

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEREYALAK KÖYÜ (ESKİŞEHİR) ÇEVRESİNDEKİ**  
**AGAT VE OPAL OLUŞUMLARININ JEOLJİSİ VE**  
**EKONOMİK ÖNEMİ**

**Uğur ARZOĞULLARI**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. Ayten ÇALIK**

**Ocak, 2007**

**ÇANAKKALE**

**DEREYALAK KÖYÜ (ESKİŞEHİR) ÇEVRESİNDEKİ  
AGAT VE OPAL OLUŞUMLARININ JEOLojİSİ VE  
EKONOMİK ÖNEMİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Jeoloji Bölümü, MİNERALojİ-PETROGRAfİ Anabilim Dalı**

---

**Uğur ARZOĞULLARI**

**DANIŞMAN  
Yrd. Doç. Dr. Ayten ÇALIK**

**Ocak, 2007  
ÇANAKKALE**

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda, "Dereyalak Köyü (Eskişehir) Çevresindeki Agat ve Opal Oluşumlarının Jeolojisi ve Ekonomik Önemi" konulu yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu vesileyle beni tez öğrencisi olarak kabul eden, tezin her aşamasında büyük katkıları bulunan, Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Ayten ÇALIK'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Petrografi Laboratuvarında çalışmama müsaade eden ve çok değerli görüşleri ve yorumları ile çalışmaya önemli katkıları olan Sayın Prof. Dr. Sinan Öngen'e,

Özellikle SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) analiz sonuçlarını değerlendirilmelerinde yardımlarını esirgemeyen değerli görüşleri ve yapmış olduğu katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Mefail Yeniyo'l'a en içten dileklerle teşekkürü bir borç bilirim.

Saha çalışmaları sırasındaki maddi ve manevi destekleri için Sayın Sedat Yazıcı'ya (Aida Değ. ve Doğ. Süs Taş. Ltd. Şti.),

Mineralojik analizlerin gerçekleştirilmesindeki yardımlarından dolayı Sayın Hürriyet Demirhan (KALEMADEN) ve Sayın Elif Demir Baykal'a (KALEMADEN),

İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Petrografi Laboratuvarındaki çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Namık Aysal'a

Çalışmalarım sırasında beni her zaman destekleyen aileme teşekkür ederim.

Uğur ARZOĞULLARI

İstanbul, Şubat 2007

## **DEREYALAK KÖYÜ (ESKİŞEHİR) ÇEVRESİNDEKİ AGAT VE OPAL OLUŞUMLARININ JEOLJİSİ VE EKONOMİK ÖNEMİ**

### **ÖZET**

**Bu tez çalışması Eskişehir İli İnönü İlçesinin güneyinde yer alan Dereyalak Köyü çevresinde yataklanan dendritli agat ve opallerin mineralojik-petrografik incelemelerini ve ekonomik önemini kapsamaktadır. Dereyalak Köyü'nün KB'sında yer alan volkanojenik çakıltaşları yaklaşık KB-GD doğrultusunda uzanmaktadır. Bu birimler içinde yer alan dendritli agatlar dağınık ve düzensiz nodüller halinde yataklanmıştır.**

**Dereyalak Köyü KB'sında yaklaşık 1,5 km devam eden volkanojenik çakıltaşı biriminin kalınlığı yaklaşık 5 - 25 m'dir. Bu çakıltaşları içinde birbirinden bağımsız nodüller halinde yataklanmış dendritli agatların büyüklükleri 5cm-30cm arasında değişmektedir.**

**Yapılan mineralojik analiz sonuçlarında ana mineraller tridimit, kristobalit, kuvars ve genel kompozisyonun Opal-CT fazına yakın olduğu tespit edilmiştir.**

**Arazi çalışmaları ve elektron mikroskop analiz sonuçları, bölgede yaygın olarak gözlenen yumru lu sepiolitlerin silisli çözeltilerle ornatılarak, dendritli agatlara dönüştüğü ile ilgili önemli ipuçları vermiştir.**

**Sahada, bu güne kadar ekonomik olarak düzenli bir agat üretimi yapılmamıştır. Birimin yayılımı ve agatların piyasa değeri göz önüne alındığında, önümüzdeki yıllarda sahada ciddi yatırımlar yapılması önem arz etmektedir.**

**Anahtar kelimeler: Agat, opal, kalsedon, kuvars, ornatma, manyezit, sepiyolit.**

**GEOLOGY AND ECONOMIC OF THE AGATE AND OPALS OF DEREYALAK  
(ESKISEHIR)**

**ABSTRACT**

**This thesis is concerns the mineralogical-petrographical research and economic importance of dendritic agate and opals located at Eskisehir – İnönü– Dereyalak village.**

**The volcanogenic conglomerates at NW of Dereyalak village crop out nearly at the NW - SE direction. These units contain dendritic agates and shows an irregular distribution pattern.**

**The thickness of volcanogenic conglomerates at NW of Dereyalak village is approximately 5 - 25m. The size of dendritic agate nodules located in conglomerate units is about 5cm to 30cm.**

**Based on the mineralogical analyses, main mineral paragenesis can be formulated as tridymite - cristobalite - quartz and general composition found to be close to Opal-CT phase. Geological field works and especially electro-microscope observations gave some clues about agate origin.**

**After many mineralogical petrographical researches, we can probably consider as a replacement formation of agate after magnesite-sepiolite into dendritic agate by highly active silica solutions.**

**Recently there is no economic agate production in this region. Concerning the size of reserves and the market value of agates, it is highly suggested to have serious investment interests for near future.**

**Keywords : Agate , opal, chalcedony, quartz, silica, replacement, magnesite, sepiolite.**

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
1-1. Yer bulduru haritası.....	4
1-2. Kuzeybatı Anadolu'nun genelleştirilmiş jeotektonik haritası.....	8
2-1. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz).....	12
2-2. Eceköy'ün KD'sında yüzeyleyen metakuvarsitler.....	13
2-3. Şekil 2-2'den alınmış örneklerin ince kesitlerindeki kuvarsit dokusu.....	14
2-4. Serpantinitler içindeki ağsal manyezit damarları.....	15
2-5. Serpantinitlerde sıklıkla gözlenen elek dokusu.....	16
2-6. Bastitleşmiş ortopiroksen kristalleri (A: Çift nikol, B: Tek Nikol).....	16
2-7. Faylı bölgelerdeki serpantinitlerde gözlenen silis damarcıkları.....	16
2-8. Tabakalı volkanojenik kumtaşları.....	17
2-9. Volkanojenik kumtaşlarındaki kuvars-plajyoklas ve biyotit mineralleri.....	18
2-10. Volkanojenik çakıltaşları içindeki dendritli agat nodulleri.....	19
2-11. Volkanojenik çakıltaşları içindeki dendritli agat nodulleri.....	19
2-12. Volkanojenik çakıltaşları içindeki dendritli agat nodülü.....	20
2-13. Volkanojenik çakıltaşları içindeki dendritli agat nodülü.....	20
2-14. Volkanojenik çakıltaşları içindeki opal çakılları.....	21
2-15. Volkanojenik çakıltaşları içindeki değişik kökenlere ait çakıllar.....	22
2-16. Çakıltaşları içinde opal ile volkanik matris arasındaki sınır.....	22
2-17. Volkanojenik kumtaşları içindeki kalsit kristalleri.....	23
2-18. Bazaltlardan hazırlanan ince kesitlerde tek ve çift nikol görüntüleri .....	23
2-19. Bazaltlarda izlenen Olivin ve Ojit fenokristalleri .....	24
2-20. Bazaltlarda izlenen Olivin fenokristalleri .....	24
3-1. Dendritli agatlardaki zonlanma.....	26
3-2. Dendritli agatların makro görüntüleri.....	27
3-3. Dendritli opallerin makro görüntüleri.....	29
3-4. Beyaz zondan XRD analizi için hazırlanan numuneler.....	31
3-5. Beyaz zondan hazırlanan numunelerden yapılan XRD analizi.....	31
3-6. Manganlı zondan XRD analizi için hazırlanan numuneler.....	32

3-7. Manganlı zondan hazırlanan numunelerden yapılan XRD analizi.....	32
3-8. Transparan zondan XRD analizi için hazırlanan numuneler.....	33
3-9. Transparan zondan hazırlanan numunelerden yapılan XRD analizi.....	33
3-10. Opalli zondan XRD analizi için hazırlanan numuneler.....	34
3-11. Opalli zondan hazırlanan numunelerden yapılan XRD analizi.....	34
3-12. Dendritli agatlarda sıklıkla gözlenen benekli (leopard deseni) doku.....	35
3-13. Kuvars dokularının Folk ve Pittman (1971)'a göre sınıflandırılması.....	36
3-14. Sferulitik yapıdaki kuvarzin lifleri.....	36
3-15. Agatlar içerisindeki küreciklerin oluşumu.....	37
3-16. Dendritli agatlarda yer yer gözlenen lifsi kalsedon dokusu.....	37
3-17. Dendritli agatlardaki MnO dendritlerinin mikroskop görünümü.....	38
3-18. Dendritli agatlarda sıklıkla gözlenen taneli doku ve MnO dendritleri.....	38
3-19. Agat içindeki pirolusit dendritleri.....	39
3-20. Dendritli agatların transparan zonunda sıklıkla gözlenen lifsi yapının elektron mikroskop görüntüleri.....	40
3-21. Dendritli agatlardaki opak zonu oluşturan kuvars tanelerini gösteren elektron mikroskop görüntüleri.....	41
3-22. Opallerden elde edilen elektro mikroskop görüntüleri.....	42
3-23. Agatlardaki iki ayrı zonun SEM görüntüleri.....	43
3-24. Dendritli agatların yoğun olarak yüzeylendiği bölgeleri gösterir jeoloji haritası.....	45
3-25. Yumrusal manyezitlerin çökelişi, sepiyolitlenme ve sepiyolitlerin ornatılmasını gösteren şematik kesit.....	47
3-26. Dendritli agatların oluşum evrelerini açıklayan şema.....	48
3-27. Sepiyolit ile dendritli agat dokuları arasındaki benzerlik.....	49
4-1. Sahadan toplanan ve stoklanan dendritli agatlar.....	67
4-2. Sahadan toplanmış iri bir dendritli agat.....	67
4-3. Dendritli agatların merkezlerinde sıklıkla gözlenen boşluk ve çukur yapısı.....	69
4-4. Agat kesme, dilim alma makinası.....	70

4-5. Kesilmiş ve parlatılmış dendritli (yosun) agatlar.....	70
4-6. Dendritli (Yosun) Opal ve Agatlarda üretilen kabaşon taşları.....	71
4-7. Kabaşon işleme makinası.....	72
4-8. Rotari tanbur makinası.....	73
4-9. Vibrasyonlu tanbur makinası.....	73
4-10. Tanburlanmış dendritli (yosunlu) agatlar.....	74
4-11. Dendritli agatlardan kabaşon tekniğiyle imal edilen kolye uçları.....	75
4-12. Dendritli agatlardan kesme ve parlatma yöntemi ile elde edilen yüzük taşları.....	76
4-13. Dendritli agatlar taşları kullanılarak yapılan bilezik tasarımları.....	76



## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4-1. Kuvars grubu yarı kıymetli taşların ve bazı önemli özellikleri (Olson 2005).....	57
Çizelge 4-2. A.B.D'nin 1998 yılı ithalatı (Gümrük değerlerinden verilmiştir) (Olson 2005)..	60
Çizelge 4-3. Türkiye'de ruhsat başvuruları yapılan kuvars grubu ve yarı kıymetli taşlar.....	63

## **SİMGE VE KISALTMALAR**

Bi	: Biyotit
Ca	: Kalsit
Çt	: Çakıltası
K	: Kumtaşı
Mg	: Manyezit
Oj	: Ojit
Ol	: Olivin
Op	: Opal
Pl	: Plajoklas
Q	: Kuvars
S	: Serpantinit

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTMALAR.....	ix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Çalışmanın Amacı.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması.....</b>	<b>3</b>
<i>1.2.1. İnceleme Alanının Konumu .....</i>	<i>3</i>
<b>1.3. Önceki Çalışmalar.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Bölgesel Jeoloji.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5. Çalışma Yöntemleri.....</b>	<b>8</b>
<i>1.5.1. Arazi Çalışmaları.....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.2. Laboratuvar Çalışmaları.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.2.1. Petrografik İnce kesit Çalışmaları.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.2.2. XRD Çalışmaları.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.2.3. Elektron Mikroskop Çalışmaları.....</i>	<i>10</i>
<i>1.5.3. Büro Çalışmaları.....</i>	<i>10</i>
<b>2. JEOLOJİ.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. Stratigrafi.....</b>	<b>11</b>
<i>2.1.1. İnönü Metamorfitleri.....</i>	<i>13</i>
<i>2.1.2. Ofiyolit.....</i>	<i>14</i>
<i>2.1.3. Höyükli Formasyonu.....</i>	<i>17</i>
<i>2.1.3.1. Volkanojenik Kumtaşı.....</i>	<i>17</i>
<i>2.1.3.2. Volkanojenik Çakıltaşları.....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.4. Bazalt.....</i>	<i>23</i>
<i>2.1.5. Alüvyon.....</i>	<i>25</i>

<b>3. DEREYALAK DENDRİTLİ AGAT VE OPALLERİN OLUŞUMU.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Genel Özellikleri.....</b>	<b>26</b>
3.1.1. Dendritli Agatların ve Opallerin Mineralojik Özellikleri.....	30
3.1.1.1. Beyaz Zon.....	31
3.1.1.2. Manganlı Dış Zon.....	32
3.1.1.3. Transparan Zon.....	33
3.1.1.4. Opalli Zon.....	34
3.1.2. Dendritli Agatların Petrografik Özellikleri.....	35
3.1.3. Dendritli Agatların Elektron Mikroskop Özellikleri.....	39
3.1.4. Silisin Kaynağı ve Dendritli Agatların Oluşum Mekanizması.....	43
3.1.4.1. Silisin Ortamda Zenginleşmesi.....	43
3.1.4.2. Dendritli Agatların Oluşum Mekanizması.....	45
3.1.4.2.1. Birinci Evre.....	45
3.1.4.2.2. İkinci Evre.....	46
<b>4. SÜS TAŞLARINA GENEL BAKIŞ VE DENDRİTLİ (YOSUNLU) AGAT'LARIN EKONOMİK ÖNEMİ.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1. Süs Taşlarının Tanımı ve Türkiye'deki Durumu.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2. Kıymetli ve Yarı Kıymetli Taş Kavramı.....</b>	<b>52</b>
<b>4.3. Agat ve Opalin Tanımı, Türkiye'deki Durumu.....</b>	<b>54</b>
3.3.1 Agat.....	54
3.3.2. Opal.....	55
<b>4.4. Tüketim ve Uluslararası Ticaret.....</b>	<b>58</b>
<b>4.5. Türk Maden Yasasında Kıymetli-Yarı Kıymetli Taşlar.....</b>	<b>62</b>
<b>4.6. Kıymetli ve Yarı Kıymetli Taşların Değerlendirilmesi.....</b>	<b>64</b>
4.6.1. Dendritli (Yosunlu) Agat ve Opallerin Ekonomik Önemi.....	65
4.6.1.1. Dendritli Agatların İşlenmesinde Kullanılan Aletler.....	68
4.6.1.2. Dendritli Agat ve Opallerin İşlenmesinde Dikkat Edilecek Hususlar.....	68
4.6.1.3. Kesme, Aşındırma ve Parlatma İşlemi.....	69
4.6.1.4. Kabaşon Olarak İşleme Yöntemi.....	71
4.6.1.5. Tanburlama Yöntemi.....	72
4.6.1.6. Dendritli Agatlardan Yapılan Takı Taşları.....	75

<b>5. SONUÇLAR VE YORUMLAR.....</b>	<b>77</b>
5.1. Jeolojik Sonuçlar.....	77
5.2. Ekonomik Sonuçlar.....	78
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>79</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>82</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>83</b>

## 1. GİRİŞ

Ülkemizdeki süstaşı niteliğindeki hammaddeler, genellikle SiO<sub>2</sub> bileşimli minerallerden ve özellikle de agat ve opal cinsi yarı kıymetli süstaşlarından oluşmaktadır. Bu süstaşlarının yatakları bulunduğu bölgeler çoğunlukla Türkiye'nin batısında yoğunlaşmıştır. Türkiye'de yarı kıymetli süstaşı madenciliği, metalik madencilikten çok daha eskilere dayanmaktadır. Kalkolitik dönemde (yaklaşık 6000 yıl önce) başlayan bu iki süstaşına duyulan ilgi, farklı kültür ve toplumlarda beğenisini yitirmeksizin, hatta artan bir oranda, günümüze kadar gelmiştir (Hatipoğlu ve Dora 2000).

Agat oluşumunda en etkin düşünce düşük P-T koşulları altında, hidrotermal sirkülasyonun varlığındaki silis sistemidir. Agat minerali, kripto-kristalin silis dokusu ile simgelenen ve başlıca kalsedon içeren bantlardan ibaret bir yapıya sahip kalsedon türüdür. Silisin pekleşmesindeki sıra göz önüne alındığında (silis jeli, opal-CT, kalsedon, kuvars), agatın yeri opal ve kuvarı da içerisinde barındıran, amorf ve kristalin arası (kripto-kristalin) bölgedir ( Hatipoğlu,1998).

Eskişehir-Dereyalak Köyü K-KB dolaylarında yataklanmış olan dendritli (Yosunlu) agat ve opaller, volkanojenik çakıltaşı olarak tanımlanan birimler içinde düzensiz ve dağınık olarak yataklanmıştır. Yapılan jeolojik, mineralojik, petrografik çalışmalarda; dendritli agatların oluşum mekanizması ile ilgili sonuçlara varılmıştır. Yapılan çalışmalara göre bahsi geçen agatların, manyezitleşmiş sepiyolitlerin silisle ornatılması ile oluştuğu düşünülmektedir. Bölgedeki agat ve opallerde ayrıca MnO'li dendritleri mevcuttur. Bu dendritler agatların, halk arasında "yosunlu agat" olarak adlandırılmasına da neden olmuştur.

## 1.1. Çalışmanın Amacı

Bu tez kapsamında, Dereyalak Köyü civarında volkanojenik çakıltaşları içinde gözlenen dendritli agatlar ve opallerin mineralojik ve petrografik özellikleri incelenerek bu oluşumların köken ve evrimini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaçla bölgede başlıca (1/10.000 ölçekli) jeolojik haritalama ve örnekleme yaparak, örnekler üzerinde mineralojik-petrografik-kimyasal incelemeler yapılması, agat ve opallerin evrimini ortaya koymak için SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) incelemeleri yapılması tezin ana amaçlarını oluşturmaktadır.

## 1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

### 1.2.1. İnceleme Alanının Konumu

Çalışma alanı Eskişehir İli sınırları içerisinde, İnönü İlçesinin güneyinde, Dereyalak Köyü ve çevresinde yer almaktadır (Şekil 1-1). Sahaya ulaşım için seçilecek en uygun istikamet Eskişehir-Kütahya karayoludur. Bu karayolu üzerinde bulunan; Kümbetyenköy-Aşağıkuzfındık-Dereyalak Köyü sapağından sapıldığından yaklaşık 15 km sonra çalışma alanına ulaşılabilir. Sahaya kadar yol asfalt olup ulaşım için herhangi bir problemi mevcut değildir. Ayrıca köy yolları dışında sahada maden ocağı yolları mevcut olup, saha çalışmalarında bu yollardan da yararlanılmıştır. Arazi çalışmaları 2006 yılı yaz aylarında gerçekleştirilmiş, bölgenin detaylı 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Jeolojik haritalama için 1/25000 ölçekli Kütahya İ23-c2 ve Eskişehir İ24-d1 topoğrafik haritaları kullanılmıştır.

Jeolojik haritalama yapılan sahanın teknik bilgileri;

İli: Eskişehir-Bilecik

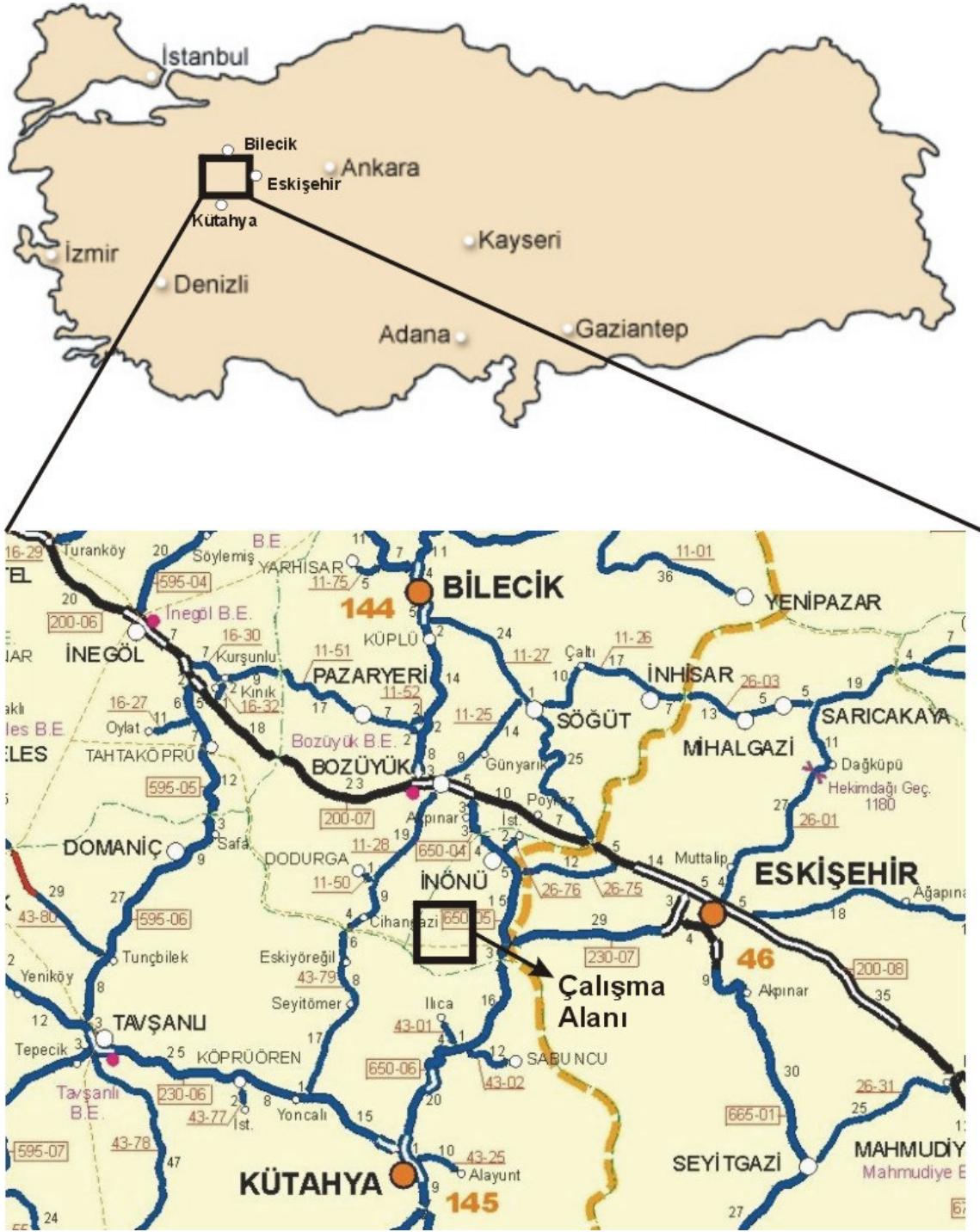
İlçesi: İnönü

Köyler: Dereyalak Köyü, Erenköy, Eceköy

Jeolojik haritalama yapılan sahanın 1/25 000 ölçekli koordinatları:

	<u>1. Nokta</u>	<u>2. Nokta</u>	<u>3. Nokta</u>	<u>4. Nokta</u>
(Y)	53000	45000	45000	53000
(X)	04000	04000	98000	98000

Toplam haritalanan alan: 4800 hektar.



Şekil 1-3. Yer bulduru haritası.



### 1.3. Önceki Çalışmalar

**Weingart (1954)**, Sivrihisar çevresinin 1/100 000 ölçekli harita bazındaki jeoloji çalışmalarında, inceleme alanını Sivrihisar silsilesi olarak tanımladığı kesime dahil etmiş ve bölgedeki serpantinlerin tamamen silisleştiğini veya opal haline geldiğini belirtmiştir.

**Akıncı (1967)**, Eskişehir'in kuşbakışı 14-16 km GB'sında, kuzeyde Yk.Kartal-Yörükçayır, güneyde Yenisofça-Porsuk hatlarının arasında kalan, İ24,c1 paftasındaki mevcut ve muhtemel lületaşı zuhurlarını etüd etmiştir. Ayrıca bölgenin jeolojik haritasını hazırlamıştır.

**Andaç (1975)**, Bayat-Afyon ve Karamanca Köyü Opal zuhurlarını elektron mikroskopu ile incelemiştir. Yapılan uranyum prospeksiyonunda Afyon-Bayat opallerinde önemli radyoaktif anomaliler saptamıştır.

**Monod ve diğerleri (1991)**, Güney ve Orta Anadolu'daki ofiyolitik kuşakların Neotetis okyanusunun daralarak kaybolduğunu gösterdiğini ve kuzeybatı Anadolu'daki ofiyolitik kuşakların yüksek basınç-düşük sıcaklık parajenezleri içeren Avrasya/Gondwana-Land kenedinin tipik bir örneği olduğunu belirtmişlerdir.

**Yeniyol (1992)**, Yenidoğan Köyü (Sivrihisar) bitişiğinde bulunan tabakalı sepiyolit yatağı ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Araştırmacı bu yatakta sepiyolit dolomitik marn ardalanmasından meydana geldiğini belirtmiştir. Ayrıca araştırmacı Pliyosen istifinin üst kesimlerinde iki ayrı seviye halinde yer alan sepiyolitlerin %90'dan fazla sepiyolit mineralleri ve %10'u geçmeyen organik malzeme içerdiğini belirtmiştir.

**Hatipoğlu (1996)**, en çok bilinen agatlardan Ankara Çubuk agatı, araştırmacı tarafından detaylı olarak incelenmiştir. Ankara-Çubuk ilçesi kuzeyinde Susuz köy yakınlarında Neojen yaşlı andezit birimlerinin riyolit stoklarıyla olan dokanağında yaklaşık 1 km uzunluğundaki damar zonu içersinde bulunmaktadır.

Araştırmacının çalışmalarına göre Ankara ubuk agatları Şekilsiz küçük yumrular olarak gözenek boşluklarını ya da çatlak boşluklarını doldurmuş katmansı kütleler halinde ve dış kabuksuz olarak bulunmaktadır. Bu agatlarda gözlenen yaygın renk mavi, sarı yada kahverengimsi kırmızıdır. Bir çok örnek eş merkezli konsantrik, bir kısmı da yatay paralel tabakalı bantlanmalar içerir. oğunluğu ışınsal, çubuksu ya da yosunumsu-dentritli kapanımlara sahiptir. Bu nedenle Ankara-ubuk agatları özel olarak “ubuklu Agat” terimiyle adlandırılmıştır.

Aynı araştırmacının çalışmalarına göre, Ankara ubuk agatları, andezit ve riyolit içersindeki çatlak ve gözeneklerde hidrotermal alterasyonu izleyen evrede, hidrotermal silisli çözeltilerdeki kolloidal silisin, 100-200°C sıcaklıkta, yüzey koşullarına yakın basınçta ve 9’un altındaki pH (alkalin) ortamda kelimiyle oluşmuşlardır. Konsantrik bant yapıları SiO<sub>2</sub> zeltisinin SiO<sub>2</sub> jeline dönüşümünden oluşmasına karşın, yatay-paralel bant yapıları iri boyutlu SiO<sub>2</sub> kolloidlerinin yer çekiminden dolayı yatay kelimiyle meydana gelmişlerdir.

**Karaoğlu ve Gümüş (1997)**, Sivrihisar çevresinde bulunan mafik-ultramafik kayaçlar içerisindeki demir ve opal-kalsedon yataklarını iki farklı tipte sınıflandırmışlardır. İlk tipin, Paleozoyik-Triyas yaşlı peridotit ve serpantinit serilerinin uygun iklim koşulları altında fiziksel ve kimyasal olarak ayrışmaları sonucu oluşan lateritik yataklar, ikincisi ise lokal olarak hidrotermal ornatımlar sonucu oluşmuş damar tipi yataklar olduğunu ileri sürmüşlerdir.

**Gözler ve diğerleri (1997)**, çalışma alanını içine alan bölgede yaptığı çalışmada 1/25000 ölçekli jeoloji haritaları yapmış ve ofiyolitik kayaçlarla ilgili olarak özellikle tektonik hatlar boyunca lisvenit oluşumlarından söz etmişlerdir.

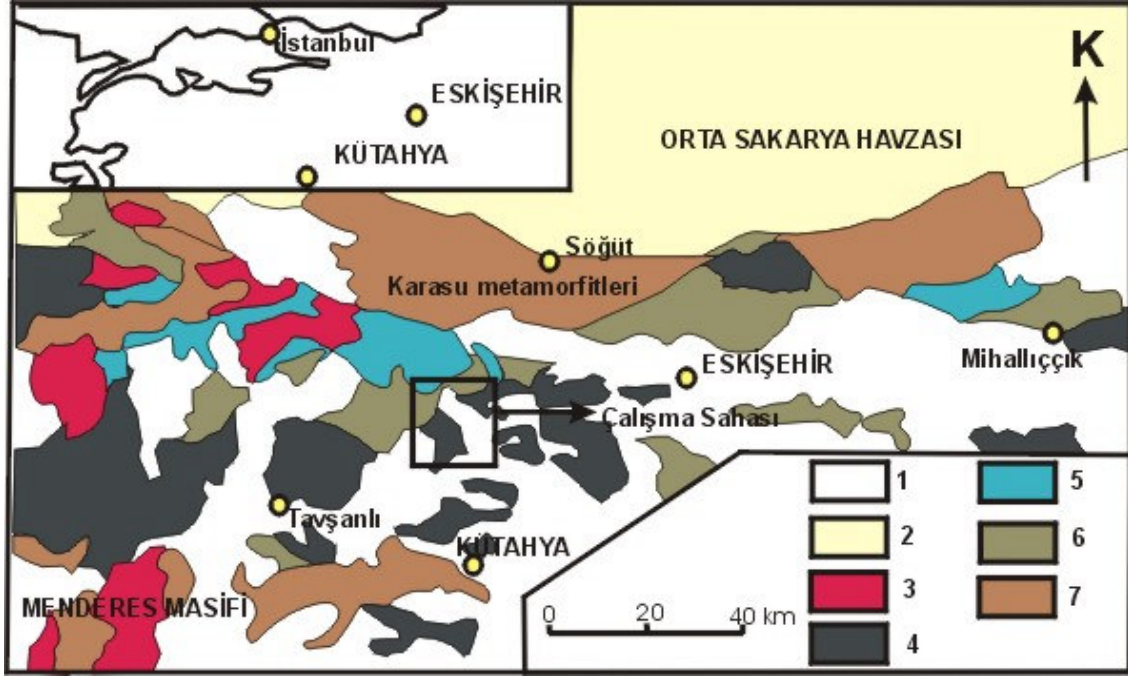
**Hatipoğlu ve Dora (2000)**, araştırmacılar Ankara ubuk agatlarıyla ilgili çalışmalar yapmıştır. Buna göre; agatların Miyosen yaşlı andezit ve riyolitlerin içinde yarık ve çatlak boşlukları içerisinde, açık boşluk dolguları olarak yataklarıklarını belirtmişleridir. Ayrıca agat oluşum koşullarının düşük basınç-sıcaklık olduğunu belirten araştırmacılar, köken hidrotermal sirkülasyonun yüksek silis konsantrasyonunda ve 7-9 pH’a sahip olduğunu dşnmştir.

**Atakay (2002)**, Eskişehir Mihalıççık civarında yüzeyleyen serpantin ve serpantinleşmiş peridotitler içinde yer alan 4 ayrı sektördeki yeşil, beyaz, kahverengi opal ve kalsedonların ve bu oluşumların yan kayaçlarının mineralojik-petrografik ve jeokimyasal olarak incelemelerini yapmıştır. Yeşil opallerin renklerinin serpantin kalıntılarında kaynaklandığını düşünen yazar opal ve kalsedonların tektonizmanın yarattığı çatlaklara ve kırıklara giren silisli çözeltilerin meteorik suların etkisiyle hızlı soğuması sonucu önce opallerin daha sonra da kriptokristalin silis damarlarının oluştuğunu varsaymıştır.

#### **1.4. Bölgesel Jeoloji**

Orta Anadolu'nun batısında yer alan çalışma alanı Tetis kuşağı içinde, Tetis'in kuzey kolunun kapanımıyla gelişen bir dizi tektonik olaylara sahne olmuş ve bütünüyle çarpışma kuşağı özellikleri sergileyen formasyonlarla bütünleşmiş bir alandır. Gelişen deformasyonlara uygun olarak başlıca pasif kıta kenarının ve ofiyolitli melanjların metamorfizma dilimlerini içerir.

Sömdiken, Sivrihisar, Eskişehir, İnönü ve Mihalıççık metamorfizmaları ile Karkın formasyonu Alt Triyas yaşlı kıtasal kabuk malzemesini karakterize etmektedir. Bu birimler yer yer bazen de dilimler halinde ofiyolitler ve melanjlarla temsil edilirler. Bu birimler üzerine taban konglomerası ile uyumsuz olarak Jura çökelleri gelmektedir. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı çökellerle devam eden birim, yine uyumsuz olarak Üst Kretase konglomera, kumtaşı ve bol fosilli mikritik kireçtaşları ile örtülür. Üst Kretase birimleri ise Topkaya, Yörükkaracaören granodiyoriti ve Kaymaz graniti tarafından kesilir. Bu birimlerin üzerinde konglomera ve kumtaşlarından oluşan Paleosen yaşlı birim uyumsuzlukla gelir. Konglomera, kumtaşı, kil, marn ve bol fosilli kireçtaşlarından oluşan Eosen yaşlı birim ise tüm eski birimleri uyumsuz olarak örter. Çalışma alanı en son olarak Miyosen, Pliyosen yaşlı volkanosedimanter birim ve Pleyistosen yaşlı genç çökellerle örtülmüştür ( Gözler ve diğerleri 1997) (Şekil 1-2) .



Şekil 1-4 Kuzeybatı Anadolu'nun genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. 1/500 000 Jeoloji haritalarından derlenmiştir). (1) Neojen örtüsü (2) Permian ile Eosen arası çökeller, (3) Alt Tersiyer yaşlı granodiyoritler, (4) Ultramafik kayalar, (5) Mermer (6) Ofiyolitli melanj ve mavişist kayaları, (7) Yeşilşist ve amfibolit fasiyeslerindeki metamorfiteiler.

## 1.5. Çalışma Yöntemleri

### 1.5.1. Arazi Çalışmaları

Saha çalışmaları Eskişehir İli'ne bağlı İnönü ilçesinde bulunan Dereyalak Köyü ve kuzeyinde kalan bölgede gerçekleşmiş olup, 1/25000 ölçekli Kütahya İ23-c2 ve Eskişehir İ24-d1 topoğrafik haritaları arasında kalan 4800 hektarlık bir alanı kapsar. 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan fotokopi ile 1/10000'e büyültülen haritalar üzerinde ayrıntılı jeolojik haritalama çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışması 2006 yılı yaz aylarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalar sırasında Macellan marka GPS cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz yardımı ile yüzeydeki gerçek konumundan 7 m'lik hata payı ile gözlem ve numune yerleri tespit edilmiştir. Haritalamayla eş zamanlı olarak petrografik ve mineralojik analizler için gerekli olan örnekleme de yapılmıştır. Çalışma alanının jeolojik haritalaması ve jeolojik enine kesitleri çizilerek yapı ortaya konmaya çalışılmıştır.

### *1.5.2 Laboratuvar alışmaları*

#### *1.5.2.1. Petrografik İnce kesit alışmaları*

Arazi alışmaları sırasında derlenen örnekler, petrografik tanımlamaları yapılarak mineralojik, petrografik, dokusal ve yapısal özelliklerin belirlenmesi amacıyla ince kesitleri yapılmıştır. İnce kesit yapımı için İngiliz yapımı Petrocut ve Petrothin kesme, traşlama ve parlatma aletleri kullanılmıştır.

İnce kesitlerin mikroskopta incelenmesi sonucunda mineralojik analiz için uygun olan örnekler belirlenmiş ve ayrıca elektron mikroskop analizleri gerçekleştirilecek agat ve opal örnekleri tespit edilmiştir.

İnce kesit tanımlamalarının ardından bütün ince kesitlerden Leitz Ortoplan mikroskoptu + Ortomat otomatik fotoğraf çekme nitesi ve dijital fotoğraf makinesi ile önemli fabrik ve mineral resimleri çekilmiştir. Petrografik ince kesit alışmaları İ.. Mühendislik Fakültesi, Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı, Petrografi Laboratuvarında yapılmıştır.

#### *1.5.2.2. XRD alışmaları*

XRD alışmaları özellikle ince kesit incelemeleri sonucunda kesin sonuç alınmayan örnekler üzerinde yapılmıştır. Ayrıca agat örneklerinde kuvars grubu mineraller haricinde hangi minerallerin olabileceğini araştırmak amacıyla da bu yöntem kullanılmıştır.

Agat ve opal örneklerinden, selektif örnekler hazırlanmıştır. Bu rnekler, taze yerlerden kırılarak, alınmış ve değirmenlerde 300 mesh boyutuna kadar ğtlerek toz haline getirilmiştir. XRD analizleri; İ.. Mühendislik Fakültesi, Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı laboratuvarlarındaki Philips marka PW-1430 model cihazda yapılmıştır.

### *1.5.2.3. Elektron Mikroskop Çalışmaları*

Elektron mikroskop çalışmasında öncelikle kripto kristalen opal ve agat örnekleri incelenmesi amacıyla Jeol/JSM-6335F/INCA-EDS model SEM (Taramalı Elektron Mikroskop ve Yarı Kantitatif Element Analiz Sistemi) cihazı kullanılmıştır.

SEM tekniğinde üretilen ışın numune üzerine düşürüldükten sonra dönen ışının yansıma geometrisine göre görüntü elde edilir. Bu yöntemde analiz için seçilen örneklerden belirlenen kısımlar küçük parçalar halinde kırılarak preparatlara yapıştırılmış daha sonra da üzerleri iletkenliği sağlamak amacıyla altınla kaplanmıştır. Bu amaçla hazırlanan üç örnekten 15 adet imaj, 5 adet yarı kantitatif analiz yapılmıştır. Elektron Mikroskop Çalışmaları TÜBİTAK-MAM (Marmara Araştırma Merkezi) Malzeme Enstitüsünde gerçekleştirilmiştir.

### *1.5.3. Büro Çalışmaları*

Saha çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler uzun bir büro çalışmasını gerekli kılmıştır. Büro çalışmalarında öncelikli çalışma elde edilen sonuçlar ışığında 1/10.000 ölçekli jeolojik haritanın bilgisayar ortamında çizilmesi olmuştur. Jeolojik harita ve enine jeoloji kesitleri çizilip hazırlandıktan sonra bölgenin stratigrafisi ortaya konmuştur. Çizimlerde ağırlıklı olarak CorelDraw 9 Programı kullanılmıştır.

## 2. JEOLojİ

### 2.1. Stratigrafi

İnceleme alanında Mesozoyik'den günümüze çeşitli kaya-stratigrafi birimleri bulunmaktadır (Şekil 2-1). Bölgedeki birimler gençten yaşlıya doğru aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

- Alüvyon
- Bazalt
- Höyükli Formasyonu (Volkanojenik çakıl ve kum taşları)
- Ofiyolit (Serpantinit)
- Metamorfikler (İnönü Metamorfikleri)

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	LİTOLOJİ	TANIMLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER				ALÜVYON
					BAZALT
	TERSİYER	PLİYOSEN	HÖYÜKLÜ FORMASYONU		VOLKANOJENİK ÇAKIL TAŞLARI (DENDRİTİK AGATLI)
					VOLKANOJENİK ÇAKIL TAŞLARI
					VOLKANOJENİK KUMTAŞLARI
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE			OFİYOLİT (SERPANTİNİT)
	TRİYAS		İNÖNÜ METAMORFİTLERİ		METAMORFİTLER KUVARS VE KUVARSİT MERCEKLERİ İÇEREN KUVARS ŞİST

Şekil 2-1. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz).



### 2.1.1. İnönü Metamorfitleri

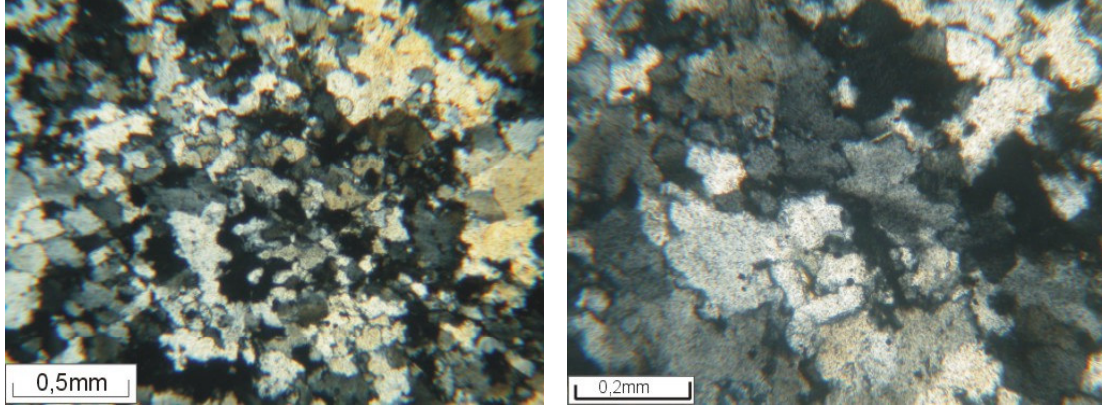
İnönü Metamorfitleri, İnönü ve güneyinde yer alan ofiyolitler altında tektonik konumlu olarak görülmektedir. Şentürk ve Karaköse (1981) çalışma sahasındaki metamorfikleri mavişist olarak adlandırmıştır. İnönü mavişistleri, İnönü güneyinde Esnemez ve Yörükyayla Köyleri arasında peridotitler altında tektonik konumlu olarak yüzeylenirler. Yörükyayla köyü doğusunda oldukça geniş bir yayılım alanı sunan İnönü mavişistleri, İnönü mermerleri ile geçişli olan metabazit ve metakuvarsitlerden meydana gelirler. Aralarında kalkışist bantları görülür.

Metakuvarsitler çalışma sahasının KB'sında yer alan Eceköy'ün KD'sında gözlenmektedir (Şekil 2-2). Arazi gözlemlerinde foliasyon düzlemlerine paralel kuvars ve kuvarsit mercikleri tespit edilmiştir. İnönü metamorfiklerinin Triyas yaşlı olduğu düşünülmektedir (Gözler ve diğerleri 1997).

Yapılan petrografi incelemelerinde görülen rekristalize kuvars dokusu, arazi gözlemlerini desteklemektedir. (Şekil 2-3).



Şekil 2-2. Eceköy'ün KD'sında yüzeylenen metakuvarsitler.

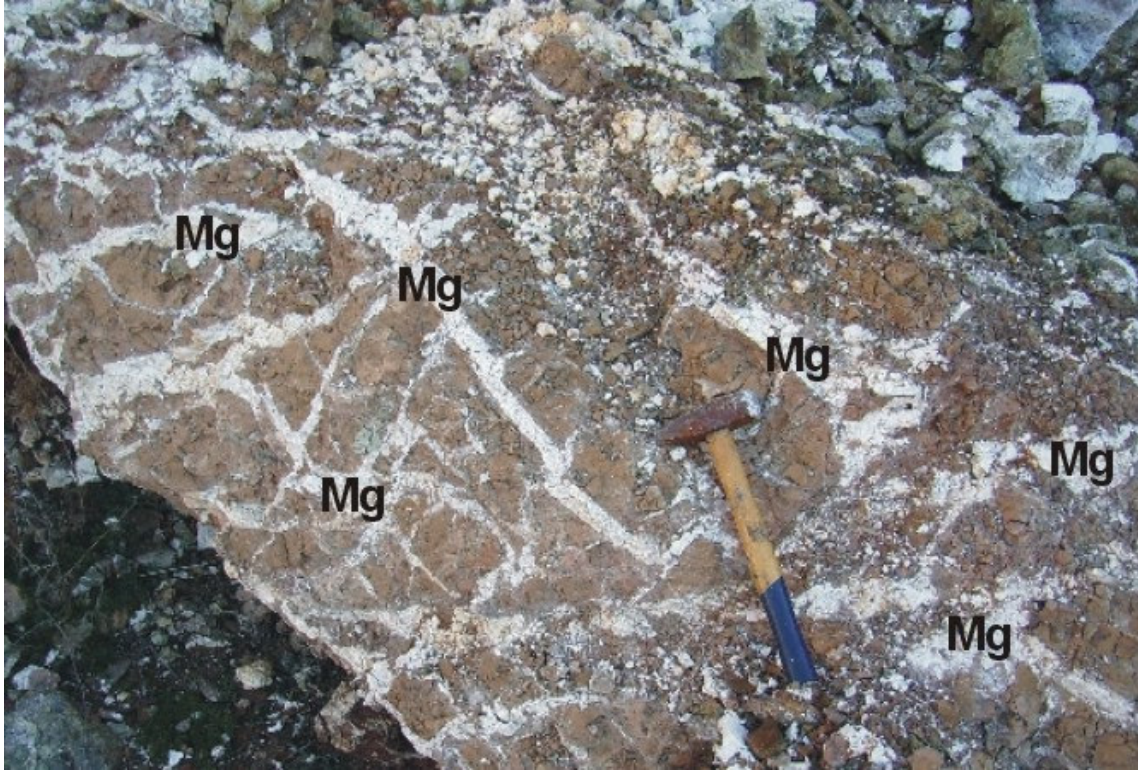


Şekil 2-3. Şekil 2-2'den alınmış örneklerin ince kesitlerindeki rekristalize kuvarsit dokusu.

### 2.1.2 .Ofiyolit

Çalışma sahası içinde yer alan ofiyolitler, manyezitleşmenin yoğun izlendiği serpantinitle temsil edilirler. Serpantinitle yaklaşık D-B doğrultusunda yüzeylenmektedir. Serpantinitle; yeşil, koyu yeşil renklerde, çoğunlukla peridotitlerin serpantinleşmesi neticesi oluşmuştur. Bu kayaçlar blok şeklinde melanj içinde yer alırlar. Serpantinitle kütlelerinin dokanaklarında ezilmeler ve parçalanmalar görülmektedir. Bu serpantinitle içinde kırık ve çatlak zonlarında ağsal (stockwork tipi) manyezit damar ve damarcıkları sıklıkla gözlenmiştir. Eceköyün KD'sundaki yaklaşık D-B doğrultulu bir fay zonunda yerleşmiş olan manyezit ocakları ekonomik olarak çalıştırılmaktadır.

Manyezit cevherinin, tamamıyla serpantinitlelerin yapısal denetimi altında D-B yönündeki gerilme çatlak ve yarıkların içine dolgu biçiminde yerleştiği, damar ve merceksel yataklanmalara ilaveten düzensiz ve ağsal yataklanmalar geçişleri gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 2-4).

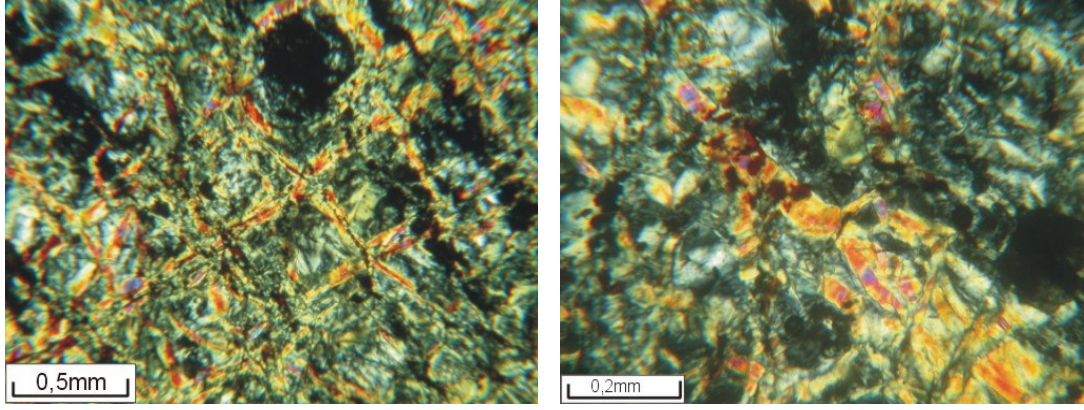


Şekil 2-4. Serpantinitler içindeki ağsal manyezit damarları (Mg; manyezit ).

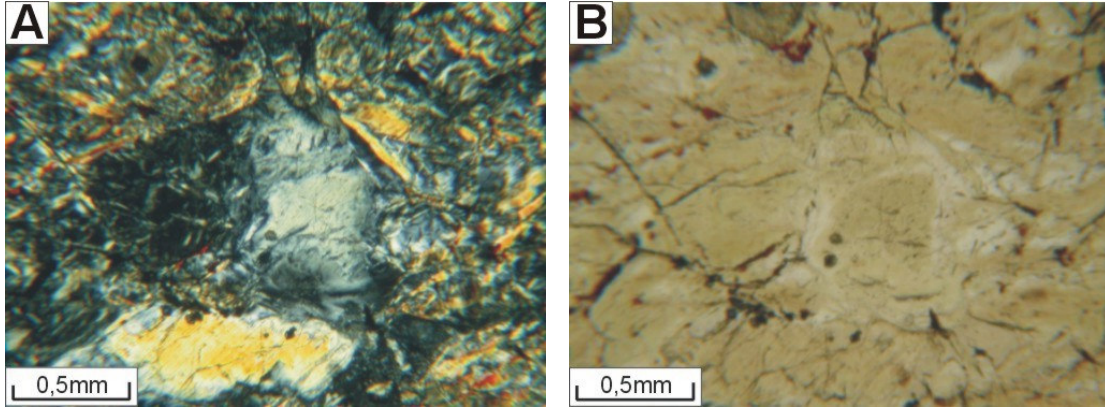
Seçilmiş örneklerin ince kesit incelemelerinde kayaca ait olivin ve piroksenler, kalıntı kristaller şeklinde gözlenmektedir. Bu minerallerin kenarlarından ve çatlaklarından itibaren ince-ağsı damarlar şeklinde oluşmuş serpantin mineralleri kristallerin tamamını sarmıştır. Serpantinitler tipik elek (ağsal) dokusu göstermektedir (Şekil 2-5). Ayrıca ortopiroksenlerin çoğunlukla bastitleştiği gözlenmiştir (Şekil 2-6).

Köken kayaca ait olivin mineralleri, yüksek girişim rengi gösteren yuvarlak kristaller ile kolayca ayırt edilebilmektedir. Yer yer amfibollere dönüşmüş piroksen minerallerine de rastlanmaktadır.

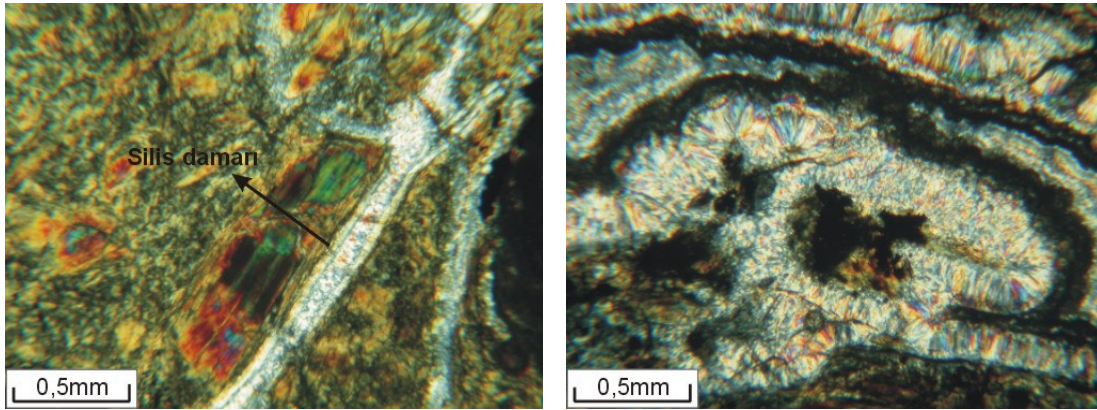
Manyezit cevherleşmesinin yoğun olduğu faylı bölgede ayrıca silisleşme ve lisvenitleşmede oldukça yaygındır. Serpantinitlerde makro ve mikro yapılarda silisleşme izleri saptanmıştır (Şekil 2-7).



Şekil 2-5. Serpantinitlerde sıklıkla gözlenen elek dokusu.



Şekil 2-6. Bastitleşmiş ortopirosen kristalleri (A: Çift nikol, B: Tek Nikol)



Şekil 2-7. Faylı bölgelerdeki serpantinitlerde gözlenen silis damarcıkları.

### 2.1.3. Höyükli Formasyonu

Karkın köyünün hemen kuzeyinden geçen D-B doğrultulu eski bir kırık hattı boyunca çıkan kalkalkalen volkanizmanın tipik ürünleri olan piroklastik malzemelerinden oluşmuş silisifiye tuf, volkanik breş, aglomera, volkanojenik çakıltaşı, volkanojenik kumtaşı, tuf ve lav akıntıları ihtiva eden volkano-sedimanter bir birimdir. Höyükli civarında görüldüğü için Gözler ve diğerleri (1997) tarafından bu adla tanımlanmıştır. Bu çalışmada da bu adlandırma aynen kullanılmıştır.

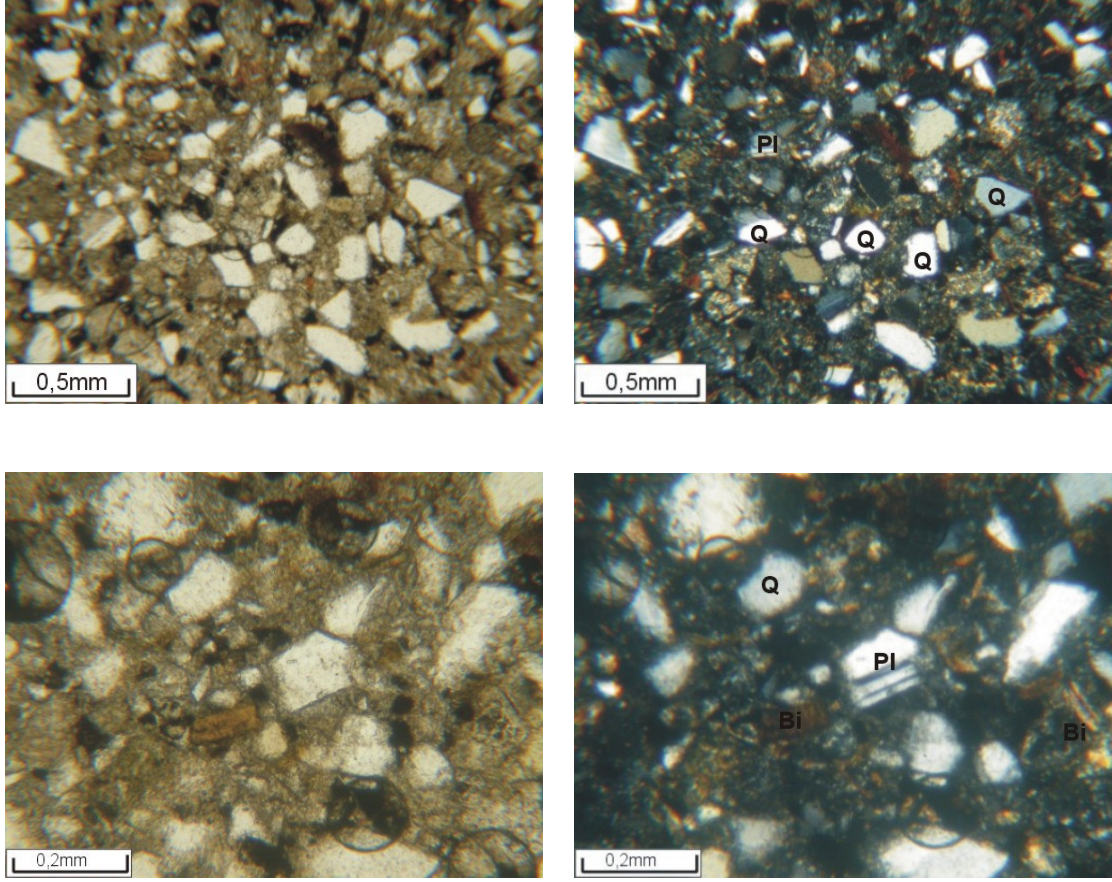
#### 2.1.3.1. Volkanojenik Kumtaşı

Volkanojenik kumtaşları çalışma sahasının GB kesiminde geniş bir alanda gözlenmektedir. Yöredeki volkanizmanın malzemelerini bulunduran volkanojenik kumtaşlarında yataya yakın tabakalanma gözlenmiştir (Şekil 2-8). Arazi gözlemleri ve petrografik incelemeler neticesinde bu birimler tabakalı volkanojenik kumtaşları olarak tanımlanmıştır.

Birime ait örneklerin ince kesitleri üzerinde yapılan incelemelerde kuvars-plajiyoklas-biotit ve opak mineraller gözlenmiştir (Şekil 2-9).



Şekil 2-8. Tabakalı volkanojenik kumtaşları.

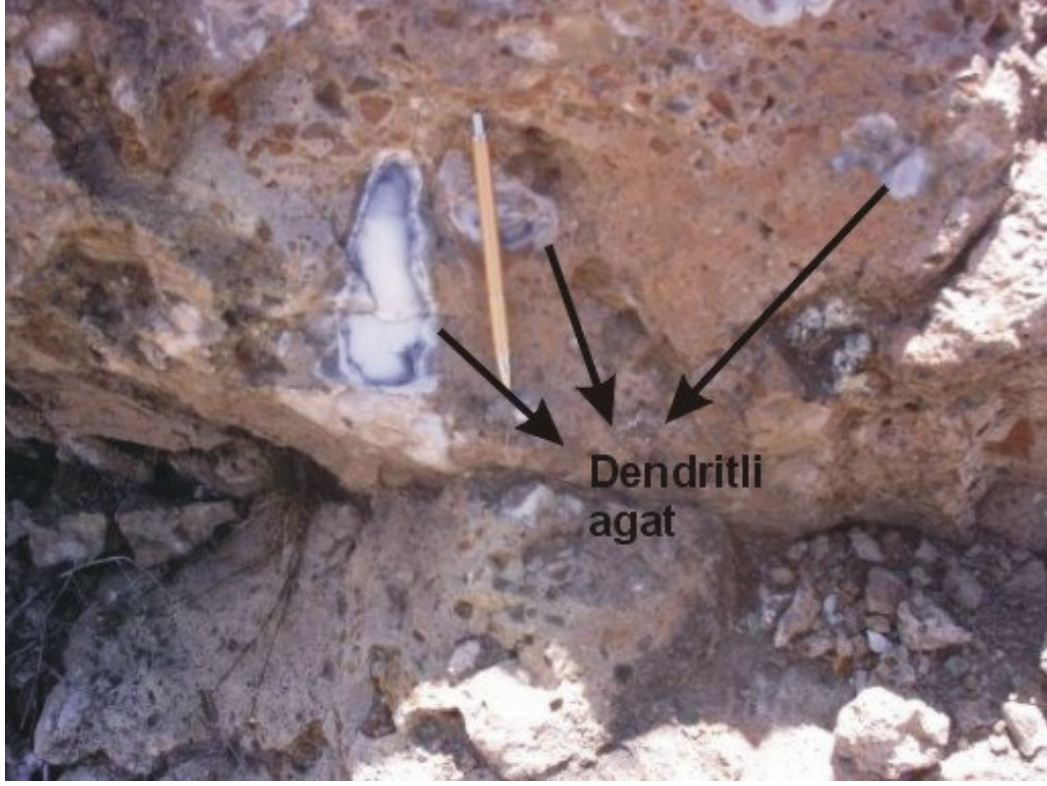


Şekil 2-9. Volkanojenik kumtaşlarındaki kuvars-plajiyoklas ve biyotit mineralleri. (Q: Kuvars, Pl: Plajiyoklas, Bi: Biyotit.)

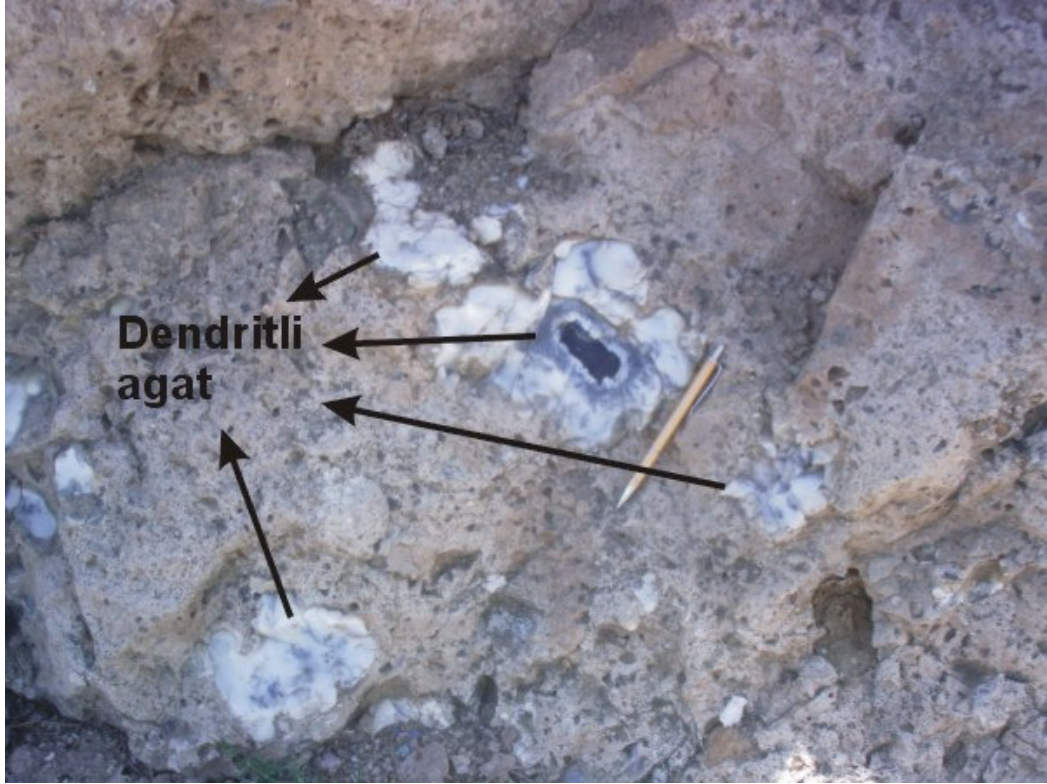
### 2.1.3.2. Volkanojenik Çakıltaşları

Dendritli agatların içinde yatakladığı bu birim Dereyalak Köyü kuzeyi ve batısında yüzeylenmektedir. Yaklaşık 5-25 m kalınlık gösteren bu çakıltaşları içinde 5-30 cm arasında irili ufaklı dendritli agat ve opal yumruları bulunur. Birim volkanojenik kumtaşlarının üstüne uyumlu bir şekilde bulunur. Tabakalar morfolojiye paralel bir şekildedir. Faylarla kesilen bölgelerde silisleşme oranı artmaktadır.

Arazi ve petrografi çalışmalarında birimin oldukça çakıllı ve bloklu olduğu görülmüştür. Bu gözlemler oluşum ortamının oldukça hareketli olduğuna işaret eder. Çakıl ve bloklar ağırlıklı olarak agat ve opallerdir, diğer çakıllar ise serpantin, kumtaşı, kireçtaşı ve diğer volkanik malzemelerin parçalarıdır (Şekil 2-10,11,12,13,14) .



Şekil 2-10 Volkanojenik çakıltaşları içindeki dendritli agat nodülleri.



Şekil 2-11 Volkanojenik çakıltaşları içindeki dendritli agat nodülleri.



Şekil 2-12 Volanojenik çakıltası içinde dendritli agat nodülü.



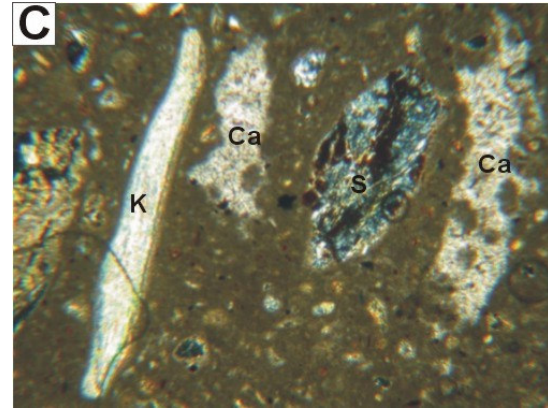
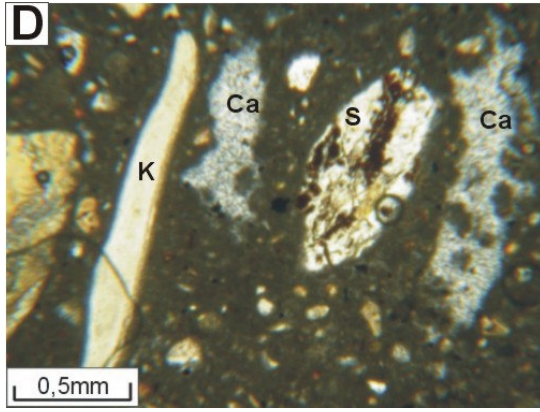
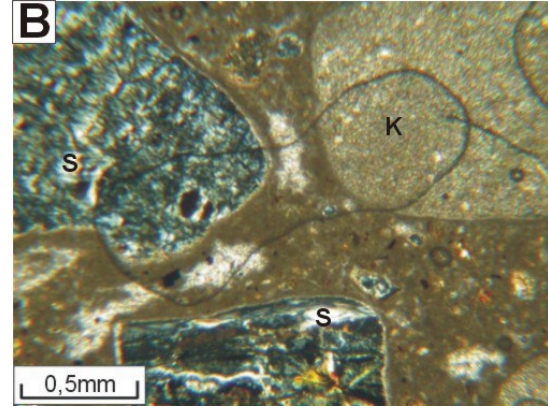
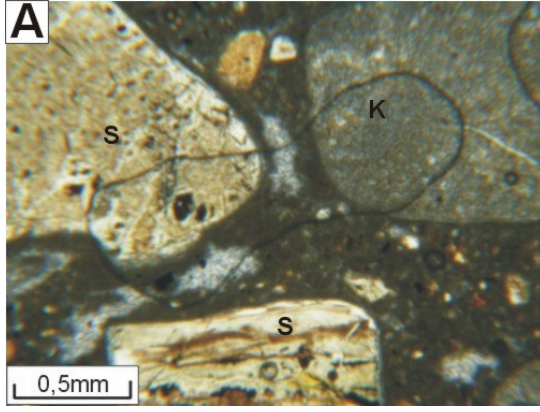
Şekil 2-13 Volcanojenik çakıltaları içindeki dendritli agat ( anakaya silisifiye olmuş).



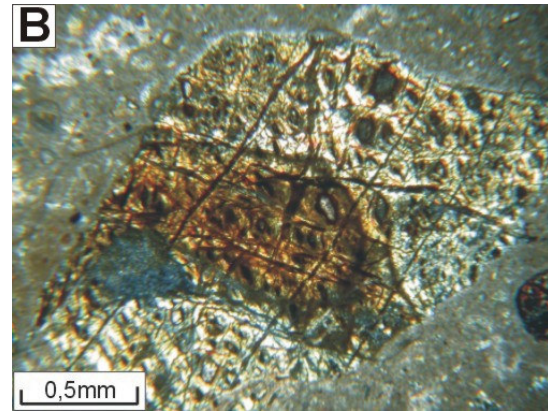
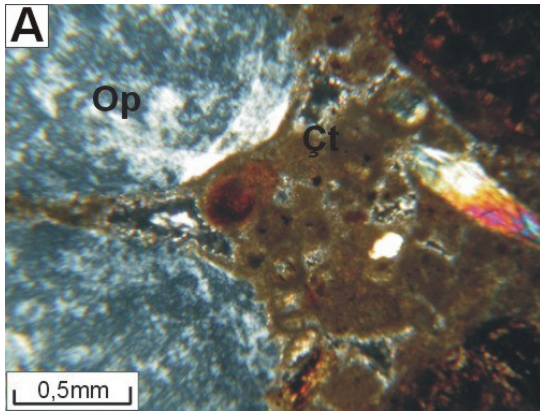


Şekil 2-14 Volkanojenik çakıltaşları içindeki opal çakılları.

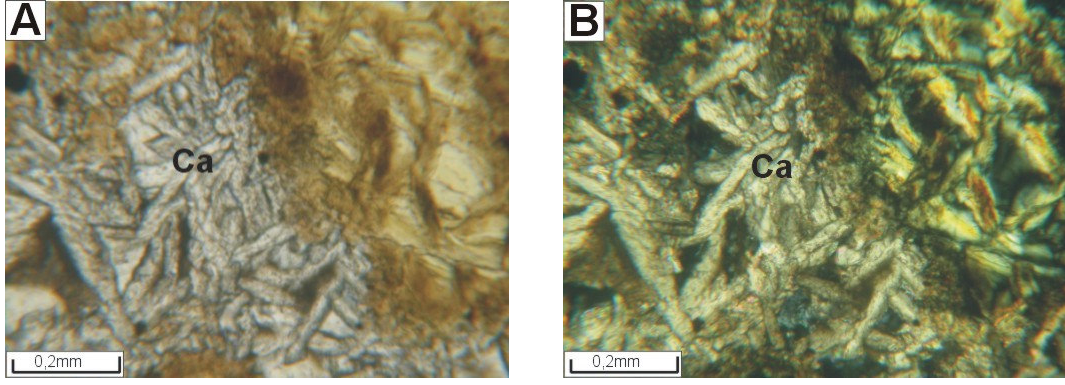
Örneklerin ince kesit incelemelerinde agat ve opal yumruları haricinde daha yaşlı birimlerin çakılları da izlenmiştir. Birimdeki diğer çakıllar keskin köşeli olup; ofiyolit parçaları, kumtaşı çakılları, ile volkanik malzemelerin karışımından ibarettir (Şekil 2-15,16). Bu çakıltaşlarının çimentosu ince piroklastik malzemelerin oluşturduğu tüflerdir. Çakıltaşları çoğunlukla breş görünümündedir. Bu görünüş malzemenin çok yakın yerden kaynaklanıp depolandığını gösterir. Çakıltaşları içinde ayrıca rekristalize kireçtaşlarına ait kalsit kristalleri de izlenmiştir (Şekil 2-17).



Şekil 2-15. Volkanojenik çakıltaşları içindeki değişik kökenlere ait çakıllar. (A ve D: Tek nikol, B ve C: Çift nikol, K: Kumtaşı, Ca: Kalsit, S: Serpantinit.)



Şekil 2-16. (A) Çakıltaşları içinde opal ile volkanik matriks arasındaki sınır, (B) Volkanojenik çakıltaşları içindeki serpantinit parçası. (Op: Opal, Çt: Çakıltaşı)



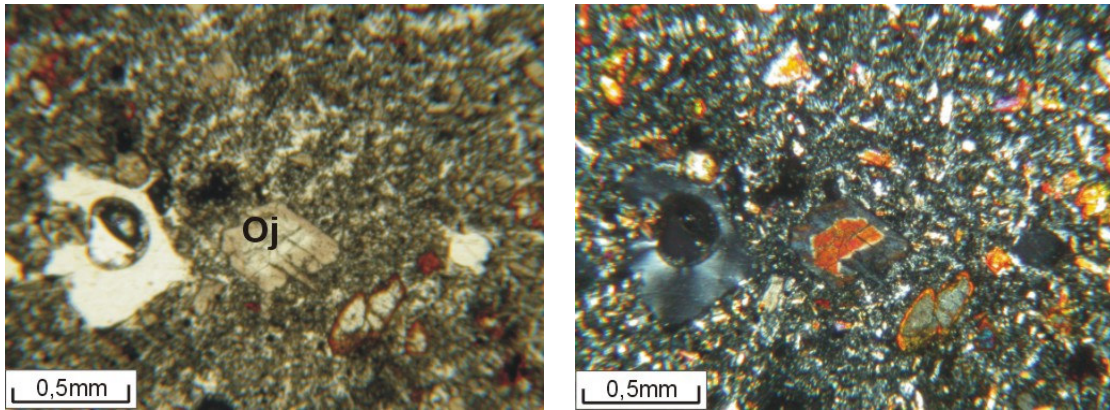
Şekil 2-17. Volkanojenik çakıltaşları içindeki kalsit kristalleri (Ca: kalsit).

#### 2.1.4. Bazalt

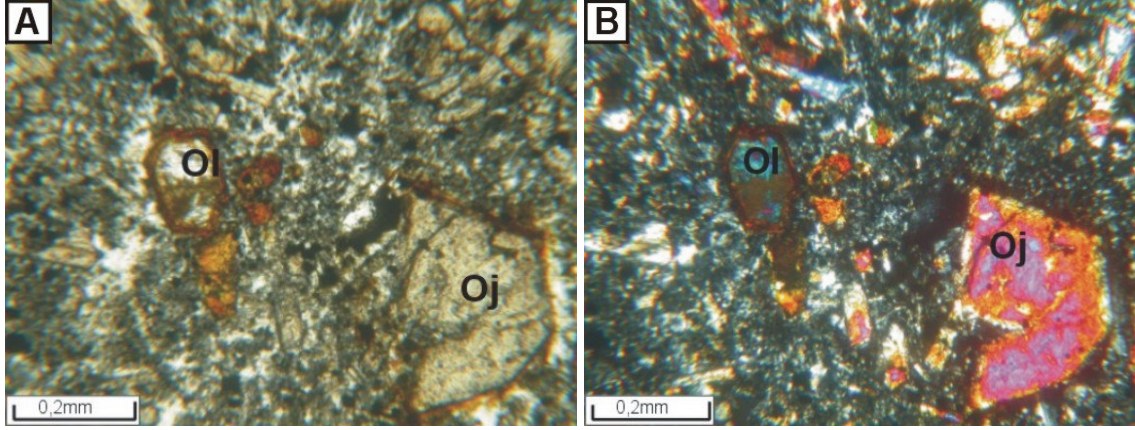
Koyu yeşil, siyah, kahverengi, genelde akma dokusu görülen ve dik şevler oluşturan bazaltlar, çalışma sahasında Erenköy güneyindeki Kayanındoruk Tepesinde izlenir. Çalışma alanındaki en genç birim olan bazaltlar Pliyosen yaşlı çökelleri keserek onların üstüne akmışlardır. Bazalt akıntılarında bol gaz boşlukları görülür.

Piroksen, olivin ve plajiyoklasdan oluşmuş hamur maddesi içinde orta büyüklükteki olivin fenokristalleri izlenir. Plajiyoklas ve klinopiroksen fenokristalleri tektük kristaller halinde eşlik eder (Şekil 2-18).

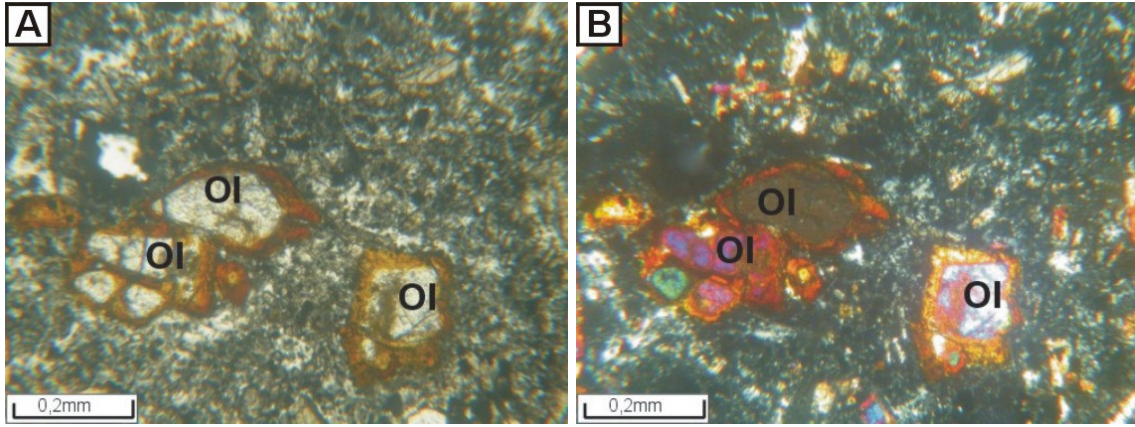
Olivinlerde çoğunlukla iddingsitleşme görülmektedir. Plajiyoklas kristalleri mikrolitler şeklinde izlenir. Piroksen ve olivinden oluşmuş matriks de demirce zengin olivin fenokristalleri gelişigüzel bir biçimde izlenir (Şekil 2-19,20).



Şekil 2-18. Bazaltlardan hazırlanan incekesitlerde tek ve çift nikol görüntüleri (Oj: Ojit).



Şekil 2-19 Bazaltlarda izlenen Olivin ve Ojit fenokristalleri ( A: Tek Nikol B: Çift Nikol, Ol: Olivin, Oj: Ofit)



Şekil 2-20. Bazaltlarda izlenen olivin fenokristalleri (A: Tek Nikol, B: Çift Nikol, Ol: Olivin).

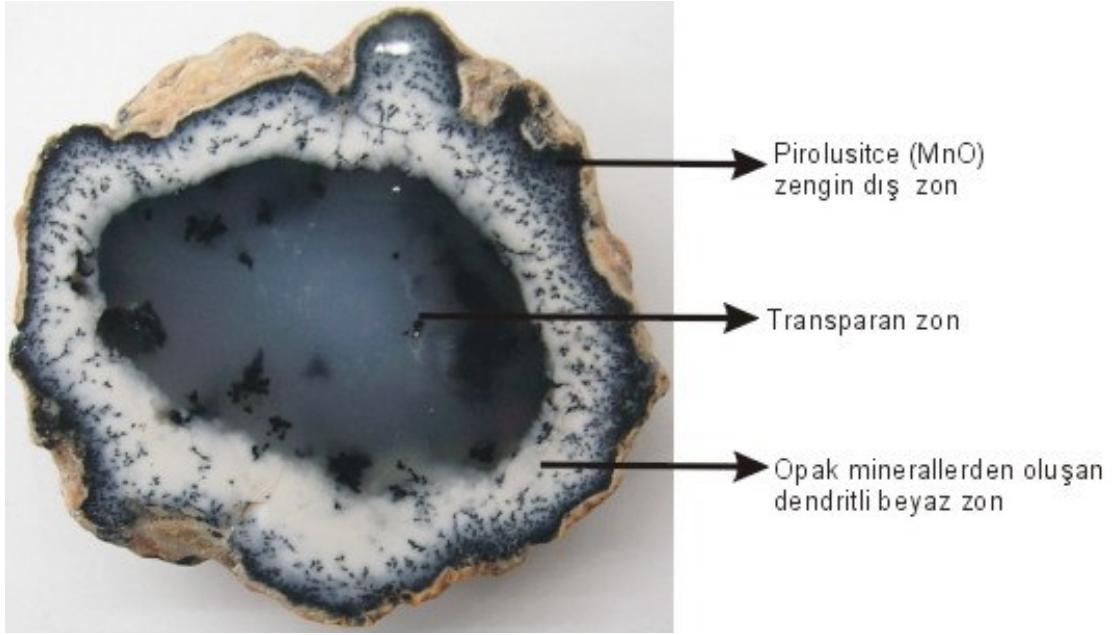
### *2.1.5 Alüvyon*

Bölgedeki en önemli akarsulardan biri Eldizen deresidir. Alüvyon oluşumları da bu dere üzerinde izlenmektedir. Akarsularca taşınan blok, çakıl, kum, silt ve kil gibi malzemeler KB-GD istikametinde uzanan bu vadi boyunca biriktirilmektedir. Haşhaşlık Tepe ve Kayaaltı Sırtı arasında geniş bir düzlük oluşturan alüvyon çökelleri, diğer birimler üzerinde uyumsuz bir şekilde yer alırlar.

### 3. DEREYALAK DENDRİTLİ AGAT VE OPALLERİN OLUŞUMU

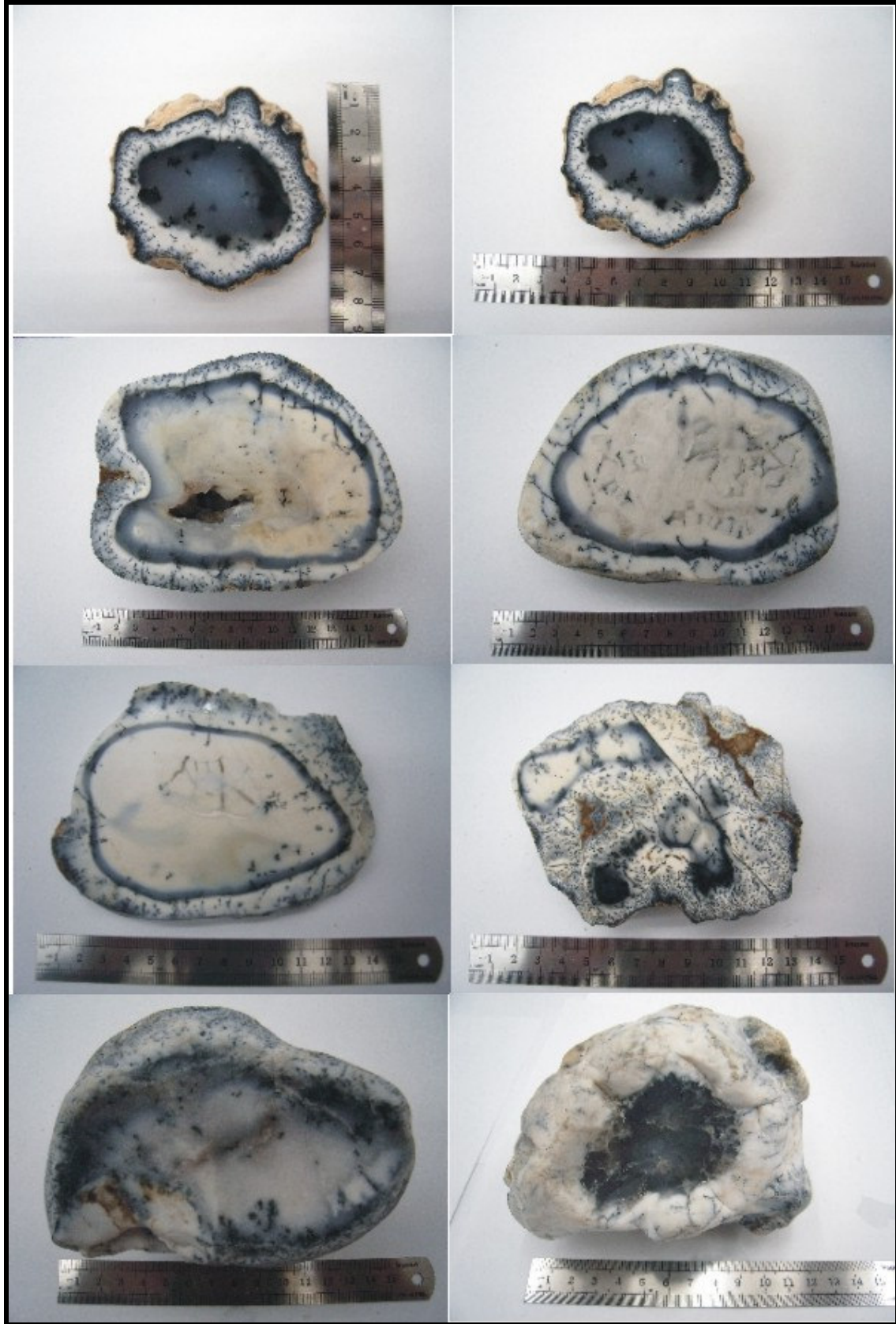
#### 3.1. Genel Özellikleri

Dendritli agatlar volkanojenik çakıltaşları içinde yer alır. Bu agatlar çoğunlukla yumrusal şekilli olup çapları 1-30 cm arasında değişir. Bölgedeki agatlar ana kaya içinde düzensiz şekilde yataklamıştır. Agatlardaki ana renk, siyah ve beyazın tonlarında olup renk açısından homojenlik göstermektedir. Bünyedeki beyaz ve opak rengin köken kaya olarak düşünülen sepiyolitlerden kalıntı olduğu düşünülmektedir. Agatlar fiziksel olarak oldukça gevrek özelliktedir. Sahada yapılan gözlemlerde yüzeye yakın yerleşmiş agatların oldukça çatlaklı ve kırılgen olduğu görülmüştür.



Şekil 3-1. Dendritli agatlardaki zonlanma.

Dendritli agat nodulleri, yapısal olarak benzer özelliklere sahiptir. Buna göre en dışta pirolusit ve manganit minerallerince zengin bir çerçeve zon bulunur. Pirolusit ve manganit dendritleri yosun efekti verdiği için bu agatlara “yosun agat” isminin verilmesine neden olmuştur. MnO dendritlerinin yer aldığı bu opak zonda merkeze doğru mangan oranı göreceli olarak azalır. Agatlardaki beyaz zon ile agatın merkezindeki saydam zon arasında keskin bir sınır vardır (Şekil 3-1,2).



Şekil 3-2. Dereyalak dendritli agatların makro görüntüleri.

Çalışma alanında volkanojenik çakıltaşları içinde dendritik agat oluşumları yanısıra dendritli opal oluşumları da izlenir. Makroskopik incelemede, opallerdeki renk çeşitlenmesinin oldukça fazla olduğu gözlenmektedir. Baskın renkler beyaz, sarı, turuncu, siyah, yeşil ve kahverengidir. Ayrıca renk dağılımı homojen olmayıp oldukça heterojendir. Kontrast renk dağılımı yanında, baskın renklerin tonları da harmoni oluşturmaktadır. Opalin dokanak yüzeylerine yakın olan örnekleri oldukça fazla çatlaklı (breşik) ve yer yer killerle grift bir yapı sunarken, merkeze doğru olanlar daha som bir yapı gösterirler. Bu bölge opallerinde genelde esas opal maddesi yanında çeşitli silisifiye maddelerin birlikteliğinden oluşan breşik yapı yaygındır (Şekil 3-3). Jel dokusunda oldukları bilinen esas opal maddesi bal-gri-sarı-kahverengi, süt opal olanlar beyaz, hiyalin olanlar renksiz ve de kriptokristalin dokuda olduğu bilinen kalsedon ise kahverengimsi-kırmızı renklerle ayrılır.

Ayrıca, opal çakıl ve blokları içerisinde, breşik çatlakları dolduran siyahımsı-kahve renkli çimento dolguları ile opal bünyesinde yer alan siyah renkli dendritler ağ dokusu oluşturur. Mikroskopik incelemelerde, postjenetik breşik çimento dolgularının ve opal bünyesindeki sinjenetik dendritik yapıların esasta mangan bileşimli olduğu XRD sonuçlarında tespit edilmiştir. Ayrıca, jel dokulu esas opal maddesi içerisinde aynı bileşimli fakat farklı fazı simgeleyen sferolitik-taneli yapıya sahip silis tespiti, jel dokusu yanında taneli dokudaki Opal-CT (kristobalit-tridimit)'nin de birlikte bulunduğunu XRD analizleri ile kanıtlanmıştır. Esenli ve diğerleri'de (2003) yaptığı çalışmada Dereyalak Köyü çevresinden derledikleri opal örneklerini Opal-CT olarak tespit etmişlerdir.





Şekil 3-3. Dendritli opallerde izlenen breşik yapı.

### 3.1.1. Dendritli Agatların ve Opallerin Mineralojik Özellikleri

Çalışma alanından derlenen temsili agat örneklerinin mineralojik yapısını incelemek amacıyla XRD analizleri yapılmıştır. Örnekler dört ayrı grupta incelenmiştir. Hazırlanan örnekler agatlardaki zonlanmaya uygun olarak ayrılmıştır. Agatlardaki zonlanmaya göre hazırlanan örneklerin özellikleri aşağıda gösterilmektedir.

- a) **Beyaz zon;** beyaz renge sahip bu opak zonda XRD analizlerinde tipik Opal-CT özelliği gözlenmiştir.
- b) **Manganlı dış zon;** bu zondan alınan örneklerden yapılan analizde öncelikle tridimit (düşük ısı) ve az oranda kuvars sonuçları çıkmıştır. Ayrıca dendritlerin pirolisit ve manganit mineralleri içerdiği görülmüştür.
- c) **Transparan zon;** transparan zondan yapılan XRD analizlerinde kuvarsın ön planda olduğu görülmüş olup çok az tridimit ve kristobalit varlığı, bu örneklerin Opal-CT özelliğinde olduğunu gösterir.
- d) **Opal zonu;** opal zonu sıklıkla agatın dış kabuğu boyunca gözlenmektedir. Yapılan analizlerde öncelikle tridimit (düşük ısı) ve az oranda kuvars sonuçları çıkmıştır.

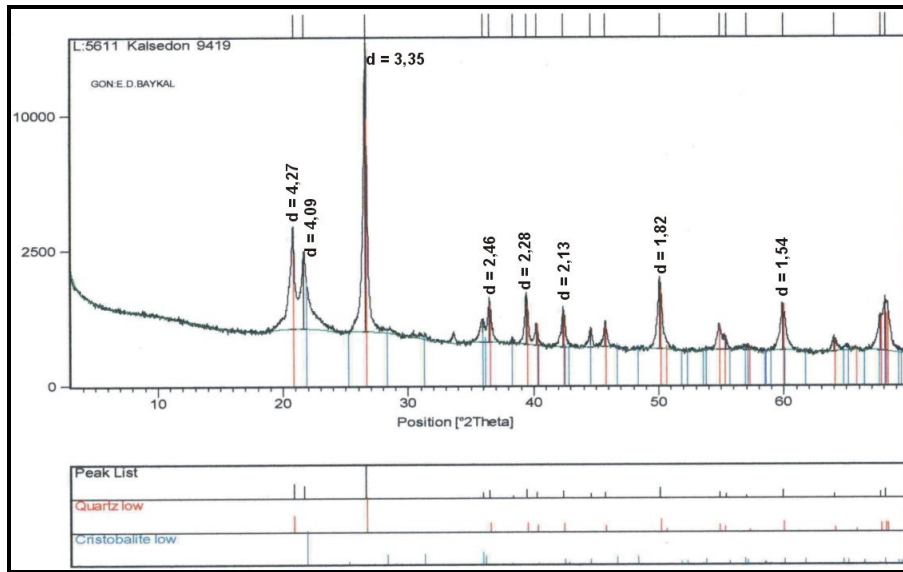
Yapılan XRD analizlerinde özellikle (b) ve (d) örneklerinin birbirine yakın mineralojik kompozisyonlarda olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler dendritli agatların tipik Opal-CT özellikleri taşıdığını göstermektedir.

### 3.1.1.1. Beyaz Zon

Dendritik agatların ana rengini oluşturan opak ve beyaz tonlardaki bu zondan yapılan mineralojik analizlerde kuvars'ın ön planda olduğu ortaya çıkmıştır. Örnekte ayrıca az oranda kristobalit tespit edilmiştir (Şekil 3-4,5).



Şekil 3-4. Beyaz zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler.



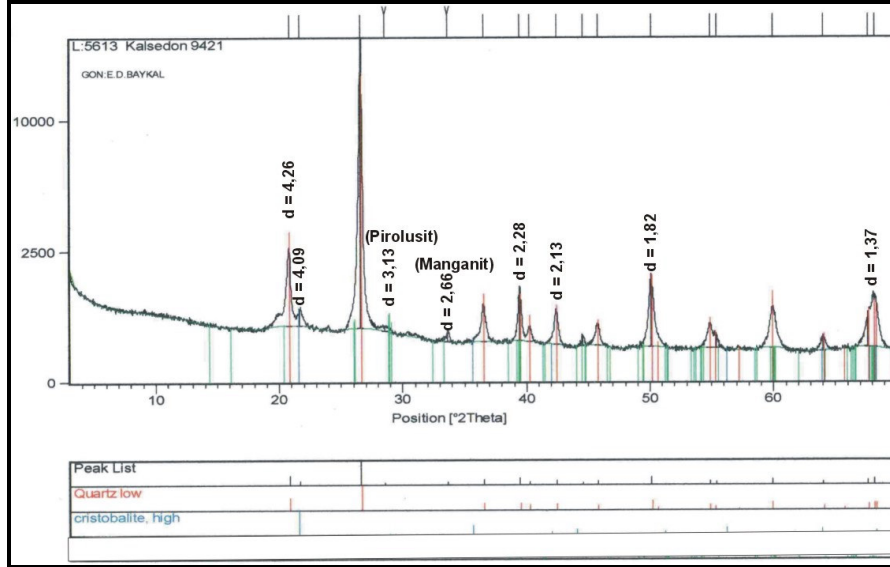
Şekil 3-5. Beyaz zondan hazırlanan numunelerden yapılan XRD analizi.

### 3.1.1.2. Manganlı Dış Zon

Dendritli agatlara ismini veren mangan dendritleri; agatlarda dışa doğru yoğunlaşmaktadır. Bu zondan derlenen örneklerin analiz sonuçlarında kristobalit ve daha az oranda kuvars izlenmiştir. Mangan dendritlerinin bileşimi XRD analiz sonuçlarından pirolusit ve manganit (Şekil 3-6,7) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3-6. Manganlı zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler.



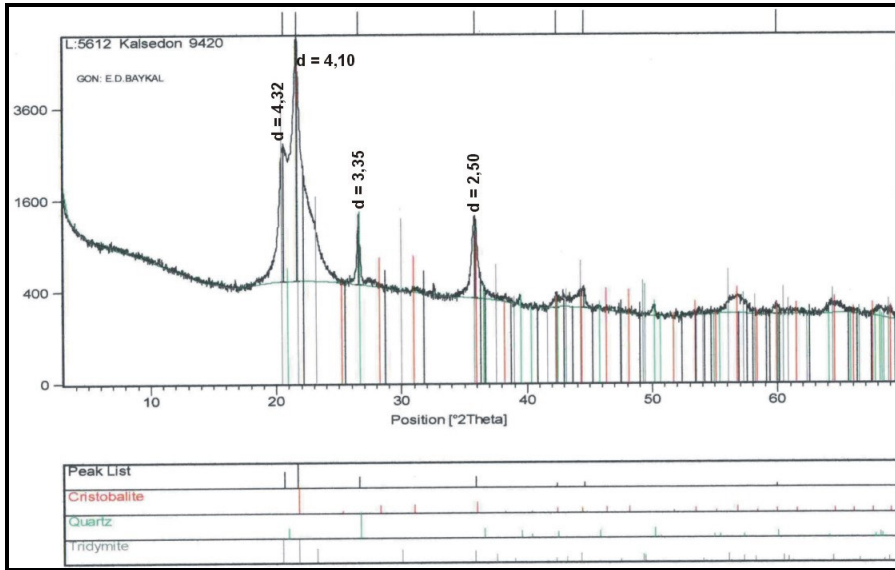
Şekil 3-7 Manganlı zondan hazırlanan örneklerden yapılan XRD analizi.

### 3.1.1.3. Transparan Zon

Transparan zon agatların genelde merkezlerinde gözlenmiş olup, bu zonda mangan dendritleri nispeten azdır. Yapılan analizlerde kuvars, kristobalit ve tridimit belirlenmiştir (Şekil 3-8,9).



Şekil 3-8. Transparan zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler.



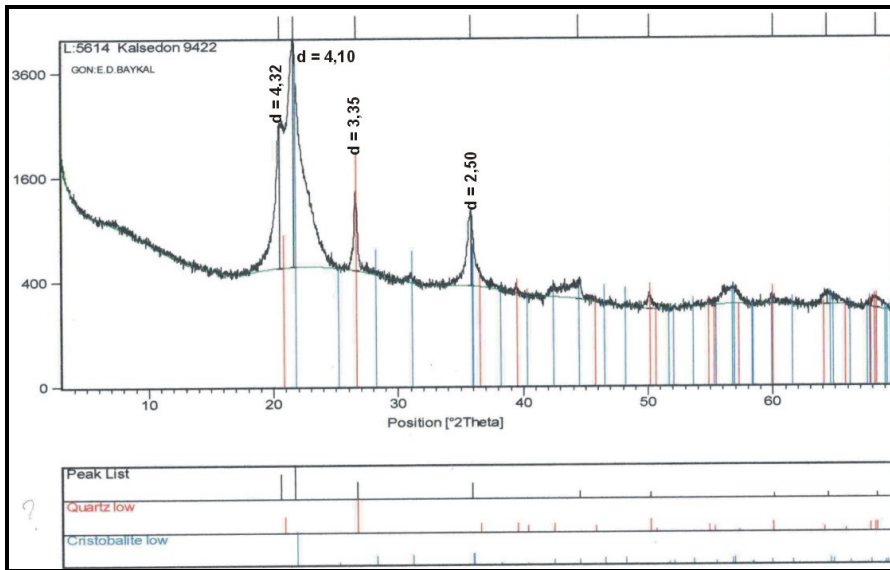
Şekil 3-9. Transparan zondan hazırlanan örneklerden yapılan XRD analizi.

### 3.1.1.4. Opalli Zon

Opaller genelde agatın en dış zonunda ayrı bir kabuk şeklinde oluşmuştur. Sahada agatlara oranla opal oluşumları nispeten azdır. Yapılan mineralojik analizde kristobalit (düşük ısı) ve çok az kuvars pikleri gözlenmiştir (Şekil 3-10,11).



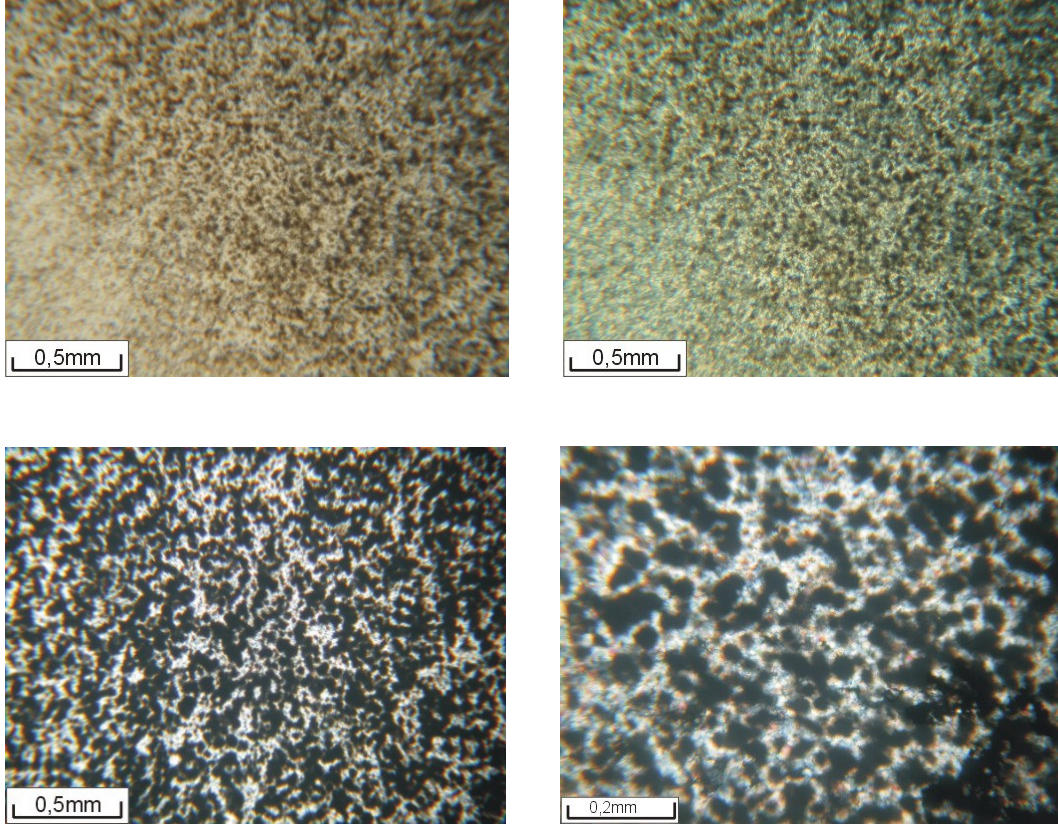
Şekil 3-10. Opalli zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler.



Şekil 3-11. Opalli zondan hazırlanan örneklerden yapılan XRD analizi.

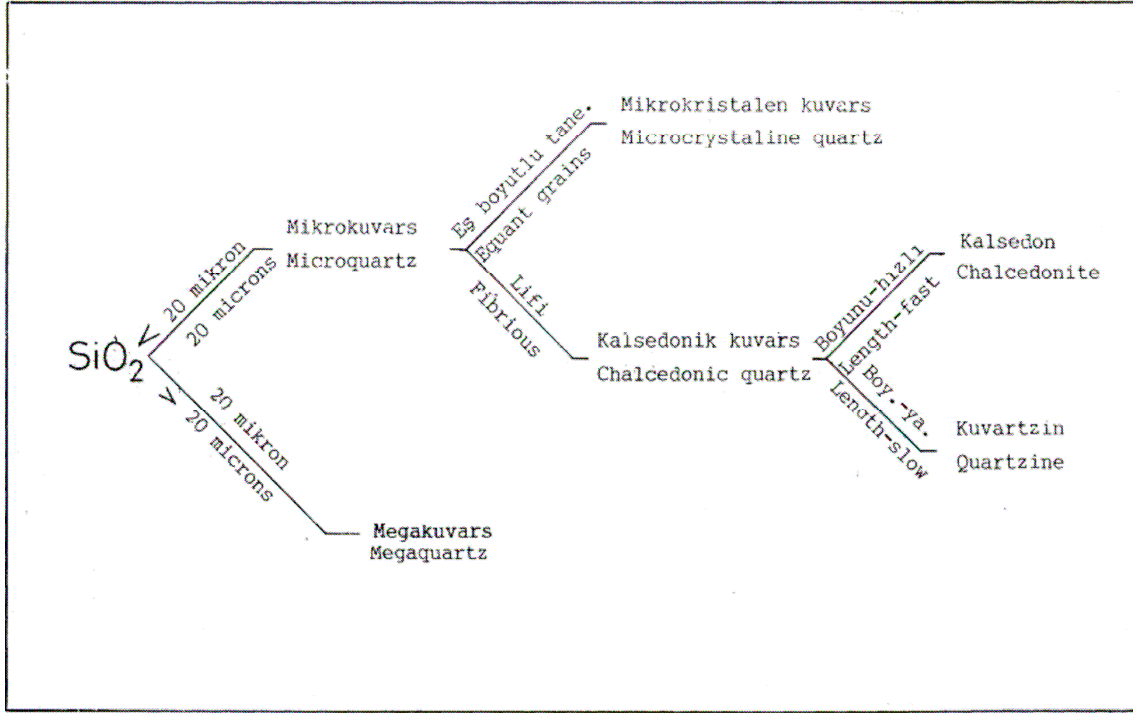
### 3.1.2. Dendritli Agatların Petrografik Özellikleri

Dendritik agat örneklerinin ince kesitleri üzerinde yapılan incelemelerde opak minerallerden oluşan leopar deseni benzeri bir doku gözlenmiştir (Şekil 3-12). Diğer belirgin dokular ise silis lifleri ve mikro kuvars kristalleridir. Böylece dendritli agatlar dünyadaki, diğer agat örnekleri gibi hem lifsi hemde taneli dokuya sahiptir (Şekil 3-12,14).



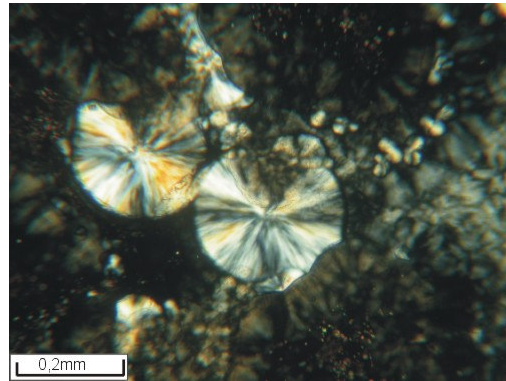
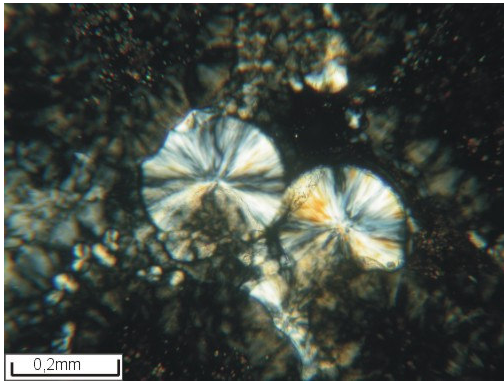
Şekil 3-12. Dendritli agatların polarizan mikroskopuyla incelemelerinde sıklıkla gözlenen benekli doku.

Örneklere görülen silis lifleri genelde birkaç mikronla, birkaç yüz mikron uzunluğa sahip olup, hem doğru hem de dalgalı sönme gösterirler. Ayrıca lifsi topluluklarda genel olarak paralel veya küresel yığılım modeli de gözlenmiştir (Şekil 3-14,16.). İnce kesitlerde küresel yığılım gösteren bazı lif demetleri ışınal şekilde, ya da tahıl samanlarının yığılım halini anımsatan desteler şeklinde görülür. Lifler optik uzun eksende yayılan ışığın hızına göre iki gruba ayrılır (Folk ve Pittman 1971). En büyük indikatriksi gama, a-ekseni üzerinde olan lifler (length-fast); en büyük indikatriksi gama, c-ekseni üzerinde olan lifler (length-slow). Bunlardan ilki lifsi kalsedon ikincisi ise 'lifsi kuvars (kuvarzin)' olarak adlandırılmıştır (Şekil 3-13).



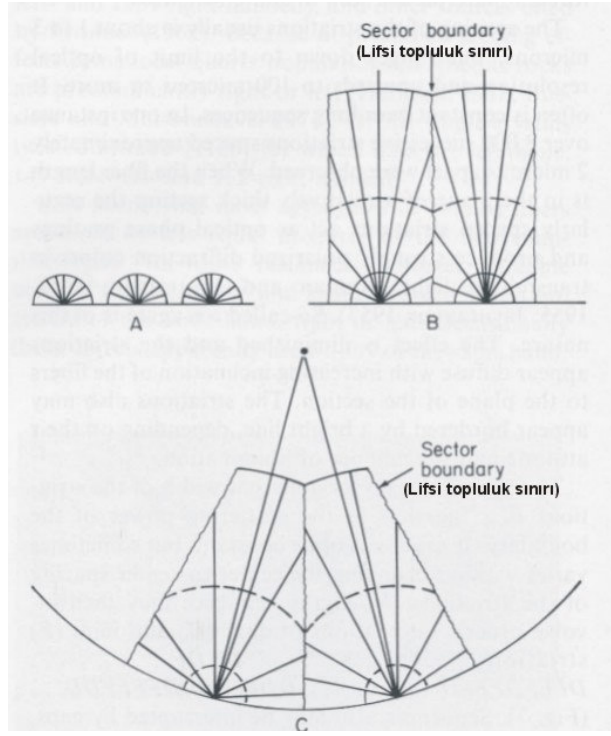
Şekil 3-13. Kuvars dokularının Folk ve Pittman (1971)'a göre sınıflandırılması.

İnce kesitlerdeki lifsi gruplarda görülen ana yığılım modeli, küresel şekillenmedir (Şekil 3-14). Lifsi kuvars (kuvarzinler) yalnızca ornatma şeklinde görülür. Bu ornatmalar sferulitik yapıda gelişen ornatmalardır (Şekil 3-14). Bu yapılar ince kesitlerde, kuvarsin liflerinin merkezi bir noktadan dışarıya doğru dairesel ya da yelpaze şeklindeki büyümeleri olarak görülür. Bu küresel yapı tek bir merkezden yayılan ışınal liflerden oluşmuştur (Şekil 3-15). Işınal lifler tümüyle kalsedon veya kuvarzinden meydana gelebildikleri gibi, karışık olarak da bulunabilirler.

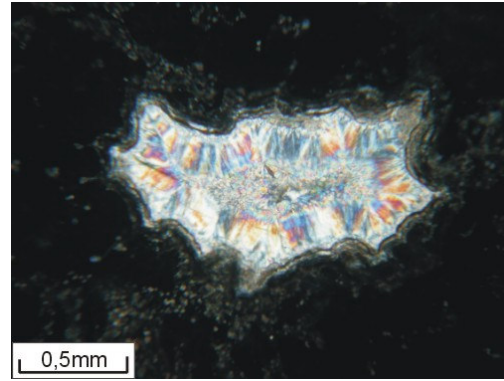
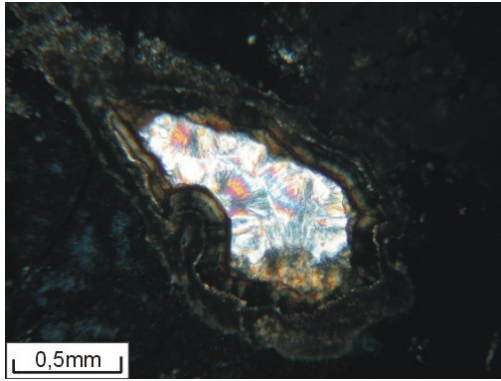


Şekil 3-14. Sferulitik yapıdaki kuvarzin lifleri.



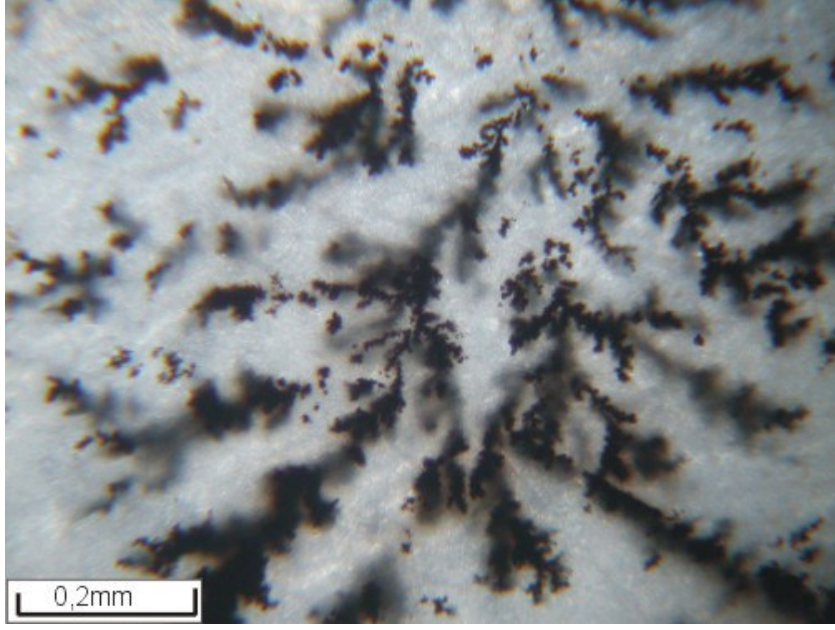


Şekil 3-15. Agatlar içerisindeki küreciklerin oluşumu; (A) ve (B) pürüzsüz ve düz bir yüzey üzerindeki paralel yığılımlarının ve (C) içbükey bir yüzey üzerinde küreciklerin oluşumu (FrondeI, 1978).

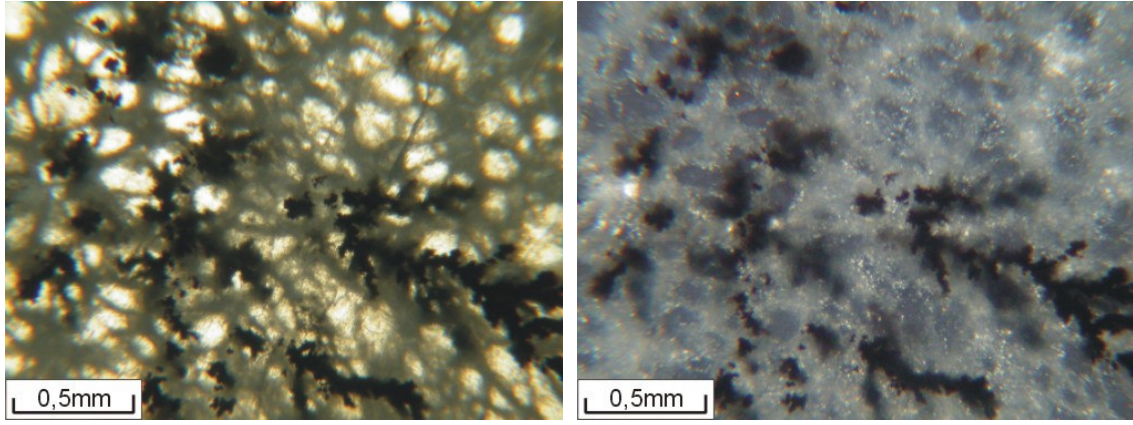


Şekil 3-16. Dendritik agatlarda yer yer gözlenen lifsi kalsedon dokusu.

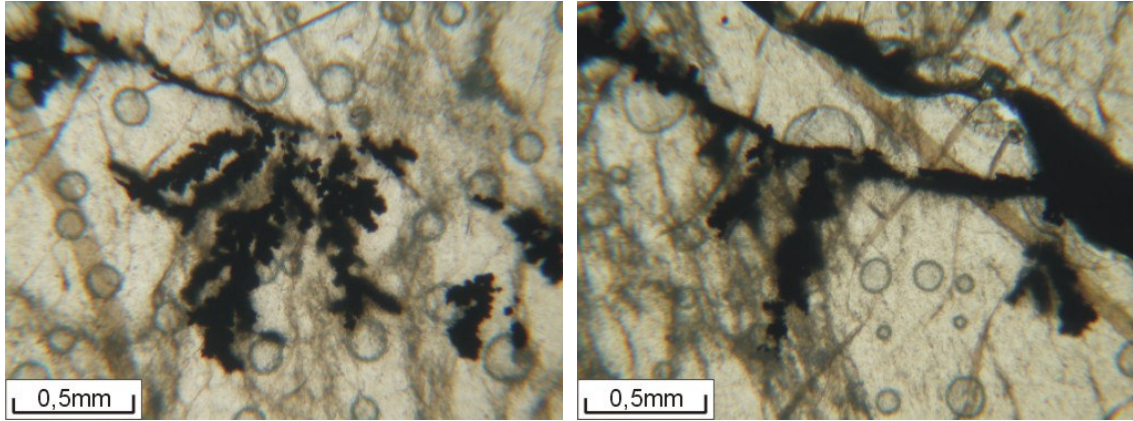
Yapılan mikroskopik incelemelerde pirolusit ve manganit dendritleri belirgin bir şekilde izlenmiştir. Dendritler agat ve opaller içine çok küçük çatlak ve fissurları izleyerek yerleşmiş ve bir ağ dokusu oluşturmuştur (Şekil 3-17,18,19).



Şekil 3-17. Dendritik agatlardaki MnO dendritlerinin mikroskop görüntüsü.



Şekil 3-18. Dendritik agatlarda sıklıkla gözlenen taneli doku ve MnO dendritleri.

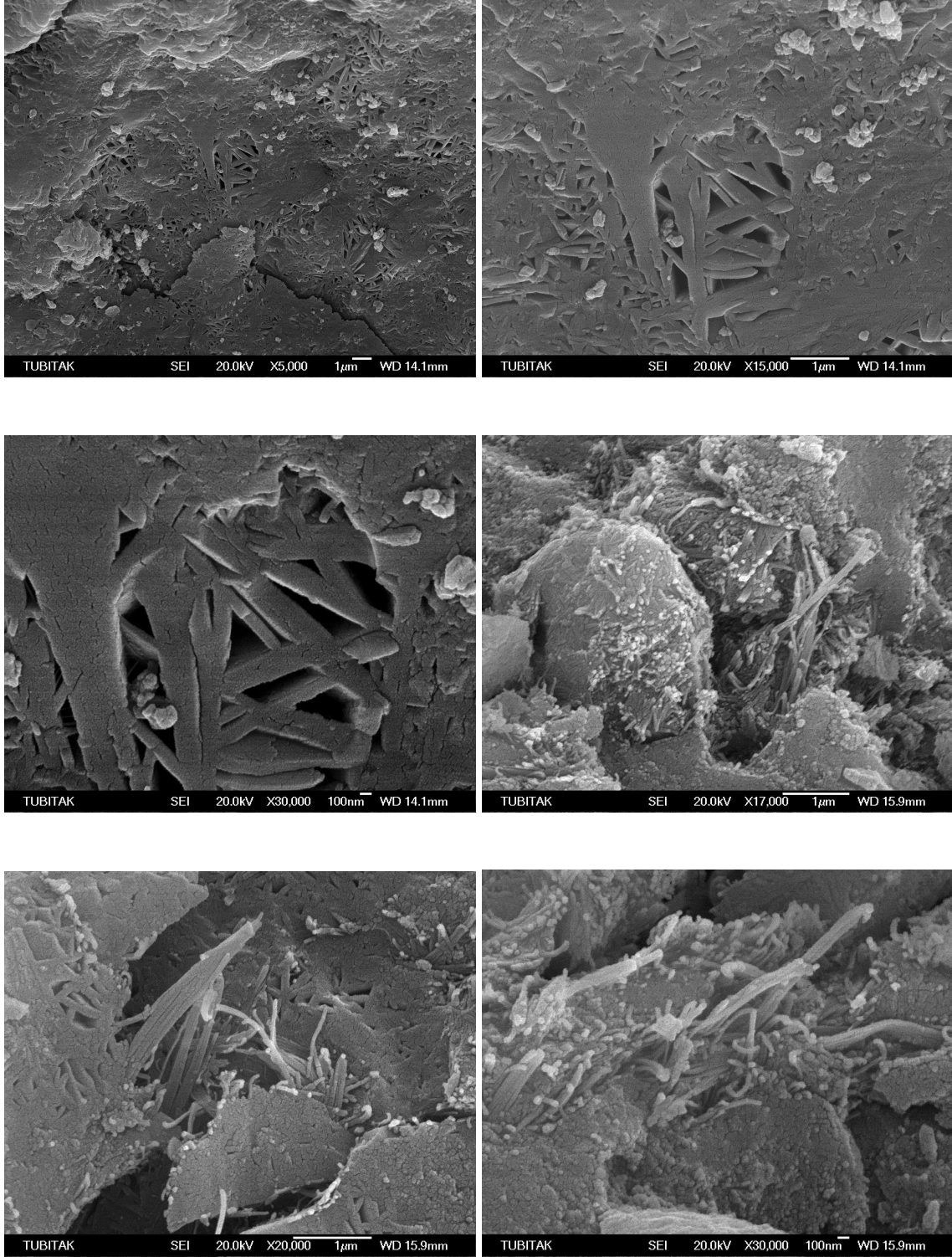


Şekil 3-19. Agat içindeki pirolusit dendritleri.

### 3.1.3. Dendritli Agatların Eelektron Mikroskop Özellikleri

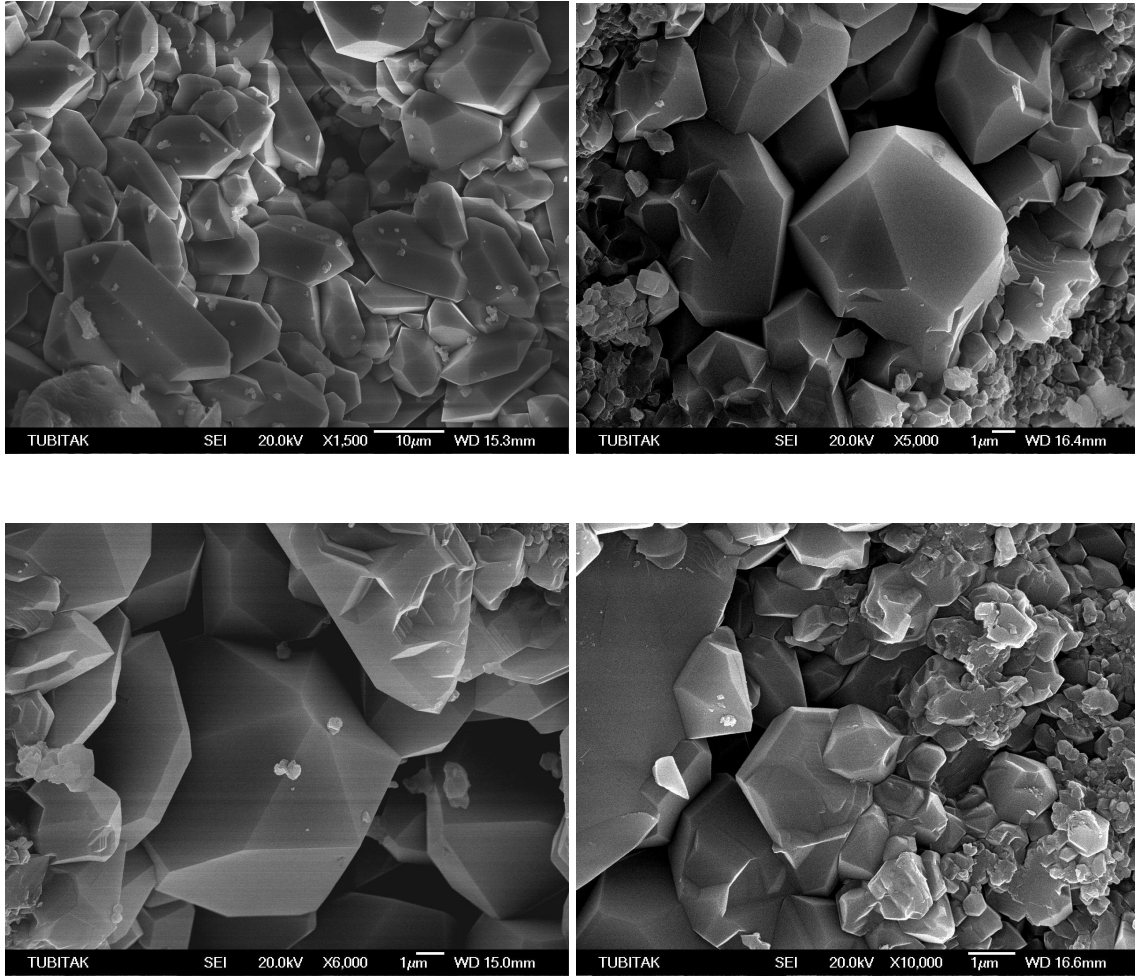
Elektron mikroskopu (SEM) altında yapılan incelemeler sonucu farklı dokular tespit edilmiştir.

- a) *Lifli doku*; agatların özellikle saydam kısımları elektron mikroskopu altında incelendiğinde çok belirgin bir lifsi dokunun varlığı anlaşılmıştır. Bu lifler oldukça küçük olduğundan ancak 30.000 kez büyütüldüğünde görülebilir. Bu lifsi kristaller bilinen kalsedon ve kuvarzin liflerinden oldukça farklıdır. Agatların evrimine ait yapılan araştırmalarda bu doku, ornatıldığı düşünülen manyezit ve sepiyolit dokularıyla karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda bu liflerin dokusal özelliklerinin sepiyolit lifleriyle olan benzerlikleri dikkat çekicidir. Bu benzerlik agatların kökeninin sepiyolitler olduğu düşüncesini destekleyen en önemli verilerden biridir (Şekil 3-20).



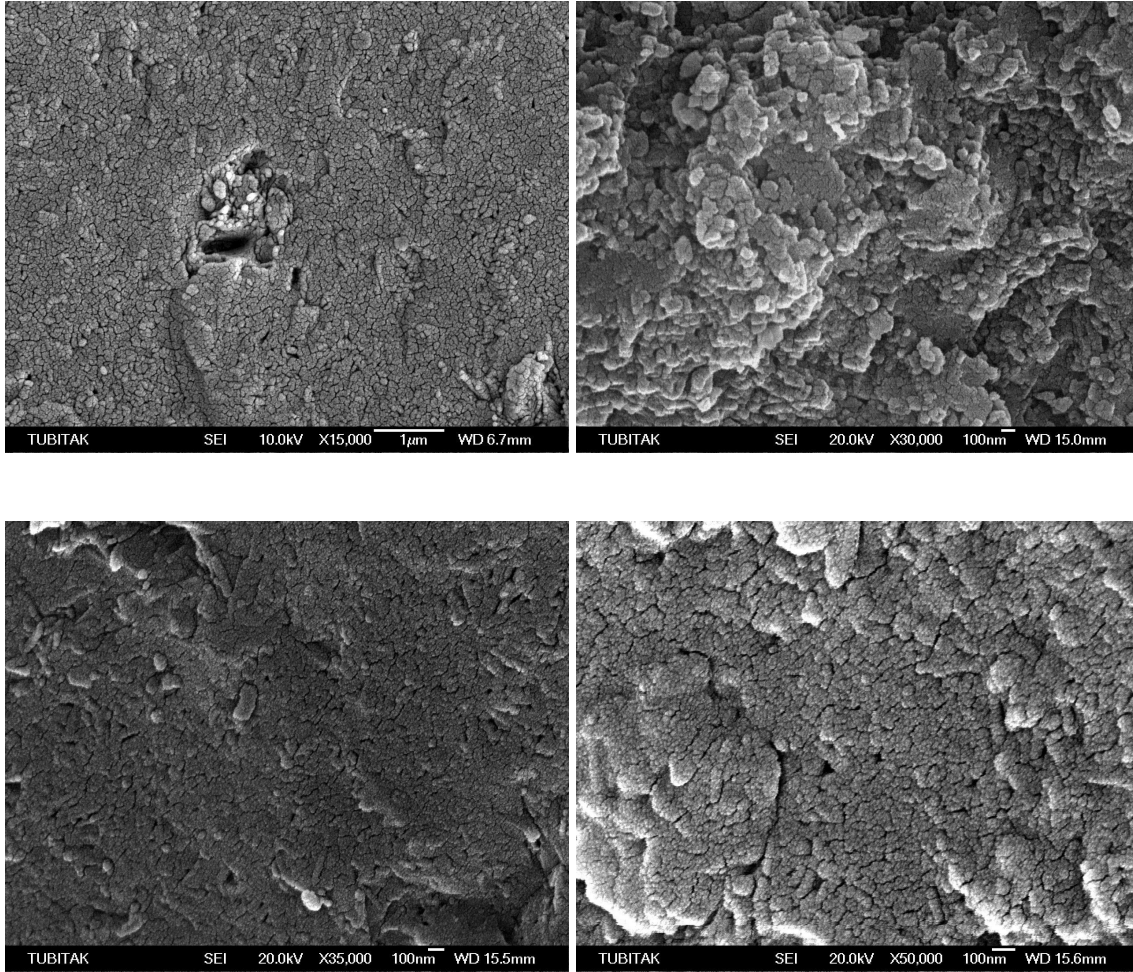
Şekil 3-20. Dendritli agatların transparan zonunda sıklıkla gözlenen lifsi yapının elektron mikroskop imajları. (Bu lifsi dokuyla, sepiyolit liflerinin dokusu arasındaki benzerlik dikkat çekicidir “M. Yeniyoğlu sözlü bilgi”.)

b) *Taneli doku*; agatların opak kısımlarından alınan örneklerden elde edilen SEM görüntülerinde çoğunlukla kuvars kristallerinden oluşan taneli bir doku mevcuttur (Şekil-3-21). Agatların opak kısımlarından alınan bu örneklerde yapılan SEM çalışmalarında kuvars kristallerinin liflere nazaran çok daha büyük oldukları gözlenmiştir. Bu doku 1,500 kez büyütüldüğünde kuvars kristalleri rahatlıkla görülebilir. Kuvars kristalleri küçük boşluk veya kovuklarda büyümüş ve özşekli formunu alabilmiştir.



Şekil 3-21. Dendritli agatlardaki beyaz zonu oluşturan kuvars tanelerini gösteren elektron mikroskop görüntüleri.

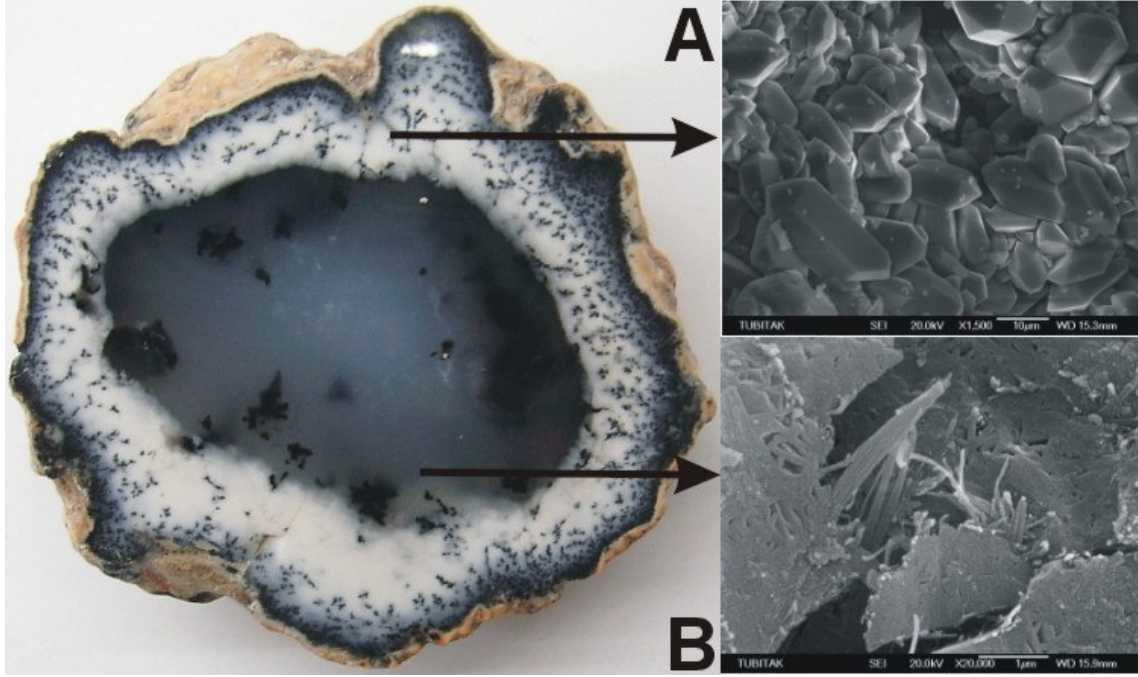
- c) Küresel doku; Opal örneklerinden elde edilen SEM görüntülerinde, beklenildiği üzere küresel bir doku olduğu gözlenmiştir (Şekil 3-22). İncelenen dokudaki kürecikler oldukça küçük olduğundan ancak 30 000 kez büyütüldüğünden sonra görülebilir. Bu doku dünyadaki bilinen diğer opallerin SEM görüntüleri ile benzerlikler göstermektedir.



Şekil 3-22. Opallerden elde edilen elektromikroskop görüntüleri.

Yapılan SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu) incelemelerinden, agatların opak kısımlarının kuvars taneleri veya kristallerinden, transparan kısımlarının ise çok küçük silisleşmiş liflerden ibaret olduğu anlaşılmıştır (Şekil 3-23). Bu veriler makro örneklerdeki zonlanmayı ve zonlanmayı belirleyen faktörleri açıklar niteliktedir. Ayrıca opal olarak tespit

edilen örneklerin SEM görüntülerinde bilinen opal dokularıyla benzerlikler gösterdiğinden genel düşüncüyü destekleyen veriler sunmuştur.



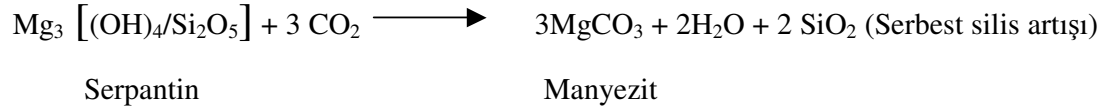
Şekil 3-23. Agatlardaki iki ayrı zonu temsil eden SEM görüntüleri (A) opak zonda kuvars taneleri mevcuttur (X1500 büyütme,) (B) transparan zonda ise lifsi doku oluşmuştur (X20 000 büyütme).

#### 3.1.4. Silisin Kaynağı ve Dendritli Agatların Oluşum Mekanizması

##### 3.1.4.1. Silisin Ortamda Zenginleşmesi

Agatın oluşumunun modellenmesinde; silisin çözünmesi, taşınması ve çökmesi olayları devreye girer. Agatı oluşturan silis esas olarak çevre kayalardaki silikat minerallerinin ayrışmasından ortaya çıkar.

Tektonik hareketler neticesinde bölgedeki temel kayaları oluşturan ultrabazik kayaların bazı bölümlerinde çatlak ve faylar meydana gelmiş, masif karakter kaybolmuştur. Karbonik asitler, ultrabazik kayaların çatlak ve fayları içinde hareket serbestisi kazanmışlardır. Oldukça derinlerden gelen bu suların sıcaklığı fazladır. Termal sular çevresindeki ultrabazik kayaları (peridotit) etkileyerek öncelikle serpantin oluşumuna sebep olmuştur. Bölgede geniş bir alanda görülen serpantinlerin hidrotermal ayrışması sonucu da ortamda manyezit cevherleşmesi gerçekleşmiştir. Aşağıdaki kimyasal formül manyezitin oluşumunu göstermektedir.



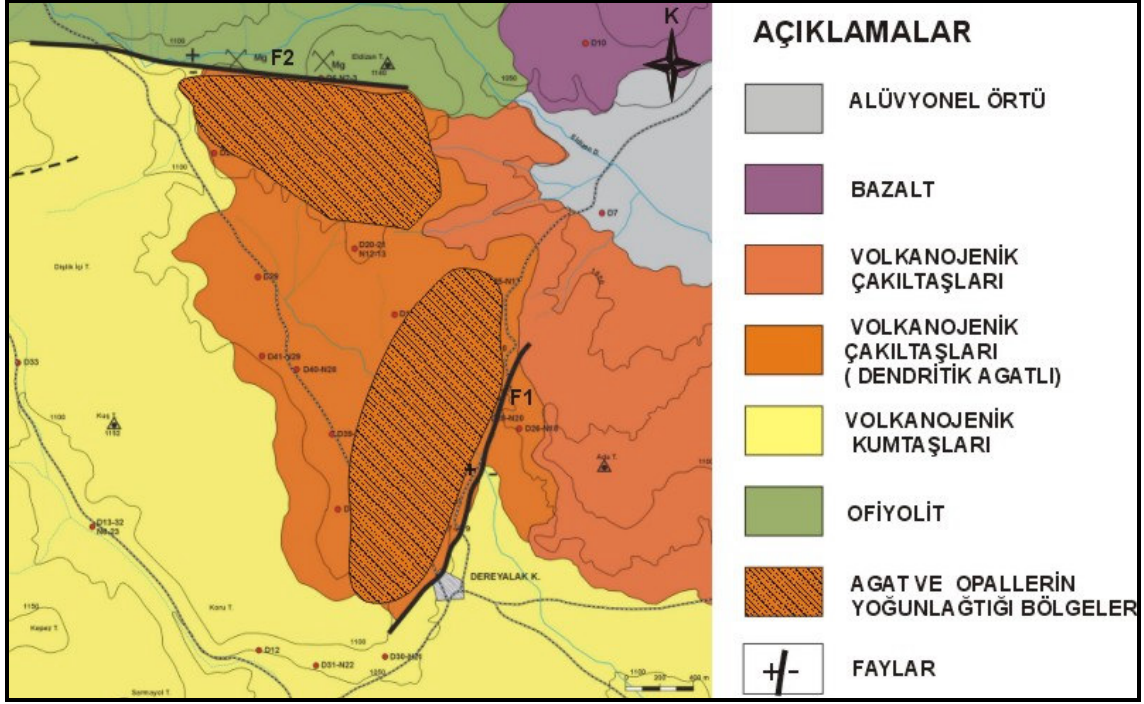
Bu reaksiyonda ortamda serbest silis artışı olmuştur. Geniş anlamda silikatlerin ayrışması, ayrıştığı çözeltiyi alkalın yapan, ya da en azından asiditeyi azaltan bir hidroliz reaksiyondur. Ayrışan silisin büyük kısmı, silisik asit olarak çözülür.



Su (H<sub>2</sub>O), silisin çözülmesi, taşınması ve birikiminde; agat oluşturan sistemlerin sıcaklık, basınç, pH ve konsantrasyon gibi ortamsal koşullarının düzenlenmesinde doğrudan, ya da dolaylı rol oynar. Krauskopf (1982)'a göre silis, silisik asit olarak hidrotermal çözelti içerisinde çatlak zonları boyunca doğrudan, kapalı gözeneklerde difüzyon yoluyla girerek, kayayı yıkar ve ornatılabilir.

Manyezitlerin oluşumu, sepiyolitleşme ve ornatılma için gerekli olan hidrotermal çözeltilerin ortamda serbestçe dolaşabilmesi için formasyonlarda kırık ve çatlakların olması gerekir. Bu ortamı sağlayan muhtemelen faylardır. Sahada bu hidrotermal faaliyeti destekleyen iki fay tespit edilmiştir. Ayrıca silisleşmenin ve agat oluşumunun bu iki fay arasında ve faylara yakın bölgelerde yoğunlaştığı arazi gözlemlerinde tespit edilerek haritalanmıştır (Şekil 3-24).





Şekil 3-24. Dendritli agatların yoğun olarak yüzeylendiği bölgeleri gösterir jeoloji haritası.

### 3.1.4.2. Dendritli Agatların Oluşum Mekanizması

Dendritli agatların oluşum evrimini 2 ayrı evrede inceleyebiliriz:

- *Birinci evre;* Yumrulu manyezitlerin karasal çökeller içine taşınması sepiolite dönüşümü.
- *İkinci evre;* Karasal Çökeller içindeki kısmen sepiolite dönüşmüş manyezitlerin silisle ornatılması

#### 3.1.4.2.1. Birinci Evre

Tektonik hareketler sonucunda ofiyolitlerin derinliklerindeki çatlaklardan geçen CO<sub>2</sub>'li termal suların etkisi ile derinden yüzeye doğru sırası ile damar, ağsı, yumrulu tipte (kriptonkristalin) manyezit yatakları oluşmuştur.

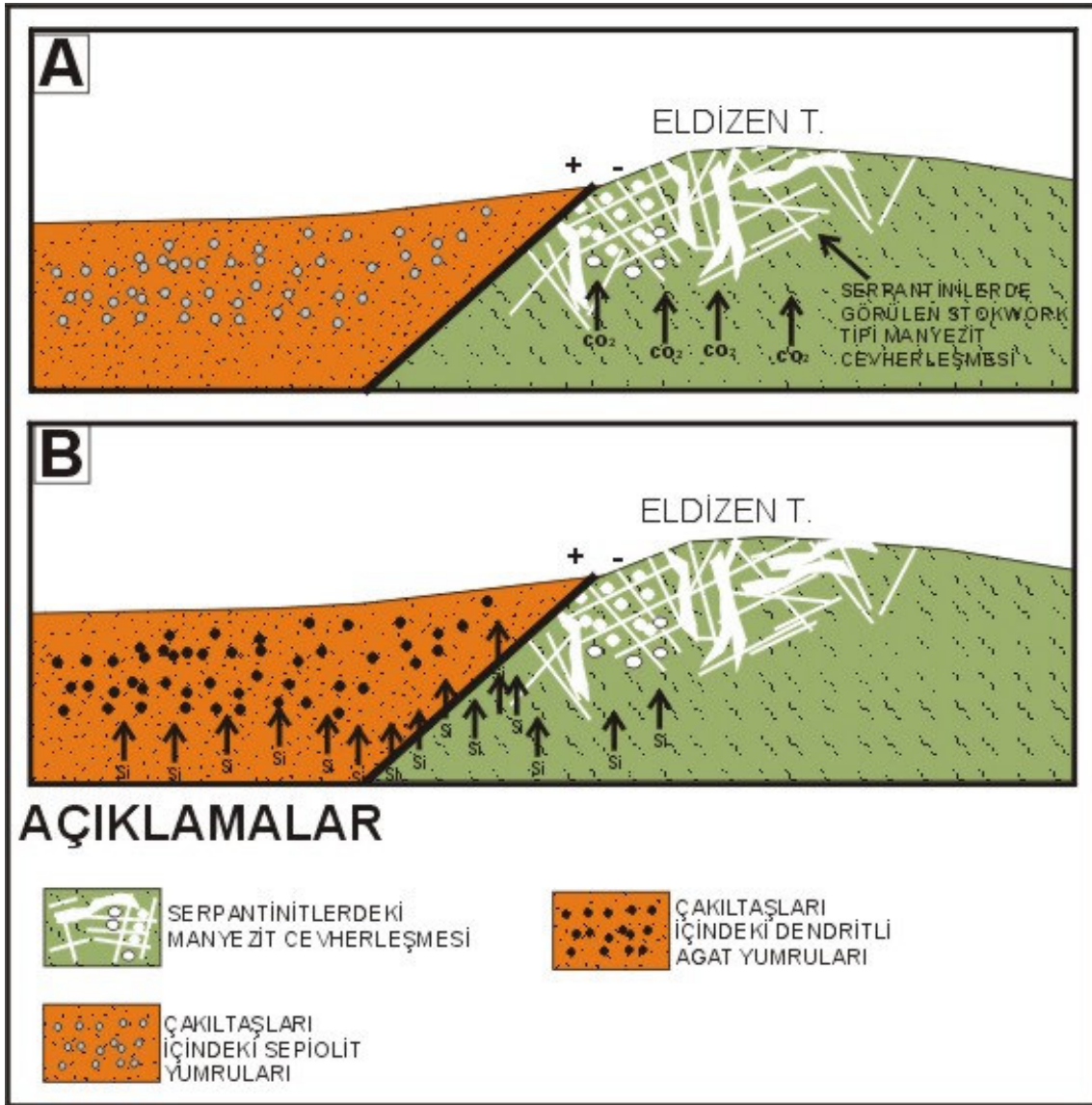
Bazen ortamda yeterli miktarda CO<sub>2</sub> yoktur veya manyezit oluşumundan sonra azalmıştır. Ortamın pH değeri değişmiştir. Böyle bir ortama, koloidal hidrate magnezyum silikatler hakimdir. Yani konsantrasyona ve pH değerine göre, 2 MgO.3SiO<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (sepiolit) oluşur (Şekil 3-25).

#### 3.1.4.2.2. İkinci Evre

Sepiolitlerin oluşumundan sonraki jeolojik evrelerde bölgede yoğun bir hidrotermal dolaşım gerçekleşmiştir. Silisli çözeltiler, karasal çökeller içine yerleşmiş sepiyolitleri ornatarak Mg'un yerini almıştır. Bukanı destekleyen veriler ve gözlemler şu şekildedir;

##### *Arazi Gözlemleri;*

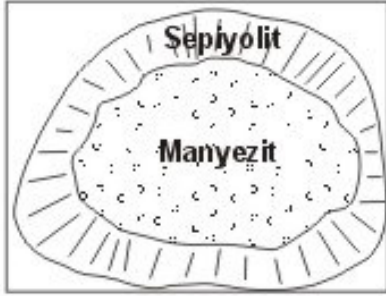
- Çalışma alanında yapılan arazi gözlemlerinde dendritli agatların yumrulu yapısı, yumrulu sepiyolitlere oldukça benzemektedir. Bu benzerlik ornatılma düşüncesini destekler niteliktedir. Dendritik agatların fiziksel özellikleri (rengi ve yumrulu yapısı) bu agatların muhtemelen yumrulu manyezit veya yumrulu sepiolitinin silisle ornatıldığı düşüncesine neden olmuştur (Şekil 3-26).
- Çakıltaşı formasyonu, stratigrafik olarak ofiyolitlerin üzerine uyumsuz olarak bulunur. Ofiyolitlerin üzerinde bulunan bu formasyonda, çakıltaşlarından daha yaşlı birçok birimin parçaları bulundurmaktadır. Yaygın olarak serpantinite ait çakıl ve bloklar izlenirken, manyezit yumru ve çakılları tespit edilememiştir. Manyezit açısından oldukça zengin temel kayası olan serpantinite ait yumru ve çakıllarla birlikte manyezit yumrularının izlenmeme nedeni olarak sepiyolitlenme ve sonrası silisle ornatılma açıklamasını verebiliriz (Şekil 3-25,26).



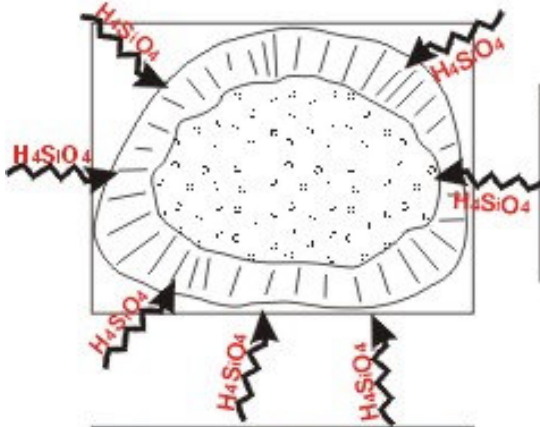
Şekil 3-25. Yumrusal manyezitlerin çökelişi, sepiolitleşme ve sepiolitlerin ornatılmasını gösteren şematik kesit. (A); Serpantinlerde CO<sub>2</sub>'li sular ile manyezit oluşumu ve yumrusal manyezitlerin yakınlardaki karasal çökeller içine yerleşmesi ve sepiolitleşme süreci. (B); Karasal çökellerde sepiolitleşen manyezitlerin silisli çözeltilerle ornatılması.



**A**  
Yumrusal manyezitlerin oluşumu ve karasal çökeller içine taşınması.



**B**  
Karasal çökellerin içindeki yumrusal manyezitlerin kısmen sepiyolitleşmesi.



**C**  
Kısmen sepiyolitleşmiş manyezitlerin silisik asit ile ornatılması.



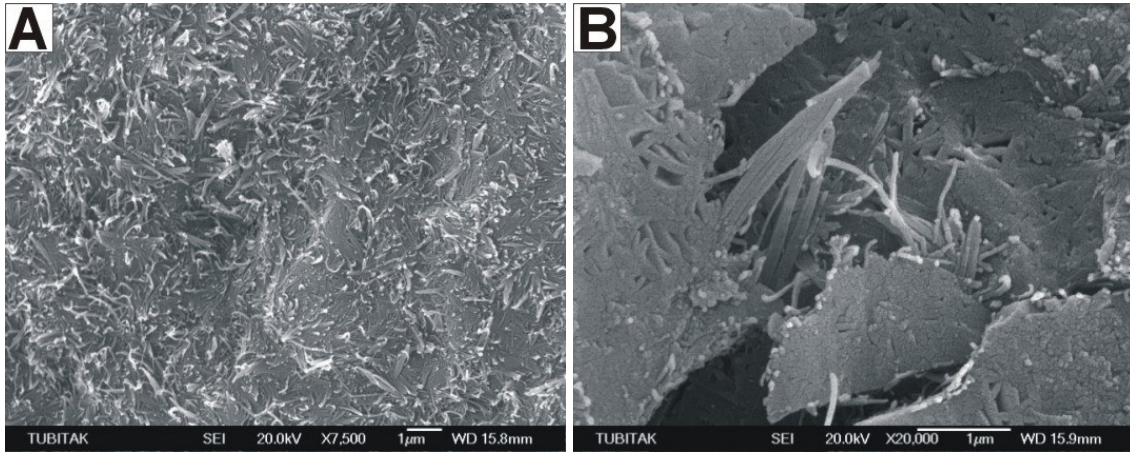
**D**  
Kısmen sepiyolitleşmiş manyezitlerin dendritli agatlara dönüşümü.

Şekil 3-26. Dereyalak dendritli agatların oluşum evreleri.

- Dereyalak dendritli agatların, dünyadaki diğer agat örnekleri ile karşılaştırıldığında belirgin yapısal farklar mevcuttur. Dünyadaki birçok agat örneği incelendiğinde tipik agat yerleşiminin ana kaya üzerindeki çatlak, kırık ve eklem boşluklara çökeltme yoluyla oluştuğu bilinmektedir. Ayrıca tipik agatlarda yapısal olarak konsantrik büyüme halkaları ve transparan, camsı bir doku olağandır. Çalışma konusunu oluşturan dendritli agatların oluşum şekli göz önüne alındığında tipik agatlardaki gibi boşluk dolgusu formunda olmadığı görülür.

*SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu) Gözlemleri:*

- Arazi gözlemlerine paralel olarak elektron mikroskopunda yapılan incelemeler, arazi gözlemlerini destekler niteliktedir. SEM incelemelerinde agatların özellikle transparan kısımlarının 1 mikrondan daha küçük liflerin som yığılmasından oluştuğunu göstermektedir. Bu lifler ile sepiyolit lifleri karşılaştırılmıştır. Yapılan korelasyonda agat içindeki lifler ile sepiyolit lifleri arasında çok belirgin benzerlikler olduğu görülmüştür (Prof. Dr. M. Yeniyoil ile sözlü görüşme) (Şekil 3-20,27). Ayrıca yapılan kantitatif SEM analizlerinde kalıntı miktarda (%0.16) MgO tespit edilmiştir.



Şekil 3-27. Sepiyolit ile Dereyalak dendritli agat dokuları arasındaki benzerlikleri gösteren SEM görüntüleri (A; Prof. Dr. Mefail Yeniyoil'un Eskişehir – Sivirhisar bölgesinde, sepiyolitlerle ilgili yaptığı çalışmalardan alınan bir sepiyolit örneğinin SEM görüntüsüdür. B; Dereyalak dendritli agata ait SEM Görüntüsü).

Böylece bölgede agat oluşumundan önce hidrotermal alterasyonların meydana geldiğini, bu alterasyonun agat oluşumu için gerekli silisi çevredeki serpantinlerden çözdüğü ve çatlak zonu boyunca da sirküle ederek, silisli çözeltilerin ornatılmaya yatkın kayalara ulaştığı sonucunu vermektedir. Buna göre Dereyalak bölgesinin jeolojik tarihcesi, dendritli agatların yataklanma şekilleri göz önüne alındığında; Dereyalak agatlarının, hidrotermal alterasyonu izleyen evrede ve hidrotermal sirkülasyonun eşliğinde kolloidal silis ile ornatıldığını ifade edebiliriz.

Dünyadaki tüm agatların 100-200 °C sıcaklık aralığında oluştukları bilinmektedir ( Landmesser,1992). 100 °C'nin altındaki değerlerde, amorf yapılı opal, 200°C'nin üzerinde ise agatların merkezi boşluğunda da bulunan kuvars kristalleşmektedir. Landmesser (1992) silis ile ornatma için gerekli silisik asit konsantrasyonunun 200°C'nin üzerinde kaybolduğunu ve bunun yerine hızlı bir şekilde kristalin kuvarsın oluştuğunu belirtmektedir. Ayrıca agat oluşumu için sıcaklıkla orantılı olarak yüzey koşullarına yakın bir basınç değeri düşünülmele birlikte, tüm dünyadak örneklerde olduğu gibi, Dereyalak agatları için de kesin basınç değerleri vermek mümkün değildir. Bu bilgiler ışığında, Dereyalak dendritli agatlarında kristalin kuvars aşamasına ancak yumrusal, yada katmansı agat yığılımlarının (sıcaklık göreceli olarak yüksek derecelere çıktığı ve uzun süre korunduğu) orta kısımlarından, oluşum koşulları olarak da 100-200°C sıcaklık ve düşük basınç değerlerinde olduğunu ifade edebiliriz.

Diğer taraftan, yüzey koşullarına yakın değerlerdeki mineral oluşumları, öncelikle uygun pH değerlerindeki çözeltilere bağlı gelişmektedir. Agat oluşumunda genelde 9'un altında pH değerleri geçerlidir. Çünkü pH'ın 9 ve daha yüksek değerlerinde bu kez silisik asit duraylıdır. **Buna göre, Dereyalak dendritli agatının aşırı doygun silis çözeltisinde, 7-9 arasındaki pH değerlerinde oluştukları ileri sürülebilir.**

## 4. SÜS TAŞLARINA GENEL BAKIŞ VE DENDRİTLİ (YOSUNLU) AGAT'LARIN EKONOMİK ÖNEMİ

### 4.1. Süs Taşlarının Tanımı ve Türkiye'deki Durumu

Kıymetli ve yarı kıymetli taşlar (süs taşları) tarih öncesi çağlardan beri güzellik, zenginlik ve statü simgeleri olarak kullanılmışlardır. İnsanların kıymetli ve yarı kıymetli taşlara olan ilgisi yükselen hayat standartları ve artan tüketici talebine paralel olarak devamlı artmaktadır. Kıymetli ve yarı kıymetli taşlar, süs taşı olarak (mücevher malzemesi), koleksiyon yapmak, sergilemek ve dekoratif amaçlarda kullanmak için satın alınmaktadır. Ayrıca endüstriyel kullanımı olan süs taşlarına da sürekli bir talep artışı söz konusudur.

Bir malzeme kıymetli ve yarı kıymetli taş sayılabilmesi için, dayanıklı, güzel ve nadir olmalıdır. Yerkabuğunda bilinen 2700 mineral çeşidinden sadece 100 kadarı kıymetli ve yarı kıymetli taş olarak kabul görmektedir. Dünyada elmas, zümrüt, yakut ve safir kıymetli taş kategorisinde, bunların dışında kalanlar ise yarı kıymetli taş kategorisinde değerlendirilirler. Elmas dünya süs taşı piyasasında, tüm taşların değer olarak % 80'ninden fazlasını tek başına oluşturduğundan, çok özel bir konuma sahiptir.

Kıymetli ve yarı kıymetli taşlar birincil olarak; yüksek sıcaklıklı magmadan minerallerin kristalleşmesiyle, metamorfizma yani yüksek ısı ve basınç koşulları altında kristalleşme veya yeniden kristalleşmeyle, sulu çözeltilerden itibaren çökellemeyle, organik faaliyetlerle veya tüm bu etkenlerin çeşitli şekillerde birleşmesiyle oluşabilmektedir. Bu birincil oluşumların aşınması, içlerinde buldukları kayaçlardan mekanik olarak konsantre olması ve alüvyonlarda birikmesi ile plaser yataklar meydana gelir. Dünyada toplam kıymetli taş üretiminin değer bakımından önemli bir kısmı da birincil yataklardan değil plaser yataklardan gelmektedir.

Binlerce yıl bir çok medeniyete beşiklik etmiş olan Anadolu'da kalsedon, agat gibi yarı kıymetli taşların kullanımının 6000 yıllık bir geçmişi vardır. Kalsedon, sard, almandin gibi yarı kıymetli taşların isim kökenleri de Anadolu'dur.

Türkiye'nin kıymetli ve yarı kıymetli taşlarının araştırılmasına yönelik çalışmalara göre ülkemizde; şeffaf kristal diaspor, pembe turmalin, akuvamarin, lületaşı, oltutaşı, mor jadeit, çeşitli renklerde opal, kalsedon, agat , kristal kuvars, dumanlı kuvars, ametist, jasper, krizopras, kemmererit, çeşitli granatlar, nefrit, rodonit ve rodokrozit ve çeşitli renkte obsidiyenler bulunmaktadır. Bu bağlamda Türkiye'de mevcut süs taşlarının hepsi yarı kıymetli taş grubuna girmektedir.

Kıymetli taş grubuna giren zümrütün Osmanlı döneminde Eskişehir Sivrihisar yöresinde bulunduğu dair bazı tarihi belgeler mevcuttur ancak yapılan jeolojik gözlem ağırlıklı çalışmalarda zümrüt varlığına dair bir veri elde edilememiştir. Türkiye'den başka dünyanın hiç bir yerinde bulunmayan iri, şeffaf, diasporlar kristallerinin, ülkemiz süs taşları arasında özel bir önemi vardır. Türkiye lületaşı, oltutaşı gibi kendine has süs taşlarının yanısıra, kalsedon, agat, ametist, opal gibi SiO<sub>2</sub> bileşimli yarı kıymetli taşların çeşitliliği ve kalitesi bakımından oldukça şanslıdır. Ancak sözkonusu taşlarda da dünya piyasalarında rekabet edebilecek kadar kayda değer bir üretim yapılamamaktadır. Tüm bu olumsuzluklara rağmen, son yıllarda süs taşlarının bilimsel anlamda değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda bir artış söz konusudur. Bu tür çalışmalar taş üreticilerini, kesimcilerini ve işlemecilerini de içine alacak şekilde işbirliği ile yürütülebilirse ve bu tür girişimler, çeşitli kurum ve kuruluşlarca desteklenirse, Türkiye yarı kıymetli taşları, ülke ekonomisinde ve tanıtımında önemli bir potansiyel haline gelebilir.

#### **4.2. Kıymetli ve Yarı Kıymetli Taş Kavramı**

Kıymetli ve yarı kıymetli taşlar (Süs Taşları) tarih öncesi çağlardan beri güzellik, zenginlik ve statü simgeleri olarak kullanılmışlardır. Ayrıca günümüzde süs taşlarının sanayi de kullanımı da giderek artmaktadır. Kıymetli ve yarı kıymetli taşların tümünü kapsayan ve genel kabul görmüş net bir tanımlama yoktur. Buna rağmen bir malzemenin kıymetli ve yarı kıymetli taş sayılabilmesi için bazı temel kriterler vardır. Bunlar dayanıklılık, güzellik, nadirliktir.



**Dayanıklılık;** Bu kavram sertlik, kırılganlık, darbelere ve dış etkenlere dayanım gibi özelliklerle açıklanır.

**Güzellik;** Her ne kadar göreceli bir kavramsa da taşın temiz, şeffaf, çekici renkli ve işlenebilir boyutlarda olması gibi bazı özelliklerini de içerir.

**Nadirlik;** ise onun çok ender ve az bulunabilirliğidir. Örneğin binlerce karatlık elmas üretimi içerisinde sadece birkaç yüz karatını pembe elmas oluşturmaktadır. Dolayısıyla bir pembe elmasın değeri sıradan bir elmas değerinin binlerce katıdır.

Bu temel kriterlerin dışında taşınabilirlik, kesilebilirlik, parlatılabilme, ışık yansıtma, renk oyunları, bünyesinde safsızlıklar içermeye gibi bazı özellikler de taşların değerlerini belirleyen ve arttıran diğer unsurlardır.

Kıymetli taşları, yarı kıymetli taşlardan ayıran kesin bir tanımlama yoktur. Yüzyıllardan bu yana sürüp gelen geleneğe uyularak elmas, zümrüt, safir ve yakut kıymetli taşlar , diğerleri ise yarı kıymetli taşlar kategorisinde yer alır. Bu dört kıymetli taş traşlandığında asil taş kategorisine dahil olur. Ancak burada elmasın çok özel bir konumu olduğunu hemen belirtmek gerekmektedir. Dünya kıymetli taş piyasasının değer olarak % 80' den fazlasını, tek başına elmas oluşturmaktadır. Bu nedenle de süs taşı terminolojisinde elmas ve elmas dışı renkli taşlar kavramı oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Türel ve diğerleri 2000).

Gemoloji (Süs taşı bilimi) mineralojinin çok yeni bir alt disiplini olarak yukarıda adı geçen malzemenin incelenmesi, tanımlanması ve sınıflanması konusunda çalışır. Amaç süs taşını gerek ham, gerekse işlenmiş haliyle, üzerinde yıpratıcı ve zarar verici hiçbir test yapmadan en doğru şekilde tanımlamaktır. Malzemeye maddi bir değer biçmek ise deneyime dayalı kişisel bir tercihtir. Keza taş kesimi (lapidary) ve mücevher yapımı (kuyumculuk) gemoloji ile çok yakından ilgilidir.

### 4.3. Agat ve Opalin Tanımı, Türkiye'deki Durumu

#### 4.3.1 Agat

Agat kalsedonun farklı renklerde bant veya konsantrik zonlarla karakterize olmuş şekline verilen isimdir. Silisin, *Silis jeli* → *Opal C.T* → *Kalsedon* → *Kuvars*'dan oluşan kristallenme sırası göz önüne alındığında, agatın yeri amorf ile kristalin arası bir bölgedir. Agat bantlarının renkleri beyazdan gri ve siyaha kadar değişebilir.

Anadolu'da agatın süstaşı olarak bilinmesi ve süs eşyası olarak kullanılmasının 6000 yıllık bir geçmişi vardır. Bu tarihlerden beri Anadolu halkınca benimsenen ve kullanılan bu süs taşı halk arasında "Akik" adıyla bilinir.

Türkiyede; Ankara-Çubuk Susuz, Ankara-Çamlıdere Burçalar, Ankara-Kızılcahamam Alpagut, Afyon-Karakaya, Bilecik-Bozuyük Karaçayır, Bilecik-Merkez Abbascı ve Aşagıköy, Bursa-Orhaneli Büyükorhan, Çanakkale-Bayramiç, Eskişehir-İnönü Dereyalak, Ordu-Fatsa, İstanbul-Şile, Gümüşhane-Şiran Norşun, Rize-İkizdere, Giresun- Görele, Trabzon-Arşin Yanbolu yörelerinde agat bulunmaktadır.

En çok bilinen agatlardan Ankara Çubuk agat, Hatipoğlu (1996) tarafından detaylı olarak incelenmiştir. Ankara-Çubuk ilçesi kuzeyinde Susuz köy yakınlarında Neojen yaşlı andezit birimlerinin riyolit stoklarıyla olan dokanağında yaklaşık 1 km uzunluğundaki damar zonu içerisinde bulunmaktadır.

Hatipoğlu (1996)'nın çalışmalarına göre Ankara; Çubuk agatları şekilsiz küçük yumrular olarak gözenek boşluklarını yada çatlak boşluklarını doldurmuş katmansız kütleler halinde ve dış kabuksuz olarak bulunmaktadır. Bu agatlarda gözlenen yaygın renk mavi, sarı yada kahverengimsi kırmızıdır. Bir çok örnek eş merkezli konsantrik, bir kısmıda yatay paralel tabakalı bantlanmalar içerir. Çoğunluğu ışınal çubuksu yada yosunumsu-dentritli kapanımlara sahiptir. Bu nedenle Ankara-Çubuk agatları özel olarak "Çubuklu Agat" terimiyle adlandırılmıştır.

Aynı araştırmacının çalışmalarına göre, Ankara ubuk agatları, andezit ve riyolit içersindeki çatlak ve gözeneklerde hidrotermal alterasyonu izleyen evrede, hidrotermal silisli ozeltilerdeki koloidal silisin, 100-200°C sıcaklıkta, yüzey koşullarına yakın basınçta ve 9'un altındaki pH (alkalin) ortamda okelimiyle oluşmuşlardır. Konsantrik bant yapıları SiO<sub>2</sub> ozeltisinin SiO<sub>2</sub> jeline dnşmnden oluşmasına karşın, yatay-paralel bant yapıları iri boyutlu SiO<sub>2</sub> kolloidlerinin yer çekiminden dolayı yatay okelimiyle meydana gelmişlerdir.

Dendritik (Yosun) Agat genellikle dentritik (ağaç dalları benzeri) formlarda diğer mineral kapanımlarını içeren agat türüdür. Dendritik (yosun) Agatlar Eskişehir-Deryalak Köyü K-KB'sında oldukça geniş bir alanda yataklanmıştır.

#### 4.3.2. Opal

Silika grubu minerallerden olan opal (SiO<sub>2</sub>.nH<sub>2</sub>O) kristobalitin bir formu olup diğer silika minerallerinden farklı olarak % 4-20 oranında su içerir, suyun mevcudiyeti nedeni ile opal kuvarstan daha düşük sertliğe ve özgül ağırlığa sahiptir. Opal, düşük basınç ve düşük sıcaklık mineralidir ve yüzeye yakın dolaşım halindeki yeraltı sularından veya yükselim halindeki ozeltilerden oluşabilir. Türkiyede birçok yerde opal mostraları gözlenmiştir. Bunları şöyle sıralayabiliriz;

- Eskişehir-Sivrihisar-Karacakaya köyünün hemen kuzeybatısında Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşları ile serpantinitle arasından geçen tektonik hat boyunca yeşil renkli opaller oluşmuştur.

- Eskişehir-Sivrihisar civarında Kalkın-Sarıkavak yol ayırımında lateritleşmiş ultramafikler içersinde ve listvenişleşmiş ultramafiklerin çatlak sistemlerinde gelişmiş süt beyaz opaller bulunur. Bunların bazılarının çekirdek kısmında kalsedonlaşmalar oluşmuştur.

- ankırı-şabanz Yenice köyü civarında, st Miyosen yaşlı andezit ve andezitik tüfler içerisinde, beyaz, sarı, yeşilimsi sarı renklerde opaller gözlenmiştir.

- Kütahya-Dereyalak Köyü civarında ise, yörede etkin volkanizma sonrası hidrotermal eriyiklerle birlikte silisli çözeltilerin gelmesi sonucu andezitik tüf ve andezitlerin gaz boşluklarını doldurması ile oluşmuş 5-15 cm lik yumrular halinde değişik renklerde opaller bulunmaktadır. Opallerde çok belirgin siyah renkli dentiritik yapılar gözlenir.

- Kütahya Merkez Yoncalı Kaplıcaları civarında, Balıkesir ve Çanakkale illerine bağlı; Bayramiç-Yeniköyde, Ayvalık-Mezarlıkaltı mevkiinde, Dikili-Yenikansız (Bahçe) köyünde, İvrindi-Habibler ve Küçükşapçı köylerinde, volkanik kayalar (tüf, tüfit, andezit ve trakit gibi) içerisinde değişik birçok renkte opaller bulunmaktadır. Bu opallerin ortak özelliği gevrek olmaları ve kolay kırılmalarıdır. Kırılan parçalar keskin kenarlı ve sivri köşelidir. Opaller genellikle damarcıklar ve yumrular halinde gözlenmiştir.

- Malatya-Arguvan ilçesinin 10 km kuzeyinde Yamadağ volkaniklerinin çatlaklarında yer yer 0.5 m kalınlıkta 3 m uzunluğunda damarlar halinde mavimsi yeşil renklerde opaller gözlenmiştir. Opallere yer yer kalsedonlaşmada eşlik etmektedir. Görüldüğü gibi ülkemizde birçok opal mineralleşmesi vardır. Ancak bunların süs taşı kalitesinde olabilmesi için, renk oyunları göstermesi, ayrıca çatlaksız ve dağılgan olmaması gerekmektedir. Bu özelliklerde Türkiye opallerinde genellikle gözlenmemektedir. Sadece dünya literatürüne geçmiş Kütahya ateş opali süs taşı kalitesindedir. Dolayısıyla bu opal aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

- Ateş opali Uşak-Kütahya karayolundan ayrılarak gidilen Simav ilçesinin Karamancı köyü yakınlarında bulunmaktadır. Ayrıca Gediz ve Simav ilçeleri arasında, Şaphane beldesinde rastlanılmaktadır. Ateş opali ile ilgili en eski çalışma 1900 tarihinde Fischbach tarafından yapılmıştır.

Şaphane yöresinde Pliyosen yaşlı liparitik (riyolitik) volkanik kayanın gaz boşluklarında sarı, turuncu, kırmızı-ateş renginde şeffaf opal oluşumları gözlenmektedir. Oldukça küçük boyutlarda 0.5-3 cm çapında ve kabaca yuvarlaklaşmış görünümündedir.

Tablo 4-1. Kuvars grubu yarı kıymetli taşların ve bazı önemli özellikleri (Olson 2006).

AD / GRUB	BİLEŞİMİ	RENGİ	BOYUTU	MALİYETİ	SERTLİĞİ	ÖZGÜL AĞ.
Agat	Silika	Her renk	Büyük	Düşük	7.0	2.58-2.64
Ametist	Silika	Mor, menek-şe	Büyük	Orta	7.0	2.65-2.66
Sitrin	Silika	Sarı	Büyük	Düşük	7.0	2.65-2.66
Kristal kuvars	Silika	Şeffaf	Büyük	Düşük	7.0	2.65-2.66
Jasper	Silika	Kırmızı,yeşil, kahve, sarı	Büyük	Düşük	7.0	2.58-2.66
Oniks	Silika	Birçok renk	Büyük	Düşük	7.0	2.58-2.64
Kalsedon	Silika	Mavi beyaz, yeşil, pembe	Büyük	Düşük	7.0	2.58-2.64
Dumanlı Kuvars	Silika	Dumanlı siyah	Büyük	Düşük	7.0	2.65-2.66
Pembe Kuvars	Silika	Pembe, gül kırmızısı	Büyük	Düşük	7.0	2.65-2.66

#### AÇIKLAMALAR:

1- Boyutları; 5 karata (1 karat=0.2 gram) kadar olan taşlar küçük, 50 karata kadar olan taşlar orta , 50 karattan fazla olan taşlar büyük olarak sınıflandırılmıştır.

2- Maliyetleri; karat başına 25 dolara kadar olan taşlar düşük maliyetli, karat başına 200 dolara kadar olan taşlar orta maliyetli ve karat başına 200 dolardan daha fazla olan taşlar yüksek maliyetli olarak sınıflandırılmışlardır.

3- Sertlik; Mohs ölçeğine göre verilmiştir.

4- Özgül Ağırlık; gram / cm<sup>3</sup> olarak verilmiştir.

#### 4.4. Tüketim ve Uluslararası Ticaret

İnsanların binlerce yıldır kıymetli ve yarı kıymetli taşlara olan ilgisi, yükselen hayat standartları ve artan tüketim talebine paralel olarak devamlı artmaktadır. Kıymetli ve yarı kıymetli taşlar, süs taşı olarak (mücevher malzemesi), koleksiyon yapmak, sergilemek ve dekoratif amaçlarda kullanılmak için satın alınmaktadır. Ayrıca endüstriyel kullanımı olan süs taşlarına da sürekli bir talep artışı söz konusudur (Türel ve diğerleri 2000).

Fakat dünyada bunların ne kadar tüketildiği hakkında inandırıcı bilgiler olmadığından gerçek rakamlar vermek imkansızdır. Ancak dünya talebinin yaklaşık % 35'nin tüketildiği A.B.D.'de 1998 yılı için , elmas türü işlenmemiş taşların, 8 milyar dolar, elmas dışı renkli taşların ise 650 milyon dolarlık bir işlem hacmine sahip oldukları tahmin edilmiştir (Olson 2006).

Kıymetli taşların en değerlisi ve sert olan kristal elmas, mücevher olarak kullanımının yanısıra endüstriyel olarak da her türlü malzemeyi kesme, delme ve aşındırmada kullanılmaktadır. Elmas düşük kalitede ve hatta toz halinde bile olsa endüstride kullanılabilir. Elmas düşük kalitede ve hatta toz halinde bile olsa endüstride kullanılabilir.

Korund (Aluminyum oksid) grubuna ait yakut, safir ile granat grubu minerallerin, iyi kristallileri mücevhercilikte ve diğerleri de metal kesmede, parlatma işlerinde ve aşındırmada kullanılır.

Beril grubuna giren zümrüt, akuvamarin, heliodor gibi kıymetli taşlar, mücevherciliğin yanısıra hassas terazilerin yapımında da kullanılır. Benzer şekilde yeşil turmalinde, turmalin kaması yapımında ve polarizasyon aletlerinin yapımında kullanılır.

Kristal kuvarsın renklileri süs taşı olarak bazı çeşitleri de telsiz ve radyolarda kullanılır. Sert oluşu ve asitlerden etkilenmemesi nedeniyle bazı tür agatlar laboratuvarlar için havan imalatında, ayrıca terazi ve bıçak ağızlarında, tekstil silindirlerinde ve spatül olarak kullanılırlar.

Kıymetli taşların iyi pazar bulması ve ekonomisi, insanlar tarafından taklitlerinin, yani sentetiklerinin ve imitasyonlarının yapılmasına neden olmuştur. Sentetikler gerek kimyasal gerekse fiziksel anlamda, taklit edildikleri taşın tam bir kopyasıdır. İmitasyonlar ise sadece görünüş olarak taklit edildikleri taşta benzerler. İmitasyonlar için genellikle cam ve plastik kullanılır.

1900'lü yıllardan itibaren doğal kıymetli taşlara benzeyen sentetik maddelerin yapımı gerçekleştirilmiştir. İmal edilen ilk sentetik taş safirdir. 1902 yılında General Elektrik Firması süs taşı olarak kullanılan elmaslar kadar temiz, fakat küçük boyda elmas yapımını gerçekleştirmiştir. Sonradan çeşitli eritme teknikleri kullanılarak zümrüt, yakut ve aleksandrit gibi taşların sentetikleri üretilmiştir. Günümüzde hemen her çeşit taşın sentetiği yapılabilmektedir (Türel ve diğerleri 2000).

Dünyada sentetik ve imitasyon kıymetli ve yarı kıymetli taş üretimi de hızla artmaktadır. Örneğin 2005 yılı verilerine göre A.B.D.'de sentetik taş üretimi 25 milyon doların, imitasyon taş üretimi ise 100 milyon doların üzerinde bir üretim değerine ulaşmıştır. Batılı ülkeler ve Güneydoğu Asya ülkeleri tarafından üretilen sentetik ve imitasyon ürünler daha çok gelişmekte olan ülke piyasalarında müşteri bulabilmektedir.

Kıymetli ve yarı kıymetli doğal taşları üretilip genellikle ham olarak ihraç eden belli başlı ülkeler olarak, Afrika'da; Botsvana, Kongo, Güney Afrika, Angola, Namibya, Asya'da; Afganistan, Hindistan, Rusya, Sri Lanka, Burma, Amerika'da; Brezilya, Kolombiya, Meksika sayılabilir. İstisnai bir durum olarak gelişmiş bir sanayi ülkesi olan Avustralya'da, başta elmas olmak üzere kıymetli taş ihracatçısıdır. İhracatta maddi değer olarak en büyük pay elmas türü kıymetli taşlardadır (yaklaşık % 90). A.B.D. kıymetli ve kıymetli taş tüketicisi olarak dünyanın en büyük pazarıdır. Toplam dünya üretiminin %35'inden fazlasını satın alan A.B.D'nin 2005 yılı ithalat rakamları aşağıdadır (Tablo 4-2 ).

TABLO 4-2. A.B.D'nin 2005 yılı ithalatı (Olson, 2006).

TAŞLARIN CİNSİ	MİKTAR (BİN KARAT)	DEĞER (BİN DOLAR)
Elmas (Ham veya Kesilmemiş)	1440	588000
Elmas (Kesilmiş , işlenmemiş)	16400	7900000
Zümrüt (Kesilmiş , işlenmemiş)	5930	195000
Yakut, Safir (Kesilmiş , işlenmemiş)	10500	242000
Mercan ve benzeri malzeme	Veri yok	7640
İnci (Doğal)	Veri yok	1090
İnci (Kültür)	Veri yok	36900
İnci (İmitasyon)	Veri yok	1530
Diğer Taşlar (Ham)	883000	31100
Diğer Taşlar (Kesilmiş,işlenmiş)	Veri yok	146330
Sentetik Taşlar	Veri yok	53670
İmitasyonlar	Veri yok	48800
<b>TOPLAM</b>	<b>Sağlıklı veri yok</b>	<b>9250000</b>



A.B.D.'ni başta Almanya, Hollanda, Belçika olmak üzere diğer Avrupa ülkeleri ile Japonya ve İsrail takip eder. Sanayileşmiş batılı ülkeler Afrika, Asya ve Güney Amerika ülkelerinden kıymetli taş hammaddelerini ithalat yolu ile temin etmektedir. Çok az bir kısım hammadde de yerli bireysel taş toplayıcıları ve amatör kulüplerin gayretleriyle karşılanmaktadır (Türeli ve diğerleri 2000).

Daha önce de belirtildiği gibi dünya elmas piyasası, üretiminden en son satış aşamasına kadar uluslararası bir tekel olan ve merkezi Güney Afrika'da bulunan De Beers firması ve onun yan kuruluşu CSO (Merkezi Satış Organizasyonu) tarafından denetlenir. Ayrıca A.B.D.'de her eyalette süs taşı konusunda faaliyet gösteren kuruluşlara rastlamak mümkündür. Almanya'da Idar Oberstein kasabası geleneksel olarak tamamı ile süstaşı endüstrisi ile uğraşan önemli merkezlerden biridir.

Dünyanın her bölgesinden alınan hammaddeler burada çok sık olarak düzenlenen fuarlarda sergilenerek alıcı bulabilmektedir. Tüm bunlara ek olarak son yıllarda Güneydoğu Asya'da Tayland, Hong Kong, Sri Lanka, Asya'da Hindistan, Avrupa'da Belçika ve Hollanda ve Ortadoğu'da İsrail kıymetli taşların ticaretinde aktif rol oynamaktadırlar.

Kıymetli ve yarı kıymetli taşların endüstriyel konumunun gelişmesine paralel olarak istihdam artmaktadır. Sanayileşmiş ileri ülkeler taşların kesimi, işlenmesi, pazarlanması ve sentetik olarak üretilmesi konularına ağırlık vermektedirler.

Geri kalmış ülkelerde ise son derece düşük işçilik girdileri ile büyük oranlarda ham taş üretimi yapılmaktadır. Hindistan başta olmak üzere Afganistan, Pakistan, Çin ve bir çok Afrika ülkesinde binlerce insan bu sektörde çalışarak geçimini sağlamaktadır. Dünyada kıymetli bir taşın fiyatı; o taşın güzelliği, saflığı, hataları, taşa olan talep ve nadirliği gibi nesnel bir takım özelliklere bağlı olarak belirlenir.

#### 4.5. Türk Maden Yasasında Kıymetli-Yarı Kıymetli Taşlar ve Yapılan Başvurular

Halen yürürlükte olan ve 15.06.1985 tarih ve 18785 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 3213 Sayılı Maden Kanununda, kıymetli ve yarı kıymetli taş ayırımı yapılmadan “KIYMETLİ TAŞLAR” başlığı altında şunlar sıralanmıştır;

Elmas, Korundum, Morganit, Zümrüt, Akuvamarin, Heliodor, Aleksandirit, Beril, Yakut, (Rubi), Safir (Gök Yakut), Agat, Yosunlu Agat, Oniks, Sardoniks, Jasp, Karnolin, Heliotrop, Kantaşı, Opal (İrize Opal), Kırmızı Opal, Siyah Opal, Ağaç Opali, Kuvars kristalleri (Ametist, Sitrin, Neceftaşı (Dağ Kristali), Dumanlı Kuvars, Kedigözü (Morion), Avanturin, Venüstaşı, Gül Kuvars (Rose), Turmalin (Rubellit, Vardelit, İndigolit), Zirkon, Topaz, Ayaşı (Moonstone), Turkuaz (Firuze), Spodumen, Kehribar, Lazurit (Lapis Lazuri), Oltutaşı, Diopsit, Amozonit, Lületaşı, Labrodorit, Epidot (Zoisit, Tanzanit), Olivin (Zebercet), Spinel, Jadeit, Yeşim veya Jade, Radonit, Radokrozit, Granö Mineralleri (Spessartin, Grossular, Hessonite, Dermontoit, Uvarovit, Pirop, Almandin), Diaspor Kristalleri, Kemerrerit.

Aynı Kanunda ek not olarak “Burada zikredilmemiş bir madde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının teklifi ve Bakanlar Kurulu Kararı ile bu kanun hükümlerine tabi tutulur” ibaresi geçmektedir.

Türkiye’deki tüm maden ve endüstriyel hammaddelerin yanısıra, kıymetli-yarı kıymetli taşların da ruhsat başvurularının yapıldığı Maden İşleri Genel Müdürlüğü’nde proje kapsamında bir araştırma yapılmıştır. Buna göre aşağıda adı ve lokasyonları belirtilen süs taşları için çeşitli kişi ve kuruluşlarca Arama ve Ön İşletme ruhsatları için başvuruda bulunulmuştur (Tablo 4-3).

Tablo 4-3. Türkiye’de ruhsat başvuruları yapılan kuvars grubu ve yarı kıymetli taşlar (Türelî ve diğêrleri 2000).

TAŞIN ADI	İLİ	İLÇESİ	KÖY
AGAT	AFYON	Merkez	Karakaya
”	ANKARA	Çubuk	Susuz, Kuyumcu
”	ANKARA	Çamlıdere	Burçalar
”	ANKARA	Kızılcahamam	Alpagut
”	BİLECİK	Bozüyük	Karaçayır
”	BİLECİK	Merkez	Abbascı
”	BURSA	Orhaneli	Büyükorhan
”	ÇANAKKALE	Merkez	-
”	ESKİŞEHİR	İnönü	Dereyalak
”	KONYA	Merkez	-
”	MANİSA	Kula	-
KALSEDON	BURSA	Orhaneli	Çakmak
”	ÇANKIRI	Orta	Yenice
”	ESKİŞEHİR	Merkez	Kıraydan
”	ESKİŞEHİR	Seyitgazi	Beykışla, Yazıdere
”	ESKİŞEHİR	Sarıcakaya	-
”	ESKİŞEHİR	Çifteler	-
”	İZMİR	Menemen	-
KRİZOPRAS	ÇANKIRI	Merkez	Ahlat
”	ESKİŞEHİR	Sarıcakaya	-
”	ESKİŞEHİR	Merkez	Danışment
”	KÜTAHYA	Tavşanlı	Kırıkköyü
”	TOKAT	Artova	Doğanca, Ulusulu
”	UŞAK	Banaz	-
KUVARSA KRİSTAL	ADANA	Fefe	-
”	ANKARA	Beypazarı	Oymaağaç
”	AYDIN	Karacasu	Yeniköy
”	AYDIN	Koçarlı	-
”	AYDIN	Merkez	-
”	AYDIN	Germencik	Işıklar
”	BALIKESİR	Dursunbey	Güğü

KUVARS KRİSTAL	BALIKESİR	Merkez	-
”	BURSA	Orhaneli	-
”	BURSA	Merkez	-
”	ESKİŞEHİR	Merkez	Alınca
”	GÜMÜŞHANE	Şiran	-
”	HAKKARİ	Merkez	Konak
”	HAKKARİ	Uludere	-
”	KONYA	Doğanhisar	Yaylak
”	MUĞLA	Yatağan	Bağcılar
”	YOZGAT	Yerköy	-
OPAL	AFYON	Merkez	Çatağıl, Karakaya
”	AFYON	Emirdağ	-
”	BİLECİK	Bozüyük	Karaçayır
”	ÇANAKKALE	Bayramiç	-
”	ESKİŞEHİR	Sivrihisar	Karacakaya
”	HAKKARİ	Yüksekova	İkiyaka
”	KÜTAHYA	Gediz	Karamanca

#### 4.6. Kıymetli ve Yarı Kıymetli Taşların Değerlendirilmesi

Kıymetli ve yarı kıymetli taşlar (süs taşları) içlerinde buldukları jeolojik ortamlardan, kristal şekline ve mineral bütünlüğüne zarar vermeden, makro ve mikro düzeydeki zayıflık yüzeylerine (dilinin, çatlak, eklem gibi) dikkat edilerek, mümkünse patlatma yapmadan hassas bir biçimde çıkartılmalıdır.

Süs taşlarının laboratuvarında tanımlanması ve gemolojik özelliklerinin belirlenmesinde, kristallere ve bütünlüğe zarar vermeden, kesip kırmadan inceleme yapmak esastır. Bu amaçla kullanılan standart gemolojik aletler ve fonksiyonları şöyle özetlenebilir;

- *Gemoloji Mikroskobu*; Kristallere zarar vermeden, kesip kırmadan detay inceleme yapmaya yarar.

- *Fiber Optik Işık Kaynağı*; Yönlendirilebilen ışık kaynağıdır. Süs taşları genellikle ufak olduğundan yakından ve güçlü gün ışığı ile aydınlatılması zorunluğu vardır.

- *Refraktometre*; Kristale zarar vermeden ışığı kırma-çift kırma indisleri ve optik işaret ölçülür.

- *Spektroskop*; Emilim (Absorbtion) tayfı belirlenir. Bu her mineralde kendine özgüdür. Dolayısıyla tanımlamada önemli veriler elde edilmesini sağlar.

- *Chelsea Filtresi*; Yeşil bir filitre olup sadece kırmızı ışığı geçirir. Krom ve kobalt içeriğinin saptanmasında kullanılır. Zümrüt analizi için gereklidir.

- *Kalsit Dikroskop*; Çok sayıdaki anizotropik kristalin pleokroizmasının saptanmasında kullanılır.

- *Ağır Sıvı Seti*; Özgül ağırlık çalışmalarında ve yüksek çift kırma indisli minerallerin ayrılmasında kullanılır.

#### 4.6.1. *Dereyalak Dendritli (Yosunlu) Agat ve Opallerin Ekonomik Önemi, Üretimi ve İşlenmesi*

Yapılan arazi çalışmalarında dendritli agatların oldukça geniş bir rezerve sahip olduğu gözlenmiştir. Rezerv açısından uzun yıllar ekonomik olarak üretim yapılacağı düşünülen sahada kesin bir rezerv hesabı yapılmamakla beraber rezervin 50 000-100 000 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu önemli kaynağın uygun yöntemlerle üretilmesi ve en yüksek katma değerde işlenmesi oldukça önemlidir. Üretim ve işleme konusunda özel sektördeki çalışmalar ve projeler halen devam etmektedir. Ham halde dendritli agat ve opallerin fiyatı ortalama 2 \$/kg iken, kabaşon işlenmiş örneklerin fiyatı ortalama 1 \$/gr civarındadır. Parlatılmış plaka ya da takoz türü örnekler ise, boyutlarına göre değişmekle birlikte yaklaşık 10 \$/ parça olarak fiyatlanabilmektedir.

Gemolojik açıdan yarı kıymetli süstaşı grubuna giren dendritli agat ve opaller, dilinimsiz yapıya sahip olmaları, opak bir yapı sunmaları, oldukça bol bulunmaları nedeniyle işlenti maliyetinin daha düşük ve seri üretimin yapılabildiği kabaşon türü modellerde işlenirler.

Boncuk, yarım damla, yarım küre, yarım oval şeklinde simetrik formlarda veya düzensiz asimetrik formlarda işlenenler, muhtelif takılarda altın ya da gümüş kullanılarak değerlendirilebilirken, büyük parlatılmış takozlar veya dilimlenmiş plakalar dekoratif objeler olarak kullanılabilirler (Bozkurt ve diğerleri 2006).

Kazanılan deneyimlerle dendritli agatlardan yapılan kabaşonlar takı tasarımcıları tarafından özellikle gümüş ile beraber işlendiğinde oldukça değer kazandığı gözlemlenmiştir. Agatlardaki hakim renk olan süt beyazı ile gümüş rengi oldukça uyumludur. Böylece tasarımcılar tarafından özellikle gümüş ile beraber son derece şık ve pahalı ürünler tasarlanmaktadır. Ülkemizde de takı tasarımcıları tasarımlarında dendritli agat kullanmaları yönünde teşvik edilmelidir.

Dendritli Agatların üretimi işletilmesi basit madencilik yöntemleriyle gerçekleştirilir. Genellikle kazma, kürek ve kayacı kırıcı olarak el murçları ve gerektiğinde ufak benzinli kırıcı ve deliciler kullanılır. Bölgede ciddi bir ocak işletmesi mevcut değildir. Genelde istenen özelliklerdeki taşlar yüzeyden elle toplanılmakta ve küçük stoklar haline getirilmektedir.



Şekil 4-1. Çalışma alanından alınmış ve stoklanmış dendritli agatlar.



Şekil 4-2 Çalışma alanından alınmış iri bir dendritli agat.

#### *4.6.1.1. Dendritli Agatların İşlenmesinde Kullanılan Aletler*

Süs taşı işlemeciliğinde kullanılan aletler ve makineler, faset makinesi dışında fazla karmaşık olmayan ve aynı zamanda değişik amaçlar için kullanılabilen araçlardır. Temel makine ve aletler şunlardır;

- Kesme ve aşındırma makinaları
- Kabaşon işlemek için aşındırma makinaları
- Parlatma ve cilalama için polisaj masası
- Tambur makinası
- Küre ve boncuk makinesi
- Delme ve oyma için matkap ve gravür makinaları

Bu aletlerin tümü elektrik motoruyla çalışır. Üzerlerine monte edilen makinelerin motorları, aletin kullanım amacına göre değişik güç ve devirlerde olur. Ayrıca devir sayısı yüksek olan motorlar, gerektiğinde kayış ve kasnaklar yardımıyla belirli güçlere bölünerek ya amaca uygun devir sayısı elde edilir yada düşük devir gerektiren birkaç tezgahta ortak olarak kullanılabilir (Bozkurt ve diğerleri 2006).

Taş işleminin son aşamasındaki çalışmalar daha ziyade düşük devirde çalışan makinelerde yapıldığından, bu işlemler için kullanılan araçlarda motor gücü yerine insan gücünden yararlanılır.

#### *4.6.1.2. Dendritli Agat ve Opallerin İşlenmesinde Dikkat Edilecek Hususlar*

Şekillendirilecek moss agat ve opalları işlemeden önce içlerinde bulunan ve oluşumundan günümüze geçirmiş olduğu tektonik faaliyetlere bağlı olan mikro ve makro düzeydeki zayıflık yüzeyleri (fisür, eklem, yarık, çatlak vb..) bulunabilir. Bu zayıflık yüzeyleri kapalı ve açık, sürekli veya süreksiz, yönlü veya yönsüz olabilir. Buna göre bu taşları işlerken bu özelliklerin gözönüne alınması gerekir. Dendritli agatlarda sıklıkla gözlenen çukur veya boşluklar işleme sırasında bertaraf edilmelidir (Şekil 4-3).



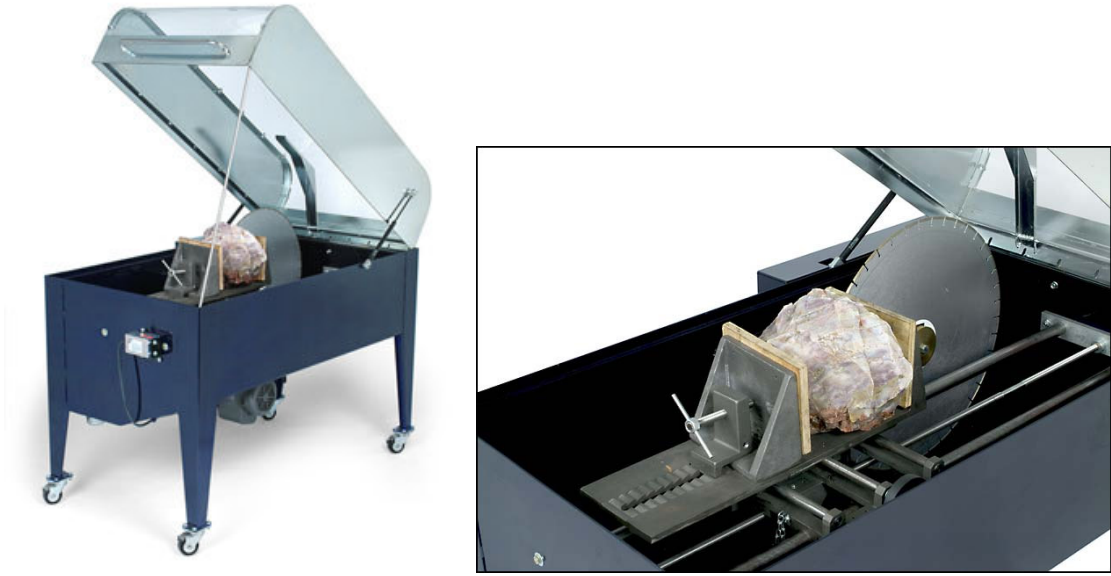


Şekil 4-3. Dendritik agatların merkezlerinde sıklıkla gözlenen boşluk ve çukur yapısı.

#### 4.6.1.3. Kesme, Aşındırma ve Parlatma İşlemi

Kesme işleminde bakır, çelik ya da fosfor-bronz alaşımli, çevresinde ince taneli elmas kaplanmış ve dakikada birkaç bin devir ile taş yüzeyi boyunca aşındırarak kesme işlemi yapan ince ve dairesel testereler kullanılır (Şekil 4-4). Kesme sırasında oluşan küçük kırıntıları ortamdaki uzaklaştırmak, sürtünmeyi azaltmak ve hem taşa hemde testere yüzeyine zarar verebilecek aşırı ısınmayı önlemek için su yada kesme yağı kullanılır.

Kesilen dilimler veya parçaların kesim yüzeyleri çeşitli yöntemlerle parlatılabilir. Bu yöntemlerde en yaygını; granit gibi sert taşlarında parlatılmasında kullanılan aşındırma pedleridir. Diğer bir yöntem ise tanburlama yöntemidir.



Şekil 4-4. Agat kesme dilim alma makinası.

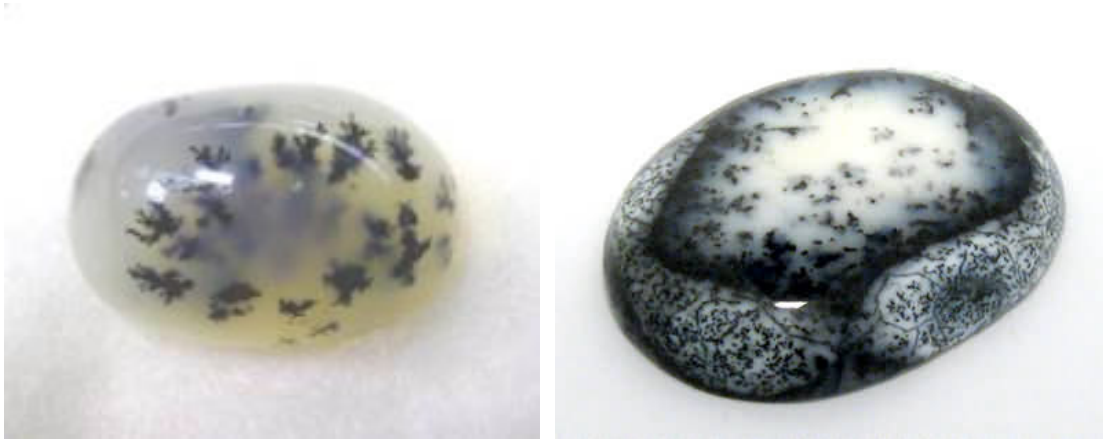


Şekil 4-5. Kesilmiş ve parlatılmış dendritli (yosun) agatlar.

Bu yöntemle kesilen ve parlatılan ürünler (Şekil 4-4) dekoratif ve doğal bir obje olarak kullanılabilceği gibi, mineral koleksiyoncuları tarafından da talep görmektedir.

#### 4.6.1.4. Kabaşon olarak işleme yöntemi

Bu yöntemle taşın bir yüzeyi belli bir şekilde (kare,oval,elips,daire.vb) kesilir. Karşıt yüzeyi ise aşındırılarak kubbemsi ya da yarı küresel bir şekil alır (Şekil 4-6).



Şekil 4-6. Dendritli (Yosun) opal ve agatlardan üretilen kabaşon taşları.

Kabaşon olarak işlenilmesi düşünülen taş ve doğal haline uygun kabaşon kalıbı ya da şablonu seçilir. Seçim işleminden sonra doğal halindeki en geniş kısmından kesme makinesinde kesilir. Kesilen bu yüzey üzerine şablon veya kalıp yardımıyla istenilen şekil aktarılır.

Aktarma herhangi bir metal kalem veya çivi ile gerçekleştirilir. Burada dikkat edilecek nokta, taş üzerindeki çatlak, kırık ya da istenmeyen oksitli yerlerin biçimlendirmeyi etkilememesi, hem taştan en fazla yararlanabilecek şekilde çizilmesidir. Çizimi yapılan taşın diğer yüzeyini küreselleştirme işlemi için aşındırma makinesi kullanılır (Şekil 4-7). Aşındırma çizgiye sadık kalınarak taşın alt yüzeyinin sınırlarını belirler. Daha sonra yine yontucu taş olabildiğince küresel bir şekil verir. Kaba olarak biçimlenmiş olan bu taşı düzeltmeye hazırlamak için, daha önceden hazırlanmış drop (takviye çubuğu) adı verilen çubuğa mühür mumuyla veya diğer yapıştırıcılarla yapıştırılır (Bozkurt ve diğerleri 2006).



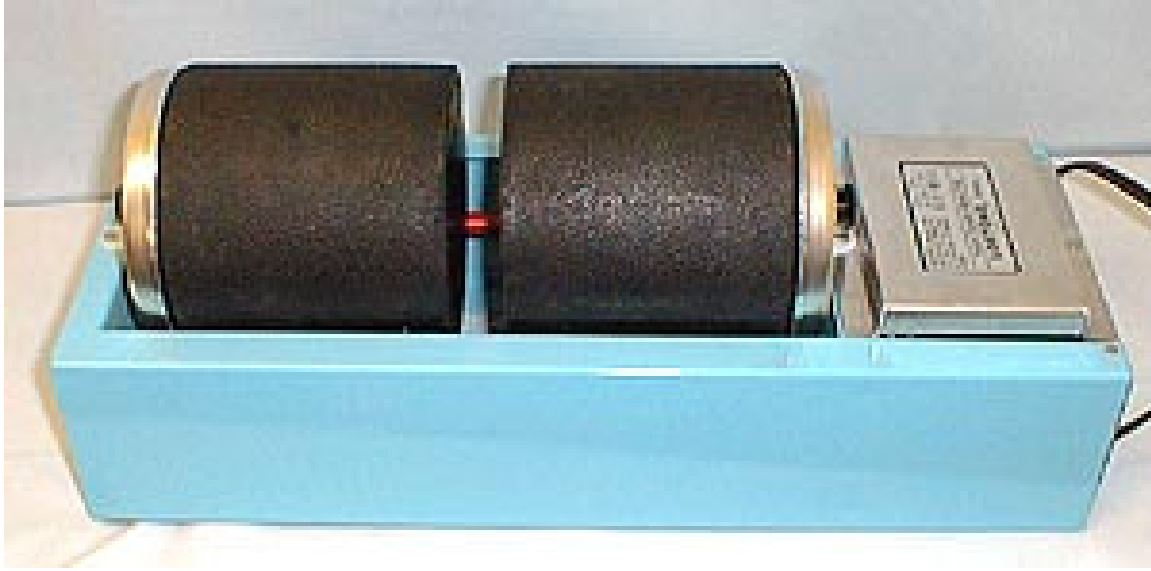
Şekil 4-7. Kabaşon işleme makinası.

Düzeltilme işleminden sonra parlatmaya geçilir. Parlatma için düzeltme makinesine, parlatma diski olan keçe yapıştırılmış demir disk takılır. Keçe üzerine suyla beraber tatbik edilen parlatma tozuyla taşın parlaması sağlanır. Küresel yüzeyin parlatılmasından sonra taş droptan ayrılır. Bu kez düzeltme işlemi düz olan yüzey için yapılır. Düzeltme diskin üzerinde küçük tane boyutlu aşındırıcı toza doğru gidilerek düzeltme tamamlanır. Daha sonra pürüzlerden arınmış olan bu yüzey keçe üzerine parlatılır.

#### 4.6.1.5. Tanburlama Yöntemi

Tanburun süs taşlarında parlatılmasında M.Ö.4000 yıllarında Çinliler tarafından kullanıldığı bilinmektedir. Çinliler kuvars ve yeşim işlerken, Eski Mısırlılar jasp, Astekler kuvars kristalleri ve turkuaz işlemişleridir. Gemolojide işçilik ve hammadde olarak en ekonomik yöntemdir. Hammadde olarak diğer yöntemlerde çatlak ve kırıklardan dolayı işlenemeyen kesim işlemi sırasında artık olarak kalan parçalar kullanılabilir. Ancak esas olarak tanburlanmak istenen paralar çekiçle istenilen boyuta (1-5cm) kırılarak hazırlanır.

Ayrıca tanburlama yöntemiyle (Şekil 4-8, 4-9) kaba düzeltme yapılan kabaşon ya da plaka biçimli taşların ince düzeltme ve parlatma işlemi yapılabilir. Bu şekilde yapılması durumunda süre ve işçilikten tasarruf sağlanabilir.



Şekil 4-8. Rotari tanbur makinası.



Şekil 4-9. Vibrasyonlu tanbur makinası.



Şekil 4.10. Tanburlanmış dendritli (yosunlu) agatlar.

Tanburlanmış taşlar merkezlerinden geçen bir doğrultuda delinerek istenilen takı tasarımlarında kullanılmaya hazır hale getirilebilir (Şekil 4-10).

#### 4.6.1.6. Dendritik Agatlardan Yapılan Takı Taşları

İşlenen dendritli (Yosunlu) Agatlar takı ve tasarımlarda kullanılmak üzere hazır hale gelir. Tabii önemli bir nokta; işlenecek taşlar yapılacak tasarım ve ürüne göre planmalıdır. Yosun agatlardan çok değişik takı tasarımları yapmak mümkündür. Bunlardan bazıları aşağıda resimlerlerle gösterilmektedir.

Dendritli (Yosun) Agatlardan yapılan en yaygın takı tasarımları kolye uçları ve yüzük taşlarıdır. Bu tasarımlarda genelde gümüşle beraber kullanılır (Şekil 4-11,12,13).



Şekil 4-11 Dendritli agatlardan kabaşon tenniğiyle imal edilen kolye uçları.



Şekil 4-12. Dendritli agatlardan kesme ve parlatma yöntemi ile elde edilen yüzük taşları.



Şekil 4-13. Dendritli agatlar taşları kullanılarak yapılan bilezik tasarımları.



## 5. SONUÇLAR VE YORUMLAR

Yapılan arazi, laboratuvar, literatür ve büro çalışmaları ışığında dendritli agat ve opaller hakkında bulunan bulgular jeolojik ve ekonomik sonuçlar olarak iki ayrı kısımda anlatılmıştır.

### 5.1. Jeolojik Sonuçlar

- Sahada gerçekleşen arazi çalışmalarında bölgenin genel stratigrafisi ortaya çıkarılmış ve tüm birimler haritalanmıştır. Buna göre dendritli agat ve opallerin Pliyosen yaşlı volkanojenik çakıltaşları bünyesinde yatakladığı tespit edilmiştir. Yerleşme şekilleri yumru ve nodüller şeklindedir. Bunlar dağınık ve düzensiz bir şekilde yataklanmış olup, bölgedeki iki önemli fay doğrultusunda zenginleşmiştir. Yumrularda çoğunlukla mangan dendritleri bir ağ dokusu sergilemektedir. Bu sebeple halk arasında bu agatlara 'yosunlu agat' ismi verilmiştir.
- Alınan agat ve opal örneklerinin mineralojik analizlerinde kristobalit ve kuvars mineralleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ve minerallerin kompozisyonu, Opal-CT özelliklerine sahiptir. Yapılan mineralojik analizler sonucunda bölgedeki agat oluşumlarını Opal-CT olarak isimlendirmek mümkündür.
- Yapılan SEM (Taramalı Elektron Mikroskopi) analizlerinde elde edilen dokular, agatların kökeni hakkında önemli ipuçları vermiştir. Bu sonuçlara göre elde edilen lifsi doku imajları, sepiyolit doku imajları ile korele edildiğinde aralarındaki benzerlik; agatların kökeninin sepiyolit olduğu görüşünü desteklemiştir. Gerçekleşen SEM çalışmalarında elde edilen diğer önemli doku taneli dokudur. Taneli dokuda ise özşekilli kuvars kristalleri belirgindir. Bu iki farklı mikro doku agatlardaki makro dokuyu ve zonlanmayı da açıklamaktadır. Transparan zondan elde edilen SEM görüntüleri lifsi, opak zondan elde edilen SEM görüntüleri ise taneli ve iri kristallerden ibarettir.

- Sepiolitlerin ornatılma modelinin oluşturulmasında; silisin çözülmesi, taşınması ve yerdeğişimi söz konusudur. Bölge agatları, hidrotermal alterasyonu ve silis sirkülasyonunu izleyen evrede, koloidal silis sisteminde oluşmuşlardır. Bu nedenle kolloid sistemlerin kriptokristalin özelliklerini de taşırlar. Dereyalak dendritli agatlarının 100-200<sup>0</sup>C sıcaklıkta, yüzey koşullarına yakın bir basınçta, koloidal silisçe yüksek konsantrasyonlarda ve 7-9 arasındaki pH değerinde oluştuğu düşünülmektedir.

## 5.2. Ekonomik Sonuçlar

- Sahadaki agat ve opal yatağı oldukça zengindir. Kesin bir rezerv hesabı yapılmamakla beraber bölgede 50 000-100 000 ton dolayında nitelikli agat ve opal oluşumu olduğu tahmin edilmektedir.
- Bölgede ciddi bir üretim mevcut değildir. Bölgede agat madenciliği için yatırım yapılması ve küçük de olsa bir yarıdeğerli taş atolyesinin kurulması karlı bir yatırım olabilir.
- Üretilen agat ve opal taşlarının ham olarak satılmamalıdır. Bu taşların işlenerek satılması çok ciddi bir katma değer katmaktadır. Ham halde dendritli agat ve opallerin fiyatı ortalama 2 \$/kg iken, kabaşon işlenmiş örneklerin fiyatı ortalama 1 \$/gr civarındadır. Parlatılmış plaka ya da takoz türü örnekler ise, boyutlarına göre değişmekle birlikte yaklaşık 10 \$/ parça olarak fiyatlanabilmektedir.
- Gemolojik açıdan dendritli agatlar, özellikle kabaşon türü modellerde işlenirler. Boncuk, yarım damla, yarım küre, yarım oval şeklinde simetrik formlarda veya düzensiz asimetric formlarda işlenenler, muhtelif takılarda altın ya da gümüş kullanılarak değerlendirilebilirken, büyük parlatılmış takozlar veya dilimlenmiş plakalar dekoratif objeler olarak kullanılabilirler.

## KAYNAKLAR

Akıncı, Ö. 1967. Eskişehir I24-C1 Paftasının Jeolojisi ve Tabakalı Lületaşı Zuhurları, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.

Andaç, M. 1975. Bayat-Afyon ve Karamanca Köyü (Şaphane, Gediz-Kütahya) Opal Zuhurlarının Elektron Mikroskopi ile Etüdü, Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Ankara.

Atakay, E. 2002. Dumlucu, Dümrek (Karacakaya), Karkın ve Karaçam (Adatepe) (Sivrihisar-Eskişehir) Civarındaki Silisleşmiş Ultramafik Kayaçların Maden Jeolojik İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.

Bozkurt, R., Hatipoğlu, M., Ankara, H. ve Özkar, D. 2006. Süs Taşlarının İşlenmesi ve Takı Tasarımı, İşkur-Tepebaşı Bel-ESOGÜ.

Esenli, F., Kumbasar, I., Esenli, V. Ve Kırkoğlu S., 2003. A Study on The Characteristics of Some Opals From Turkey, *N. Jb. Miner. Mh. Jg. 2003 (4)*, Sf. 177-192.

Fischbach, W., 1900. Kütahya vilayeti Karamancı nahiyesinde opal zuhuratı hakkında, MTA Rapor No: 659.

FrondeL, C. 1985. Systematic compositional zoning in the quartz fibers of agates, *American Mineralogist*, Sayı 70, Sf. 975-979.

FrondeL, C. 1978. Characters of quartz fibers, *American Mineralogist*, Sayı 63, Sf. 17-27.

Folk, R.L. ve Pittman, J.S. 1971. Length-Slow Chalcedony: A New Testament for Vanished Evaporites, *Jour. Sedim. Petrol*, 41, 1045-1058.

Gözler, M.Z., Cevher, F., Ergül, E. ve Asutay, H.J. 1997. Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Hatipoğlu, M. 1996. Mineralogical and Gemological Investigation Of Barred And Banded Agates Of Çubuk (Ankara) Area (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Hatipoğlu, M. ve Dora, Ö. 2000. Ankara Agatının Mineralojisi ve Bantlı Yapının Kökeni, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 22 (2000),1-12.

Karaoğlu, N. ve Gümüş, A. 1997, Origin of iron-opal-chalcedony deposits near Sivrihisar, Turkey, *Mineral Deposits*, Paunen (ed.) Balkema, Rotterdam. 729-733.

Krauskopf, K. B. 1982, Introduction to geochemistry (2nd ed.). Mc Grow Hill Book Co., Singapore, 465 pp.

Landmesser, M., 1992. Zur Geothermometric und Theorie der Achate, Mitt, *Pollichia, Bed Dürkeim*, 79, 159-201.

Maden İşleri Genel Müdürlüğü, 2005. 4/6/1985 tarihli ve 3213 sayılı Maden Kanununun uygulanması ile ilgili usul ve esaslar.

Monod, O., Andrieux, J., Gautier, Y. Ve Kienast, J. R. 1991. Pontides-Taurides Relationship in the region of Eskişehir (NW Turkey). *Bulleting of The Technical University, İstanbul*, 44, 257-278.

Olson, D.W. 2006. 2005 Mineral Yearbook "Gemstones", U.S. Geological Survey, 23p.

Şentürk, K. ve Karaköse, C. 1981. Orta Sakarya Bölgesinde Liyas Öncesi Ofiyolitlerin ve Mavişistlerin Oluşumu ve Yerleşmesi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, O. 24.

Türel, K., Teşrekli, R., Çelebioğlu, N., Bektur, Z., Erdem, E., Sayılı, S., Lüle, Ç., Atakay, E., Özcan, H., Esat, K. 2000. Türkiye'nin Kıymetli Ve Yarı Kıymetli Taşlarının Araştırılması Projesi, MTA, Ankara.

Weingart, W. 1954. 56/2, 56/4 Sivrihisar ve 57/1, 57/3 Ankara Paftalarının Jeoloji Haritası Hakkında Rapor, MTA Rapor No: 2248 Ankara.

Yeniyol, M. 1992. Yenidoğan (Sivrihisar) Sepiyolit Yatağının Jeolojisi, Mineralojisi ve Oluşumu, *MTA Dergisi 114*, 71-84.

## **EKLER**

EK-1. Dereyalak Köyü (Eskişehir) ve dolaylarının jeoloji haritası

EK-2. Dereyalak Köyü (Eskişehir) ve dolaylarının jeoloji enine kesitleri.

## ÖZGEÇMİŞ

18.11.1979 tarihinde Kars'da doğdu.

İlk, orta ve lise eğitimlerini sırasıyla; Alipaşa İlkokulu (İstanbul) ve Bahçelievler Lisesi'de (İstanbul) tamamladı.

1997 yılında kayıt olduğu İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünden 2001 yılında mezun oldu.

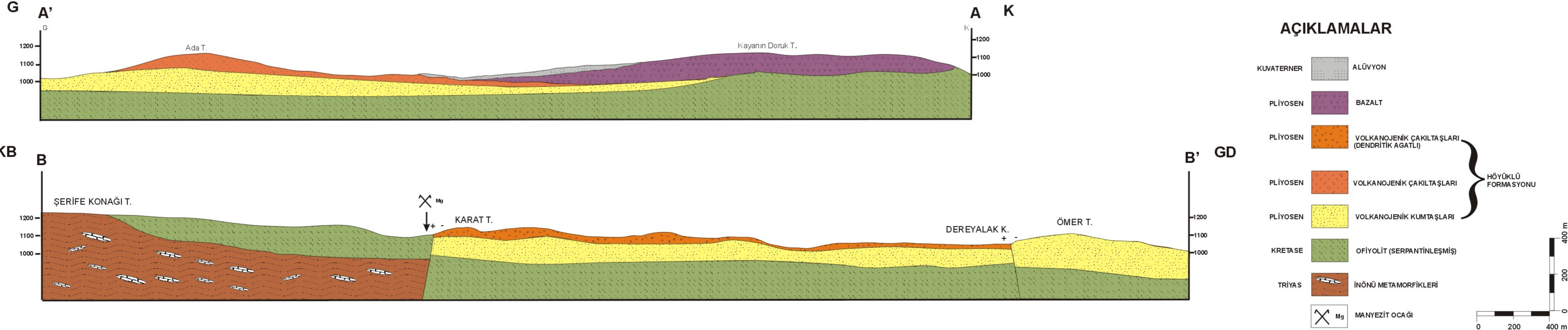
2001 – 2004 yılları arasında KALEMADEN Endüstriyel Hammaddeler San. ve Tic. A.Ş.'de “Jeolojik Etüd Sorumlusu” olarak görev yaptı.

2002 yılında başladığı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilimdalındaki Yüksek Lisans eğitimini 2007 şubat ayında tamamladı.

2004-2005 yılları arasında vatani görevini tamamladı. 2005 – 2007 yılları arasında Aida Değerli ve Doğal Süstaşları Ltd. Şti'de üretim müdürü olarak görev yaptı. 2007 şubat ayında GOLDAŞ bünyesinde “Ham Süstaşı Satış Uzmanı” olarak görev aldı, halen bu görevde çalışma hayatına devam etmektedir.

# DEREYALAK KÖYÜ(ESKİŞEHİR) VE DOLAYLARININ JEOLojİ ENİNE KESİTLERİ

UĞUR ARZOĞULLARI, 2007





# DEREYALAK KÖYÜ(ESKİŞEHİR) VE DOLAYLARININ JEOLJİ HARİTASI

UĞUR ARZOĞULLARI, 2007

## AÇIKLAMALAR

KUVATERNER		ALÜVYON
PLİYOSEN		BAZALT
PLİYOSEN		VOLKANOJENİK ÇAKILTAŞLARI
PLİYOSEN		VOLKANOJENİK ÇAKILTAŞLARI (DENDRİTLİ AGAT İÇEREN)
PLİYOSEN		VOLKANOJENİK KUMTAŞLARI
KRETASE		OFİYOLİT (SERPANTİNİLEŞMİŞ)
TRİYAS		İNÖNÜ METAMORFİKLERİ

## İŞARETLER

	DÜŞEY ATIMLI FAYLAR
	DURAK VE ÖRNEK NOKTALARI
	MANYEZİT OCAĞI
	MANGANEZ OCAĞI
	KROM OCAĞI
	ENİNE KESİTLER

