

**MERMER- KALSİT OLUŞUMLARININ GEMOLOJİK OLARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İPEK DEMİR**

**ORCID ID: 000-0002-4055-2446**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEMOLOJİ  
ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ MELTEM GÜRBÜZ**

**ORCID ID: 0000-0003-2501-0697**

**MERSİN  
AĞUSTOS - 2023**

## ONAY

İpekl DEMİR tarafından Dr. Öğr. Üyesi Meltem GÜRBÜZ danışmanlığında hazırlanan “MERMER-KALSİT OLUŞUMLARININ GEMOLOJİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından 25/08/2023 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda oy birliği ile Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Görevi	Ünvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	Dr. Öğr. Üyesi Meltem GÜRBÜZ	.....
Üye	Prof. Dr. Utku BAĞCI	.....
Üye	Dr. Öğr. Üyesi İlkay KAYDU AKBUDAK	.....

Jüri kararı, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun aşağıdaki tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Tarih :  
Sayı :

Prof. Dr. Cahit BİLİM  
Enstitü Müdürü

*Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, tablo ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.*

## ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi beyan ederim.

## ETHICAL DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written information and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

25/08/2023

İmza / Signature

İpek DEMİR

## ÖZET

### MERMER- KALSİT OLUŞUMLARININ GEMOLOJİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada ülkemizde bol miktarda gözlenen kalsit minerallerinin ve artık olan mermer parçalarının, mevcut değerlendirilme alanları dışında, renklendirerek süs taşı olarak da kullanılabilmesi amaçlanmıştır. Kalsit minerali Mersin iline bağlı Toroslar ilçesinin Kerimler mahallesinde yapılan arazi çalışmaları ile mermerlerin parça artıkları ise mermer işleme firmalarından temin edilmiştir.

Mermer işleme firmalarında atıl durumda olan ve renklendirmeye uygun beyaz bej ve gri renkte 3 tip mermer seçilmiştir. Öncelikle farklı yapılarda olan mermerlerin doku özelliklerini görmek için yapılan ince kesit incelemeleri sonucu beyaz mermerin iri kalsit kristallerinden oluştuğu, bej mermerlerin daha küçük kalsit kristalleri ile birlikte fosilli olduğu ve gri mermerlerin ise diğerlerine göre daha küçük kalsit kristalleri içerdiği gözlemlenmiştir. Bu üç tip mermer için poroziteyi artırarak boyama absorpsiyonunu maksimum seviyeye çıkarmak ve renklendirmenin kalıcı olacağı ideal koşulu tespit edebilmek adına 5 farklı ısı derecesinde (100 -150-200-250-300 °C de), 5 farklı sürede ( 30 dk- 1 saat - 1,5 saat - 2 saat - 2,5 saat) ısıtıp, 5 farklı boya solüsyonunda (gıda boyası, bakır sülfat, kumaş boyası, mürekkep, metilen mavisi) bekleterek denemeler yapılmıştır.

Bir haftalık bekleme sonucunda tüm mermerler için en iyi sonucu bakır sülfat çözeltisinde verdikleri, her ısı ve sürede etkin bir boyanmanın olduğu saptanmıştır. Kumaş ve gıda boyasında diğerlerine göre daha az etkili bir boyamanın olduğu ve eğer koruyucu bir kaplama yapılmazsa uzun sürede tamamen rengini kaybettiği tespit edilmiştir. Metilen mavisi ile boyamalarda beyaz ve bej mermerlerin düşük sıcaklıklarda, mürekkep ile boyamalarda ise yüksek sıcaklıklarda daha koyu renkte boyandıkları gözlemlenmiştir. Ancak bir yılsonunda bakır sülfat ve metilen mavisi dışında diğerlerinin renginde solma olduğu, bu boyaları kalıcı kılmak için epoksi gibi koruyucu bir kaplamanın yapılması gerektiği tespit edilmiştir.

Bu denemeler dışında kalıcı bir renklendirme keten tohumu yağı ile hazırlanan doğal demir oksit çözeltisinde 4 ay bekletilip tekrar ısıtılan kaboşon form verilen beyaz kristalize mermerde sağlanmıştır. Ayrıca önceden ısıtılmış fırında ısıtılma tâbi tutulan gri mermerin mavi gıda boyası ve beyaz sirke, sıcak su ile yapılan çözeltide 21 gün bekletilmesi sonucunda iç kısımlara kadar boyanın absorbe edildiği mor renk kazandığı gözlemlenmiştir. Süstaşı olarak kullanılabilirlikleri göstermek için demir oksit – keten tohumu çözeltisinde bekletilerek sarı renk kazanan cilalı mermer ile bakır sülfatta yeşil renk kazandıktan sonra cilalanan mermer ve epoksi ile kaplanarak rengi korunan mürekkep boyalı şekillenmiş mermer takı uygulamaları yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Boyama, Gemoloji, Mermer, Süstaşı

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Meltem GÜRBÜZ, Mersin Üniversitesi, Gemoloji Anabilim Dalı, Mersin.

## ABSTRACT

### GEMOLOGICAL USAGE OF MARBLE-CALCITE FORMATIONS

The aim of the study is to use marble fragments with calcite minerals, which are abundantly observed in our country, as ornamental stones different from their current usage areas. Calcite minerals were obtained from Kerimler neighborhood of Toroslar district of Mersin province, and marble fragments were obtained from marble processing companies.

Three types of marbles suitable for coloring, white, beige and gray, were selected from marble processing companies. Among these three marble types, to maximize the dye absorption by increasing the porosity and finding the ideal condition, in which the coloring will be permanent, experiments were carried out by heating the marble for these three types of marbles. Furthermore, experiments were carried out by heating at 5 different temperatures (at 100 -150-200-250-300 0C), 5 different times (30 minutes - 1 hour - 1.5 hours - 1.5 hours - 2 hours - 2.5 hours) and keeping them waiting in 5 different dye solutions (food coloring, copper sulfate, fabric dye, ink, methylene blue).

As a result of one week of waiting, it was understood that the best results for all marbles were given in copper sulphate solution, and that there was an effective dyeing at all temperatures and times. It was found that fabric and food coloring was less effective than the others. If a protective coating was not applied, it lost its color completely in a long time. It was observed that white and beige marbles stained darker at low temperatures in methylene blue staining and at high temperatures in ink staining. However, at the end of one year, except for copper sulphate and methylene blue, the color of the others faded. Therefore, it was revealed that a protective coating such as epoxy should be applied to make these paints permanent.

Apart from these experiments, a permanent coloring was achieved in white crystallized marble, which was kept in a solution of natural iron oxide prepared with linseed oil for 4 months and reheated. In addition, it was observed that the gray marble, which was subjected to heat treatment in a preheated oven, was kept in a solution made with blue food coloring, white vinegar and hot water for 21 days. After this step, it changed into a purple color in which the dye was absorbed to the inner parts. In order to show their usability as gemstone, jewelry applications were made on polished marble which gained yellow color by being kept in iron oxide - linseed solution, polished marble after gaining green color in copper sulfate, and ink dyed shaped marble whose color was preserved by coating with epoxy.

**Keywords:** Dyeing, Gemology, Gemstone, Marble

**Supervisor:** Assist. Prof. Dr. Meltem GÜRBÜZ, Mersin University, Department of Gemology, Mersin.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin tamamlanmasında çok büyük katkı sağlayan, emekleri ve destekleri ile her daim yanımda olan, bir gün olsun bana olan inancımı kaybetmeden beni her zaman motive eden, her defasında sabırla bana yol gösteren ve değerli bilgilerini benden esirgemeyen ,öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyacağım çok kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Meltem GÜRBÜZ'ün sarsılmaz desteğine minnettarım ve ona çok teşekkür ederim.

Tez jüri üyeleri Prof. Dr. Utku Bağcı ve Dr. Öğr. Üyesi İlkay KAYDU AKBUDAK'a kıymetli katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Araştırmada kullanılan artık mermerlerin tedarik kısmında bana yardımcı olan sevgili hocam Öğr. Gör. Serkan GÜNENÇ'e teşekkürü borç bilirim.

Çalışmanın uygulama sürecinde yardımlarını esirgemeyen sevgili Batuhan BOZKURT'a çok teşekkür ederim.

Sevgili annelerim Nevin ŞENGÜLEROĞLU VE Serpil DEMİR'e tezimi bitirmem için verdikleri manevi desteğe sonsuz teşekkürler.

Tüm süreç boyunca her zaman yanımda olan, büyük desteği, sabrı ve bana olan güvenini her zaman hissettiren kıymetli eşim Gökhan DEMİR'e, teşekkür ve minnetimi özellikle belirtmek istiyorum. Tez sürecinde ailemize katılan canım kızım Tomris'e teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>İÇ KAPAK</b>	<b>i</b>
<b>ONAY</b>	<b>ii</b>
<b>ETİK BEYAN</b>	<b>iii</b>
<b>ÖZET</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>vii</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b>	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI</b>	<b>3</b>
2.1. Kalsit mineralinin özellikleri	3
2.1.1. Kuyumculukta Kalsit Kullanımı	5
2.2. Doğal Taşlar ve Mermer	6
2.3. Mermer Artıklarının Kullanım Alanları	11
2.4. Ülkemizdeki Mermerler ve Atık Mermerlerin Kullanımı Üzerine Önceki Çalışmalar	14
2.5. Mermerlerin Renklendirilmesi Üzerine Önceki Çalışmalar	17
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b>	<b>19</b>
3.1. Materyal	19
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Literatür Çalışmaları	20
3.2.2. Seçilen Malzemelerin Ön Hazırlığı	20
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları	24
3.2.4. Büro Çalışmaları	25
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b>	<b>26</b>
4.1. Kalsit Kristalinin Renklendirilmesi	26
4.2. Mermerlerin Renklendirilmesi	29
4.4.1. Mermerlerin Şekillendirilmesi	34
4.4.3. Boya Çözeltilerinin Hazırlanması	36
4.4.4. Bir Hafta Sonunda Renklenme Durumu	37
4.4.5. Bir Yıl Sonunda Renklenme Durumu	40
4.5. Renklenen Kalsit ve Mermerlerin Takıda Kullanımı	45
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	<b>49</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>50</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>53</b>

## TABLolar DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 2.1.</b> Amerika standartlar enstitüsü mermer sınıflandırması (Erguvanlı vd. ,1972)	10
<b>Tablo 3.1.</b> Her bir mermer çeşidi için uygulanan zaman ve sıcaklık değerleri	22
<b>Tablo 4.1.</b> Renklendirme için hazırlanan çözeltilerin yerleşme düzeni	36



## ŞEKİLLER DİZİNİ

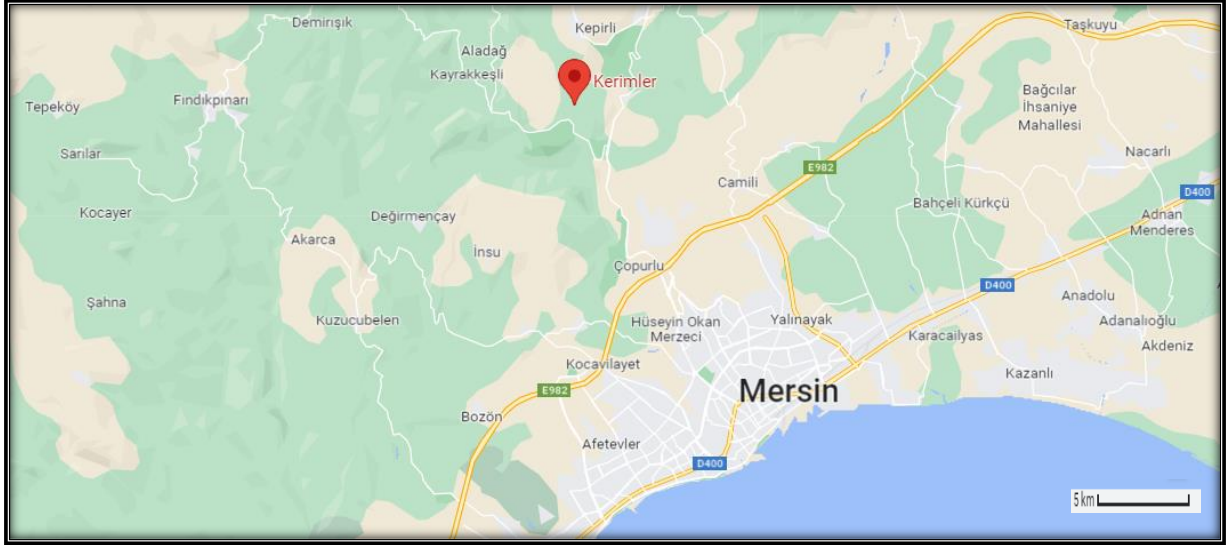
	Sayfa
Şekil 1.1. Çalışmada kullanılan kalsit minerallerinin alındığı bölgeyi gösteren harita	1
Şekil 1.2. Renklendirme işlemleri için seçilen mermer çeşitleri.	2
Şekil 2.1. Kalsitin kristal ve sarkıt –dikit şeklinde farklı oluşum formları	3
Şekil 2.2. Kalsitin kristalinin çift kırılma özelliği .( <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Calcite">https://en.wikipedia.org/wiki/Calcite</a> )	3
Şekil 2.3. Kalsit mineralinin farklı renkleri. ( <a href="https://fiercelynxdesigns.com/blogs/articles/calcite-gem">https://fiercelynxdesigns.com/blogs/articles/calcite-gem</a> )	4
Şekil 2.4. Farklı renklerdeki kalsit mineralinin takıda kullanımı.	5
Şekil 2.5. Türkiye mermer madeni haritası	6
Şekil 2.6. Türkiye çıkan bazı mermer çeşitleri. ( <a href="https://hurok.com/mermer-cesitleri/">https://hurok.com/mermer-cesitleri/</a> )	7
Şekil 2.7. Mermerin kullanım alanları.	8
Şekil 2.8. Yapı sektöründe kullanılan doğal taşlar.	8
Şekil 2.9. Mermerin metamorfizma sonucu oluşum modeli.	9
Şekil 2.10. ( A )Ocakta üretilen bloklar ve molozlar, ( B ) Ocakta oluşan pasa, ( C ) Mermer fabrikası paledyen atıkları (D) tozları ve araziye depolanması. (Ersoy vd. 2015)	11
Şekil 2.11. Mermer fabrikası paledyen atıkları ve farklı alanlarda kullanılmak üzere ayırma işlemleri ( <a href="https://haberveinsan.com/mermer-atiklari-">https://haberveinsan.com/mermer-atiklari-</a> <a href="http://www.eskisehir.net.tr/haber/">http://www.eskisehir.net.tr/haber/</a> )	12
Şekil 2.12. Mermer atıkları oluşum ve değerlendirilme sürecine ait akış şeması (Şimşek, 2019).	13
Şekil 2.13. Buzao tarafından denene mermer boyama( <a href="https://materialdistrict.com/article/dyeing-marble-gemstone-colouring/">https://materialdistrict.com/article/dyeing-marble-gemstone-colouring/</a> ).	17
Şekil 3.1 Mersin / Kerimler kalsit oluşumları.	19
Şekil 3.2. Denemeler için seçilen beyaz, bej ve gri mermerler.	20
Şekil 3.3. Mermerlerin renklendirme işlemleri öncesi şekillendirme aşamaları.	21
Şekil 3.4. Geometrik şekillerin temsil ettiği süreler	22
Şekil 3.5. Isıtma ve boyada bekletme işlemi öncesi şekillendirilmiş mermerler.	23
Şekil 3.6. Ön denemeler için hazırlanan solüsyonlardan bakır oksit solüsyonu.	24
Şekil 3.7. Kalsit kristalinin şekillendirme aşamalarından 100 numaralı kağıt zımparada yapılan işlem.	24
Şekil 3.8. Mermerlerin için hazırlanan boya solüsyonları.	25
Şekil 4.1. Arazi çalışmaları sonucu toplanan kalsit mineralleri.	26
Şekil 4.2. Renklendirme çalışması yapılan kalsit minerali ve bej mermer.	27
Şekil 4.3. Kalsit minerali ve bej mermerin renklendirme çalışması (21 gün sonra)	27
Şekil 4.4. Kalsit minerali ve bej mermerin renklendirme çalışması (28 gün sonra)	28
Şekil 4.5. Bakır Sülfat içinde bekletilen kalsit kristali (35 Gün sonra)	28
Şekil 4.6. Renklendirme öncesi beyaz kristalize mermere uygulanan işlemler.	29
Şekil 4.7. Beyaz kristalize mermerin ısınma öncesi ve sonrası	29
Şekil 4.8. Beyaz kristalize mermerin 9 gün sonraki renk değişimi.	30
Şekil 4.9. Beyaz kristalize mermerin 4 ay sonraki renk değişimi.	30
Şekil 4.10. Demir oksit pigmenti ile renklendirilen beyaz kristalize mermer 9 gün sonucu.	31
Şekil 4.11. Demir oksit pigmenti ile renklendirilen beyaz kristalize mermer 4 ay sonraki sonucu.	31
Şekil 4.12. Mavi gıda boyası ile renklendirilen bej mermer.	32
Şekil 4.13. Renklendirilen Bej Mermerin 22 Gün tamamen içine boyayı aldığı gözlemlenmiştir	32
Şekil 4.14. Beyaz(A), bej (B) ve gri (C) mermerlerin ince kesit görüntüleri.	33
Şekil 4.15. Beyaz, bej ve gri mermerlerin şekillenmiş ve ısıtılmaya hazır kumaş boyası çözeltisi için olan örnekler.	34
Şekil 4.16. Beyaz(A), bej (B) ve gri (C) mermerlerin ısıtılma aşaması.	35
Şekil 4.17. Hazırlanan gıda-mürekkep-metilen mavisi-kumaş boyası-bakır sülfat çözeltileri.	36
Şekil 4.18. Boya solüsyonları bekletilerek renklenmiş mermerler.	37
Şekil 4.19. Kumaş ve gıda boya çözeltisin de bekletilerek renklendirilmiş mermerler.	38
Şekil 4.20. Metilen mavisi ve mürekkep boya çözeltisinde bekletilerek renklendirilmiş mermerler.	38
Şekil 4.21. Bakır sülfat çözeltisinde bir hafta bekletilen mermer örneği.	39
Şekil 4.22. Bakır sülfat çözeltisinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin 1yıl sonraki durumu.	40

<b>Şekil 4.23.</b> Gıda boya çözeltilerinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin 1 yıl sonraki durumu.	41
<b>Şekil 4.24.</b> Kumaş boyası çözeltilerinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin bir yıl sonraki durumu.	42
<b>Şekil 4.25.</b> Mürekkep boyası çözeltilerinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin bir yıl sonraki durumu.	43
<b>Şekil 4.26.</b> Metilen mavisi çözeltilerinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin bir yıl sonraki durumu.	44
<b>Şekil 4.27.</b> Bakır sülfat çözeltisinde bekletilerek renklendirilmiş mermer ve takıda kullanımı.	45
<b>Şekil 4.28.</b> Demir oksit çözeltisinde bekletilerek ve yeniden ısıtılarak renklendirilmiş mermerlerin takıda kullanımı.	46
<b>Şekil 4.29.</b> Epoksi ile kaplanan mürekkep boyası ile renklenen beyaz kristalize mermer ile takı örneği.	47
<b>Şekil 4.30.</b> Şekillendirilmiş kalsit kristali.	48

---

## 1. GİRİŞ

Bu çalışmada, ülkemizde neredeyse her bölgede bol miktarda bulunan kalsit oluşumları ile atıl durumdaki (atık değil artık olarak adlandırılan) mermerlerin, mevcut kullanım amaçları dışında süs taşı olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla kullanılacak kalsit mineralleri, kalsit oluşumlarının gözlemlendiği bölgelerden biri olan Mersin ili Toros İlçesi Kerimler Mahallesi ve çevresinden temin edilmiştir (Şekil 1.1).



**Şekil 1.1.** Çalışmada kullanılan kalsit minerallerinin alındığı bölgeyi gösteren harita (<https://www.google.com/maps/place/Kerimler>)

Çalışmamızın konusunu oluşturan mermer kireçtaşının sıcaklık ve basınç altında başkalaşıma uğrayarak yeniden kristallenmesi ile oluşan metamorfik bir kayaç olarak tanımlanır. Ancak yapı sektöründe dayanıklı ve güzel olup işlenebilen, cilalandığında parlayan, blok veren dekoratif amaçlı kullanılan tüm kaya tipleri (kalker, traverten, kumtaşı, gnays, mermer, kuvarsit, granit, siyenit, serpantin vs.) için mermer ifadesi kullanılsa da bu grup taşlar son yıllarda doğal taş olarak sınıflandırılır.

Ülkemiz mermer çeşitliliği ve üretimi açısından dünyada ön sıralarda yer almaktadır. Mermer çeşitleri yapıda iç ve dış mimaride, sanatsal obje yapımlarında tercih edilen bir malzemedir. Gerek mermer ocaklarında blok alım sırasında gerekse daha sonra mermer farklı amaçlarla kesilip işlenmesi sırasında oldukça fazla mermer artıkları ortaya çıkmaktadır. Bu artıklar büyük oranda agrega olarak yol yapımında, mozaik pano yapımında, yer döşemesi olarak kullanıldığı, toz halindeki mermer artıkların ise beton ve suni mermer üretimi için ve katma değeri daha yüksek olan hayvan yemi, çimento, boya, kağıt ve dolgu malzemesi olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Mermerler, kalsit kristallerinin basınç ve sıcaklığın etkisiyle sıkışıp birbirlerine kenetlenmesi ile daha sert ve dayanıklı bir yapıya sahip olduklarından takıda kullanımları uygundur. Bu nedenle renklendirerek daha cazip hale getirilmesi hedeflenen mermerler ise mermer işleyen firmaların artıkları

içerisinde uygun olan açık renkli olanlarından (beyaz, bej ve gri) seçilmiştir (Şekil 1.2). Renklendirme çalışmaları öncesi bu üç tip mermer ısıtma sürelerini belirlemek adına farklı formlarda şekillendirme ve farklı derecelerde ısıtma işlemlerine tabi tutulmuştur.



**Şekil 1.2.** Renklendirme işlemleri için seçilen mermer çeşitleri.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

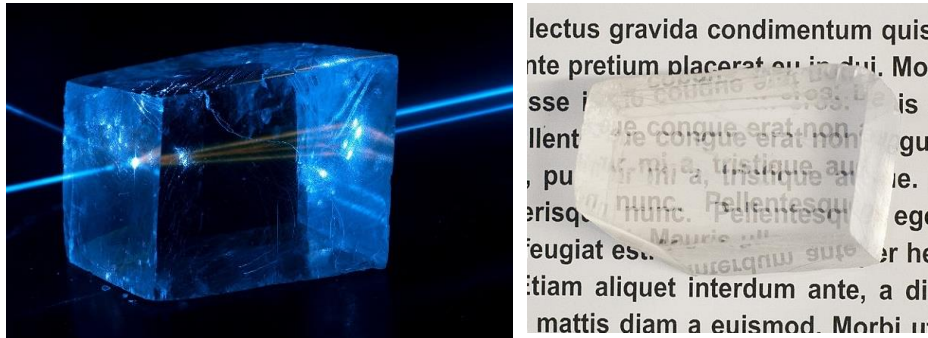
### 2.1. Kalsit mineralinin özellikleri

Kalsit, bir karbonat mineralidir ve  $\text{CaCO}_3$  kimyasal formülü ile kalsiyum karbonatın en kararlı hali olup adı Latince kireç anlamına gelen “calx” kelimesinden almıştır. Dünya çapında yaygın olan kalsit; kalker, mermerler ve çoğu sarkıt ve dikitin ana bileşenidir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Kalsitin kristal ve sarkıt –dikit şeklinde farklı oluşum formları. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Calcite>).

Camsı, reçineli, mumsu ve inci parlıtlı, 2.71 özgül ağırlıkta, trigonal kristal sisteminde olan kalsit mineralinin polimorfu aragonittir. En önemli özelliği olan çift kırılma nedeni ile kalsit optik bir takım cihazlarda kullanılır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Kalsitin kristalinin çift kırılma özelliği. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Calcite>)

Kalsit oluşumları genelde beyaz sarı olsa da kahverengi, turuncu, sarı, mavi ve yeşil olmak üzere çok çeşitli renklerde olabilir (Şekil 2.3)

Nadir olmadığı için kalsit diğer minerallere oranla ham halde değeri düşüktür. Bununla birlikte kalsit, üç yönde mükemmel bölünme nedeniyle tüm mineraller arasında kesilmesi en zor olanlardan biridir. Yönlü bir süs taşının kesme işlemi zor olduğu için, işçiliğinden dolayı işlendiğinde fiyatı yükselir. Normalde, yönlü bir taş kesme sırasında kırılır ve bitmiş hali başlangıçta amaçlanan boyuttan çok daha küçüktür. (<https://www.gemsociety.org/article/calcite-jewelry-gemstone-information> )



**Şekil 2.3.** Kalsit mineralinin farklı renkleri.  
(<https://fiercelynxdesigns.com/blogs/articles/calcite-gemstone-information>)

### 2.1.1. Kuyumculukta Kalsit Kullanımı

Kalsit yumuşak ve kırılğan bir değerli taş olduğu için, çoğu takı tasarımında yaygın olarak kullanılmaz daha çok koleksiyon taşıdır. Düşük sertliği ve hidroklorik asitte deforme olacağından yüzüklerde kullanılmazken küpe, pandantif veya broş gibi korumalı tasarımlarda kullanılabilir. Şeffaf olanlara faset kesim uygulanırken opak ve yarı şeffaf olanlar kabaşon form verilerek kullanılması tercih edilir (Şekil 2.4). Kalsitin yumuşak olması onu değerli taş oymaları ve süs tasarımları için çok uygun bir mineral yapar. Kalsit genellikle yüzey düzgünlüğünü iyileştirmek için renksiz maddelerle kaplanarak işlenir. Kalsit taşı ultrasonik temizleyicilerde temizlenmemeli, sıcaklık değişimlerine karşı çok hassas olduğu için ani sıcaklık değişimlerinin olduğu ortamlarda depolanmamalıdır. Kalsit değerli taşı nispeten yumuşak bir taştır ve kolayca çizilebilir, bu nedenle diğer değerli taşlardan ayrı olarak saklanmalıdır. Değerli taş kozmetik, saç spreyi, parfüm veya ev kimyasalları ile temas etmemelidir.



**Şekil 2.4.** Farklı renklerdeki kalsit mineralinin takıda kullanımı.  
(<https://fiercelynxdesigns.com/blogs/articles/calcite-gemstone-information>)

## 2.2. Doğal Taşlar ve Mermer

İlk çağlardan beri insanlar yaşam alanlarında doğal taşları tercih etmişlerdir. Doğal taşları yapılarda işleme ise Urartularda başlamış ve bütün medeniyetler boyunca devam etmiştir. Mermerler doğal şartlar altında dayanıklı ve işlenebilir özelliğinden dolayı iç ve dış mekan mimarisinde uzun yıllardan beri döşeme ve süsleme amaçlı kullanılmıştır. Doğal taşların modern yapı sektöründe önemli yer tutması nedeni ile son yıllarda sanayisi ve ticareti artış göstermiştir. Çok farklı renk ve dokuda/desende mermer çeşidi olup yaklaşık 650 farklı mermer saptanmış ki bunlardan 290 kadarı Türkiye'de de bulunmakla birlikte sadece Türkiye'de çıkartılan özel mermerler vardır. (Taşlıgil ve Şahin, 2016).

Alp Himalaya Dağ Kuşağı'nda yer alan Türkiye Dünyanın mermer-doğaltaş potansiyeli bakımından en zengin ülkeleri arasındadır. Ayrıca son yıllarda bu sektöre yapılan özel yatırımlar ve arge çalışmaları ile en önemli doğal taş üreticileri arasında yer almaktadır. Türkiye modern ocak üretim yöntemleri ve son teknolojiyi uygulamaları sayesinde dünya doğal taş üretiminde lider yedi büyük üreticiden biri konumdadır.

Türkiye'de mevcut mermer ocaklarının %90'ı Marmara, Ege ve Orta Anadolu'da işletilmekte iken Doğu Anadolu'da da konumu nedeni ile işletilebilecek yüksek mermer rezervleri bulunmaktadır.

Başlıca mermer ocakları ve fabrikaları bulunduğu önemli il merkezleri Afyon, Bilecik, Balıkesir, Denizli, Burdur, Isparta, Antalya, Amasya, Elazığ, Diyarbakır'dır. (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Türkiye mermer madeni haritası

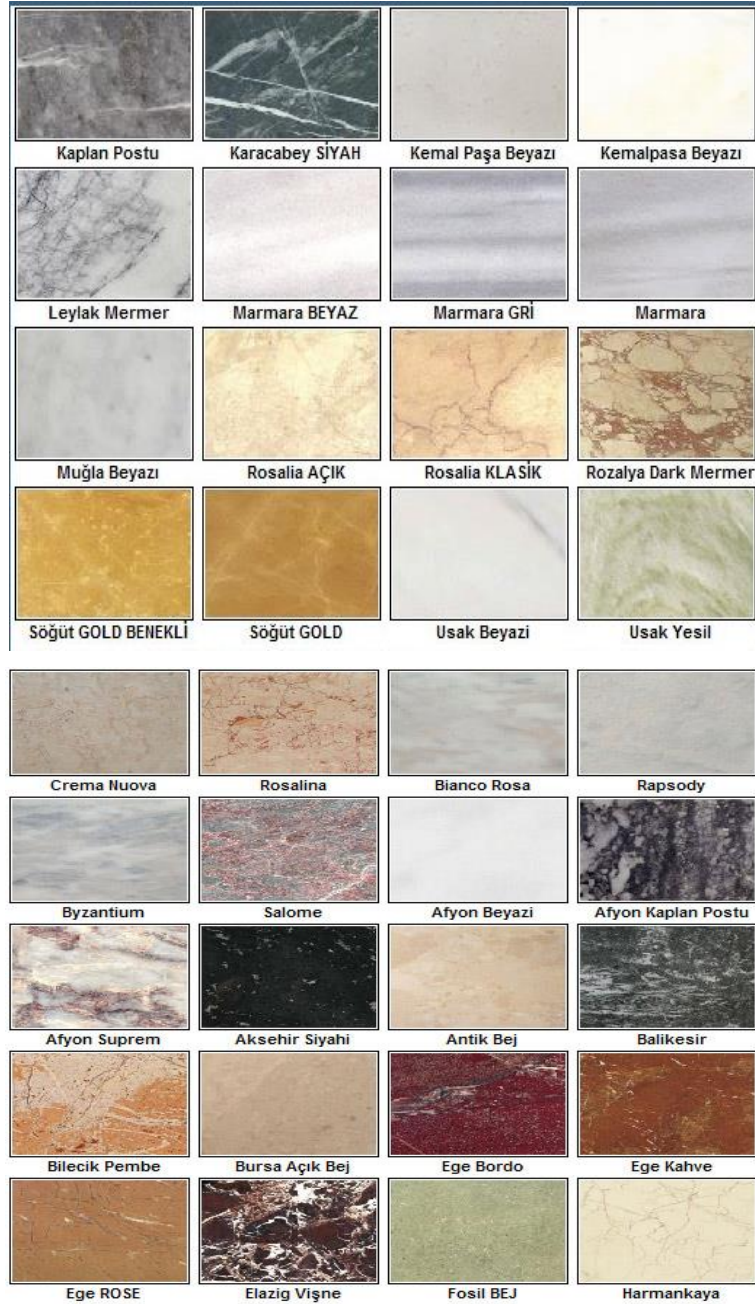
(<https://www.milliyet.com.tr/egitim/haritalar/turkiye-mermer-madeni-haritasi-mermer-madenleri-nerede-hangi-illerde-bulunur-ve-nasil-cikartilir-6311051>, 2023)

Türkiye, 5,1 milyar m<sup>3</sup> –13,9 milyar ton muhtemel mermer rezervi ile dünyanın en zengin mermer yataklarına sahip ülkeleri arasında bulunur. Bu değer dünya rezerv toplamının %33'üne karşılık gelmektedir. Türk doğal taş sektörü; ham madde bolluğu, fazla çeşit ve rezerv zenginliği ile deniz



ulaşımından dolayı nakliye kolaylığı, dinamik sektör yapısı ve deneyimi ile dünya doğal taş piyasasında önemli bir yere sahiptir. Sektörde yaklaşık 1.500 adet doğal taş ocağı, fabrika ölçeğinde faaliyet gösteren 2.000 kadar tesis, orta ve küçük ölçekli 9.000 atölye faaliyet göstermektedir” (<https://ticaret.gov.tr/>).

Birçok özel işletmenin ve satış firmalarının bulundurduğu 80'nin üzerinde değişik yapıda, 120'nin üzerinde değişik renk ve desende mermer çeşitlerinden bazıları Şekil 2.6'da görülmektedir.



Şekil 2.6. Türkiye çıkan bazı mermer çeşitleri. (<https://hurok.com/mermer-cesitleri/>)

Yapı sektöründe iç ve dış mekanlarda, dekorasyon amaçlı, heykeller, anıtlar ve vazo, biblo, avize, mutfak araç gereçleri, kül tablası gibi süs ve hediyelik eşya imalatı yapımında mermerler kullanılmaktadır. Önceleri yalnızca yapı taşı olarak kullanılan mermer daha sonra sanatsal açıdan da değerlendirilmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Mermerin kullanım alanları.

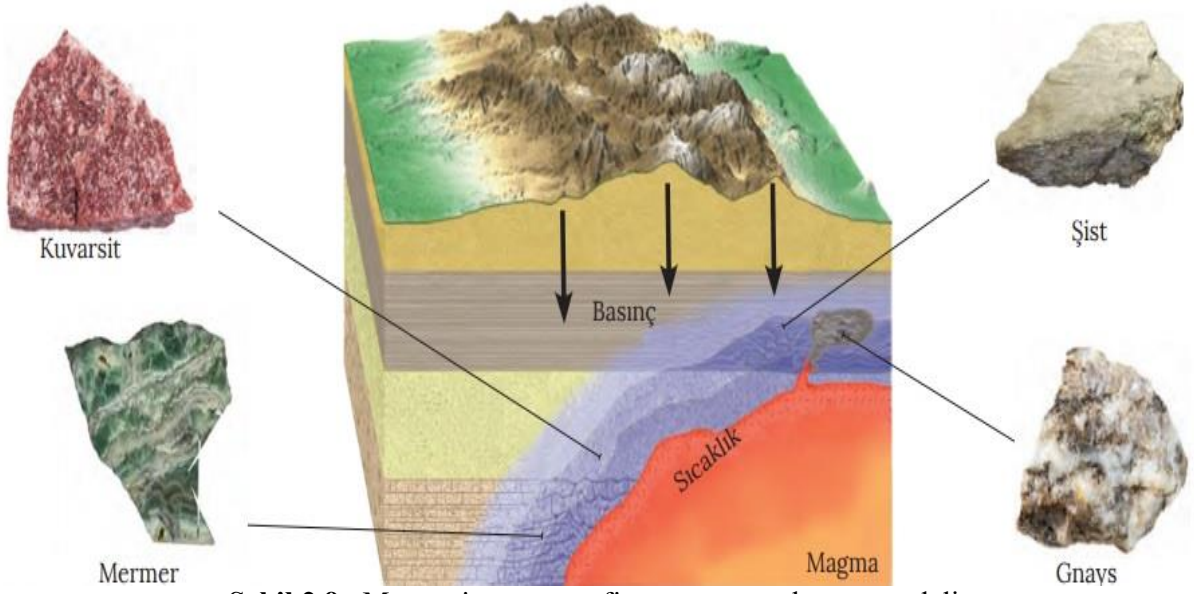
Dayanıklı ve güzel görünlü işlenebilen, cilalandığında parlayan, blok veren dekoratif amaçlı kullanılan tüm sedimanter (kumtaşı, traverten, kalker, gibi), metamorfik (kuvarsit, gnays, mermer, gibi) ve magmatik (andezit, granit, siyenit, serpantin gibi) taşlara yapı sektöründe mermer denilmektedir. Fakat son yıllarda bu grup taşlar ticaret sektöründe doğal taş olarak sınıflandırılır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Yapı sektöründe kullanılan doğal taşlar.

Mermer olarak kullanılan taşlar mineralojik (jeolojik) yapılarına ve oluşum şekillerine göre sedimanter, magmatik ve metamorfik olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak magmatik olarak sınıflandırılanlar yapı sektöründe mermer olarak adlandırılan granit siyenitler, diyoritler, gabrolar, peridotitler, serpatinitler, ofikalsitler, kuvars, porfir, liparit, bazalt, melafir, aplit ve diyabaz aslında doğal taşlardır. Çeşitli kayaların parçalanıp sürüklenerek bir yerde birikmesi ve daha sonra bir çimento maddesi ile birleşmesi sonucu oluşan konglomera, arduvaz ile soğuk ve sıcak suların

vasıtasıyla oluşan albatr (oniks) ve traverten ise sedimanter oluşumlardır. Bilimsel olarak gerçek mermer ise kireç( $\text{CaCO}_3$ ) ve dolomitik kireçtaşlarının ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$ ) taşının uygun derinliklerinde ısı ve basınç altında diyajenez ortamda başkalaşıma uğrayarak (minerallerin daha farklı minerallere dönüşerek) yeniden kristalleşmesi ile oluşan bir metamorfik kayaç olarak tanımlanır. (Bilgin M. ve Çakır E.,1998). (Şekil 2.9)



Şekil 2.9. Mermerin metamorfizma sonucu oluşum modeli.

Büyük oranda kalsiyum/magnezyum karbonattan oluşan mermerlerin kimyasal bileşiminde kuvars, grafit hematit, limonit, pirit, mika, klorit gibi mineraller ve organik maddelerde bulunabilir. Mermer, saf kalsiyum karbonat bileşiminde olduğu zaman beyaz ve yarı saydamdır. Ancak oluşum ortamlarına bağlı olarak içeriğinde bulunan yabancı element (Mg, Fe, Mn, Zn, Sr, Cu, Pb, Co, Ba, Cr v.s) etkisi ile yeşil, sarı, pembe, gri ve siyah gibi değişik renkler de ve damarlı yapılarda bulunabilir.

Mermerler mineral bileşim ve oranlarına % 95 kalsit içerir, eğer %60-70 kalsit içerirse kalkşist, % 80 kalsit içerirse spolen ve % 80-90 kalsit içerirse mermer-skarn olarak sınıflandırılır. Tane boylarına göre ise 1mm'den küçük ise ince taneli, 1-5 mm arasında ise orta taneli mermerler, 5 mm'den büyük ise iri taneli mermerler olarak sınıflandırılır. Yapı ve dokularına göre masif mermer, laminal mermer, şisti mermer ve breşik mermer olarak sınıflandırılır.

Mermerin özelliklerinden en önemlisi sertlik, renk, doku, desen, parlatma, cilaya karşı duyarlılık ve blok elde edebilme oranıdır. Renk mermerler için oldukça çeşitli olabilmektedir. Saf olduğunda beyaz ve parlakken içerisinde grafit ve diğer karbonatlı mineraller olduğunda gri ve siyah, klorit ve diğer silikat mineralleri olduğunda yeşil, hematit ve mangan bileşikleri olduğunda pembe ve kırmızı, limonit olduğunda ise sarı renkte olmaktadır. Genelde damarlı ve benekli olurken tüm yatakta tek renk homojen

olabilir ve kullanım amacına göre desenli veya aynı tonda olan mermerler tercih edilir. (Bilgin ve Çakır, 1998).

Genellikle sertliği Mohs ölçeğine göre 3 ile 3,5 ve özgül ağırlığı 2,5 ile 3,5 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Mermerlerin bileşimindeki minerallere ve homojen olmasına bağlı olarak yoğunluğu değişmektedir. Mermerlerde homojen olanlarda en yüksek yoğunluk 2.75 gr/cm<sup>3</sup> ve en düşük yoğunluk 2.70 gr/cm<sup>3</sup>tür. En yüksek ve en düşük yoğunluk değerleri arasındaki fark diğer taşlara oranla bu tip mermerde daha azdır. Mermerlerin özgül ağırlıkları ve yoğunlukları birbirine çok yakın olması homojen olma özelliğinden kaynaklanmaktadır. Yoğunluğun özgül ağırlığa oranı taşın homojenlik derecesini ve porosite (kayacın içindeki boşlukların ölçüsü) katsayısını vermektedir. Bir mermerin su emme katsayısı ise, su emmiş mermer ağırlığının susuz ağırlığa bölünmesiyle bulunmaktadır. Bu katsayı mermerlerin cinsine göre değişmektedir.

Kristalin mermerler ağırlıklı olarak Alp Kuşağı, Ege Adaları, Anadolu Yarımadası, İran, Pakistan ve Hindistan (Himalayalar)'dan Çin'e kadar uzanan bölgelerde yer alır. Ayrıca metamorfik masifler içinde Hersiyen Orojenik Kuşağındaki eski kristalin masiflerin (Kanada, İsveç, Anadolu, Urallar-Sibirya, Güney Afrika, Güney Amerika ve Avustralya) bulunduğu yerlerde görülmektedir. Ülkemizde ise Balıkesir-Marmara Adası, Afyon-İscehisar, Kütahya, Uşak, Denizli, Muğla, Aydın, Gaziantep ve Hatay yörelerinde en iyi örnekler bulunur.

Mermerleri birçok özelliklerine göre sınıflandırmak mümkündür. 1961 yılında Amerika Standartlar Enstitüsü, ticari kıymetlerine etki yapan ve işleniş sırasında ortaya çıkan kusurlarına göre mermerleri A, B, C, D gruplarına ayırmıştır (Tablo 2.1).

**Tablo 2.1** - Amerika Standartlar Enstitüsü Mermer Sınıflandırması (Erguvanlı vd. ,1972)

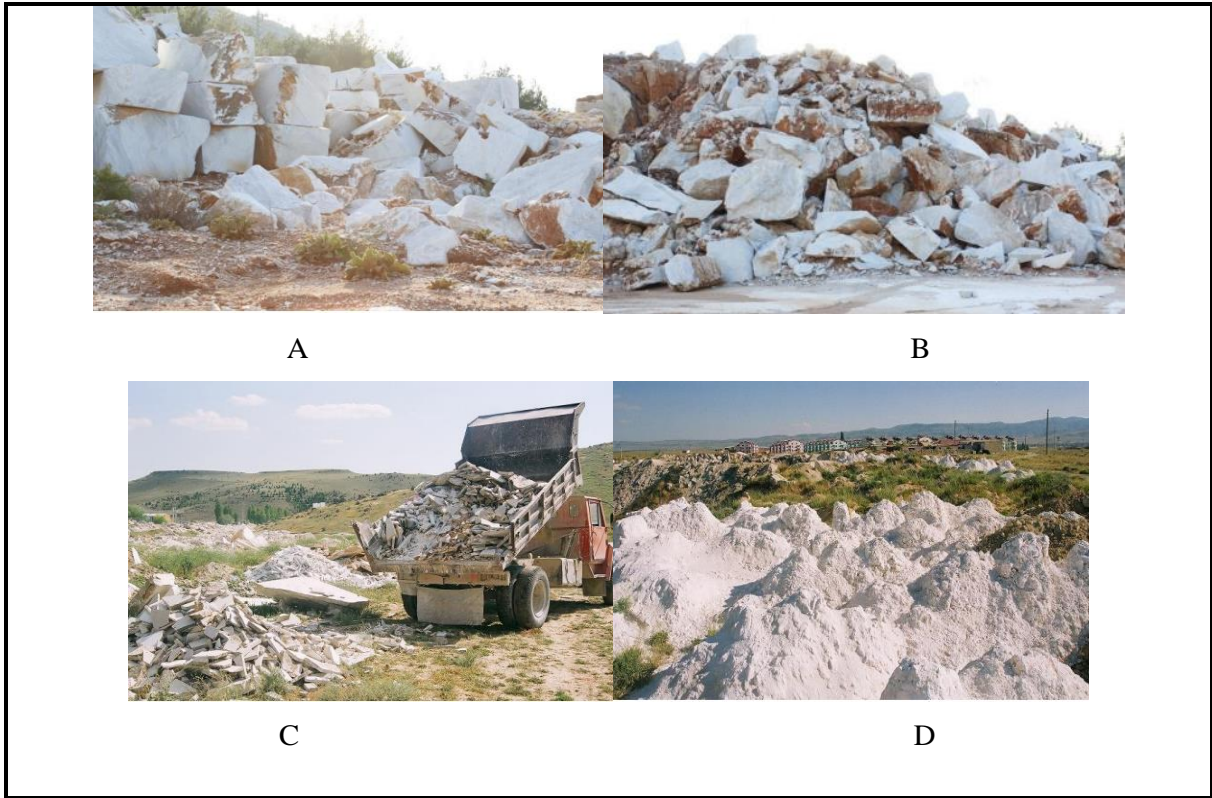
SINIF	ÖZELLİK
A	Sağlam, üniform ve işlenebilme niteliği çok iyi
B	Genellikle A gibi, fakat işlenebilme niteliği iyi değil, bazen yapıştırılması ve doldurulması gerekli kusurlar görülür.
C	İşlenme niteliği değişken ve damar, fissür, çatlak, boşluk ve benzeri gibi jeolojik kusurlar çokça görülür. Bu kusurlar çeşitli maddelerle tamir edilerek kullanılabilir.
D	C grubuna benzer, kusurları daha çoktur ve işlenebilme niteliği kusurlara bağlı olarak çok fazla değişmektedir Süs taşı olarak kullanılan renkli ve damarlı mermerler bu gruba girer.

Kristal kalsit, bantlı travertenler farklı renklerde bulunmasına rağmen düşük sertliği ve düşük dayanımı nedeniyle mücevher taşı olarak fazla tercih edilmese de koleksiyoncular için şekillendirilerek masa objeleri yapılmaktadır (Akbudak vd. 2015). Mermerleri oluşturan kalsit kristallerinin basınç ve sıcaklığın etkisiyle sıkışıp bir birlerine kenetlenmesi ile aralarındaki boşlukların mikroskobik boyutlara inmesinden dolayı mermerler kireçtaşı, havlit ve alçı taşına göre daha sert ve dayanıklı bir yapıya sahiptir. Bu nedenle mermerin takıda kullanımının daha uygun olduğu söylenebilir.

### 2.3. Mermer Artıklarının Kullanım Alanları

Birçok ilimizde bulunan mermer fabrika işletmeleri, üretimlerinden artan pasa mermeri ekonomiye kazandırılmak üzere ayrı bir alanda biriktirilmektedirler. Mermer artıkları, çıkarıldıkları ocaklarda oluşanlar ve işleme fabrikalarda kesimler sırasında oluşanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Pasa denilen iri boyutlu atıklar, ocaklarda blok ve moloz üretimi sırasında oluşan malzemeler olup, yeniden değerlendirilebilen hammadde olarak kullanılabilen ekonomik değeri olan atık değil artıktır.

Rezervlerin bolluğu, dikkatli kullanım ile ilgili bilinç düzeyi, gerekli teknoloji olmaması, az fire vermek ile ilgili araştırma geliştirme çalışmalarının yetersizliği ve bu konudaki mevzuat eksikliği nedeni ile ne yazık ki fazla miktarda artık mermer ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.10).



**Şekil 2.10.** ( A )Ocakta üretilen blok ve molozlar, ( B ) Ocakta oluşan pasa, ( C ) Mermer fabrikası paleden atıkları (D) tozları ve araziye depolanması. (Ersoy vd. 2015)

Bu artıkların değerlendirilmediğinde moloz olarak atılacak yerler bağlamında da sıkıntılar yaratmaktadır. Son yıllarda bu artıkların değerlendirilmesi konusunda pek çok çalışma bulunmaktadır.

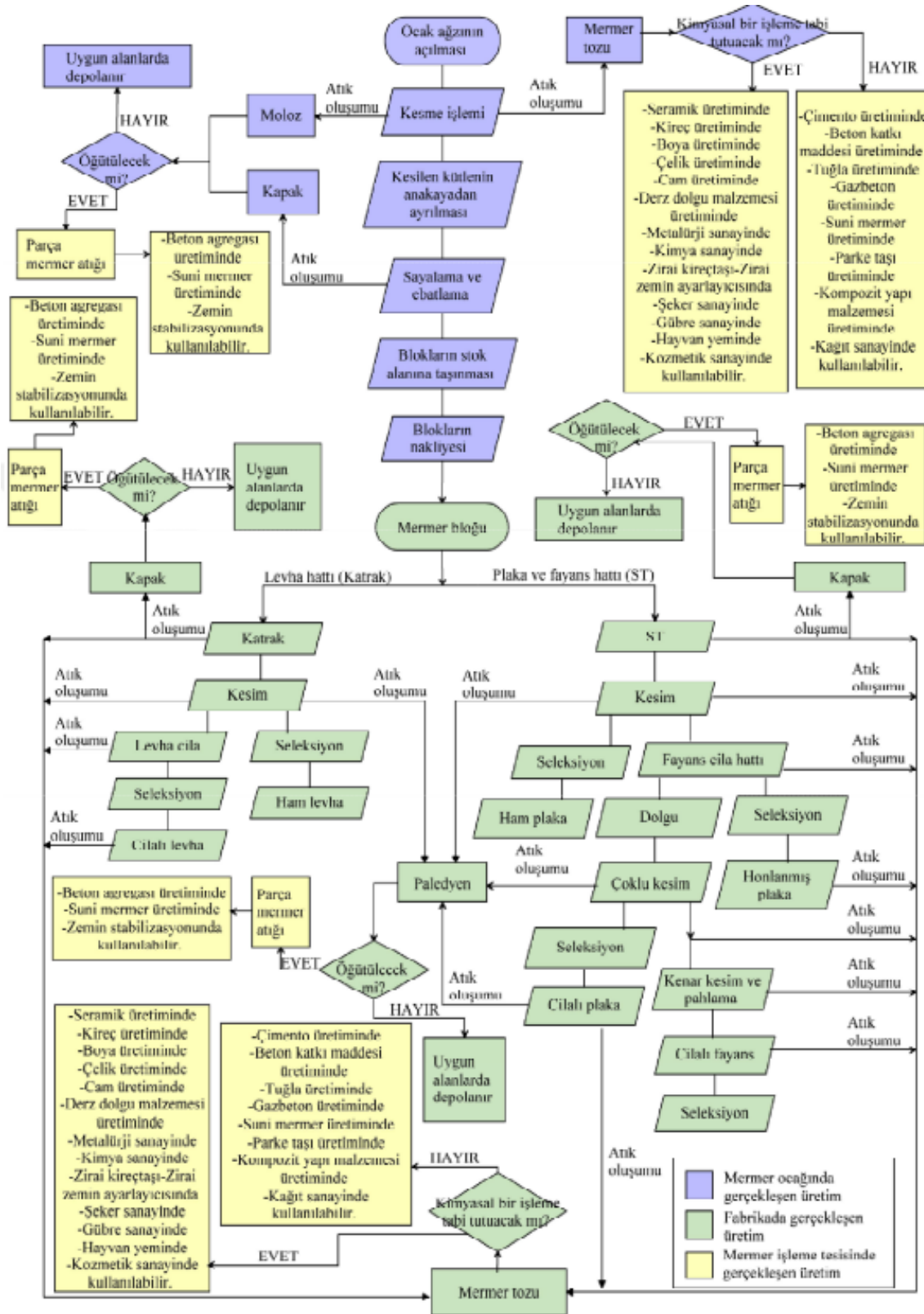
Üretim ve işleme sırasında oluşan parça artıklar, istenilen boyutlara getirildikten ve bir takım işlemlerden geçirdikten sonra yapı, yol, baraj inşaatlarında dolgu malzemesi ya da inşaatlarda paleden denilen döşeme, gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca, mermer işleme tesislerinde ortaya çıkan parça atıkların hoş renk ve dokuda olanları estetik objeler yapımında kullanılmaktadır.

Toz halindeki mermer artıkların ise beton ve suni mermer üretiminde hatta hayvan yemi, boya, çimento, mineral sıva, kağıt, cam üretiminde, şeker rafinasyonunda refraktör malzeme olarak kullanıldığı bilinmektedir (Ersoy vd.,2015, Onur, 2012) (Şekil 2.11).



**Şekil 2.11.** Mermer fabrikası paledyen atıkları ve farklı alanlarda kullanılmak üzere ayırma işlemleri (<https://haberveinsan.com/mermer-atiklari-> <http://www.eskisehir.net.tr/haber/>)

Şimşek 2019 un şematik olarak gösterdiği mermer işletmelerinin her aşamasında çıkan artıkların miktarı göz ardı edilmeyecek kadar çoktur. Ülke ekonomisine açısından bu artık mermerlerin ne kadar çok kullanım alanı olursa o kadar kazanç olacağı ortadadır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Mermer atıkları oluşum ve değerlendirilme sürecine ait akış şeması (Şimşek, 2019).

## 2.4. Ülkemizdeki Mermerler ve Atık Mermerlerin Kullanımı Üzerine Önceki Çalışmalar

Erguvanlı, vd., (1972), “Türkiye Mermerlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri ve Mermerlerin Sınıflandırılmaları Hakkında Düşünceler” isimli çalışmalarında Afyon ve Marmara Adası mermerleri için fiziko- mekanik ve teknolojik özellikleri hakkında bilgi verirken sınıflandırmada yararlanılabilecek renk ve kullanım yeri vb. gibi kriterlerin yanı sıra, kristal boyutu, ayrışma derecesi, anizotropi gibi fonksiyonel sınıflandırma kriterleri önermişlerdir.

Kuşcu 1990, Belence Siyah Mermer yatakları Matamorfik seriler genelde Paleozoyik yaşlı şist, kuvarsit, kalkşist, sleyt, kristalize kireçtaşı (siyah mermer), metakumtaşı ve metakonglomeralardan meydana geldiğine ve masif, kalın ve orta tabakalı olup blok almaya uygun yanal ve düşey olarak homojen yapı sergilediklerine değinmiştir.

Bilgin ve Çakır, (1998) İstanbul Ticaret Odası adına mermer araştırması adlı çalışmalarında Mermerlerin tanımı, özellikleri ve dünya ülkelerinde mermer ve Türkiye deki mermer üretimi çeşitliliği bölgelerdeki mermer potansiyeli, üretimi, tüketim alanları, toz ve parçaların değerlendirilmesi ve yasal çerçevede mermer konularına değinmiştir.

Çetin, (2003), Türkiye nin dünya mermer potansiyelinin yaklaşık %40’ına sahip olmasına rağmen bu potansiyelin sadece %1’lik bir kısmı kullanıldığını belirtmektedir. Türkiye, mermer üretiminde dünyada 7. sırada, mermer ihracatında ise 8.sırada olduğunu, mermer üretiminde ve ihracatında daha iyi duruma gelebilmemiz için mermer üreten ve ihraç eden firmalara kolaylıklar tanınması gerektiğinden söz etmektedirler. Ülkemizde İzmir, Uşak, Afyon, Muğla, Kırklareli, Balıkesir, Bursa, Kırşehir, Çankırı, Çorum, Kastamonu, Niğde, Kayseri, Artvin, Bitlis, Erzincan, Sivas, Tokat, Denizli, Kütahya, Eskişehir, Diyarbakır, Elazığ, Çanakkale, Konya, Bilecik ve Manisa illerinde zengin yataklar bulunduğunu ve Türkiye’nin uluslararası piyasalarda en tanınmış mermer çeşitleri arasında Süpren, Elazığ Vişne, Akşehir Siyah, Manyas Beyaz, Bilecik Bej, Kaplan Postu, Denizli Traverten, Ege Bordo, Milas Leylâk, Gemlik Diabaz ve Afyon Şekerini saymaktadır.

Onur, (2012), “Mermer ve Doğal Taş İşletmelerinden Türeyen Artıkların Değerlendirilmesi” adlı makalesinde mermer ve doğal taş ocak ve fabrika işletmelerinden türeyen artıkların kullanılabileceği alanlara değinerek, sektör olarak, artıklarımızın değerlendirilmesine yönelik ilgili bakanlık, kurum ve kuruluşlarımızdan bir envanter çalışması ve yasal düzenleme ile ekonomiye kazandırılması yönünde çalışmaların yapılması gerekliliği önerisinde bulunmuştur.

Gezen, (2013), Muğla bölgesinin çeşitli seviyelerinden farklı kristal boyutuna sahip örnekler üzerinde mermerlerin kristal boyu ve dokusuna bağlı olarak malzeme özellikleri ve durabiliteleri üzerine olan tezinde iri ve orta kristal boyutuna sahip mermerlerin, ince kristalli mermerlere göre hızlandırılmış ayrıştırma testlerinden daha fazla etkilendiğini belirlemiştir.

Ersoy vd. (2015), “Yeterince Farkında Olamadığımız Atıl Kaynağımız: Doğaltaş Ocak Ve Fabrika Atıkları” adını verdikleri araştırmalarında parça mermer atıkları en çok yol temel tabakası yapımında, yer döşemesinde, yol ve beton santralleri için agrega üretiminde, suni mermer üretimi ile



mozaik pano yapımında kullanıldığına ve toz halindeki mermer atıkların ise katma değeri daha yüksek olan hayvan yemi, çimento, boya, kağıt ve yol için dolgu malzemesi olarak kullanıldığı belirterek ülkemizde birçok ocakta atıl vaziyetteki bu kaynağımızın ekonomimize yeniden kazandırmak için doğal taş atıkları üzerinde daha ciddi ve detaylı çalışmaların yapılması ve farkındalığın artırılması üzerinde durmuşlardır.

Kaydu vd. (2015), Kırşehir Oniks Bantlı Traverten Oluşumlarını ele aldıkları makalelerinde Terme (Kırşehir merkez ), Avcı (Mucur-Kırşehir) ve Bekdik ( Aksaray) bölgelerinde bulunan traverten seviyeleri içerisinde yeşilimsi, kahverengi, sarımsı ve grimsi renklerde bantlı doku gösteren kalsitlerin Kırşehir oniksi olarak adlandırıldığı ve süs taşı olarak kullanılabilir özellikte olduğuna değinmişlerdir.

Taşlıgil ve Şahin, (2016), araştırmalarında, Türkiye'nin doğal taş varlığının değerlendirip, iktisadi coğrafya odağında analizini yapmış, sektörün sorunları ele alarak, bu alanda yapılması gerekenler üzerinde durmuşlardır.

Altındağ, (2018), Doğal Taş Ocaklarında Artık Oluşumunun Önlenmesi ve Artıkların Değerlendirilmesi adlı araştırmasında doğal taş sektöründe güncel rezervleri belirlemiş ayrıca ülkemizin doğal taş rezervinin dünya rezervleri içindeki payının ihtiyaçlara bakarak her yıl artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Doğal taş ocaklarında pasa oluşumunu azaltmak ve ocaklarda blok verimliliğini arttırmak için jeolojik süreksizlikleri dikkate alınarak üretim kademelerindeki basamak yüksekliklerinin azaltılması ile sökülme (devrilme) sonrası kütle çubuk gibi yıkılmadan ziyade kübik bir yıkımla olacağından fazla parçalanmaların önüne geçileceği vurgular. Devirme işlemlerinde mutlaka toprak yastıklama kullanılması, böylece toprak yastıklama, üzerine düşen kütle kuvvetini sönmüneceği ve kütlelerin dağılmasına engel olunacağı üzerine dikkat çekmektedir.

Aydın, (2018), “Doğaltaş-Mermer ve Endüstriyel Mineraller Daire Başkanlığı adına Mermer Artıklarının Değerlendirilmesi Ve Ocakların Rehabilitasyonu” adlı sunumunda, kamu ve özel sektör kuruluşlarının pasa ve artık malzemelerin kullanımına teşvik edilmesi, kamu ve madencilik sektörü arasındaki koordinasyonu sağlanması, sahaların etkin, verimli kullanımı ile rezerv kaybını azaltılması, pasa ve artıkların kullanılması ve değerlendirilmesi ile zaman ve enerji tasarrufu sağlanması, doğal örtü tahribatını azaltılması ve çevreye duyarlı madenciliği geliştirmesi, orman, mera, şahıs, hazine vb. arazilerindeki tahribatı azaltılması, rehabilitasyona yönelik bilinç düzeyini artırılması konularına değinmiştir.

Çiner, vd. (2018), “Endüstriyel Katı Atık Olarak Mermer Atıklarının Çevresel Etkileri Ve Değerlendirilme Alternatifleri”, adlı çalışmalarında artık miktarının tesise giren her bir ham bloğun ağırlığından/hacminden, tüm işleme süreçlerinden sonra o bloktan elde edilen son ürün ağırlığının/hacminin çıkarılması ile bulunabileceğini ancak doğal taş işleme tesislerinde bu verilerin kayıt altına düzenli alınmadığından bu yöntemle doğal taş tesislerindeki artıkların hesaplanması mümkün olamayacağından bir ham bloğun kesilmesi ile ortaya çıkan artık miktarının teorik olarak levhaların ve S/T plakaların kesim kalınlığına, kesici olarak tercih edilen makine tipine (Katrak ya da

S/T) ve kesici yüzey (Katrak soketi ya da S/T soketi kalınlığına bağlı olarak hesaplanmasını önermişlerdir.

Deniz, (2018), öncelikle mermer atıklarından beyaz olanlarının ayıklanarak öğütme ve kaplama işlemleri ile katma değeri yüksek kalsit olarak boya, plastik, kağıt, kablo vb. sektörlerde kullanılabilmesi, sonucuna varmıştır. Bunun için öncelikle mevcut mermer atıklarının özelliklerinin belirlenmesi ve ekonomik olarak piyasada mikronize kalsit olarak üretilip üretilmeyeceğinin ortaya koyacak iyi bir Ar-Ge çalışmaları şart olduğunu belirtmiştir. İkinci şartın ise, malzemeye uygun kırıcı-elek ve öğütme-sınıflandırıcı ekipmanların olduğu kapsamlı bir tesis projelendirilmesi gerektiğine vurgu yapmıştır.

Erdemoğlu ve Göktaş, (2018), Mermer Artıklarından Katma Değeri Yüksek İleri Seramik Tozlarının Üretimi adlı çalışmalarında, mermer toz atıklarının seramik hammaddesi olarak yarar sağlayacağı düşünülen kalsiyum silikat ya da mineralojik adıyla vollastonit ( $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  ya da  $\text{CaSiO}_3$ ) gibi katma değeri yüksek seramik tozların üretiminde kullanılması üzerine araştırma yapmışlardır.

Evren, (2018), Atık Mermer Parçalarından Cam Elyaf Katkılı Yapay Mermer Bloklarının Üretimi Ve Karakterizasyonu adlı yüksek lisans tezinde, epoksi reçine ve mermer tozu ile homojen karışması için polimerik 4,4'-metilen difenil izosiyanat (PMDI) kullanarak kompozitler üretmiş, bunların mekanik mukavemetini fazlaştırmak için ise cam elyaf ve tencel lifi katkı malzemesi olarak eklemiştir. Eklenen katkı maddeleri arasında en iyi termal kararlılık, uygulanan çeşitli karakterizasyon testleri sonucunda, %2 oranında eklenen 2mm tencel lif katkılı kompozit grubu olduğu görülmüştür.

Güçer ve Erdemir, (2018), Mermer Atıklarının Neden Olduğu Çevre Sorunları Ve Analitik Yaklaşımları araştırdıkları makalelerinde mermer sektörünün oluşturduğu çevre sorunları kısaca özetlenmiş ve analitik çözümler için insan boyutu ve alt yapısı ile organizasyonu konusundaki bilgiler verilmiştir.

Kocabağ, (2018), Sürdürülebilir Madencilik Bağlamında Mermer Sanayi Ve Mermer Atıklarının Değerlendirilmesi adlı çalışmasında aynı bölgede bulunan mermer ocaklarında oluşan atıkların merkezi bir noktada toplanarak, farklı şekillerde değerlendirilebileceği, sektör firmalarının ortak olacağı firmalar üzerinden ekonomik olarak değeri olan ürünlere dönüştürülebileceğini belirtmiştir.

Şimşek, (2019), Mermer Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma adlı yüksek lisans tezinde 77 adet firma temsilcisiyle 2018 TÜYAP Bursa 4. Uluslararası Mermer Fuarında görüşme yapmış ve her işletmeye, mermer üretimi, işlenmesi, satışı ve mermer atıkları değerlendirilmesine ilişkin yönelttiği sorulardan elde ettiği verileri grafikler üzerinden değerlendirilmiştir.

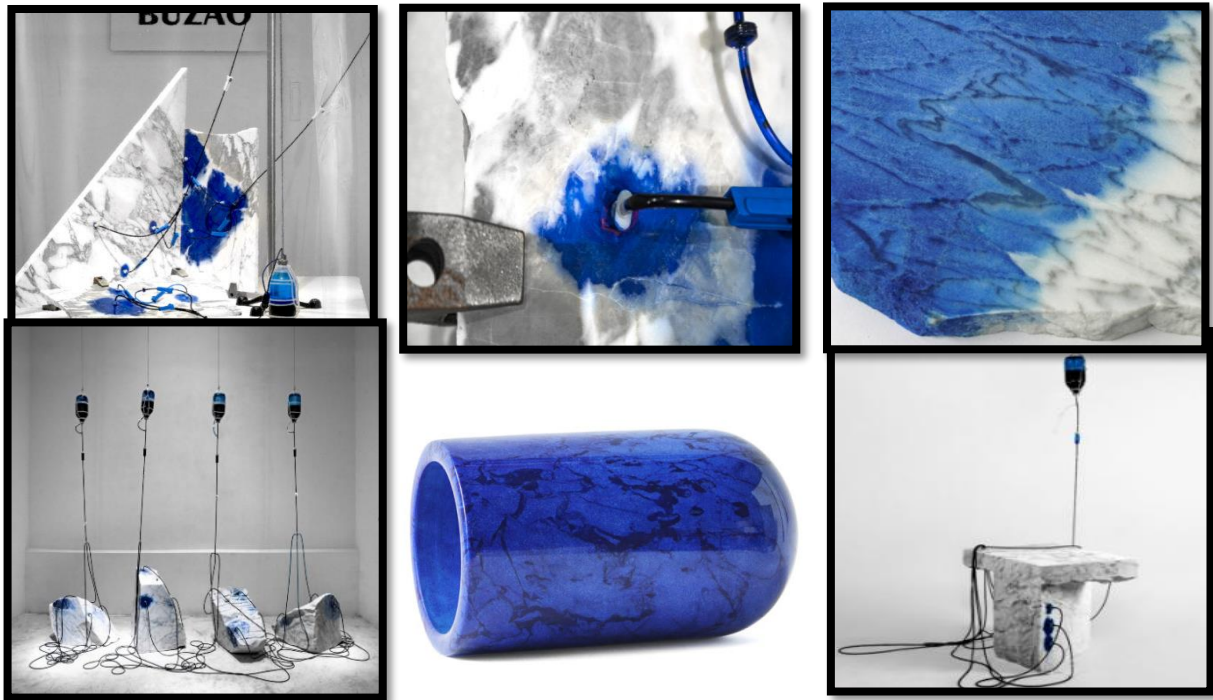
Aydın ve Karakurt, (2020), Doğaltaş Üretim ve İşleme Tesisi Atıklarının Değerlendirilmesi adlı çalışmalarında, doğal taşların başta inşaat sektörü olmak üzere çeşitli alanlarda sahip oldukları önemli özellikleri sayesinde yapı malzemesi olarak kullanıldığını ancak, bu ürünlerin üretiminin/işlenmesinin çeşitli aşamalarında yüksek miktarlarda atık açığa çıktığını, bunların beton üretiminde, yol yapımında, dolgu ve cam endüstrisinde ve taşkın önleme barikatlarının oluşturulmasında, toprağın

nötralizasyonunda, çimento üretiminde, malzeme üretiminde, filtreleme işlemlerinde, plastik üretiminde, boya ve yem endüstrisi gibi farklı alanlarda değerlendirilebileceğini belirlemekte bu kullanımları ayrıntılı bir şekilde vermektedirler.

Yılmaz, (2020), çalışmasında da yol üstü yapısında temel tabakalarında doğal agrega yerine alternatif kullanımı olarak düşündüğü atık mermer agregasının, doğal malzeme ile mukayeseli olarak ekonomik analizini yaparak, her iki malzemenin birim maliyetlerini belirlemiştir.

## 2.5. Mermerlerin Renklendirilmesi Üzerine Önceki Çalışmalar

Çinli tasarım stüdyosu Buzao, (2019), “Dyeing-Marble-Gemstone-Colouring-Materialdistrict-13” isimli çalışmalarında doğada her oluşumun insanı memnun edecek şekilde olmadığını eşit kalitede ve güzellikte yaratılmadığını, bu nedenle, değerli taşların iyileştirmek için bazen kimyasal boyalarla yeniden renklendirerek malzemenin organik dokusunu güçlendirildiğini belirtmektedir. Bunun için mermerin boyanması üzerinde deneyler yapmış ve tatmin edici olmayan değerli taşların kimyasal boyalar kullanılarak renklendirilmesi süreci sonunda doğal taş yüzeyine organik olarak yayılan saf mavi yapay rengi elde etmiştir. Hafif gözenekli olan mermere kullanılan mavi boyalar damlama şeklinde bir düzenek kullanılarak boya yavaş ve sürekli olarak enjekte edilir. Renk taş boyunca doğal bir şekilde yayılır ve dokuyla kesişerek rastgele bir etki yaratır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Buzao tarafından denene mermer boyama(<https://materialdistrict.com/article/dyeing-marble-gemstone-colouring/>).

Zavalczki Nora, *Kayaları Boyama Teknikleri* isimli makalesinde boyama işlemlerini boyadığınız malzemelerin gözenekliliğine veya boyama şekli için kişisel tercihlerinize bağlı olduğunu belirtmektedir. Emicilik derecesi daha yüksek ve daha gözenekli olan kayalar üzerinde fırça ile boya uygulanabileceğini, ancak gözeneklilik oranı daha düşük olan kayalarda da fırça boya kullanabileceğini fakat boyaların yüzeye yapışmasını sağlamak için boyaları uygulamadan önce yüzeyi zımparalayıp astarlamanız gerektiğini iletmektedirler. Hem su bazlı hem de yağlı boyalar kayaların boyanması için uygun olabileceğini ve bu da farklı motifler oluşturmanıza ve boyalı yüzeye detaylar eklemenize olanak tanıyacağını, kayaya parlaklık kazandırmak için vernik uygulanması veya renkleri korumak için kayaları balmumuyla kaplanması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Airbrush olarak bilinen küçük bir alet ile de mürekkep veya diğer boyalar tutkalla karıştırılarak renklerin yüzeye yapışması sağlanacağını ve bu teknik her türlü kaya için kullanılabilceğini ve gözeneklilik oranı daha düşük olan mermer veya diğer kayalar için ideal bir yöntem olduğunu belirtmektedirler. Doğal bitkisel yağlarla boyama, değerli taşlar gibi kayaların renklerini zenginleştirmeye yönelik geleneksel bir teknik olduğuna sedir ağacı yağı ve keten tohumu yağı en yaygın olarak kullandığına ve genellikle doğal bir pigment olan renkle karıştırıldığına, bu teknik genellikle zümrüt, yakut ve kuvarsta kırık dolgusu olarak kullanıldığına değinmektedir. Taşları ısıtma yoluyla boyanabileceğini, değerli taşların görünümünü iyileştirmek için kullanılan bu teknikte taşların yağ veya su bazlı boyalarla renklendirilip sonra ısıtılarak boya çözeltisi buharlaştırıldığını ve kalsedon, kuvarsit, opal ve korundum genellikle bu teknik kullanılarak boyandığını ifade eder ([https://www.ehow.com/how\\_8735454\\_dye-rocks.html](https://www.ehow.com/how_8735454_dye-rocks.html)) .

Matthew L Mcdonough 1919-02-11 tarihinde yayınlanan US1293832A kodlu patentinde mermerin buhar ısısına tabi tutulmasından ve ikinci olarak bu şekilde ısıtılmış mermere, kömür yağı, alkol ve bir anilin boya karışımının uygulanmasından oluşan mermer boyama işlemini gerçekleştirmiştir. (<https://patents.google.com/patent/US1293832A/en>)

Maurice W. MihelichDiane M. Mihelich 2002'de yayınlanan Doğal taş için dekoratif boya renklendirici adlı patentinde granit, mermer, kireçtaşı ve sabuntaşı gibi çeşitli doğal taş türlerinde kullanıma yönelik dekoratif bir boya renklendiriciyi solventte çözünebilen bir boyanın keton veya alkol gibi uygun bir solventle karıştırılarak bir boya solüsyonu oluşturulmasıyla gerçekleştirmişlerdir. Çözücü boyanın taş yüzeyinde bulunan gözeneklere veya açıklıklara kolayca nüfuz etmesini sağlayarak taş yüzeyinin görünümünü bozmayacak şekilde taşı renklendireceğini boya, çıkarmaya veya renk değiştirmeye karşı dirençli olduğunu ancak belirli kimyasalların boya ile uzun süreli temasıyla giderilebileceğini, boyanın çıkmasını kalıcı olarak önlemek için, boyanın üzerine bu tür malzemelerin boyayla temas etmesini önleyen bir kapatıcı uygulanması gerektiğini bildirmektedirler.

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Anadolu'nun hemen her bölgesinde henüz üretim ve rezerv tespiti yapılmayan kalsit oluşumlarına rastlamak mümkündür. Bilinen rezervlerin toplamı yüz milyonlarca ton ile ifade edilebilir. Mersin Bölgesinde çok fazla mermer ve kalsit oluşumları olduğu için yapılan arazi çalışması sonrası kalsit-mermer oluşumlarının nasıl değerlendirileceği konusunda araştırmaya başlanmıştır (<https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kalsit>). Boya sektöründe de kuru öğütülmüş kalsitin kullanıldığı bilgisi göz önünde bulundurularak ilk olarak kalsit temini için Mersin iline bağlı Kerimler Mahallesi' nde arazi çalışmaları yapılmıştır (Şekil 1.3).



Şekil 3.1 Mersin / Kerimler kalsit oluşumları.

Artık mermerin değerlendirilmesi üzerine mevcut birçok çalışmanın incelenmesi sonucu süs taşı olarak değerlendirmek üzere de bölge işletmelerde en çok kullanılan 3 farklı cins mermer beyaz, bej ve gri mermerlerin 'paledyen' olarak adlandırılan parça artıkları renklendirme çalışmaları için temin edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Denemeler için seçilen beyaz, bej ve gri mermerler.

### 3.2. Yöntem

Dört aşamada gerçekleşen bu çalışmada, ilk aşamayı kullanılacak malzeme olan kalsit ve artık mermerler ile uygulanacak yöntem üzerine literatür taraması oluşturmaktadır. İkinci aşamada Mersin bölgesi çevresinde yaygın olan kalsitlerin ve işletmelerde oldukça fazla artık ürün olan mermerlerini seçimi, temini ve renklendirmek için planlanan prosese göre şekillendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Üçüncü aşamayı elde edilen el örneklerinin yapısının anlamak için ince kesitleri yapımı, farklı pigmentler ile renklendirmesi ve takıya dönüştürmesi işlemlerini içeren laboratuvar çalışmaları olmaktadır. Büro çalışmaları tüm verilerin değerlendirildiği ve tez yazımını gerçekleştirdiği dördüncü ve son aşamadır.

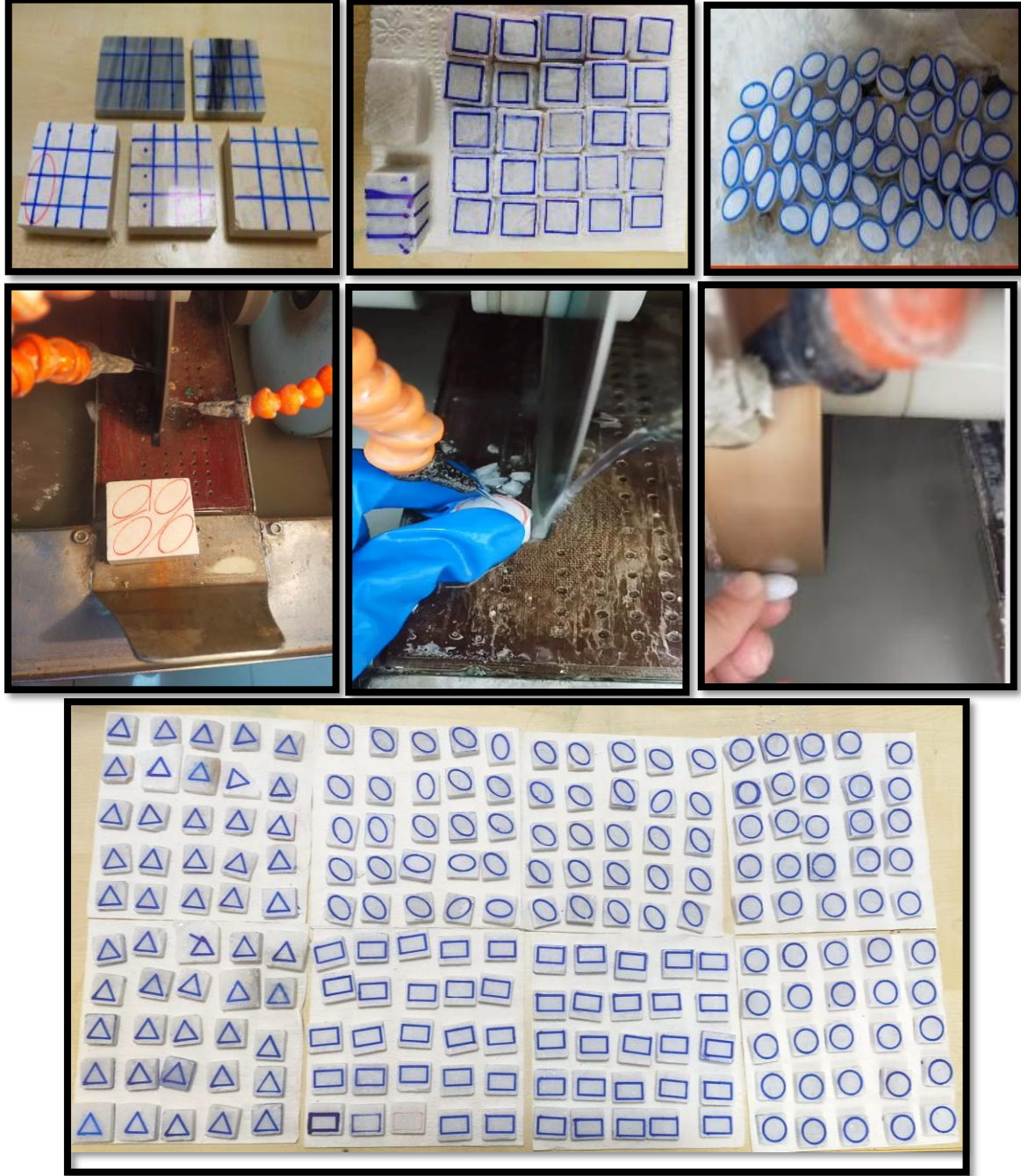
#### 3.2.1. Literatür Çalışmaları

Mermer oluşumları, ülkemizde ki mermer çeşitleri, mermerlerin kullanım alanları, artıklarının nasıl değerlendirildiği ve renklendirilmesi üzerine olan makalelere, raporlara ulaşmak için birçok kütüphane, ulusal-uluslararası dergiler taranmıştır.

#### 3.2.2. Seçilen Malzemelerin Ön Hazırlığı

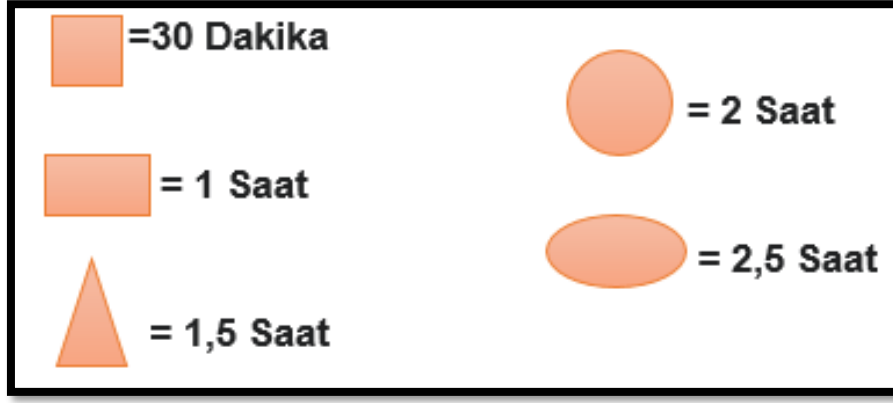
Birçok mermer işleme atölyesi gezilerek en çok tercih edilen dolayısıyla ile artığı çok olan beyaz, bej ve gri renkteki mermer türleri renklendirme işlemi öncesi süs taşı olarak kullanıma uygun formda şekillendirilmiştir.

Bu üç çeşit mermer boya solüsyonlarında bekletilmeden önce boyanın daha iyi nüfus etmesi için gerekli ısıtma işlemi öncesi Mersin Üniversitesi Takı Teknolojisi ve Tasarımı Yüksekokulu süs taşı işleme atölyesinde farklı kesim formları uygulanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Mermerlerin renklendirme işlemleri öncesi şekillendirme aşamaları.

Fırında kalma sürelerinin karıştırılmaması için 30 dk bekletilenler kare, 1 saat bekletilenler dikdörtgen, 1.5 saat bekletilenler üçgen, 2 saat bekletilenler daire, 2,5 saat bekletilenlere ise oval form verilerek kaboşon şekillendirilmiştir (Şekil3.4).



Şekil 3.4. Geometrik şekillerin temsil ettiği süreler

Her bir mermer türü için 100 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C de 5 farklı sıcaklık için ayrı kavanozlar hazırlanmış ve fırında bekleme süreleri farklı olanlar geometrik formlarla belirlendiği için aynı sıcaklıkta olanlar tek bir kavonazda bekletilmiştir (Tablo 3.1)

Tablo 3.1. Her bir mermer çeşidi için uygulanan zaman ve sıcaklık değerleri

Sıcaklık→ Süre↓	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C
30 dk					
1 saat					
1,5 saat					
2 saat					
2,5 saat					

Beyaz, bej ve gri mermerlerden her bir formdan her solüsyon için 10 adet şekillendirilmiştir. Bunlardan 5 adedine kabaşon form verilmiş, diğer 5 adet de boyanın nüfus etme derecesini belirlemek için kesileceğinden düz olarak şekillendirilmiştir. Her üç tip mermerden bir solüsyon için 150 (50 beyaz, 50 bej, 50 gri) mermer şekillendirilmiş olup 5 farklı boya solüsyonu için toplam 750 mermer şekillendirilmiştir (Şekil 3.5).





Şekil 3.5. Isıtma ve boyada bekletme işlemi öncesi şekillendirilmiş mermerler.

### 3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Denemeler sonunda sektördeki artık mermerlerden seçilen üç tip mermerin boya absorpsiyon dereceleri hakkında yorum yapabilmek adına polarize mikroskop altında dokusal özelliklerini tespit edebilmek için Mersin Üniversitesi Jeoloji Müh. Laboratuvarlarında ince kesitleri yaptırılmıştır.

Arazi çalışmalarından elde edilen kalsit mineralleri için 50 gr bakır sülfat ve 500 ml sıcak su ile bir çözelti hazırlanmıştır. Kalsit ve mermerler için bakır sülfat ve demir oksit, farklı boya tiner ve keten tohumu solüsyonları hazırlanarak ön araştırma için denemeler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Ön denemeler için hazırlanan solüsyonlardan bakır oksit solüsyonu.

Araziden toplanan kalsit kristallerinin sertliği düşük olduğundan sulu işlemler için olan silisyum karbür kağıt zımparalar ile süs taşı olarak kullanılabilirliğini ölçmek için şekillendirme işlemleri yapılmıştır. Aşındırma işlemi için sulu zımpara kağıdının iri taneli olan 80-100 numaradan başlanarak sırası ile 200-400 de formu verildikten sonra 600-800 numaralar ile yüzeylerin daha pürüzsüz hale getirmek için işleme devam edilmiş en son cila için ince taneli olan 1000 -1500 numaralar ile işlem sonlandırılmıştır.



Şekil 3.7. Kalsit kristalinin şekillendirme aşamalarından 100 numaralı kağıt zımparada yapılan işlem.

Ön denemelerden elde edilen gözlemler sonunda çözücü olarak sıcak suda eritmek üzere gıda boyası, bakır sülfat, kumaş boyası, metilen mavisi ve asetonda çözülmek üzere mürekkep boyası olarak 5 farklı özellikte renk pigmentleri seçilmiştir.

Üç farklı mermer çeşidi (beyaz, bej ve gri) için 5 farklı ısı derecesinde (100°C, 150°C, 200°C, 250°C, 300°C) toplam 15 adet olmak üzere 5 farklı boya solüsyonundan (gıda boyası, bakır sülfat, kumaş boyası, mürekkep, metilen mavisi) 75 adet solüsyon hazırlanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Mermerlerin için hazırlanan boya solüsyonları.

Bütün mermer çeşitleri beş farklı ısı derecesinde fırında ısıtılarak ait olduğu kavanoza atıldı. Boya solüsyonlarında bir hafta bekletilenler mermer çeşitlerinden hangi boyanın, hangi ısı uygulamasında hangi mermer çeşidine nasıl etki ettiği gözlemlenmiştir.

#### 3.2.4. Büro Çalışmaları

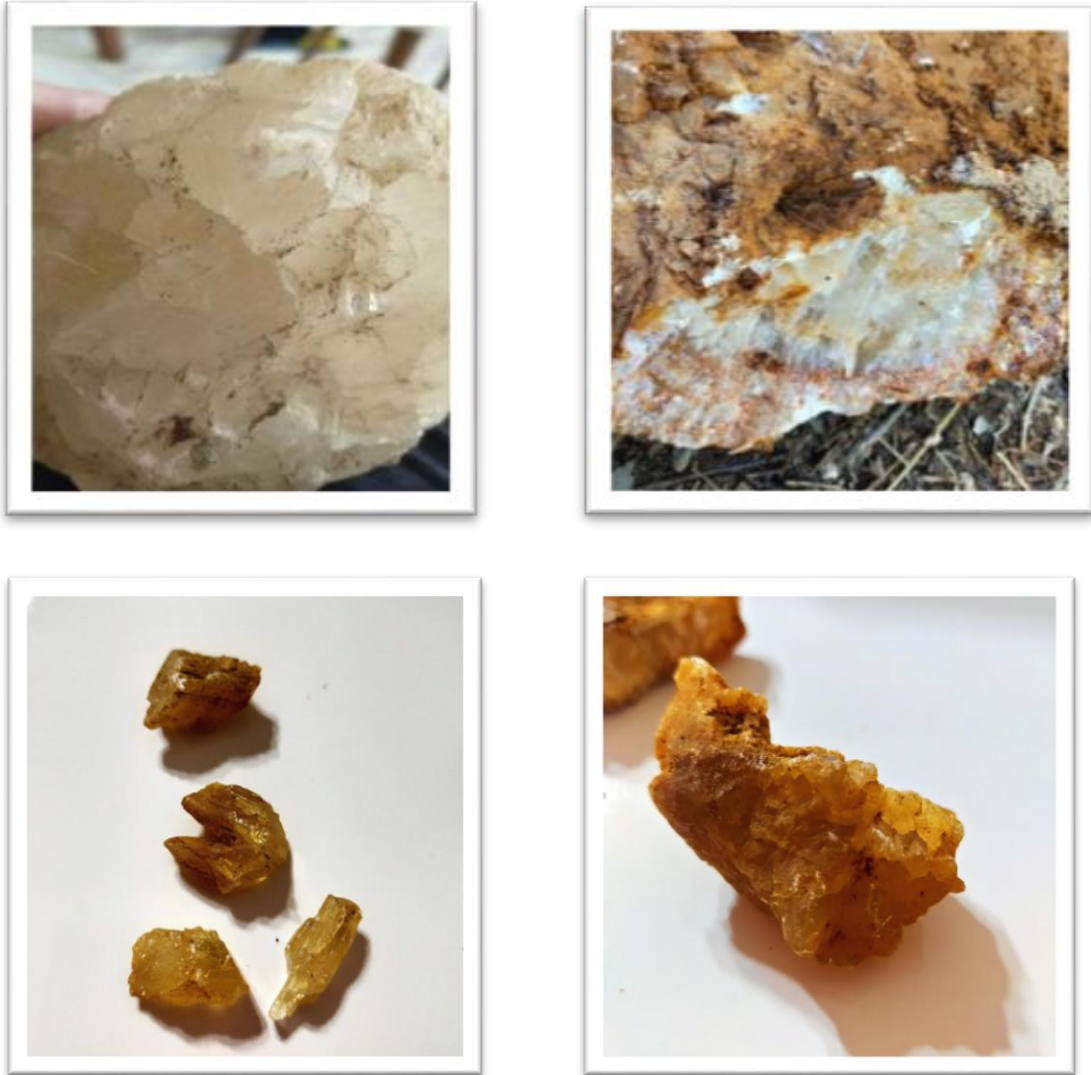
Mermerlerin renklendirilip süs taşı olarak kullanımı üzerine olan bu çalışmada belirlenen prosese göre farklı ısılarda farklı sürelerde tutulan örneklerin 5 farklı renkli solüsyon içerisinde ( gıda boyası, bakır sülfat, kumaş boyası, mürekkep, metilen mavisi) bekletildikten sonra elde edilen sonuçları değerlendirilmiş ve elde edilen verilen ışığında tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kalsit kristalleri ve mermeri renklendirilerek süs taşı olarak daha yaygın kullanılmasını hedeflediğimiz bu çalışma için öncelikle Mersin çevresinde bolca bulunan kalsit mineralleri üzerinde denemeler yapılmıştır. İkinci aşamada mermer işletmelerinin her aşamasında arta kalan mermerlerin süstaşı olarak değerlendirilmesi amacı ile 3 farklı tip mermerler üzerinde denemeler gerçekleştirilmiştir.

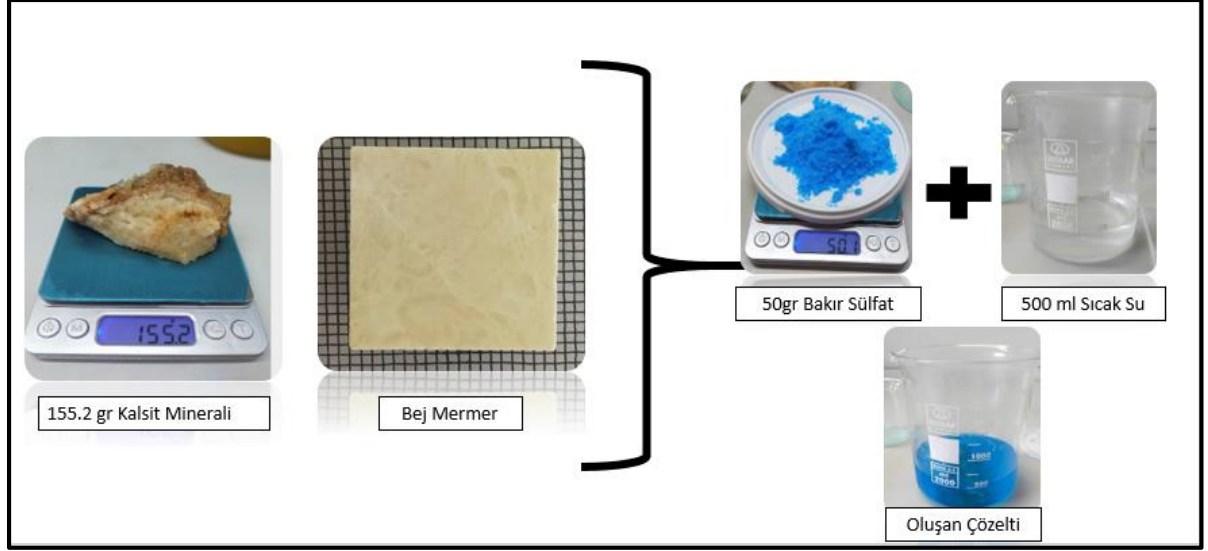
##### 4.1. Kalsit Kristalinin Renklendirilmesi

Tüm sıcaklık ve basınçlarda kararlı bir kalsiyum karbonat formu olan kalsitin polimorfları aragonit ve vaterit mineralleridir. Yeryüzünde bol miktarda oluşumları mevcut olup Mersin ve çevresinde de yaygın olarak görülür. Mersin-Kerimler arazi çalışmaları ile toplanan kalsit mineralleri laboratuvar ortamında renklendirme çalışmaları yapılmıştır.



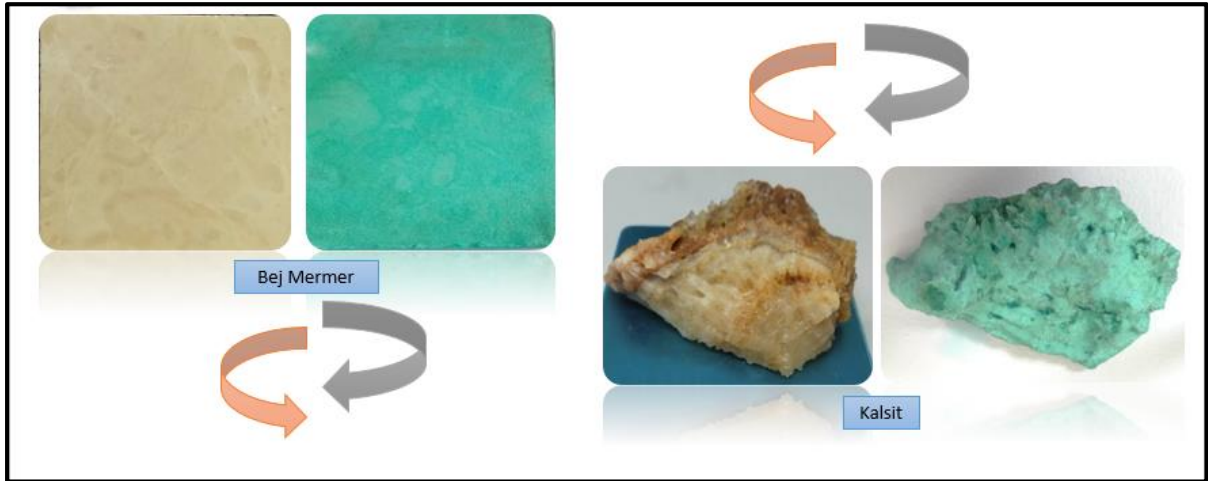
Şekil 4.1. Arazi çalışmaları sonucu toplanan kalsit mineralleri.

Arazi çalışmasından elde edilen kalsit minerali üzerinde bakır sülfat pentahidrat formülünün etkisi araştırılmıştır. Kalsit minerali hazırlanan sıcak su ve bakır sülfat pentahidrat ile hazırlanan çözeltinin içine yerleştirilmiştir (Şekil.4.2) . Bej renkli mermeri de gözlelemek için aynı çözeltiyeye yerleştirilmiştir.



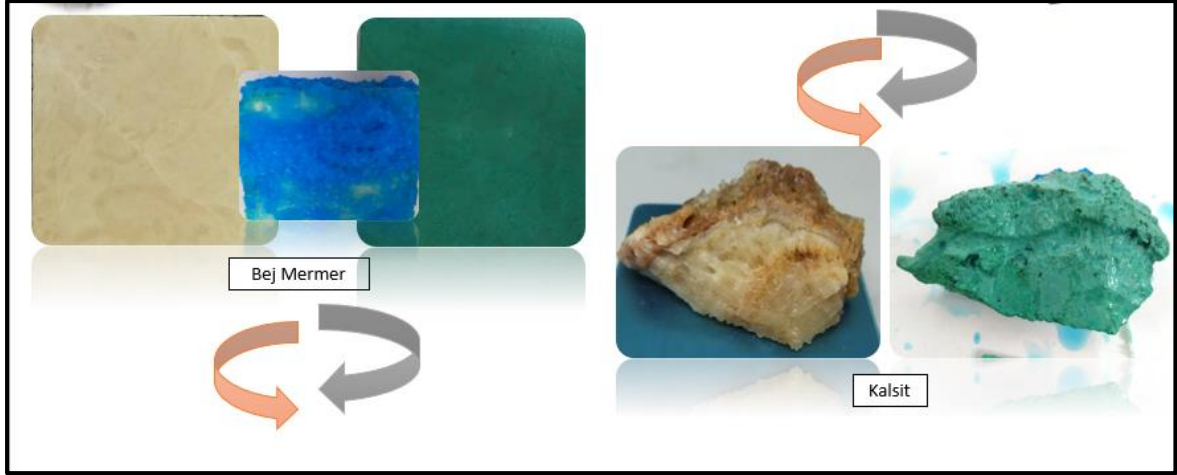
Şekil 4.2. Renklendirme çalışması yapılan kalsit minerali ve bej mermer.

Yirmi bir gün sonra sonuçlar incelendiğinde kalsit ve bej mermer oluşumlarının açık tonda bir yeşil renk aldığı görüldü (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Kalsit minerali ve bej mermerin renklendirme çalışması (21 gün sonra)

Mermer çözüldükten 28 gün sonra incelendiğinde hava ile temas etmesi sonucunda bej mermer üzerinde mavi kristalleşme gözlemlendi aynı zamanda hem kalsit hem de bej mermerde daha koyu bir yeşil renk elde edildi (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Kalsit minerali ve bej mermerin renklendirme çalışması (28 gün sonra)

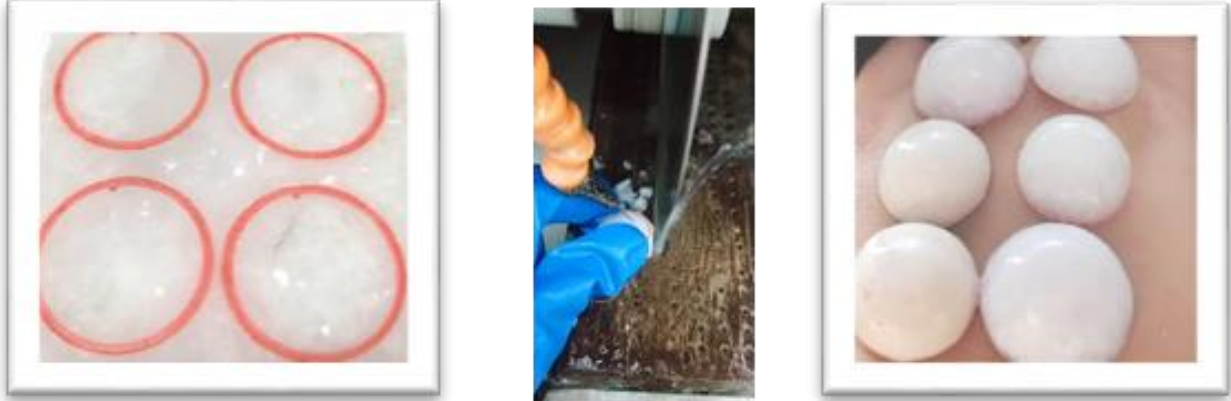
35 gün sonra Bakır Sülfat Çözeltisi içinde bulunan Kalsit Mineralinden kesit alınmıştır. Renklenmenin kristal yapıdan dolayı gözenekli olmadığı için iç kısımlara kadar ulaşamamış olduğunu ve yüzeyde bir renklenmeye neden olduğu gözlenmiştir. Kalsit kimyasında olan karbonat ve çözeltideki bakırın tepkimeye girerek bakır karbonat yeşil bir renklenme gerçekleşmiştir (Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Bakır Sülfat içinde bekletilen kalsit kristali (35 Gün sonra)

## 4.2. Mermerlerin Renklendirilmesi

Kalsit kristalinde Bakır Sülfat ile alınan sonuçtan iyi bir etki yakalandığından dolayı kabaşon olarak şekillendirilen beyaz kristalize mermerde de aynı çözelti de deneme yapılmıştır. Süs taşı olarak kullanılması amaçlandığı için öncelikle kristalize mermer daire kabaşon form verilerek cilalanmıştır (Şekil 4.6).



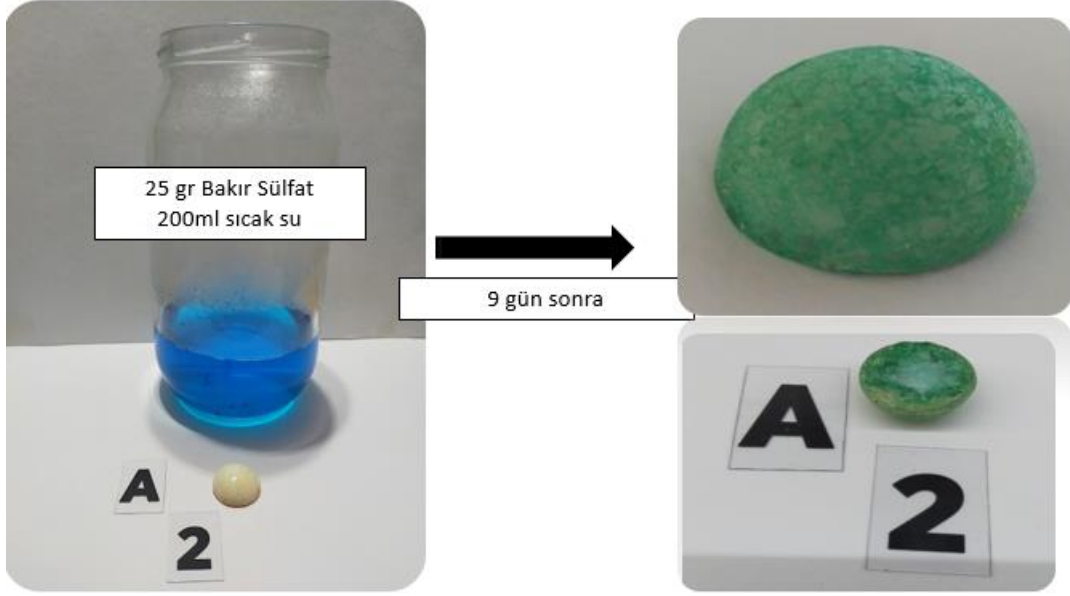
Şekil 4.6. Renklendirme öncesi beyaz kristalize mermere uygulanan işlemler.

Şekillendirilen mermer gözeneklerinin daha iyi bir şekilde açılarak boyayı emme derecesinin artırılması amacı ile 200 °C sıcaklıktaki fırında 50 dk bekletildi (Şekil 4.7). Daha sonra 25 gr bakır sülfat ve 200 ml sıcak su ile oluşturulan çözeltiye mermer yerleştirildi.



Şekil 4.7. Beyaz kristalize mermerin ısınma öncesi ve sonrası

Dokuz gün sonra mermerde açık yeşil ton gözlemlenmiş ve gözeneklerin arasından bakır sülfat çözeltisinin sızdığını tespit edilmiştir (Şekil 4.8). Dört ay sonra aynı mermeri gözlemlendiğinde oldukça koyu tonda bir yeşil renk aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.9).



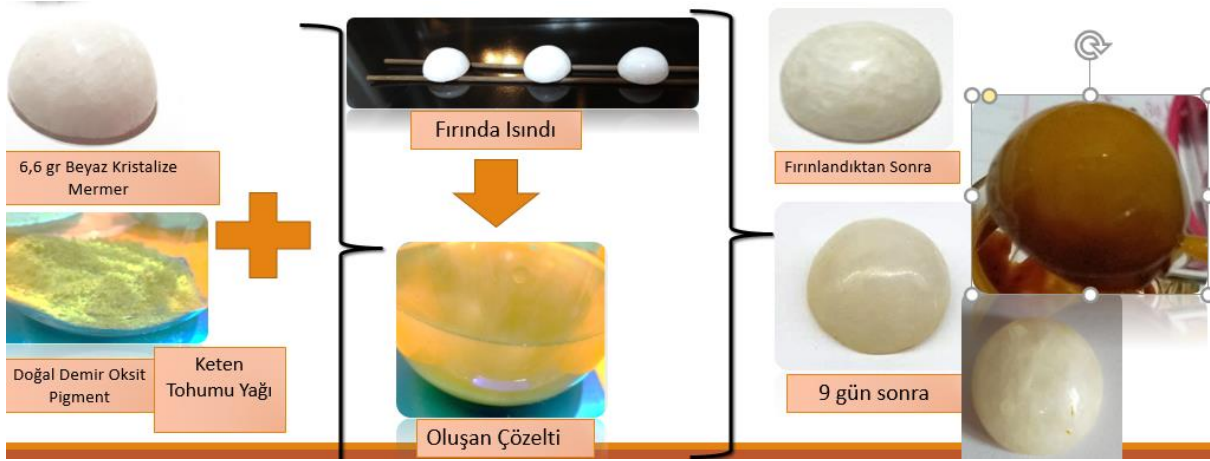
Şekil 4.8. Beyaz kristalize mermerin 9 gün sonraki renk değişimi.



Şekil 4.9. Beyaz kristalize mermerin 4 ay sonraki renk değişimi.

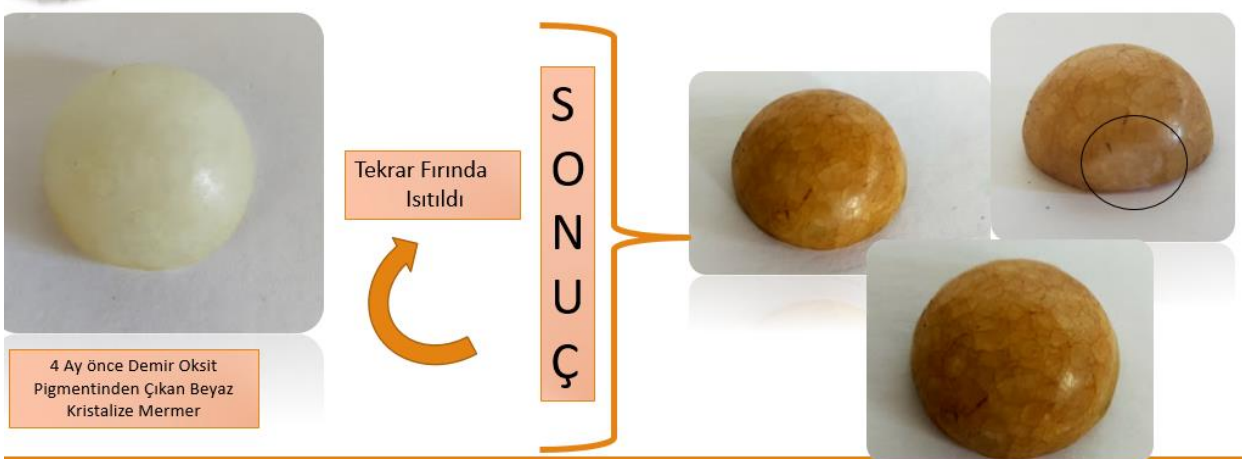
200 derecede 50 dk ısı işleme tabi tutulan kristalize beyaz mermer üzerinde ayrıca bire bir buçuk oranlarında doğal demir oksit ve keten tohumu yağı karıştırılarak hazırlanan çözeltide de denemeler yapılmıştır. Önce sarı doğal demir oksit pigment, mermer yüzeyini kaplamış gibi görünse de su ile temas edildiğinde pigmentin yüzeyden uzaklaştığı görüldü. Ve geriye çok çok az renklenmiş hafif sarı renk almış mermer kaldı. Dokuz gün sonra mermer incelendiğinde mermerin çok hafif sarı renk aldığı görülmüştür (Şekil 4.10).





Şekil 4.10. Demir oksit pigmenti ile renklendirilen beyaz kristalize mermer 9 gün sonucu.

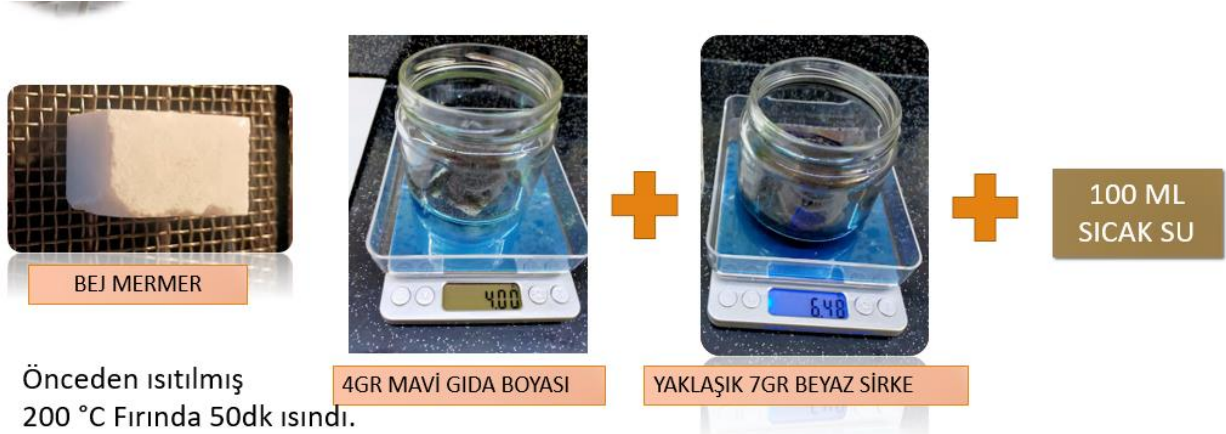
200 derecede 50 dk ısıtılan aynı mermer 4 ay sonra tekrar ısıtıldı ve mermerin şekil 4.11. 'de görüldüğü gibi işaretli kısmı zımpara kağıdına sürüldüğünde sonuçta neredeyse tamamının rengi absorbe ettiği tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Demir oksit pigmenti ile renklendirilen beyaz kristalize mermer 4 ay sonraki sonucu.

Kristalli mermerde bekleme süresinin renklenme yoğunluğu açısından önemli olduğu süre artıça renklenmenin fazla olduğu bu iki denemede tespit edilmiştir. Ancak kısa sürede etkin renklenme sektöründe önemli olduğu için mermer çeşidi, ısı dereceleri ve fırında bekleme süreleri ve farklı boya pigmentleri gibi değişkenler kullanarak iyi bir renklendirme için denemeler yapılmıştır.

Kristal boyutu gözle daha küçük olduğu görünen bej renkli mermer üzerinde farklı pigment ve çözelti denenmiştir. Dikdörtgen formda bej mermer, önceden ısıtılmış 200 °C fırında 50 dk ısıtılma tabii tutuldu. Kavanozun içinde 4gr mavi gıda boyası yerleştirildi ve üzerine yaklaşık 7gr beyaz sirke ilave edildi. Son olarak karışımın üzerine 100 ml sıcak su eklendi (Şekil 4.12)



Şekil 4.12. Mavi gıda boyası ile renklendirilen bej mermer.

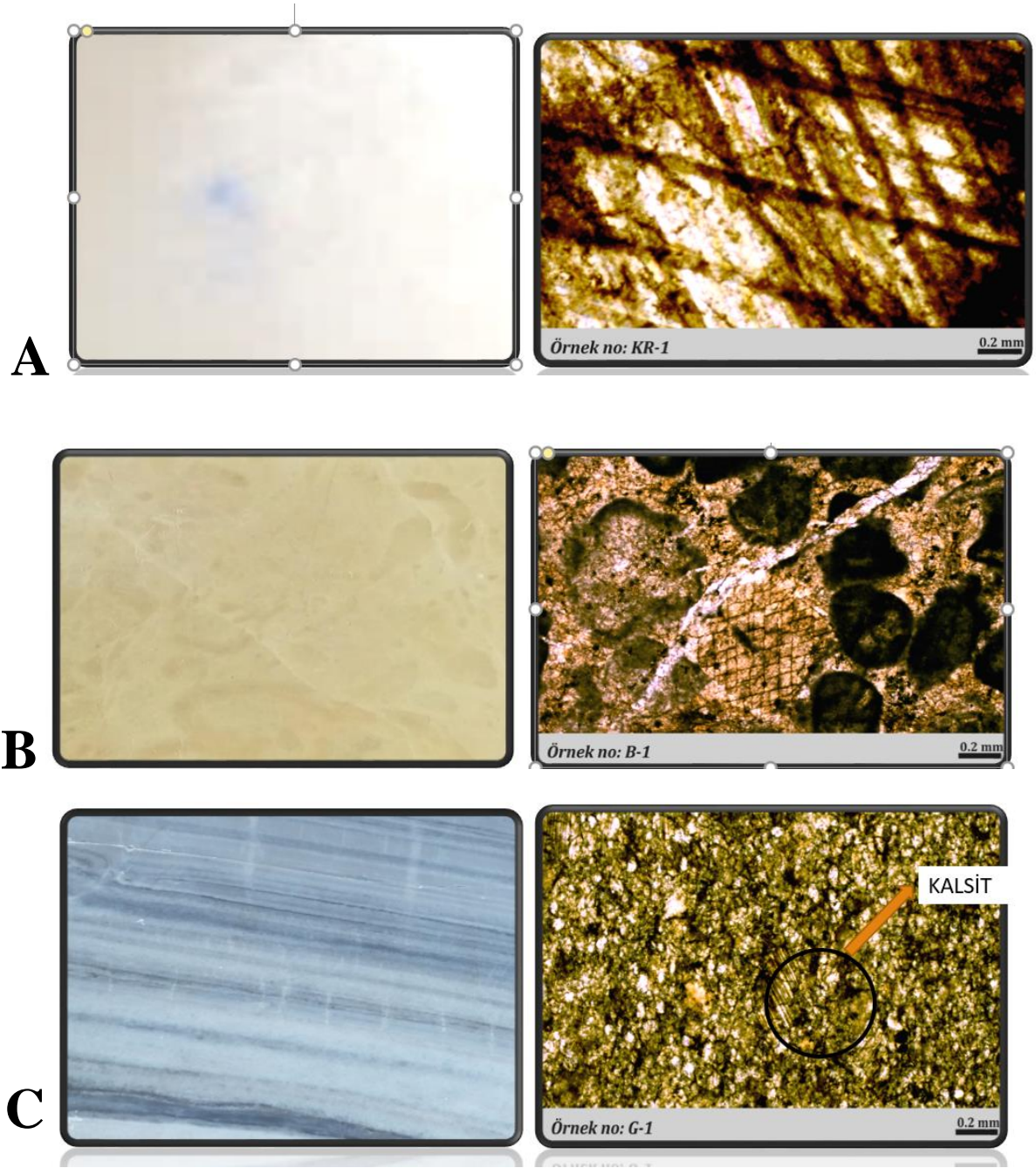
Hazırlanan boyarmadde karışımından çıkarılıp görseli alınan bej mermerde oldukça koyu bir mor renk elde edildiği gözlemlenmiş olup taş ortadan ikiye bölünerek kesit alınmıştır. Alınan kesitte mor rengin mermerin iç kısmına nüfus ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Renklendirilen Bej Mermerin 22 Gün tamamen içine boyayı aldığı gözlemlenmiştir

### 4.3. Mermerlerin Dokusal Özellikleri

Renklendirmeler için yapılan deneylerde iyi etki yakalandığı sonucuna varıldığından daha sistematik bir şekilde renklendirme deneyleri için seçilen 3 farklı kristal yapıdaki mermerlerin dokusal özellikleri hakkında daha detaylı bilgi edinmek için polarize mikroskopta incelenmek üzere ince kesitleri alınmıştır. Kistalize beyaz (A) mermerin de ince kesit görüntüsünde çok daha iri kalsit mineraline rastlanırken, bej (B) rengi mermerin ince kesitinde iri kristalize ve fosilli yapı görülmüştür. Marmara grisi (C) mermer ince kesitine bakıldığında ise kalsit oluşumları dikkat çekmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Beyaz(A), bej (B) ve gri (C) mermerlerin ince kesit görüntüleri.

#### 4.4. Mermerleri Renklendirme Çalışmaları

Seçilen .kristalize beyaz, fosilli bej ve ince kristalli gri mermerlerin artıklarını renklendirerek süs taşı olarak ekonomiye katkı sunmak amacı ile yapılan bu çalışmada beş farklı boya pigmenti içinde bekletilmeden önce şekillendirilmiş ve beş farklı derecede, beş farklı sürede ısıl işlem uygulamıştır. Isıl işlemler uygulanan mermerler, hazırlanan boya solüsyonlarında bekletilerek renklendirilmeye çalışılmıştır.

#### 4.4.1. Mermerlerin Şekillendirmesi

Üç farklı mermer fırında tutulma sürelerine göre, yarım saat için kare, bir saat için dikdörtgen, bir buçuk saat için üçgen, iki saat için daire, iki buçuk saat için oval şekillendirme işlemleri yapılmıştır. Her boya çözeltisi için 2 grup hazırlanmıştır. Renklendirme sonrası kullanılabileceği düşünülerek bir gruba kabaşon form verilmiş, diğeri ise iç kısımlarının boyayı çekme durumunu gözlemlemek için kesilebileceği düşünülerek sadece geometrik formda bırakılmıştır. Şekil 4.15'te sadece kumaş boyası çözeltisi için hazırlanan gruplar görülmekte benzerleri gıda boyası, bakır sülfat, mürekkep boyası ve metilen mavisi için de yapılmıştır.



Şekil 4.15. Beyaz, bej ve gri mermerlerin şekillenmiş ve ısıtılmaya hazır kumaş boyası çözeltisi için olan örnekler.

#### 4.4.2. Mermerleri Isıtma İşlemleri

Şekil 4.15 görüldüğü gibi solda yer alan sütun dakikalar için ayrılmıştır. 30 dk – 1 saat- 1,5 saat- 2 saat-2,5 saat için farklı şekiller verilen mermer yatay sütunda görülen 100-150-200-250-300 derecede ısıtılmıştır. Böylece her bir derece için hazırlanan çözeltide tüm sürelerde bekletilen mermerleri yerleştirerek çözelti sayısının aza indirilmesi hedeflenmiştir. Her bir ısı için üç farklı mermer ait örnekler tek seferde fırınlanmış ve ilk yarım saatte çıkması gerekenler alınmış, daha sonra bir yarım saat daha bekleyerek 1 saatte çıkması gerekenler alınmış, bir yarım saat daha beklenerek 1,5 saatte, bir yarım saat daha beklenerek 2 saatte, bir yarım saat daha beklenerek 2,5 saatte çıkması gerekenler alınmıştır (Şekil 4.16). Üç farklı cins mermer beş farklı ısı dereceleri için tekrarlanan bu işlemler sonrası çözelliler içine yerleştirilmek için hazır hale gelmiştir.



Şekil 4.16. Beyaz(A), bej (B) ve gri (C) mermerlerin ısıtılma aşaması.

#### 4.4.3. Boya Çözeltilerinin Hazırlanması

Şekillendirilen ve belli sürelerde ısıtılan mermerler için Şekil 4.17’de soldan sağa doğru gıda boyası, mürekkep, metilen mavisi, kumaş boyası ve bakır sülfat çözeltileri hazırlanmıştır. Gıda ve kumaş boyları her derece için farklı renkte iken mürekkep, metilen mavisi ve bakır sülfat tek renktir. 5 farklı grup olan kavanozların her bir grubun dikeyde birinci sırası beyaz, ikinci sırası bej, üçüncü sırası da gri mermer için etiketlenmiş olup, yatayda ilk sıra 100, ikinci sıra 150, üçüncü sıra 200, dördüncü sıra 250, beşinci sıra 300 derece olacak şekilde etiketlenmiştir. Isıtılan örnekler tablo 3’te belirtilen düzende dizilen ilgili kavanozuna yerleştirilmiştir (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1.** Renklendirme için hazırlanan çözeltilerin yerleşme düzeni

GIDA BOYASI			MÜREKKEP			METİLEN MAVİSİ			KUMAŞ BOYASI			BAKIR SÜLFAT		
BEYAZ 100°C	BEJ 100°C	GRİ 100°C	BEYAZ 100°C	BEJ 100°C	GRİ 100°C	BEYAZ 100°C	BEJ 100°C	GRİ 100°C	BEYAZ 100°C	BEJ 100°C	GRİ 100°C	BEYAZ 100°C	BEJ 100°C	GRİ 100°C
BEYAZ 150°C	BEJ 150°C	GRİ 150°C	BEYAZ 150°C	BEJ 150°C	GRİ 150°C	BEYAZ 150°C	BEJ 150°C	GRİ 150°C	BEYAZ 150°C	BEJ 150°C	GRİ 150°C	BEYAZ 150°C	BEJ 150°C	GRİ 150°C
BEYAZ 200°C	BEJ 200°C	GRİ 200°C	BEYAZ 200°C	BEJ 200°C	GRİ 200°C	BEYAZ 200°C	BEJ 200°C	GRİ 200°C	BEYAZ 200°C	BEJ 200°C	GRİ 200°C	BEYAZ 200°C	BEJ 200°C	GRİ 200°C
BEYAZ 250°C	BEJ 250°C	GRİ 250°C	BEYAZ 250°C	BEJ 250°C	GRİ 250°C	BEYAZ 250°C	BEJ 250°C	GRİ 250°C	BEYAZ 250°C	BEJ 250°C	GRİ 250°C	BEYAZ 250°C	BEJ 250°C	GRİ 250°C
BEYAZ 300°C	BEJ 300°C	GRİ 300°C	BEYAZ 300°C	BEJ 300°C	GRİ 300°C	BEYAZ 300°C	BEJ 300°C	GRİ 300°C	BEYAZ 300°C	BEJ 300°C	GRİ 300°C	BEYAZ 300°C	BEJ 300°C	GRİ 300°C



**Şekil 4.17.** Hazırlanan gıda-mürekkep-metilen mavisi-kumaş boyası-bakır sülfat çözeltileri.

#### 4.4.4. Bir Hafta Sonunda Renklenme Durumu

Mermer türü ve sıcaklığa göre hazırlanan her bir kavanoza ısıtılma sürelerine göre farklı formda şekillenen kare dikdörtgen üçgen, daire ve elips form verilen mermerler atılarak bir hafta beklenmiştir.

Kavanozlardan çıkan mermer örneklerinin tamamının renklendiği tespit edilmiştir. Ancak renk yoğunlukların da farklılıklar bulunduğu bir hafta sonunda en iyi örneklerin mürekkep boyası ve bakır sülfat çözeltisinde oldukları Şekil 4.18’de görülmektedir.



Şekil 4.18. Boya solüsyonları bekletilerek renklenmiş mermerler.

Denemeler sonucu çıkan ürünler süs taşı olarak değerlendireceği ve insanların taktıklarında tenine degeceği için kimyasal boyalara göre daha zararsız olduğu düşüncesi ile gıda ve kumaş boya ile da denemler yapılmış ancak diğer boya solüsyonlarına göre daha az etkili olduğu ve açık renkte kaldıkları gözlemlenmiştir.

Ancak kumaş boyalarının gıda boya ile göre daha etkili olduğu ve koyu renk tercih edildiğinde (kahverengi, lacivert gibi) daha iyi sonuçlandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.19).

Metilen mavisi çözeltisinde bekletilen mermerler 200 derece ve altında daha koyu renklerde boyandığı, beyaz ve bej mermerlerin gri olanlara göre daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Mürekkep ile boyananlarda ise tam tersine 200 derece ve üstünde beyaz ve bej mermerler koyu renklerde olduğu, gri mermerlerde düşük sıcaklıklarda daha iyi sonuçlar elde edildiği saptanmıştır (Şekil 4.20).



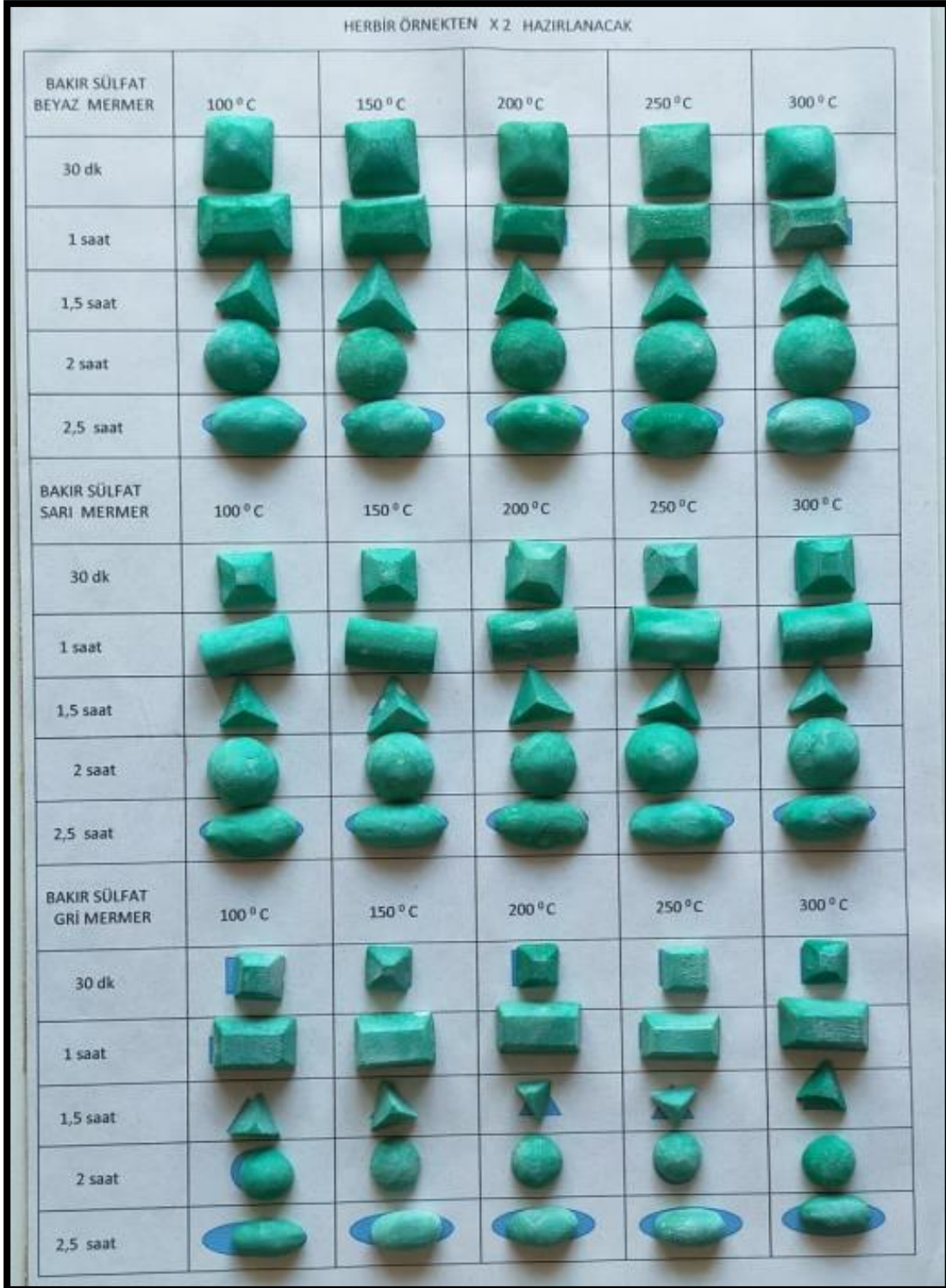
Şekil 4.19. Kumaş ve gıda boya çözeltilerin de bekletilerek renklendirilmiş mermerler.



Şekil 4.20. Metilen mavisi ve mürekkep boya çözeltilerinde bekletilerek renklendirilmiş mermerler.



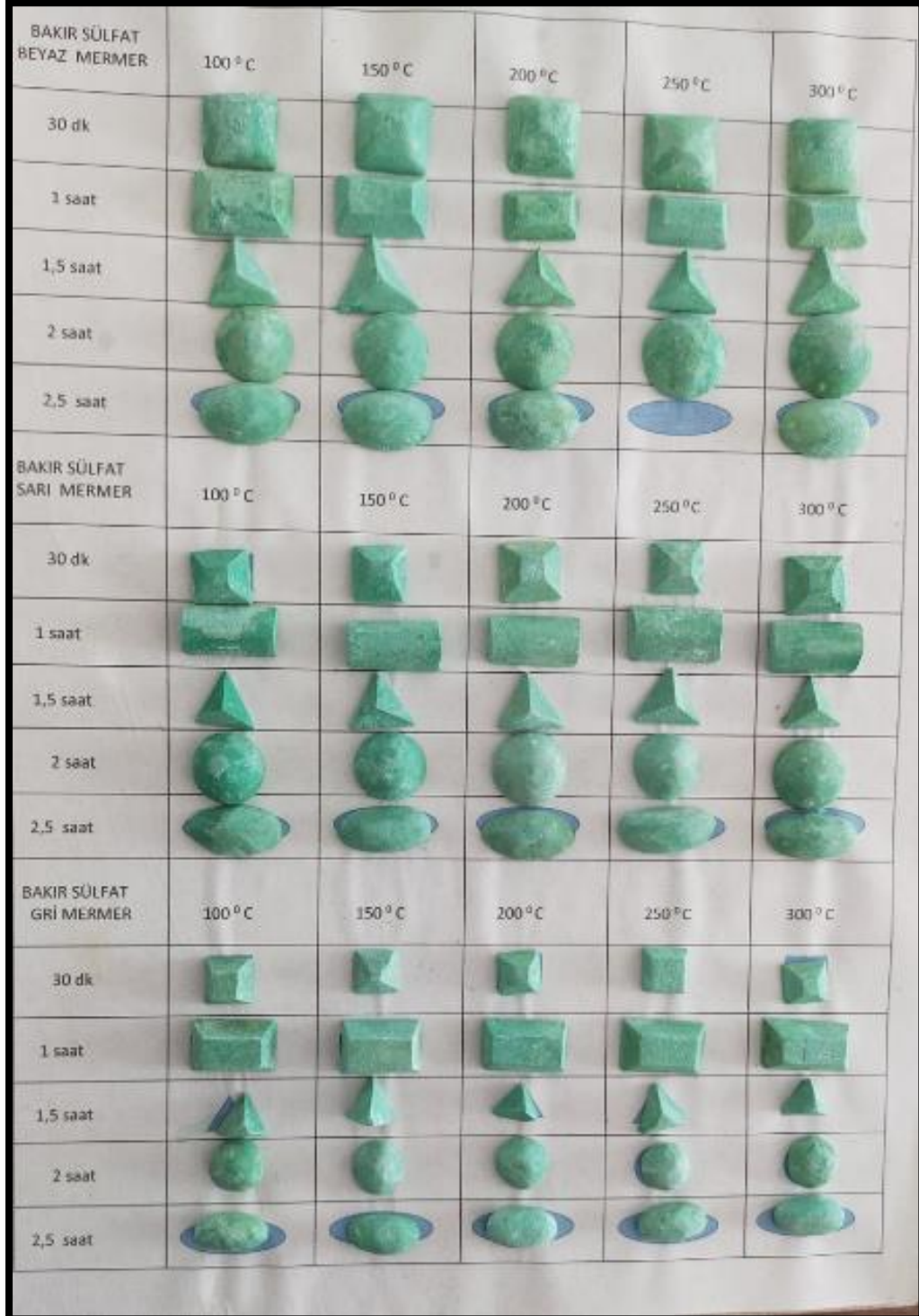
Bir haftalık bekleme sonucunda mermerlerin boyanma açısından en iyi sonucu Bakır Sülfat çözeltisinde verdikleri, her ısı ve sürede etkin bir boyanmanın olduğu saptanmıştır.



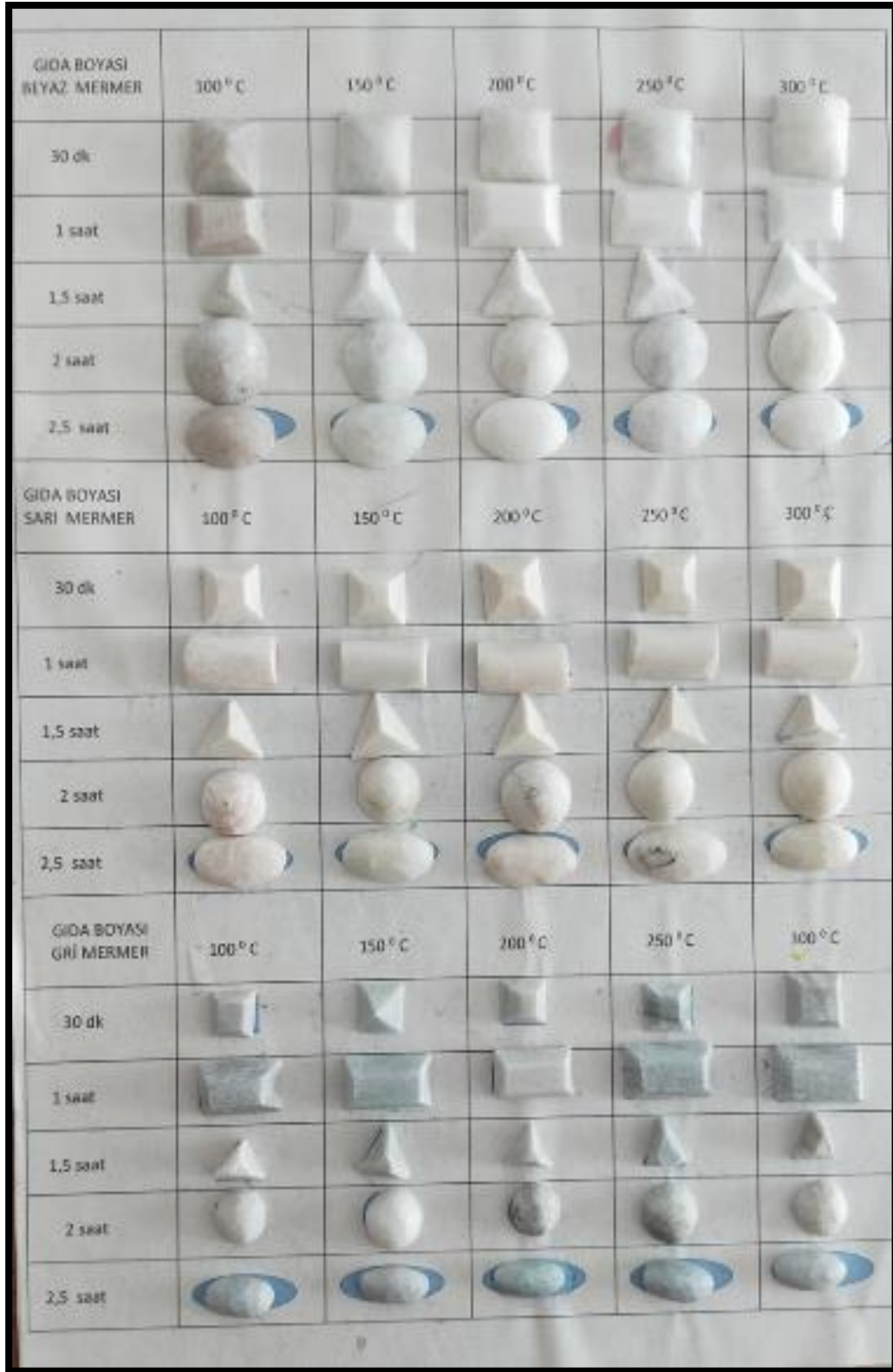
Şekil 4.21. Bakır sülfat çözeltilerinde bir hafta bekletilen mermer örneği.

#### 4.4.5. Bir Yıl Sonunda Renklenme Durumu

Çözeltide 1 hafta bekletilen sonra çıkartılan örneklerin yüzeyleri özellikle cilalanmamış ve herhangi bir koruyucu kullanılmadan oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bir yıl sonraki durumları değerlendirildiğinde bakır sülfat minerali ile renklendirilen örneklerde renk kaybı çok az olurken gıda boyası ile renklendirilen de tamamen renk kaybı olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.22-Şekil 4.23)



Şekil 4.22. Bakır sülfat çözeltisinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin 1 yıl sonraki durumu.



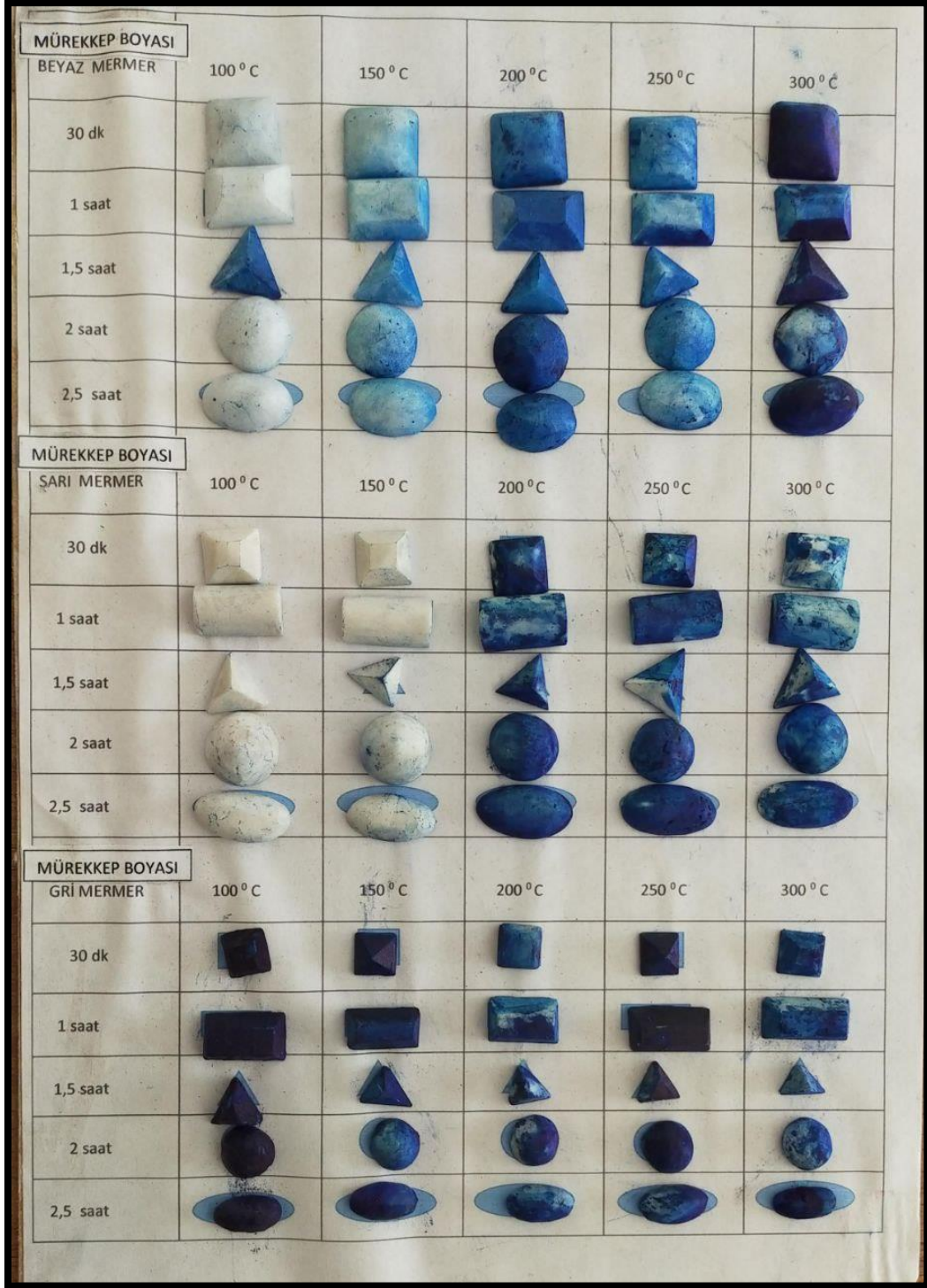
Şekil 4.23. Gıda boya çözeltilerinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin 1 yıl sonraki durumu.

Kumaş boyası da bir yıl sonra rengini en iyi koruyanların yüksek ısıda bekletilenler olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.24).

KUMAŞ BOYASI BEYAZ MERMER	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C
30 dk					
1 saat					
1,5 saat					
2 saat					
2,5 saat					
KUMAŞ BOYASI SARI MERMER	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C
30 dk					
1 saat					
1,5 saat					
2 saat					
2,5 saat					
KUMAŞ BOYASI GRİ MERMER	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C
30 dk					
1 saat					
1,5 saat					
2 saat					
2,5 saat					

Şekil 4.24. Kumaş boyası çözeltilerinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin bir yıl sonraki durumu.

Mürekkep boyasında rengini en çok koruyanların yüksek ısıda ısıtılmış olanlar olduğu ancak yüzeysel bir boyama olduğu ve aseton eklenen gri mermerlerin boyayı daha iyi absorbe ettiği her ısıda rengini koruduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Mürekkep boyası çözeltilerinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin bir yıl sonraki durumu.

Bir yıl sonra metilen mavisi ile yapılan deneysel çalışmada metilen mavisi renginin nerdeyse tamamının kaybolduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.26)

HERBİR ÖRNEKTEN X 2 HAZIRLANACAK

METİLEN ÇÖZELTİSİ BEYAZ MERMER	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C
30 dk					
1 saat					
1,5 saat					
2 saat					
2,5 saat					
METİLEN ÇÖZELTİSİ SARI MERMER	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C
30 dk					
1 saat					
1,5 saat					
2 saat					
2,5 saat					
METİLEN ÇÖZELTİSİ GRİ MERMER	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C
30 dk					
1 saat					
1,5 saat					
2 saat					
2,5 saat					

Şekil 4.26. Metilen mavisi çözeltilerinde bir hafta bekletilip çıkartılan mermer örneklerinin bir yıl sonraki durumu.

#### 4.5. Renklenen Kalsit ve Mermerlerin Takıda Kullanımı

Yapılan denemeler sonucunda kullandığımız boya solüsyonlarından bakır sülfat çözeltisinin, her ısıda etkili olduğu ancak kristalize beyaz mermerlerin daha iyi boyandığı gözlemlenmiştir. 200 derecelerin üzerinde ısınanların daha koyu olduğu ancak ısıda bekletilme süresinin fazla etken olmadığı, 30 dk yeterli olduğu saptanmıştır. Gri mermerler ve bej mermerlerin benzer şekilde boyayı absorbe ettikleri gözlemlenmiştir. İyi sonuçlar elde edilen bu boyalı mermerden takıdaki kullanımı için mermer cilalanarak bir örnek takı çalışması yapılmıştır. Takı alman gümüşü denilen 100 mikron bafon malzemeden yapılmış olup ajur kesim tekniği kullanılmıştır. Bronz malzemeden ajur kesim kesilip alman gümüşüne kaynak yapılmıştır. Mermer için 40 mikron bronz taş yuvası hazırlanmış ve sıvama işlemi ile mermer sıvanmıştır (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Bakır sülfat çözeltisinde bekletilerek renklendirilmiş mermer ve takıda kullanımı.

200 derecede 50 dk ısıtılan tek bir beyaz kristalize mermer 1 e 1,5 oranında doğal demir oksit pigmenti ve keten tohumu yağı karıştırılmış önce sarı demir oksit pigment mermer yüzeyini kaplamış gibi görünse de su ile temas edildiğinde pigmentin yağlı boya etkisi yaptığı görülmüştü. Ve geriye çok çok az renklenmiş hafif sarı renk almış mermer kalmıştı.4 ay sonra aynı mermer 200 derecede bir miktar ısındıktan sonra renk mermerin içine absorbe olmuş ve mermer takıda kullanılmıştır.(Şekil 4.28)

Şekil 28'deki takı bir geri dönüşüm takısı olup, atık bir çataldan yapılmıştır.



Şekil 4.28. Demir oksit çözeltisinde bekletilerek ve yeniden ısıtılarak renklendirilmiş mermerlerin takıda kullanımı.



Yapılan deneylerde bir yıl sonra renk kaybının çok olduğu mürekkep boyası ile renklenen kabaşon kesim mermer örneklerinden renklenme kaybının en az olanı epoksi ile kaplanarak var olan rengi korunmuş ve takıda kullanılmıştır. Alman gümüşünden yapılan takıya kumlama tekniği ile doku verilmiş olup mermer yuvası ajur kesim yapılmış ve taş tırnakla tutturulmuştur (Şekil 4.29).



**Şekil 4.29.** Epoksi ile kaplanan mürekkep boyası ile renklenen beyaz kristalize mermer ile takı örneği.

Mersin-Kerimler'den toplanan bir kalsit kristallerini şekillendirme işlemi için sulu zımparadan yararlanılmıştır. Düşük numaralı fakat iri bir taneli olan 200- 300 nolu sulu zımparada kaba formu verildikten sonra daha ince taneli 500-600 nolu sulu zımparadan geçirilip takıda kullanılabilir formu getirilmiştir. Parlaması için 800-1000-1500 nolu sulu zımparada işlemlere devam edilmiştir. Sertliği düşük olan kalsit kristali takı uygulaması için yaka iğnesi ya da kolye ucunda kullanılması daha uygundur (Şekil 30).



**Şekil 4.30.** Şekillendirilmiş kalsit kristali.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kalsit ve işletmelerde artık olan mermer parçalarının mevcut değerlendirilme alanları dışında süs taşı olarak da değerlendirilebileceğini göstermek amacı ile denemeler yapılmıştır. Bu denemelerde üç farklı dokuda mermer seçilmiştir. Seçilen mermerlerden yapılan ince kesitlerin polarize mikroskopta incelenmesi sonucunda beyaz renkte olanların iri kristalli olduğu, bej olanların fosiller içerdiği, gri olanların daha küçük kristalli olduğu saptanmıştır.

Renklendirme denemeleri için beş ayrı çeşit solüsyon hazırlanmıştır. Her solüsyon için 150 adet mermere form verilmiştir. Her mermer cinsi için toplam 125 adet kaba form ve toplam 125 adet şekillendirilmiş mermer hazırlanmıştır. Her mermer cinsi için toplam 250 adetten 750 adet mermer şekillendirilmiştir.

Bu farklı üç çeşit mermer beş farklı boya pigmenti (gıda boyası, bakır sülfat, kumaş boyası, mürekkep, metilen mavisi) içinde bekletilmeden önce, beş farklı derecede (100 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C, 300 °C), beş farklı sürede (30 dk. ,1 saat, 1.5 saat, 2 saat, 2,5 saat) ısı işlem uygulamıştır. Isıl işlemler uygulanan mermerler hazırlanan boya solüsyonlarında bekletilerek renklendirilmeye çalışılmıştır.

Bir haftalık bekleme sonucunda mermerlerin boyanma açısından en iyi sonucu bakır sülfat çözeltisinde verdikleri, her ısı ve sürede etkin bir boyanmanın olduğu saptanmıştır. Kumaş ve gıda boyasında diğerlerine göre daha az etkili bir boyamanın olduğu ve eğer koruyucu bir kaplama yapılmazsa uzun sürede renklendirilen mermerin tamamen rengini kaybettiği tespit edilmiştir. Metilen mavisi ile boyamalarda beyaz ve bej mermerlerin düşük sıcaklıklarda, mürekkep ile boyamalarda ise yüksek sıcaklıklarda, gri mermerlerin ise aseton ilave edildiği için daha iyi boyayı absorbe ettiği bu iki boya çözeltisinde her sıcaklık ve sürede iyi bir boyama etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bir yıl sonunda bakır sülfat ve metilen mavisi dışında diğerlerinin renginde solma olduğu tespit edilmiştir.

200 °C’de 50dk ısıtılıp keten tohumu yağı ile hazırlanan doğal demir oksit çözeltisinde bekletilip çıkarılan ve 4 ay sonra yeniden ısıtılan beyaz kristalize mermerde, bakır sülfat çözeltisine yerleştirilen 200 °C, 2.5 saat ısı işlem gördükten 1 hafta sonra renklenmiş ve cilalanmış bej mermerde, önceden ısıtılmış 200 °C fırında 50 dk ısı işlemine tâbi tutulan 4gr mavi gıda boyası ve yaklaşık 7gr beyaz sirke,100 ml sıcak su ile yapılan çözeltide 22 gün bekletilen gri mermerde en iyi sonuçların alındığı, iç kısımlara kadar boyanın absorbe edildiği ve zamanla solma olmadığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışma ile mermer üretim sektöründe, artık mermerlerin takı ya da farklı obje yapımında kullanılmak üzere istenilen formlarda şekillendirildikten sonra uygun pigment ile gerekli işlemler yapılarak her renkte boyanabileceği tespit edilmiştir. Yapılacak yeni deneyler ile kalıcı ve koyu renklerin saptanmasında yol gösterici olan bu çalışmada daha detaylı araştırmalar önerilebilir. Artıkların bu şekilde değerlendirilmesi, işletmelere verimli bir şekilde yansıyacak olup ekonomiye büyük katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Altındağ, R., (2018). “Doğal Taş Ocaklarında Artık Oluşumunun Önlenmesi Ve Artıkların Değerlendirilmesi” Mermer Madenciliğinde Çevresel Yaklaşımlar , Muğla Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları – 6, Akademik Yayın Dizisi 1(Edt: Güler T., ve Polat E.), s 35- 50. ISBN : 978-605-4839-14-8
- Aydın G., & Karakurt İ., (2020). “Doğaltaş Üretim ve İşleme Tesisi Atıklarının Değerlendirilmesi”, ALKU Fen Bilimleri Dergisi, 2(2): 62-77,e-ISSN: 2667-7814.
- Bilgin, M., & Çakır, E., (2018). “Mermer Araştırması”, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:1998-1,138 s.
- Çetin, T. (2003). “Türkiye Mermer Potansiyeli, Üretimi ve İhracatı”, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23 (3), 243-256.
- Çiner, F., Sağlantı, N.D., & Delibalta M.S., (2018). “Endüstriyel Katı Atık Olarak Mermer Atıklarının Çevresel Etkileri Ve Değerlendirilme Alternatifleri”. Mermer Madenciliğinde Çevresel Yaklaşımlar , Muğla Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları – 6, Akademik Yayın Dizisi 1(Edt: Güler T., ve Polat E.), s 93-127 . ISBN : 978-605-4839-14-8
- Deniz V.,(2018). “Mermer Atıklarının Mikronize Kalsit Olarak Değerlendirilme Potansiyeli” Mermer Madenciliğinde Çevresel Yaklaşımlar , Muğla Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları – 6, Akademik Yayın Dizisi 1(Edt: Güler T., ve Polat E.), s 153-204. ISBN : 978-605-4839-14-8
- Erdemoğlu M., ve Göktaş M., (2018). “Mermer Artıklarından Katma Değeri Yüksek İleri Seramik Tozlarının Üretimi”, Mermer Madenciliğinde Çevresel Yaklaşımlar , Muğla Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları – 6, Akademik Yayın Dizisi 1(Edt: Güler T., ve Polat E.), s 235-252 .ISBN : 978-605-4839-14-8
- Erguvanlı, K. , Yüzer, E. , Güleç, K. & Zambak, C. (1972). Türkiye Mermerlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri ve Mermerlerin Sınıflandırılmaları Hakkında Düşünceler . Türkiye Jeoloji Bülteni , 15 (2) , 153-170 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjb/issue/55979/767705>
- Erguvanlı, K. , Yüzer, E. , Güleç, K. & Zambak, C. (1972). Türkiye Mermerlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri ve Mermerlerin Sınıflandırılmaları Hakkında Düşünceler . Türkiye Jeoloji Bülteni , 15 (2) , 153-170 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjb/issue/55979/767705>
- Ersoy, B., Sayın, Z.E., Arsoy, Z., & Sayın, Ü.,(2015) Yeterince Farkında Olmadığımız Atıl Kaynağımız: Doğaltaş Ocak Ve Fabrika Atıkları, Afyon Kocatepe Üniversitesi Akademik Arşiv Sistemi <https://acikerisim.aku.edu.tr/xmlui/handle/11630/7693>

Evren,Ö., (2018), “Atık Mermer Parçalarından Cam Elyaf Katkılı Yapay Mermer Bloklarının Üretimi Ve Karakterizasyonu”. Yüksek Lisans Tezi Muğla sıtıkı Koçman üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, 58 s.

Gezen, Z.(2013). “ Kristal Boyutunun Mermerlerin Malzeme Özellikleri İle Durabiliteleri Üzerindeki Etkisi”, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.185 s.

Güçer, Ş., ve Erdemir Ü. S., (2018) “Mermer Atıklarının Neden Olduğu Çevre Sorunları Ve Analitik Yaklaşımları” Mermer Madenciliğinde Çevresel Yaklaşımlar , Muğla Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları – 6, Akademik Yayın Dizisi 1(Edt: Güler T., ve Polat E.), s129- 144 . ISBN : 978-605-4839-14-8

<https://statik.tse.org.tr/upload/tr/dosya/icerikyonetimi/536/13032015163123-2.pdf>

Kaydu Akbudak,. İ., Başıbüyük, Zeynel., Ekincioğlu, Gökhan., Ekdur, E. (2015), Kırşehir Oniks Bantlı Traverten Oluşumları, Değerli Ve Yarı Değerli Taşlar Çalıştayı,s.70 İstanbul.

Kocabaş, D., (2018). “Sürdürülebilir Madencilik Bağlamında Mermer Sanayi Ve Mermer Atıklarının Değerlendirilmesi” Mermer Madenciliğinde Çevresel Yaklaşımlar , Muğla Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayınları – 6, Akademik Yayın Dizisi 1(Edt: Güler T., ve Polat E.), s 51- 92. ISBN : 978-605-4839-14-8

Kuşçu, M.,(1990) “Belence (Eğrîdir-Işparta) Siyah Mermer Yataklarının Ekonomik Jeolojisi” Jeoloji Mühendisliği s. 36,11-17,1990

Onur, S. (2012). Mermer ve Doğal Taş İşletmelerinden Türeyen Artıkların Değerlendirilmesi. Standart Ekonomik ve Teknik Dergi, 606, 71-74.

Şimşek, S., (2019), “Mermer Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma” , Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Taşlıgil, N. & Şahin, G. (2016). Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan Türkiye Doğal Taşlarının İktisadi Coğrafya Odağında Analizi. Marmara Coğrafya Dergisi, 33, 607-640.

Yılmaz, A. (2020). “Sürdürülebilirlik Açısından Mermer Atıklarının Karayolu İnşaatında Değerlendirilmesi, Ekonomik Analiz Örneği” , Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24 (2) , 402-410. DOI: 10.19113/sdufenbed.681456

### **En son 01.08 2023 de ulaşılan URL kaynaklar**

<https://www.google.com/maps/place/Kepirli>

<https://hurok.com/mermer-cesitleri/>

<https://www.gemsociety.org/article/calcite-jewelry-gemstone-information>

<https://www.milliyet.com.tr/egitim/haritalar/turkiye-mermer-madeni-haritasi-mermer-madenleri->

<https://www.mindat.org/min-859.html>

<https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kalsit>

<https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/mermer>

<https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Do%C4%9Fal%20Ta%C5%9Flar%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202021.pdf>

<https://www.tmdr.org.tr/uploads/Mermer%20Art%20B1klar%20B1%20Projesi%20Sunumu.pdf>

[https://tr.wikipedia.org/wiki/Mermer\\_nerede-hangi-illerde-bulunur-ve-nasil-cikartilir-6311051](https://tr.wikipedia.org/wiki/Mermer_nerede-hangi-illerde-bulunur-ve-nasil-cikartilir-6311051)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Calcite#/media/File:Calcite\\_Variation.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Calcite#/media/File:Calcite_Variation.png)

<https://fiercelynxdesigns.com/blogs/articles/calcite-gemstone-information>

<https://materialdistrict.com/article/dyeing-marble-gemstone-colouring/>

[https://www.ehow.com/how\\_8735454\\_dye-rocks.html](https://www.ehow.com/how_8735454_dye-rocks.html)

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı ve Soyadı** : İpek DEMİR

**Doğum Tarihi** : 26.03.1986

**E-mail** : ipekdemir.ig@gmail.com

### Öğrenim Durumu :

	<b>Bölüm/Program</b>	<b>Üniversite</b>	<b>Yıl</b>
Ön Lisans	Uygulamalı Takı Teknolojisi Bölümü		2007
Lisans	Takı Teknolojisi ve Tasarımı Yüksekokulu / Kuyumculuk Bölümü	Mersin Üniversitesi	2011
Yüksek Lisans Doktora			

### Görevler :

<b>Görev Ünvanı</b>	<b>Görev Yeri</b>	<b>Yıl</b>
Usta Öğretici	Mezitli Halk Eğitimi Merkezi / Toroslar Halk Eğitimi Merkezi	2018-2022

### ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1. Gürbüz M. ve Demir İ. (2022). “Performans Ve Verimlilik Önerileri, Bölüm Adı:(Mermer Üretim Sektöründe Artık Olan Mermerlerin Gemolojik Olarak Değerlendirilmesi) Gazi Kitapevi, Editör:Doç. Dr. Enes Akpınar- Dr. Hilmi Güney, Basım Sayısı:1, Sayfa Sayısı 232,İsbn:978-625-365-001-8, Türkçe(Bilimsel Kitap), (Yayın No: 8007015)
2. Demir, İ. , Gürbüz, M. , (2022). “Mermer Artıklarının Gemolojik Olarak Değerlendirilmesi” 74. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 2022-04-11, 2022-04-15, Ankara, Türkiye. (2022).
3. Demir İ., Gürbüz M., (2022). “Gemolojide Kapanımların Önemi”. Uluslararası Katılımlı 74. Türkiye Jeoloji Kurultayı (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:8320263)