etüdüleri gerçekleştirilmelidir.
- Farklı çalışmalar kapsamında 7 farklı bölgeden üretilen mikronize kalsitlerin ürün özelliklerinin arttırılmasına yönelik yüzey modifikasyon çalışmaları yanı sıra presipite (çöktürülmüş) kalsiyum karbonat (PCC) üretimine uygunlukları da ayrıca araştırılmalıdır.

Mikronize kalsit üretiminde boyut küçültme işlemleri önemli bir maliyet kalemini oluşturmaktadır. Günümüzde enerji maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı optimum öğütme şartlarının belirlenmesi amacıyla ilgili araştırmacılar tarafından potansiyel görülen bölgelerdeki mermerlerin öğütülebilirlikleri üzerine farklı çalışmalar yapılmalıdır.

Bu çalışma, Kırşehir özelinde mikronize kalsit yatırımcısına rehber niteliği taşıyacak olup ilerleyen yıllarda Kırşehir'in ülkemiz madencilik sektörüne olan katkısının artacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Yazarlar, çalışmaya KMY.A4.21.003 No'lu proje ile sağladığı destekten dolayı Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi BAP birimine ayrıca renk analizlerinin gerçekleştirilmesinde verdiği destekten dolayı OMYA Madencilik Sanayi ve Tic. A.Ş.'ye teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- [1] Küçük, S. 2010. Kalsit madeninin ekonomik önemi, sektörün sorunları ve Niğde ili uygulaması. Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, 249 s., Niğde.
- [2] Yüçetürk, G. 2010. Yapay mermerde kullanılan kuvars ve kalsit minerallerin fizikomekanik özellikleri. *SDU International Journal of Technologic Sciences*, 2(3): 72-80.
- [3] Şahin, N. 1978. Türkiye kalsit olanakları ve kalsitin endüstriyel hammadde olarak hazırlanması. Bitirme Çalışması, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- [4] Deniz, V. 2018. Mermer atıklarının mikronize kalsit olarak değerlendirilme potansiyeli. Presented at the Mermer ve Çevre Çalıştayı, Muğla.
- [5] DPT, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2618-ÖİK: 629, Ankara.
- [6] Kılıç, Ö. 2015. Çöktürülmüş kalsiyum karbonat üretimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(1), 79-86.
- [7] Özdemir, S.K., Özdemir, E. 2013. Delikli nano CaCO₃ üretimi. 3. Sanayi Şurası, Ankara.
- [8] Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics* 75, 181–241.
- [9] Koçyiğit, A. 1991. Changing stress orientation in progressive intra-continental deformation as indicated by the neotectonics of the Ankara region, (NW central Anatolia). *TAPG Bulletin* 3/1, 48–55.
- [10] Şengör, A.M.C. 1979. The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance. *Jour. Geol. Soc. Lond.*, 136, pp. 269-282.
- [11] Görür, N., Tüysüz, O., Şengör, A.M.C. 1998. Tectonic evolution of the central Anatolian basins. *International Geology Review* 40, 831– 850.
- [12] MTA, 2002. 1/500.000 Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [13] Çayırılı, S. 2020. Kalsitin yüzey modifikasyonu: Bölüm II. Karakterizasyon yöntemleri ve kalite kontrol süreçleri. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 59(1), 65-78.
- [14] Industrial Minerals, 2011. High Purity Limestone Quest., 48-52.

- [15] McDonald, R. 1997. Colour physics for industry. Society of Dyers and Colourists, Second Edition, England.
- [16] Uçurum, M. 2014. Kaplı kalsit üretimi ve ürün özellikleri. *MT Bilimsel*, (6), 1-10.
- [17] Yeşil, Y. 2010. Melanj elyaf karışımlarında renk değerlerinin yeni bir algoritma geliştirilerek tahmin edilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 288 s., Adana.
- [18] Şahinbaşkan, T. 2002. Masaüstü yayıncılıkta renk ayırım parametrelerinin saptanması. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 227 s., İstanbul.
- [19] Speirs, H.M. 1998. Introduction to prepress. Pira International, UK.
- [20] Brues, S. 2000. Postscriptum on Color Management. Gretag Macbeth, İsviçre.
- [21] Özcan, A. 2008. Kağıt yüzey pürüzlülüğünün $L^*a^*b^*$ değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(14), 53-61.
- [22] Acar, K. 2009. Floresans renkler içeren boyama reçetesi tahmin algoritmalarında başarının artırılmasına yönelik yeni bir yöntem. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 424 s., İstanbul.
- [23] Uçurum, M. 2015. Kalsit madenciliğinin geleceğinde optik ayırma teknolojilerinin yeri ve önemi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4(1), 40-46.
- [24] Lakatos, S., Burda, C., Sinescu, C., Negrutiu, M. 2005. Shade matching of titanium porcelain. *TMJ*, 55(1), 74-79.
- [25] Toraman, Ö.Y., Çayırılı, S., Uçurum, M. 2016. The grinding aids effect of moisture triethanolamine tea and ethylene glycol eg on grinding performance and product quality of calcite. *International Journal of Engineering Research Science*, 2(12), 121-128.