

Dereyalak köyü (Eskişehir) çevresindeki agat ve opal oluşumlarının jeolojisi ve ekonomik önemi

Ayten Çalık* Uğur Arzoğulları **,

* Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17020, Çanakkale

**Goldaş Kuyumculuk A.Ş., Keresteciler Sit. Kayalar Sok. No:26 Merter İSTANBUL
aytencalik@comu.edu.tr, uarzogullari@goldas.com

ÖZET

Çalışma alanı, Eskişehir İli, İnönü İlçesinin güneyinde yer alan Dereyalak Köyü'nün KB'sında yer alır. Bu çalışmada, bölgede yaklaşık KB-GD doğrultusunda uzanım gösteren volkanojenik çakıldaşları içinde, dağınık ve düzensiz nodüller halinde yer alan dendritli agat ve opal oluşumlarının jeolojisi, mineraloji ve oluşum şekli incelenerek alanın ekonomik olma özellikleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

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

Yapılan mineralojik analiz sonuçlarından, ana mineraller; tridimit, kristobalit, kuvars olarak, genel kompozisyonun da Opal-CT fazına yakın olduğu tespit edilmiştir.

Arazi çalışmaları ve elektron mikroskop analiz sonuçları, bölgede yaygın olarak gözlenen yumrulu sepiolitlerin silisli çözeltilerle ornatılarak, dendritli agatlara dönüştürüldüğünü göstermektedir. Çalışma bölgesinde bu güne kadar ekonomik olarak düzenli bir agat üretimi yapılmamıştır. Birimin yayılımı ve agatların piyasa değeri göz önüne alındığında, önümüzdeki yıllarda sahada ciddi yatırımların yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Anahtar kelimeler: Dendritli agat, opal, ornatma, manyezit, sepiyolit.

GEOLOGY OF THE AGATE AND OPAL FORMATIONS AROUND THE DEREYALAK VILLAGE (ESKISEHIR) AND THEIR ECONOMIC IMPORTANCE

Ayten Çalık* Uğur Arzoğulları **,

* Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji
Mühendisliği Bölümü, 17020, Çanakkale

**Goldaş Kuyumculuk A.Ş., Keresteciler Sit. Kayalar Sok. No:26 Merter İSTANBUL
aytencalik@comu.edu.tr, uarzogullari@goldas.com

ABSTRACT

The study area is located at northwest of Dereyalak Village, Eskisehir – İnönü. This study essentially deals with geology and mineralogy of the dendritic agate and opal formations that exists as disorderly-random nodules in the volcanogenic conglomerates which are lying through approximately NW-SE trending in the investigated area. This study also attempts to betray the economical properties of the field by researching the mineralogy and formation shapes.

The volcanogenic conglomerates crop out at NW of Dereyalak village extend over 1.5 km. These units contain dendritic agates and shows an irregular distribution pattern. The thickness of volcanogenic conglomerates is approximately 5 - 25m. The size of dendritic agate nodules located in conglomerate units is about 5 cm to 30 cm. Based on the minealogical analyses, main mineral paragenesis can be formulated as tridymite - cristobalite - quartz and general composition found to be close to Opal-CT phase.

All the data from the field observations and the results of electron microprobe analys indicate that the dendritic agate nodules resulted from the replacement of the sepiolite nodules widely exist in the region 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: Dendritic agate, opal, replacement, magnesite, sepiolite.

1. GİRİŞ

Değerli ve Yarideğerli taşlar olarak isimlendirilen mineral ve kayalar jeolojik açıdan ilginç olmalarının yanı sıra takı ve kuyumculuk sektörünün ana malzemesi olması nedeniyle tüm dünyada da ilginin her geçen gün arttığı grubu oluşturur. Bu grup içinde yer alan, özellikle eski çağlardan beri mücevher ve kuyumculuk sektöründe yaygın olarak kullanılan agat ve opal mineralizasyonları ülkemizde de yaygın olarak bulunur. Özellikle volkanik arazilerde, başlıca; Eskişehir, Ankara, Kütahya ve Afyon olmak üzere KB Anadolu'da birçok bölgede agat ve opal yatakları mevcuttur.

Eskişehir İli – İnönü ilçesinde bağlı (Şekil 1-1) Dereyalak Köyü ve çevresinde bulunan agat ve opal oluşumları da Türkiye'nin rezerv açısından en önemli agat ve opal sahalarından birisini oluşturur. Bu çalışmanın konusunu oluşturan bu agat ve opal oluşumları, Orta Anadolu'nun batısında, Tetis kuşağı içinde, Tetis'in kuzey kolunun kapanımıyla gelişen bir dizi tektonik olaylara sahne olmuş ve bütünüyle çarpışma kuşağı özellikleri sergileyen formasyonlarla bütünleşmiş bir alanda Pliyosen yaşlı volkanosedimenter birimler içinde yer alır.

Bu çalışmada, Eskişehir-Dereyalak Köyü K-KB dolaylarında yataklanmış, dendritli agat ve opallerin jeolojisi, mineralojik özellikleri ve oluşum mekanizmaları verilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışma sırasında, Kütahya i 23 - c2 ve Eskişehir i 24 - d1 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaları kullanılmış ve 48 km² lik alanın jeolojik haritalaması gerçekleştirilerek, petrografik amaçlı örnekleme yapılmıştır. Petrografik tanımlaması yapılan örneklerden seçilmiş örneklerin ince kesitleri polarizan mikroskopta incelenmiş, mineralojik analiz için uygun olan örnekler belirlenmiş ve elektron mikroskop analizleri gerçekleştirilecek agat ve opal örnekleri tespit edilmiştir. 300 Mesh boyutuna kadar öğütülerek toz haline getirilmiş agat ve opal örneklerinin XRD analizleri İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı laboratuvarında Philips marka PW-1430 model cihazda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca seçilmiş üç adet agat ve opal örneklerinden 15 adet imaj, 5 adet yarı kantitatif analiz Jeol/JSM-6335F/INCA-EDS model SEM (Taramalı Elektron Mikroskop ve Yarı Kantitatif Element Analiz Sistemi) cihazında yapılmıştır. Elektron Mikroskop Çalışmaları TÜBİTAK-MAM (Marmara Araştırma Merkezi) Malzeme Enstitüsü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. 1. Yer bulduru haritası.

2. JEOLOJİ

İnceleme alanında Mesozoyik'den günümüze çeşitli kaya-stratigrafi birimleri bulunmaktadır (Şekil 2-1). Bölgedeki en yaşlı birim, Triyas yaşlı İnönü Metamorfiklerine ait metakuvarsitler ve kuvars şistlerdir. Metamorfik birimlerin üstünde tektonik dokanakla Üst Kretase yaşlı ve bölgede serpantinitle temsil edilen Ofiyolitler bulunur. Başlıca volkanojenik çakıltaşları ve volkanojenik kumtaşlarından oluşan Pliyosen yaşlı Höyükü Formasyonu Serpantinitle üzerinde uyumsuz dokanakla yer alır. Pliyosen yaşlı bu volkano sedimanter birimleri keserek üzerine akan bazaltlar Kuvaterner yaşlı Alüvyon seviyelerinden sonra çalışma alanının en genç birimini oluştururlar.

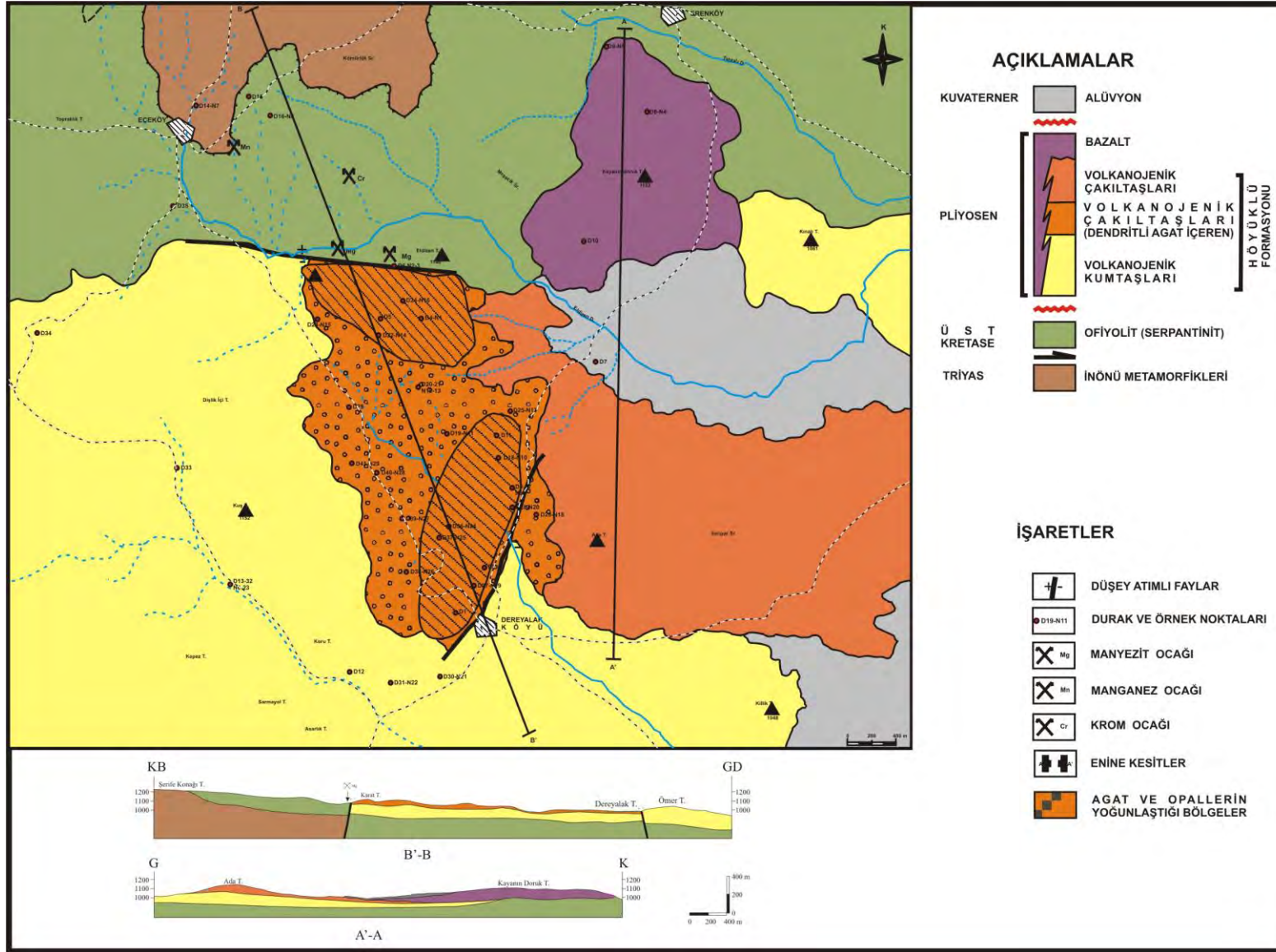
Metakuvarsitler ve kuvarşistler, çalışma sahasının KB'sında yer alan Eceköy'ün KD'sında gözlenmektedir. Arazi gözlemlerinde foliasyon düzlemlerine paralel kuvars ve kuvarsit mercekleri tespit edilmiştir. İnönü metamorfiklerinin Triyas yaşlı olduğu düşünülmektedir (Gözler ve diğerleri 1997).

Çalışma sahası içinde yer alan ofiyolitler, manyezitleşmenin yoğun olarak izlendiği yeşil, koyu yeşil renkli serpantinitle temsil edilirler. Manyezit cevherinin, serpantinitlede tamamiyle yapısal denetim altında D-B yönündeki tansiyon çatlak ve yarıkların içine dolgu biçiminde yerleştiği, damar ve mercekli yataklanmalara ilaveten düzensiz ve stokwork

yataklanma geçişleri gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle Eceköyün KD'sunda ve yaklaşık D-B doğrultulu fay zonunda yerleşmiş olan manyezit ocakları ekonomik olarak işletilmektedir.

Serpantinitletine üzerine uyumsuz dokanakla Pliyosen yaşlı Höyükli Formasyonuna (Gözler ve diğerleri 1997) ait *volkanojenik kumtaşları* ve *volkanojenik çakıltaşları* yer alır. Çalışma alanının GB kesiminde yağın olarak izlenen birim, yataya yakın tabakalanma gösterir. Dereyalak köyü kuzeyi ve batısında yüzeylenen ve yaklaşık 5 – 25 m kalınlık gösteren *volkanojenik çakıltaşları*, volkanojenik kumtaşları üzerinde uyumlu olarak bulunur. Birimde yaklaşık 5 – 30 cm arasında değişen irili ufaklı agat ve opal nodüllerinin yanı sıra serpantinitlet, kumtaşı, kireçtaşı ve diğer volkanik kayaç parçalarını içeren çakıllar da yer alır. Çakıltaşlarının çimentosu tüftür.

Çalışma alanında, Erenköy güneyinde Kayanındoruk tepe ve çevresinde izlenen, koyu yeşil - siyah renkli, akma dokusu gösteren ve bol gaz boşlukları içeren bazaltlar, diğer Pliyosen birimlerini kesmiş ve üzerlerine akmış olarak Alüvyon çökellerden sonra çalışmanın en genç birimini oluştururlar.

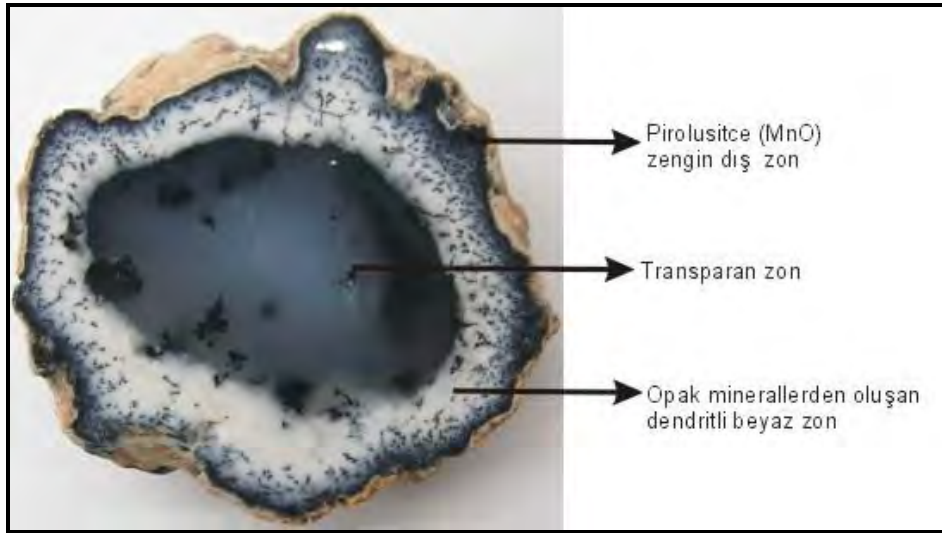


Şekil 2-1. Dereyalak Köyü ve çevresinin jeoloji haritası ve enine kesitleri

3. DEREYALAK DENDRİTLİ AGAT VE OPALLERİN OLUŞUMU

Dendritli agatlar, Pliyosen yaşlı Höyükü Formasyonuna ait volkanojenik çakıltaşları içinde yer alır. Çapları 1-30 cm arasında değişen yumru şekilli agatlar ana kaya içinde düzensiz şekilde yataklanmıştır. Agatlardaki ana renk, siyah ve beyazın tonlarında olup renk açısından homojenlik gösterirler. Fiziksel olarak oldukça gevrek özelliktedirler. Sahada yapılan gözlemlerde yüzeye yakın yerleşmiş agatların oldukça çatlaklı ve kırılğan olduğu görülmüştür.

Dendritli agat nodulleri, yapısal olarak benzer özelliklere sahiptir. 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).



Şekil 3. 1. Dendritli agatlardaki zonlanma

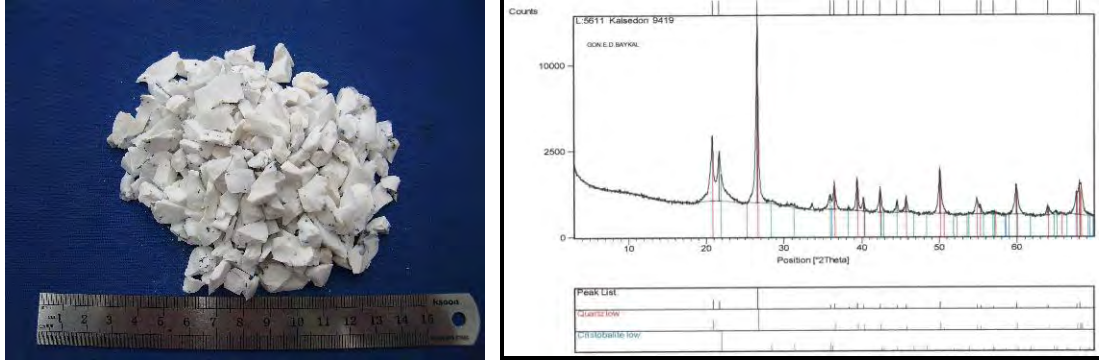
Dereyalak volkanojenik çakıltaşları içinde dendritik agat oluşumları yanısıra dendritli opal oluşumları da izlenir. Opal oluşumları başlıca beyaz, sarı, turuncu, siyah, yeşil ve kahverengi renklerde izlenir.

3.1. Dendritli Agatların ve Opallerin Mineralojik Özellikleri

Çalışma alanından derlenen agat örneklerinin mineralojik yapısını incelemek amacıyla XRD analizleri yapılmıştır. Örnekler agatlardaki zonlanmaya uygun olarak *Beyaz zon*, *Manganlı dış zon*; *Transparan zon* ve *Opal zon* olmak üzere dört ayrı grupta incelenmiştir.

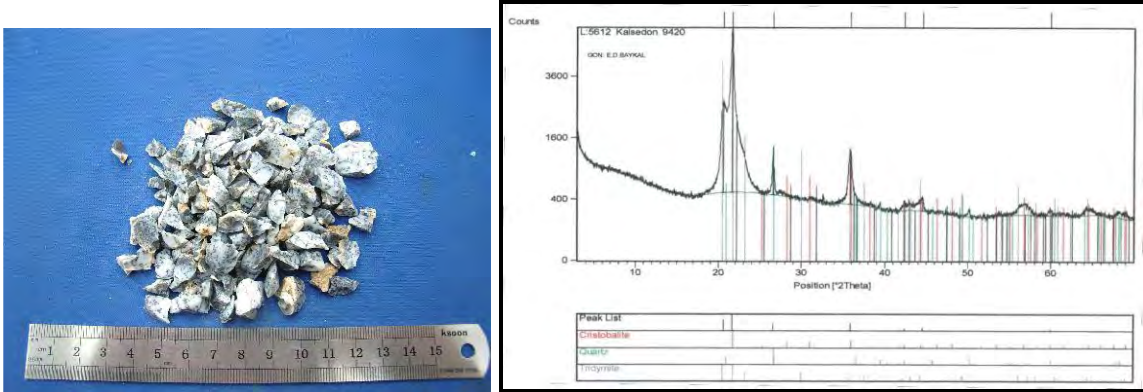
- Beyaz zon**; Dendritik agatların ana rengini oluşturan opak ve beyaz tonlardaki bu zondan yapılan mineralojik analizlerde kuvars'ın ön planda olduğu ortaya çıkmıştır.

Örnekte ayrıca az oranda tridimit ve kristobalit tespit edilmiştir. Bu zon, XRD analizlerinden tipik Opal-CT özelliği göstermektedir (Şekil 3.2).



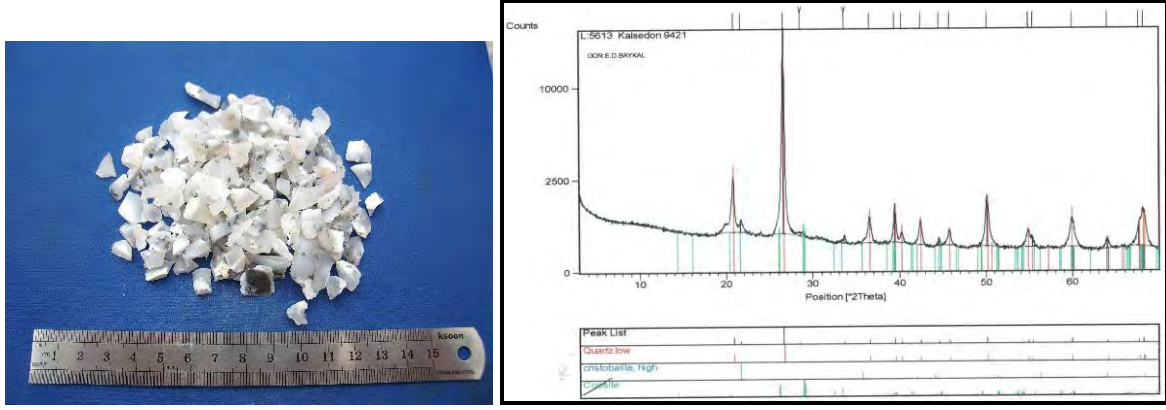
Şekil 3.2 Beyaz zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler ve XRD difraktogramı

- b) **Manganlı dış zon;** Dendritli agatlara ismini veren mangan dendritleri, agatlarda dışa doğru yoğunlaşmaktadır. Bu zondan derlenen örneklerin analiz sonuçlarında tridimit ve daha az oranda kuvars izlenmiştir. Ayrıca pirolusit ve manganit pikleri de tespit edilmiştir. (Şekil 3. 3).



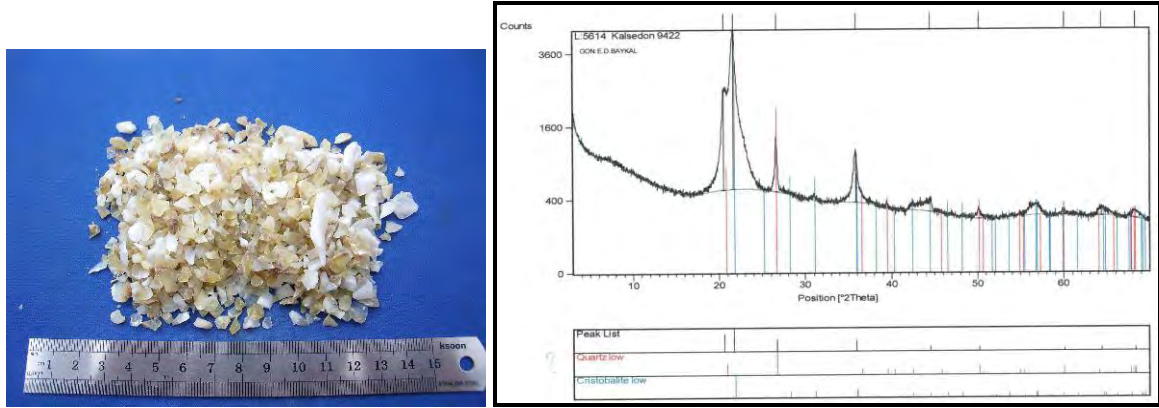
Şekil 3.3 Manganlı dış zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler ve XRD difraktogramı

- c) **Transparan zon;** Agatların genelde merkezlerinde gözlenen bu zonda, mangan dendritleri nispeten azdır. Yapılan analizlerde kuvars, kuvars dışında çok az tridimit ve çok az da kristobalit tespit edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4 Transparan zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler ve XRD difraktogramı

d) **Opal zonu;** Opaller genelde agatın en dış zonunda ayrı bir kabuk şeklinde oluşmuştur. Sahada agatlara oranla opal oluşumları nispeten azdır. Yapılan mineralojik analizde Tridimit (düşük ısı) ve çok az kuvars pikleri gözlenmiştir (Şekil 3. 5).

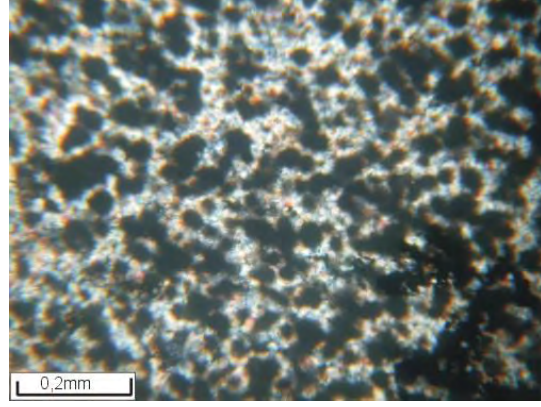
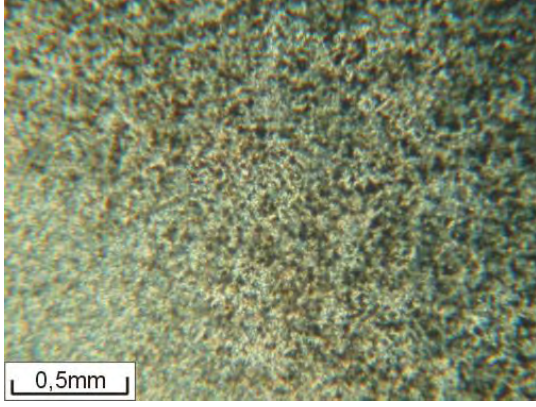


Şekil 3.5 Opalli zondan XRD analizi için hazırlanan örnekler ve XRD difraktogramı

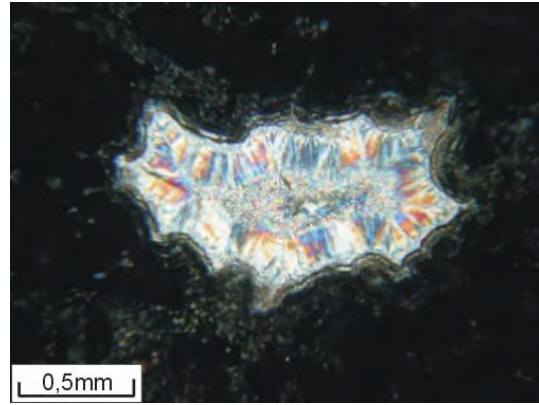
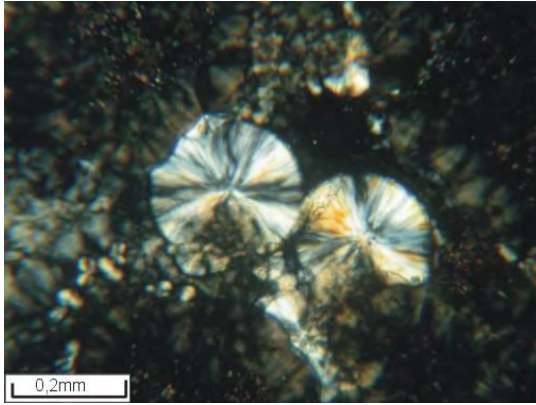
XRD analiz sonuçlarından özellikle (b) ve (d) örneklerinin birbirine yakın mineralojik kompozisyonlarda olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler dendritli agatların tipik Opal-CT özellikleri taşıdığını göstermektedir.

3.2 Dendritli agatların petrografik özellikleri

Dendritik agat örneklerinin ince kesitleri üzerinde yapılan incelemelerde opak minerallerden oluşan leopar deseni benzeri bir doku gözlenmiştir (Şekil 3.6). Diğer belirgin dokular ise silis lifleri ve mikro kuvars taneleridir. Böylece dendritli agatlar, dünyadaki diğer agat örnekleri gibi hem lifsi hemde taneli dokuya sahiptir (Şekil 3.6 – 3.7).

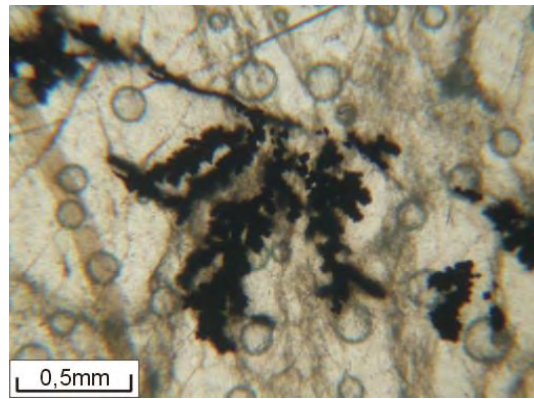
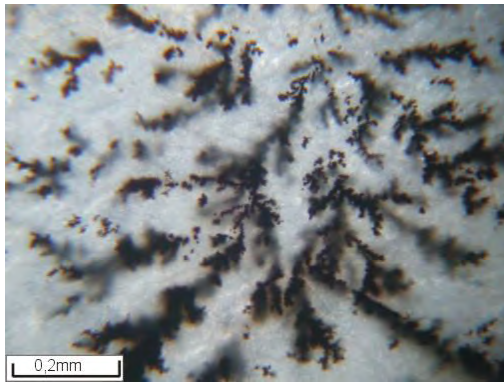


Şekil 3. 6. Dendritli agatlarda sıklıkla gözlenen benekli doku.



Şekil 3. 7. Sferulitik yapıdaki kuvarzin lifleri ve 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 3.8).

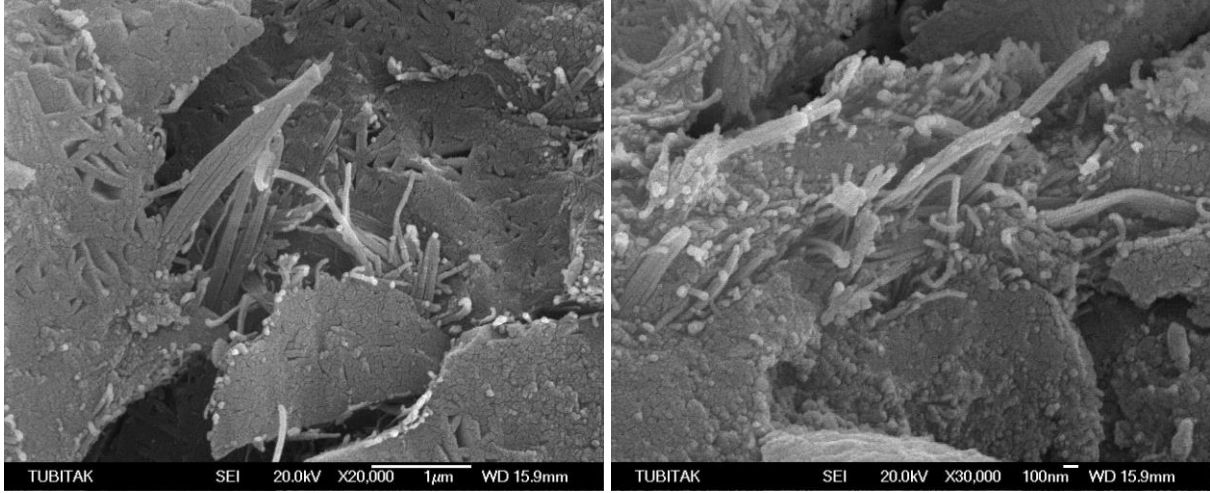


Şekil 3.8. Dendritik agatlardaki MnO dendritlerinin mikroskop görüntüleri

3.3 Dendritli Agatların Elektron Mikroskop Özellikleri

Agat örneklerinin Elektron Mikroskop (SEM) incelemeleri sonucunda lifli doku, taneli doku, küresel doku gibi farklı dokular tespit edilmiştir.

Lifli doku; agatların özellikle saydam kısımlarında çok belirgin bir lifsi doku tespit edilmiştir (Şekil 3. 9). Bu lifsi kristaller bilinen kalsedon ve kuartzin liflerinden oldukça farklıdır. Manyezit ve sepiyolit dokularıyla yapılan karşılaştırmada bu liflerin dokusal özellikleri sepiyolit liflerine benzemektedir. Bu benzerlik muhtemelen agatların, sepiyolitlerin ve manyezitlerin ornatılması neticesi oluşmuş olması sonucudur.

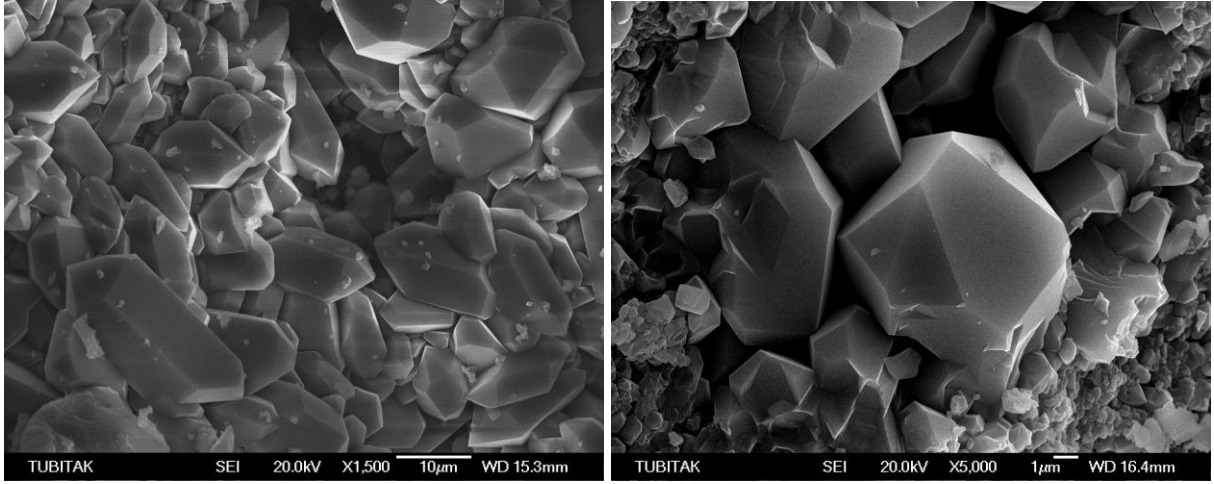


Şekil 3. 9. Dendritli agatların transparan zonunda gözlenen lifsi yapının elektron mikroskop görüntüleri.

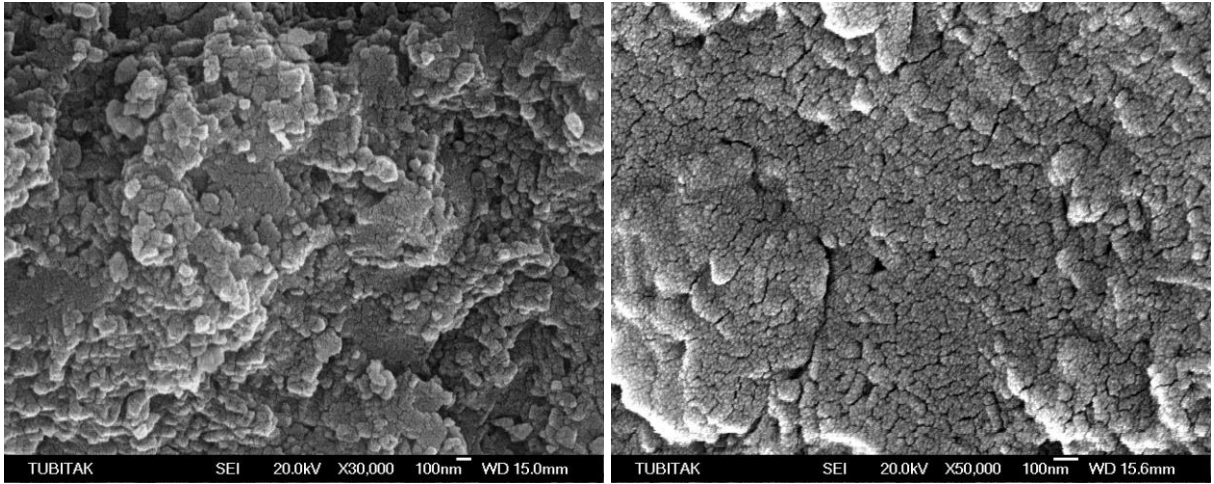
Taneli doku; agatların opak kısımlarından alınan örneklerden elde edilen Elektron Mikroskopu (SEM) görüntülerinde çoğunlukla kuvars kristallerinden oluşan taneli bir doku izlenir (Şekil 3.10). Kuvars kristalleri liflere nazaran çok daha büyüktür. Kuvars kristalleri küçük boşluk veya kovuklarda büyümüş ve öz şekilli formunu almışlardır.

Küresel doku; agatın en dış zonunda kabuk şeklinde oluşmuş opal örneklerinden elde edilen SEM görüntülerinde, beklenildiği üzere küresel doku gözlenmiştir (Şekil 3-11). Bu doku dünyadaki bilinen diğer opallerin SEM görüntüleri ile benzerlikler göstermektedir.

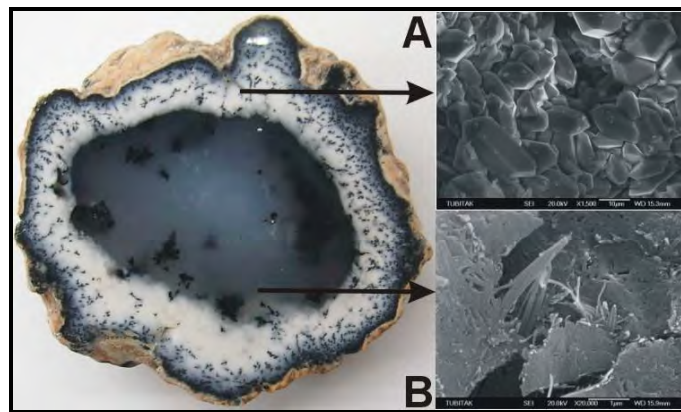
Bu şekilde agatların opak kısımlarının kuvars taneleri veya kristallerinden, transparan kısımlarının ise çok küçük silisleşmiş liflerden ibaret olması makro örneklerdeki zonlanmayı da açıklamaktadır (Şekil 3.12).



Şekil 3. 10. Dendritli agatlardaki beyaz zonu oluşturan kuvars tanelerini gösteren elektron mikroskop görüntüleri.



Şekil 3. 11. Opallerden elde edilen elektronmikroskop görüntüleri.

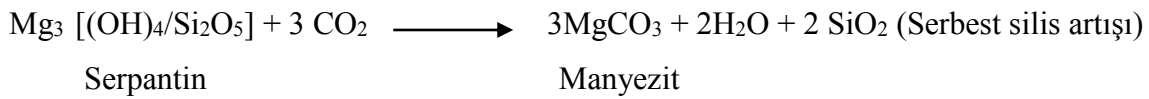


Şekil 3. 12. Agatlardaki iki ayrı zonu ve SEM görüntüleri (A) opak zonda kuvars taneleri (X1500 büyütme,) (B) transparan zonda ise lifsi doku (X20 000 büyütme).

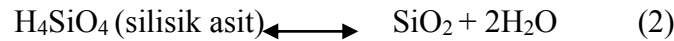
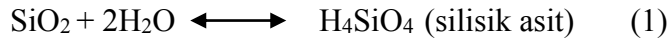
3.4. Silisin Kaynağı ve Dendritli Agatların Oluşum Mekanizması

Agat oluşumu, başlıca silisin çözünmesi, taşınması ve çökmesi olaylarını kapsar. Agatı oluşturan silis esas olarak çevre kayalarındaki silikat minerallerinin ayrışmasından ortaya çıkar.

Tektonik hareketler neticesinde bölgedeki temel kayaları oluşturan ultrabazik kayaların bazı bölümlerinde çatlak ve faylar meydana gelmiş olması karbonik asitlerin ultrabazik kayaların çatlak ve fayları içinde hareket serbestisi kazanmışlardır. Termal sular (100-200 °C sıcaklık), çevresindeki ultrabazik kayaları (peridotit) etkileyerek öncelikle serpantin oluşumuna sebep olmuştur. Bölgede geniş bir alanda görülen serpantinlerin hidrotermal ayrışması sonucu da ortamda manyezit cevherleşmesi gerçekleşmiştir.



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.



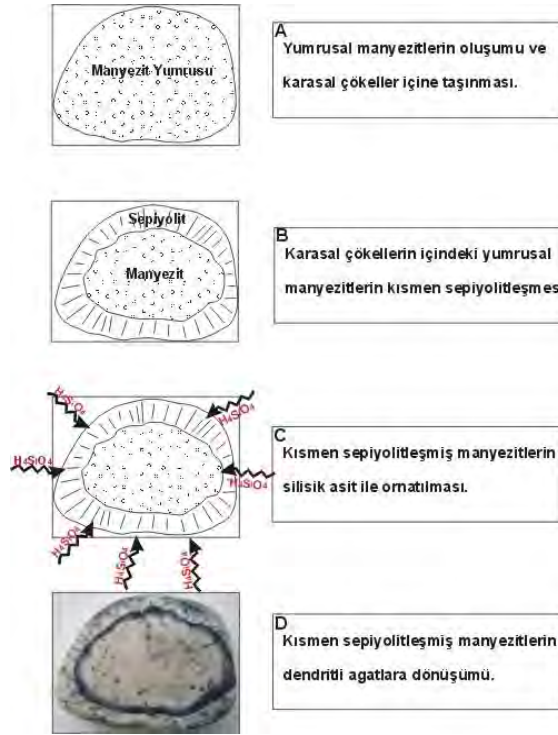
Su (H₂O), silisin çözülmesi, taşınması ve birikiminde; agat oluşturan sistemlerin sıcaklık, basınç, pH ve konsantrasyon gibi ortamsal koşullarının düzenlenmesinde doğrudan, ya da dolaylı rol oynar. Krauskopf (1982)'a göre silis, silisik asit olarak hidrotermal çözelti içerisinde çatlak zonları boyunca doğrudan, kapalı gözeneklerde difüzyon yoluyla girerek, kayayı yıkar ve ornatılabilir.

İnceleme alanında agat ve opal oluşumlarının yoğunlaştığı kısımlar, bölgede tespit edilmiş iki fayın yakınında yer almaktadır (şekil 2-1). Bu faylar muhtemelen hidrotermal çözeltilerin ortamda serbest dolaşımına destek sağlayan ve bölgede yer alan sepiyolit ve manyezitleri ornatılarak agat ve opal oluşumlarına neden olan kırık sistemleridir.

Bu şekilde bölgede yer alan agat ve opal yataklanmaları muhtemelen iki evrede oluştuğu düşünülebilir. *Birinci evrede*, tektonik hareketler sonucunda ofiyolitlerin derinliklerindeki çatlaklardan geçen CO₂'li termal suların etkisi ile derinden yüzeye doğru sırası ile damar, ağsı, yumrulu tipte (kriptokristalin) manyezit yatakları oluşmuştur. Eğer ortamda yeterli miktarda CO₂ yok veya manyezit oluşumundan sonra azalmış ise ortamın pH değeri değişir. Böyle bir ortamda, koloidal hidrate magnezyum silikatler hakim olması nedeniyle konsantrasyon ve pH değerine göre, Sepiyolit (2 MgO.3SiO₂.2H₂O) oluşur (Şekil 3.13).

İkinci Evrede sepiyolitlerin oluşumundan sonra bölgede yoğun bir hidrotermal dolaşım gerçekleşimi ile silisli çözeltiler, karasal çökeller içine yerleşmiş sepiyolitleri ornatarak Mg'un yerini almışlardır. Çalışma alanında yapılan arazi gözlemlerinde dendritli agatların yumrulu yapısı, yumrulu sepiyolitlere oldukça benzemektedir. Ayrıca dendritik agatların renk gibi diğer fiziksel özellikleri de bu agatların yumrulu manyezit veya yumrulu sepiyolitlerin silisle ornatıldığı düşüncesini desteklemektedir (Şekil 3.13). Ofiyolitlerin üzerinde uyumsuz olarak bulunan Çakıltaş birimi içinde serpantinite ait çakıl ve bloklar izlenirken, manyezit yumru ve çakılları izlenmemektedir. Bu da sepiyolitlenme ve sonra bunların silisle ornatılması modelini doğrulamaktadır..

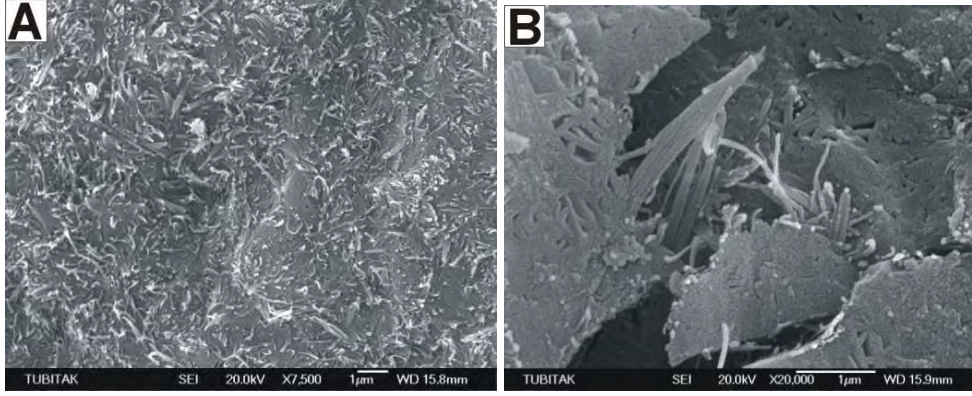
Dünyadaki birçok agat oluşumları ile ilgili yapılan çalışmalardan, agat yerleşiminin ana kayada mevcut çatlak, kırık ve eklem boşluklarında çökeltme yoluyla oluştuğu bilinmektedir. Ayrıca tipik agatlarda yapısal olarak konsantrik büyüme halkaları ve transparan, camsı bir doku izlenirken Dereyalak dendritli agatların tipik boşluk dolgusu formunda olmadığı görülür.



Şekil 3.13 Dereyalak dendritli agatların oluşum evreleri.

Arazi gözlemlerine paralel olarak elektron mikroskopunda (SEM) yapılan incelemeler, arazi gözlemlerini destekler niteliktedir. SEM incelemelerinde agatların özellikle transparan kısımlarınının 1 mikrondan daha küçük liflerin som yığılmasından oluştuğunu göstermektedir. Bu lifler ile sepiyolit lifleri karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada agat içindeki lifler ile

sepiyolit lifleri arasında çok belirgin benzerlikler olduğu görülmüştür (Prof. Dr. M. Yeniyoil ile sözlü görüşme) (Şekil 3.14).



Şekil 3. 14 Sepiyolit ile Dereyalak dendritli agat dokuları arasındaki benzerlikleri gösteren SEM görüntüleri A;Eskişehir – Sivrihisar bölgesinden alınmış sepiyolit örneğinin SEM görüntüsü (Prof. Dr. Mefail Yeniyoil’den sözlü görüşme sırasında kendisinden alınmış-) - B; Dereyalak dendritli agata ait SEM Görüntüsü.

Amorf yapılu opal 100 °C’nin altındaki değerlerde, 200°C’nin üzerinde ise agatların merkezi boşluğunda da bulunan kuvars kristalleşmektedir (Landmesser,1992). Landmesser (1992), silis ile ornatma için gerekli silisik asit konsantrasyonun 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 düşünölmekle birlikte, tüm dünyadaki 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 yığışımalarının (sıcaklık göreceli olarak yüksek derecelere çıktığı ve uzun süre korunduğı) 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 bağıli 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 oluştuıkları söylenebilir..

4. DENDRİTLİ AGAT VE OPALLERİN EKONOMİK ÖNEMİ, ÜRETİMİ VE İŞLENMESİ

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 ifade edilebilir.. 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. Bölgede ciddi bir üretim mevcut değildir. Bölgede agat madenciliği için yatırım yapılması ve küçükde olsa bir yarideğerli taş atolyesinin kurulması karlı bir yatırım olabilir.

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

5. SONUÇLAR

Pliyosen yaşlı volkanojenik çakıltaşları bünyesinde yumru ve nodüller şeklinde dağınık ve düzensiz bir şekilde yataklanmış olan dendritli agat ve opal oluşumları bölgedeki iki önemli fay doğrultusunda zenginleşmiştir. Yumrularda çoğunlukla mangan dendritleri bir ağ dokusu gösterir. Bu sebeple halk arasında bu agatlara ‘yosunlu agat’ ismi verilmiştir. Agat ve opal örneklerinin XRD analizlerinden minerallerin kompozisyonu, Opal-CT olarak tespit edilmiştir.

Yapılan Elektron Mikroskopu (SEM) analiz sonuçlarının değerlendirilmesinden tespit edilen lifsi doku görüntüleri, sepiyolit örneklerinin doku görüntüleri ile karşılaştırıldığında aralarındaki benzerlik görülmüştür. Bu tespit agatların kökeninin sepiyolit olduğu görüşünü destekler niteliktedir..

Sepiyolitlerin 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 - 200⁰C sıcaklıkta,

yüzeş koşullarına yakın bir basınçta, kolloidal silisçe yüksek konsantrasyonlarda ve 7 - 9 arasındaki pH değeriinde oluştuğu düşünölmektedir.

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 bir yarıdeğerli taş atolyesinin kurulması bu alanın ekonomik olarak değeriendirilmesini sağlayabilir.

6. KATKI BELİRTME

Çalışma sırasında değeri görüşleri ile yapmış oldukları katkılarında dolayı, Sayın Prof. Dr. Sinan Öngen ve Sayın Prof. Dr. Mefail Yenişol'a teşekkür ederiz.

7. KAYNAKLAR

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

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.