



Batı Anadolu'dan Örneklerle Epitermal Kuvars Damarlarında Görülen Dokuların Maden Aramacılığındaki Önemi

The Explorative Significance of the Textures in Epithermal Quartz Veins by the Examples from Western Anatolia

Vedat OYGÜR Normandy Madencilik A.Ş., Arjantin Cad. 15/6 G.O.P., 06700 Ankara
(e-posta: vedat.oygur@ovacik-altin.com)

Öz

Kuvars damarları, altın yataklarının çoğunda ortak özelliştir ve altın cevherleşmelerinin ana depolanma yeridir. Epitermal kuvars damarlarında çok çeşitli makroskobik dokular görülmektedir. Kuvars dokularının türlerine göre damarın, altın cevherleşmesi içerip içermediği belirlenebilmektedir. Bu dokular iki ana grupta toplanmaktadır: 1) açık boşluk dolgularını temsil eden birincil büyüme yapıları; 2) daha sonraki olayları yansıtan binme yapıları. Birincil büyüme yapıları som, tarak ve bantlı olarak sınıflandırılmaktadır. Binme yapıları ise breş ve ornatım dokularıdır. Epitermal damarlarda yaygın olarak görülen adularya ve karbonat gibi kuvars dışındaki mineraller de bu dokusal zonların yorumlanmasında yararlı olmaktadır. Kuvars damarlarında, doku türlerinin ve doku beraberliklerinin dağılımından yola çıkarak bir düşey doku zonlanma modeli oluşturulabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Epitermal, kuvars damarı, doku, zonlanma

Abstract

Quartz veins are a common feature in many of the gold deposits and a major host to gold mineralisation. Various macroscopic textures are observed in the epithermal quartz veins. According to the quartz textures within the vein, it can be discriminated whether the vein includes gold mineralisation or not. Two major textural groups are recognised: 1) Primary growth textures representing the open-space fillings; 2) Superimposed textures reflecting the overprinting events. Primary quartz vein textures are classified as buck, comb and banded textures. Superimposed textures are breccia and replacement textures. Minerals other than quartz such as adularia and carbonate minerals common in epithermal veins are useful to the interpretation of textural zones. In quartz veins a vertical textural zoning model can be defined according to the pattern of distribution of textures and assemblages of textures.

Key Words: Epithermal, quartz vein, texture, zoning

GİRİŞ

Epitermal cevherleşmelerin pek çoğunda, cevherin içine yerleştiği kuvars damarları yaygın olarak görülür. Maden jeologları için en zor işlerden birisi, arazide karşılaştıkları bir kuvars damarının ne tür bir hidrotermal faaliyeti temsil ettiği hakkında karar vermektir. Hele bu damar, epitermal dönemde oluşmuş ve sülfid mineralleri de içermiyorsa karar verilmesi iyice güçleşecektir. Damardan alınan örneklerin analiz sonuçlarının gelmesi birkaç ayı alacaktır. Bu sonuçları bekledikten sonra daha ayrıntılı bir incelemeye geçilmesi zaman kaybına neden olacak; belki de arazi mevsimi bittiği için çok daha ileri bir zamana ötelenecektir.

Bir epitermal kuvars damarında görülen doku türlerinin incelenmesi, arazi çalışmaları sırasında, yukarıda sözünü ettiğimiz türden zaman kaybını

önleyebilecek niteliktedir. Bu dokuların yorumlanmasıyla, arazide bugünkü topografyada gördüğümüz kuvars damarının paleotopografyada epitermal sistemin neresine karşılık geldiğini kestirebiliriz. Bunun sonucunda da damarın değerli metaller içeren kesiminin erozyonla gidip gitmediğini ya da yüzeyde bir belirti olmadığı halde derinde bir cevher varlığı bekleyebileceğimize karar verebiliriz. Kısacası kuvars damarlarındaki dokuları maden aramada kılavuz olarak kullanabiliriz.

Kuvars damarlarının doku türlerine göre sınıflandırılmaları çalışmaları son on yılda gelişmiştir (Haynes, 1987; Dowling ve Morrison, 1989; Jebrak, 1992; Saunders, 1994). Hidrotermal kökenli kuvars ve silika için bir terminoloji önerisi ilk kez Adams (1920) tarafından yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda, bir özgün ortamda kuvarsın özelliklerine dikkati çeken çeşitli çalışmalar yapılmıştır

(Spurr, 1926; White, 1943; Stillwell, 1950; Boyle, 1979).

Kuvars dokuları üzerinde, çeşitli araştırmacılar tarafından geleneksel mikroskopik inceleme, UV lambası ve katot lambası ile incelemeler yapılmıştır. Kullanılan yöntemler karşılaştırıldığında, kuvars dokularının tanımlanmasında en etkin ve ekonomik yolun el örnekleri boyutundaki tanımlama olduğu belirlenmiştir (Dowling ve Morrison, 1989).

Bu çalışmanın amacı, 1992-1997 yılları arasında MTA Genel Müdürlüğü tarafından Batı Anadolu'da yürütülen altın arama projeleri kapsamındaki arazi çalışmaları sırasında çeşitli cevherleşmelerde el örneği ölçeğinde gözlenen doku örneklerinden yararlanarak, Dowling ve Morrison (1989) tarafından geliştirilen kuvars damarları sınıflandırması çalışmalarının genelleştirilmesine katkıda bulunmaktır.

Kuvars dokularının Türkçe adlamasında, Gümüş'ün kullandığı terminolojiye uyulmuştur (Gümüş, 1998).

KUVARS DAMARLARINDAKİ

SİLİKA TÜRLERİ

Silika, epitermal sistemlerde opal veya amorf silika, opal C-T, kalsedon ya da kuvars olarak depolanır. Silika bakımından aşırı doymuş çözeltiden depolanan bu fazlar, kuvars dışında, düşük sıcaklıklarda duraylı değildir (Fournier, 1985a). Depolanmadan sonra, opal ve kalsedon, kuvars olarak yeniden kristallenir. Alt ve diğerleri (1987), Doğu Pasifik Yükselimi'ndeki hidrotermal bacalarda yaptıkları çalışmada, opal ve kalsedonun 70 ila 180°C de depolandıklarını ve 230 ile 320°C de kuvars biçiminde yeniden kristallendiklerini tespit etmişlerdir.

Kuvars dokularının kökeni, hidrotermal sistem içerisinde kuvars, kalsedon ve amorf silikanın davranış biçimiyle açıklanabilir. Hidrotermal çözeltilerde silikanın davranışını kapsamlı bir şekilde açıklayan Fournier'ye (1985a) göre, kuvars, hidrotermal sistemde silikanın en duraylı biçimidir. Başlangıç sıcaklığı 200 ile 340°C arasındaki bir hidrotermal çözeltinin yavaş soğuması kuvarsın depolanmasıyla sonuçlanır. Düzgün biçimli kuvars kristalleri, nisbeten yavaş değişen basıncı-sıcaklık

koşullarını işaret ederek, silika bakımından hafifçe doymuş çözeltilerden gelişirler. Doğrudan hidrotermal çözeltiden açık boşluk dolgusu olarak çökelen kuvars düzgün kristal yüzeyleri sunar ve kristallerin c eksenleri boşluk duvarına kabaca diktir. Sıcak hidrotermal su ile soğuk meteorik suyun karıştığı yerlerdeki hidrotermal sistemlerin soğuk kenarlarında da kuvars çökelişi görülebilir.

Amorf silika depolanması için, kuvarsın tersine, hidrotermal çözeltinin silika bakımından aşırı doymuş olması gerekir (Fournier, 1985a). Amorf silika, çözeltinin fiziksel veya kimyasal doğasındaki büyük ve hızlı değişimleri gösterir. Bu değişimler de çözeltinin, cevher taşıma ve depolama kapasitesini etkiler.

Kalsedon ya hidrotermal çözeltiden doğrudan çökmeyle ya da amorf silikanın kristalin malzemeye dönüşümüyle oluşur (Fournier, 1985a). Kalsedonun çökelişi için kuvarsın göre daha ortaça bir silika doymuşluğu gerekir. Ancak, kalsedon 180°C nin altındaki sıcaklıklarda oluşur.

Sıcak hidrotermal suların, nisbeten yüzeye yakın ortamlarda, oksijence zengin ve soğuk meteorik suyla karışması ametist oluşmasıyla sonuçlanır. Çünkü bu oksitleyici koşullar, ametiste mor rengini veren üç değerli demiri oluşturur (Fournier, 1985a).

Epitermal sistemlerin paleotopografyadaki yüzeyini temsil eden silika sinter, nötral ile hafifçe alkalın sulardan çökelen amorf malzemeden oluşur. Sistemin derin kesimlerinde asidik özellik taşıyan bu sular, yükselmeleri sırasında kaynama ve buharlaşmayla CO₂ kaybederek alkalın bileşim kazanırlar. Bu bakımdan, asidik karakterli epitermal sistemlerde sinter ya bulunmaz ya da ince bir tabaka halinde görülür.

Kireçtaşının silika ile ornatılmasından oluşan masif silika gövdelerini tanımlamak için jasperoid terimi kullanılır (Lovering, 1972). Kireçtaşının silika tarafından ornatımı, eşzamanlı olarak kalsitin çözülmesini ve silikanın çökmesini gerektirir. Sıcaklık 300°C nin altında ve sabit CO₂ kısmi basıncında, ısının düşmesiyle kalsit çözünürken kuvars, kalsedon ve amorf silikanın çözünürlüğü azalır (Fournier, 1985b). Nötral pH'daki hidrotermal çözeltinin kaynama olmaksızın yavaş soğuması, kireçtaşının silika ile ornatımını sağlar. Buna karşın, silikaca doymuş asidik çözeltinin kireçtaşı

Batı Anadolu'dan Örneklerle Epitermal Kuvars Damarlarında Görülen Dokuların Önemi

ile tepkimesi CO_2 oluşturur. Çözeltideki çözülmüş CO_2 ise kuvarsin çözünürlüğünü azaltır ve çözeltinin kireçtaşı ile temasında kuvars çökeler.

KUVARSLARININ KÖKENİ

Bir epitermal kuvars damarında görülen dokular, damar içindeki akışkanın kaynama sistemiyle ilişkilidir.

Saf suda, sabit buhar basıncında silika minerallerinin çözünürlüğü ısıyla artar (Fournier, 1985a). Her bir sıcaklık derecesinde, amorf silika kalsedondan ve kalsedon da kuvarsdan daha fazla çözünür. Yüksek sıcaklıklarda ($>300^\circ\text{C}$), çözünürlük basınca bağlı olarak hızla artar. Yüksek sıcaklıklarda, kuvarsin çözünürlüğünün akışkanın tuzluluğu ile de arttığı bilinmektedir. Çözünürlük, pH değişimlerinden bağımsızdır.

Kuvars, 200°C nin üzerindeki sıcaklıklarda, akışkandaki silika yoğunlaşmasını kontrol eder (Fournier, 1985a). Kuvarsdan daha yüksek çözünürlüğe sahip olan kalsedon ise silika yoğunlaşmasını düşük sıcaklıklarda kontrol eder. Bu bakımdan, amorf silikamn depolanması kuvarsa nazaran daha yüksek seviyede silikaca aşırı yoğunlaşmayı gerektirir.

Silikamn tersine, kalsitin çözünürlüğü sadece ısı ve basıncın değil, akışkandaki CO_2 çözünürlüğü ile CO_2 kısmi basıncının da bir fonksiyonudur (Fournier, 1985b). Kalsitin çözünürlüğü ısının artmasıyla azalır ve tuzluluk ile CO_2 kısmi basıncının izotermal artışıyla yükselir. Sabit sıcaklıkta, buhar fazıyla dengedeki bir akışkanda kalsitin çözünürlüğü CO_2 kısmi basıncının artmasıyla yükselir. Buna göre, CO_2 kaybı ve seyrelme kalsitin depolanmasını denetleyen başlıca etmenlerdir.

Kaynama Zonu

Bir tipik epitermal akışkan ortalama tuzluluğu $<1\%$ ağırlık eşdeğeri NaCl olan, CO_2 içeren, pH bakımından nötral bir akışkandır (Hedenquist ve Henley, 1985). Böyle bir akışkan, bir açık boşluk boyunca yükselirken tersinir genişlemeye uğrar ve akışkanın buhar basıncının hidrostatik basıncı aştığı noktada kaynama (tersinir olmayan adiyabatik genişleme) başlar. Kaynamanın meydana geldiği derinlik, sıcaklığa, tuzluluğa ve çözülmüş

gazların konsantrasyonuna bağlıdır. 250°C deki saf su, 460 m lik bir hidrostatik derinlikte kaynamaya başlarken, 10% ağırlık eş. NaCl tuzluluğundaki akışkan 390 m derinlikte kaynar (Haas, 1971). Çözülmüş CO_2 içeren su ise daha derinlerde erkenden kaynayacaktır. Bunlara ilaveten, kayaçların sığ derinliklerde silisleşmesi kaynama zonunu yukarılara çekecektir.

Kaynama zonunun hemen altında, akışkanın tersinir genişlemeyle aktığı nisbeten hafif çökeltme koşulları egemendir ve silika doymunluğu kuvars ile denetlenir. Bu zon, baz metal sülfidlerinin eşlik ettiği kristalin kuvars depolanması ile belirginleşir.

Uçucuların hızla kaybı ile pH'da ve soğumadaki artışla belirginleşen kaynama zonunda depolanma koşulları çok daha hızlıdır. Hızlı CO_2 kaybı kalsit çökmesine neden olurken pH'daki artış K-feldspat oluşumuna yol açar. Adiyabatik genişlemeye bağlı önemli miktarda soğuma akışkanın kalsedon ve amorf silika bakımından aşırı doymunlaşmasını sağlar ve amorf (jel) silikamn çökmesine neden olur. Kaynamadaki hızlı dönemleri yansıtan yollu-kolloform bantlı kuvars zonları çok yaygındır. Eski oluşumlu bantlı kuvars parçalarını içeren breşli damarlar da ardışık kaynama olaylarını işaretlemektedir.

Eğer adiyabatik genişleme etkin ise ve akışkan, hızla yüzeye yükselirken soğursa, amorf silika bakımından aşırı doymun hale gelir. Bu da, pek çok epitermal cevherleşmede gözlenen sinterlerin (jel silikamn depolanması) veya silika şapkanın (kayanın silisleşmesi) oluşmasına neden olur.

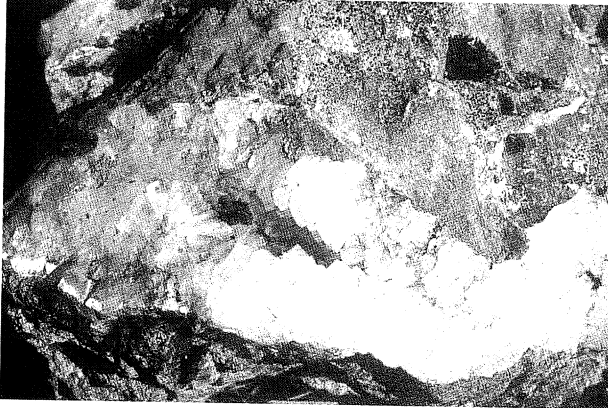
Ornatma

Soğuk akışkanların baskın hale gelmesi daha önce çökelmiş olan karbonatın çözünmesine ve silika ile ornatılmasına yol açar. Kaynayan akışkanların saldıdığı büyük miktarlardaki CO_2 , daha uçucu olması sayesinde akışkandan daha hızlı yükselir. Böylece CO_2 kısmi basıncının yükseldiği kanallarda kalsit kolayca çözünür ve yerine silika depolanır.



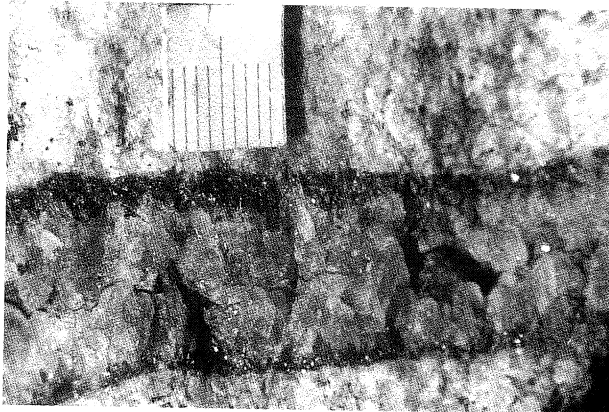
Şekil 1. Metamorfitletler içindeki kuvars damarında ametistten oluşmuş tarak dokusu (Kütahya-Simav-Muradınlar).

Figure 1. Comb texture composed of amethystine within the quartz vein in the metamorphics (Kütahya-Simav-Muradın kır).



Şekil 2. Listvenitlerde tarak dokusu (Kütahya-Simav-Karapınar).

Figure 2. Comb texture in the listwaenites (Kütahya-Simav-Karapınar).



Şekil 3. Volkanitlerde tarak dokusu (Kütahya-Gümüşköy-Gümüş madeni).

Figure 3. Comb texture in the volcanics (Kütahya-Gümüşköy- Silver mine).

EPİTERMAL KUVARSLAR DAMARLARINDA GÖRÜLEN DOKU ÇEŞİTLERİ

Arazi çalışmaları sırasında Batı Anadolu'dan derlenen el örneklerinde iki ana doku grubu tanımlanabilmektedir: (1) Açık boşluk dolgusu dokular, (2) Binik dokular. Açık boşluk dolgusu dokular, başlangıçtaki damar dolgusunu temsil eden birincil büyüme dokularıdır. Binik dokular ise deformasyon, çözünme, hidrotermal breşleşme ve yeniden kristallenme gibi daha sonra gelişen olaylar sonucunda önceden oluşmuş kuvars üzerindeki değişimleri yansıtır.

Damar dokuları, her epitermal oluşumda görülebilir. Bu dokular, kuvars, kalsedon, opal ve ametist gibi değişik kuvars türlerinden oluşabilir. Bu dokular için epitermal oluşuma veya kuvars türüne göre bir gruplandırma yoktur.

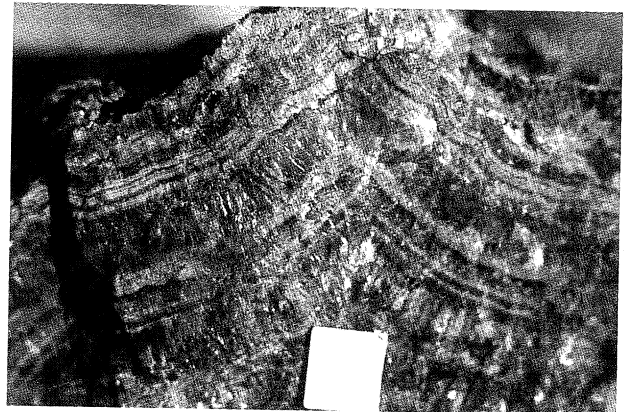
Açık Boşluk Dolgusu Dokular

Som Kuvars

Beyaz, iri taneli ve cevher içeriği açısından kısırlı kuvarsı tanımlamak için kullanılır (Böyle, 1979). Görünümü süt kuvarstan camlı kuvarsa kadar değişir. Tanelerin boyu ve yönlenmeleri çok değişken olan sıkı paketlenmiş kuvars kristallerinden oluşur.

Tarak Dokusu

El örneği boyutunda her bireysel kristalin tanımlanabildiği damarlar için kullanılır (Böyle, 1979). Kristalografik olarak c eksenine, boşluk, damar veya bir tabana dik olarak yönlenme gösterir



Şekil 4. Metamorfitletlerde ametistten oluşmuş yollu doku (Kütahya-Simav-Muradınlar).

Figure 4. Cms tifo rm texture composed of amethystine in metamorphics (Kütahya-Simav-Muradınlar)..

Batı Anadolu'dan Örneklerle Epitermal Kuvars Damarlarında Görülen Dokuların Önemi

(Şekil 1, 2 ve 3). Kuvars bakımından hafifçe aşırı doygun, fakat kalsedon bakımından doymamış bir hidrotermal çözültiden oluşur (Fournier, 1985a). Bu hafif silika doygunluğu, sistemin yavaş soğumasından ve damar duvarı boyunca çok sayıdaki çekirdekten düzenli büyümeden ileri gelir.

Bantlı Dokular

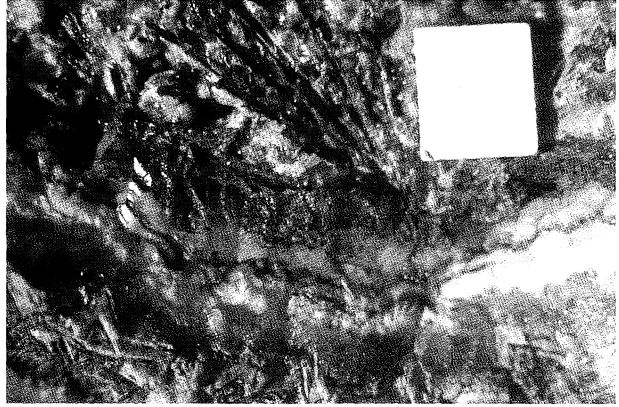
Maden jeolojisinin ilk dönemlerinden beri çeşitli bantlı dokular araştırmacıların ilgisini çekmiştir (Adams, 1920; Spurr, 1926; Lindgren, 1933). Genel itibariyle, değişken mineral bileşimi, tane biçimi veya tane boyutu ile tanımlanan ardışık bantların boşluk içinde dolgulanmasıdır. İz element içeriği, katı ve sıvı kapanımların bolluğu ve mineral bileşimine bağlı olarak görülen bileşim değişimleri renk değişikliği biçiminde el örneklerinde dikkati çeker. Tane boyutları amorf taneye kadar değişir. Kristaller, tutundukları yüzeyden ileriye doğru tek başlarına sonlanırlar ve bantlanmaya diktirler. Farklı bileşim veya dokudaki tekrarlayan bantlar, çözültideki elementlerin dalgalanan yoğunlaşmalarını ve çökeltme sırasında dalgalanan akışkan koşullarını yansıtır (Morrison ve diğ., 1990). Bu dalgalanmalar, genelde, hidrotermal akışkanın dönemsel kaynamasıyla ilgilidir.

Bantlı dokuların bir veya birden fazla çeşidi, Batı Anadolu'daki arazi çalışmaları sırasında hemen her epitermal cevherleşmede yaygın olarak gözlenmiştir. Kuvars dokularının sınıflandırılmasında, bantlı dokular üç alt sınıfta toplanırlar:

Yollu: Epitermal damarların en tanıtman dokusudur (Buchanan, 1981). Ardışık bantlar, damar duvarına yarı paralel uzanırlar (Şekil 4,5,6).

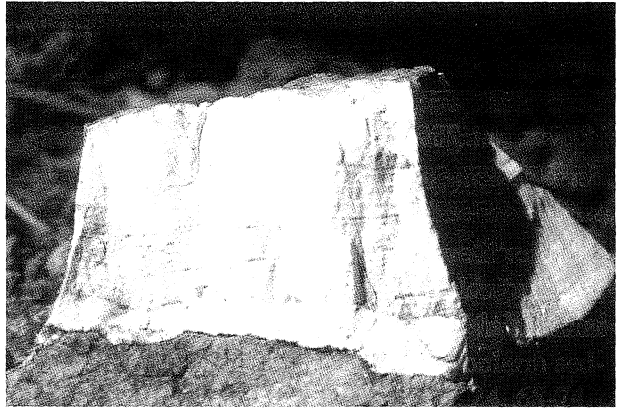
Kolloform: Değişik ölçeklerdeki kıvrımlardan oluşan bantlardır (Şekil 7, 8, 9). Yollu bantların, damar boşluğunun iç kısımlarına doğru kolloform bantlar geçtiği belirgin olarak görülür (Şekil 7, 8). Kolloform bantlar, botriyoidal (Şekil 10), küresel, böbrek ve meme formlarında olabilir. Kolloform doku, özgün silika j elindeki şiddetli yüzeysel gerilimden ileri gelir.

Kokart: Ana kaya parçalarının veya erken evrede oluşmuş kuvars parçalarının etrafını saran konsantrik bantlardır (Şekil 11). Eğer kuvars kristalleri, dayandıkları tabandan itibaren simetrik bir biçimde ışınal olarak büyürlerse rozet dokusu adını alır (Şekil 12).



Şekil 5. Listvenitlerde yollu doku (Kütahya-Gediz Ilıcalar-Körkuyu eski civa madeni). Bant üzerinde büyümüş bir stibnit kristali görülmektedir.

Figure 5. Crustiform texture composed of amethystine in listwaenites (Kütahya-Gediz Hot Springs-Körkuyu old mercury? mine). A stibnite crystal is seen grown on the band.



Şekil 6. Metamorfiteerde opalden oluşmuş yollu doku (Kütahya-Simav-İnkaya).

Figure 6. Crustiform texture composed of opaline in metamorphics (Kütahya-Simav-İnkaya).



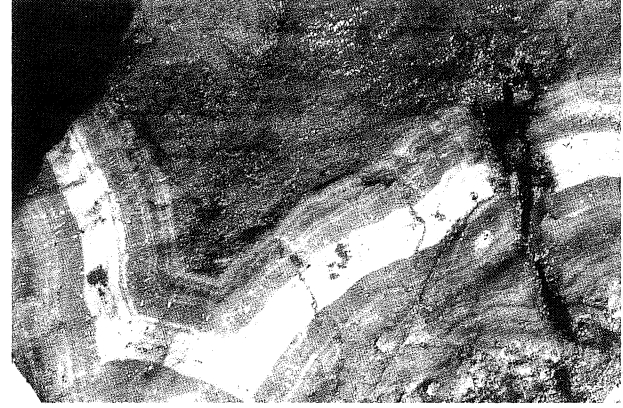
Şekil 7. Volkanitlerde kolloform doku (İzmir-Bergama-Ovacık altın madeni).

Figure 7. Colloform texture in volcanics (İzmir-Bergama-Ovacık altın madeni).



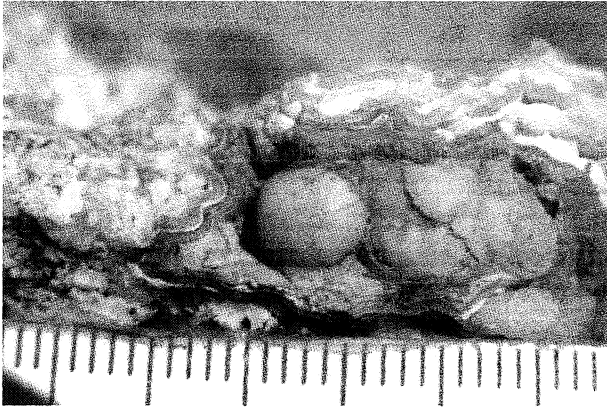
Şekil 8. Volkanitlerde kolloform doku (Bahkesir-Kepsut-Beyköy antik altın madeni).

Figure 8. Colloform texture in volcanics (Balıkesir-Kepsut-Beyköy antique gold mine).



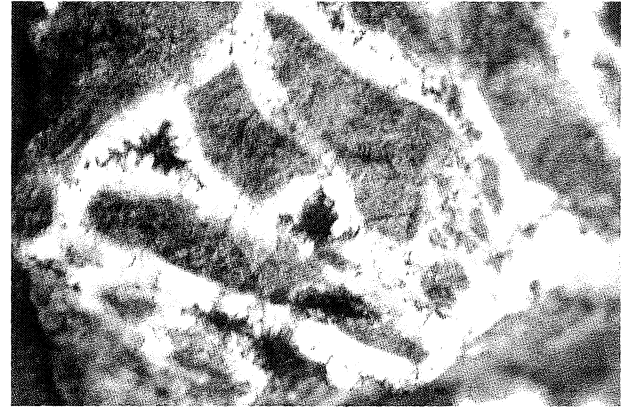
Şekil 9. Silisleşmiş kireçtaşmda kalsedondan oluşmuş kolloform doku (Kütahya-Simav-Ahmetliçayırı).

Figure 9. Colloform texture composed of chalcedony in silicified limestone (Kütahya-Simav-Ahmetliçayırı).



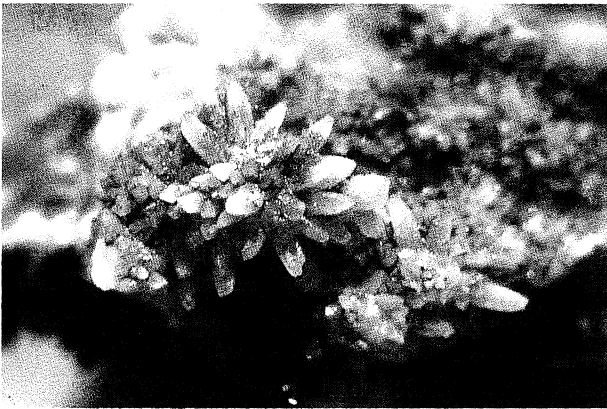
Şekil 10. Silisleşmiş kireçtaşmda botriyoidal kalsedon ve opalden oluşmuş kolloform doku (Kütahya-Simav-Değirmeneiler eski antimuan madeni).

Figure 10. Colloform texture composed of botryoidal chalcedony and opaline in silicified limestone (Kütahya-Simav- Değirmenciler old antimony mine).



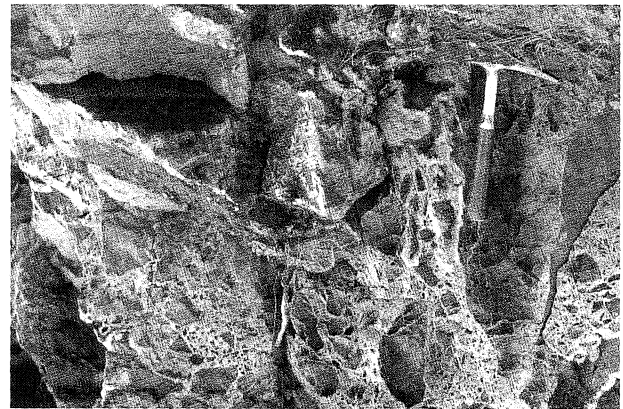
Şekil 11. Silisleşmiş kireçtaşmda kokart doku (Kütahya-Gediz-Karaağaç)

Figure 11. Cockade texture in silicified limestone (Kütahya-Gediz-Karaağaç).



Şekil 12. Silisleşmiş kireçtaşmda rozet (kokart) doku (Kütahya-Gediz-Göynük eski antimuan madeni).

Figure 12. Rosette (cockade) texture in silicified limestone (Kütahya-Gediz-Göynük old antimony mine).



Şekil 13. Kireçtaşmm silika tarafından ornatımı (Kütahya-Gediz-Karaağaç).

Figure 13. Replacement of limestone by silica (Kütahya-Gediz-Karaağaç).



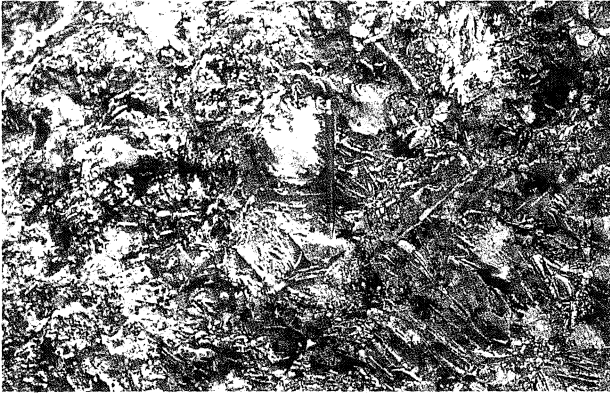
Şekil 14. Kireçtaşın silika tarafından ornatımı sonucu oluşan boşlukta büyümüş kuvars kristalleri (Kütahya-Gediz- Göynük eski antimuan madeni).

Figure 14. Quartz crystals growth in the vug formed as a result of the replacement of limestone by silica (Kütahya-Gediz-Göynük old antimony mine).



Şekil 15. Bir ışınal mineralin ornatımı sonucu oluşmuş kuvars psödomorfü (Kütahya-Gediz-Göynük eski antimuan madeni).

Figure 15. Quartz pseudomorph after a radial mineral (Kütahya-Gediz-Göynük old antimony mine).



Şekil 16. Kalsitin ornatımı sonucu oluşmuş kuvars psödomorfü (Bilecik-Söğüt-Korudanlık antik altın madeni)

Figure 16. Quartz pseudomorph after calcite (Bilecik-Söğüt-Korudanlık antique gold mine).

Binik Dokular

Başlıca ornatım ve hidrotermal breş oluşumları sonucunda ortaya çıkan dokulardır.

Ornatım Dokusu

Ornatım, bir eski mineralin yerine kimyasal veya yapısal olarak bir yeni evrenin depolanmasını kapsayan süreçtir. Epitermal oluşum sürecinde, ısı ve basınç değiştiğinde silika ve karbonatın çözünürlük-depolanma ilişkileri ters olduğundan, özellikle karbonatın silika ile ornatılması sonucunda çeşitli büyüklüklerde boşluklar oluşur (Şekil 13, 14). Bu boşluklarda, daha önceki bir mineralin yerini alan kuvars psödomorfları görülür (Şekil 15, 16). **Çentikli kuvars**, ornatım sürecinde, silika içerisinde karbonatın kalıp biçiminde çözünmesinden oluşur (Şekil 17). **Yapraklı kuvars**, ornatım sürecinde, çözünen kalsitin hücre duvarlarının silika ile dolmasından oluşur (Şekil 18). Yapraklı doku, damar içerisinde yükselen hidrotermal akışkanın kaynaması sonucunda oluşabilir (White ve diğ., 1989).

Breş Dokusu

Hidrotermal breşleşme sürecinde, kuvars damarı içerisinde gelişen ağsal damarlardan veya kuvars daman köşeli parçalarının bir hamur içerisine yerleşmesinden oluşur (Şekil 19). Hidrotermal breşleşme, Batı Anadolu'daki epitermal oluşumlarda çok yaygın olarak görülmektedir.

BİR EPİTERMAL SİSTEMDEKİ DOKU ZONLANMASI

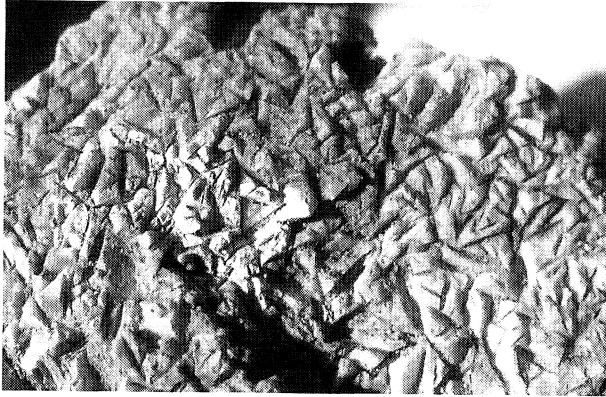
Bir epitermal damar yüzeylemesi, gerek açık boşluk dolgusu gerekse binik dokuların bir araya geldiği oldukça karmaşık bir görünüm sunar (Şekil 20). Bazı durumlarda, bir doku tipinden diğerine geçişler de görülebilmektedir. Bu damarları oluşturan her bir silika nesli tek bir doku veya çok sayıda değişik dokuyu oluşturabilir. Nesilden nesile dokuların tekrarı, peşpeşe gelen çok sayıdaki hidrotermal olayların bir sonucudur. Hatta, yeni kuvars nesillerinin eskilerini kestiği, breşleşmeler oluşturduğu, ornattığı da görülebilmektedir. Dolayısıyla, damardaki dokular karmaşıklıkla damarın cevher içeriği daha da zenginleşmektedir.

Bütün bu karmaşıklığa rağmen, kuvars damarlarında görülen dokular, Buchanan (1981) tarafın-

dan geliştirilmiş epitermal damar sistemi üzerine yerleştirilebilir. Batı Anadolu'daki epitermal cevherleşmelerde gözlenen doku çeşitleri, cevherleşmeyle olan ilişkilerine göre epitermal damar sistemi için geliştirilerek böyle bir deneme çalışması yapılmıştır.

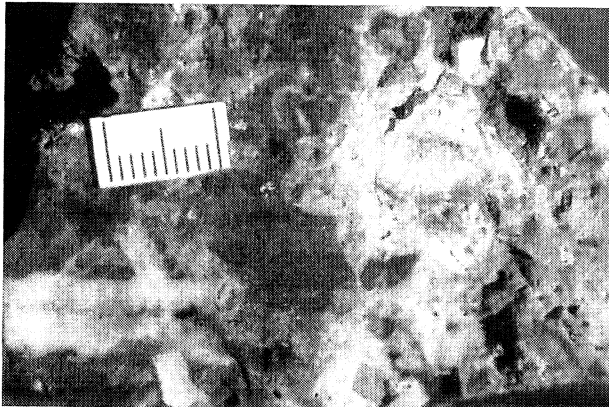
Epitermal sistemde dokuların düşey zonlanmasında (Şekil 21), damarın en derin kesimlerinde, kaynama seviyesinin altında, tarak dokulu kuvars egemendir. Kaynama seviyesinde veya hemen üzerinde, mikrokristalin kuvarslı bantlı dokular daha baskındır. Sığ derinliklerde, masif veya hafifçe bantlı kalsedon görülür. Bu kesimde, karbonat gang, kalsedon veya mikrokristalin kuvars ile ornatılır. Yüzeyle ise, amorf kalsedondan oluşan sinter görülür (Şekil 22).

Epitermal damarın altın-gümüş bakımından zengin kesimi, genelde, bantlı dokuların egemen



Şekil 17. Çentikli kuvars ornatım dokusu (Kütahya-Simav-Ahmetli).

Figure 17. Bladed quartz as a replacement texture (Kütahya-Simav-Ahmetli).



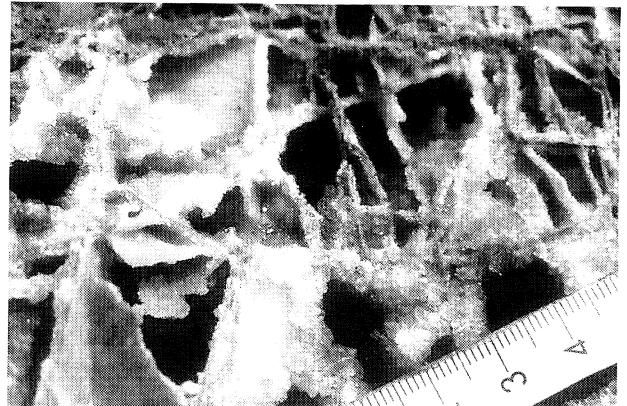
Şekil 19. Hidrotermal heterolitik breş dolgusu (Balıkesir-Sındırgı-Kepez).

Figure 19. Heterolithic hydrothermal breccia texture (Balıkesir-Sındırgı-Kepez).

olduğu yerdir. Bu kesimlerde, benzer dokuları taşıyan kayaç parçaları ve hamura sahip breşler de görülebilir. Bazı metal içeriği ise, bu kesimin altında, damarın tarak dokusuyla temsil edilen daha derin kısımlarında bulunur.

SONUÇLAR

Batı Anadolu'daki epitermal kuvars damarlarında el örneği ölçeğinde görülen doku çeşitleri sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Epitermal kuvars damarlarındaki dokular, açık boşluk dolgusu birincil dokular ve sonraki olaylar sırasında gelişen binik dokular olmak üzere iki ana grupta toplanmışlardır. Her bir doku çeşidinin, damarın belirli derinlikteki kısımlarında yer aldığı gözlemlenmiştir. Damardaki altın-gümüş gibi değerli metal içeriği ve bazı metal içeriği farklı doku gruplarıyla



Şekil 18. Yapraklı kuvars ornatım dokusu (Kütahya-Simav-Ahmetli).

Figure 18. Lattice-bladed quartz (Kütahya-Simav-Ahmetli).



Şekil 20. Bir epitermal damar yüzeyinde dokuların görünümü (İzmir-Bergama-Ovacık altın madeni).

Figure 20. Textures on an outcrop of an epithermal vein (İzmir-Bergama-Ovacık altın madeni).

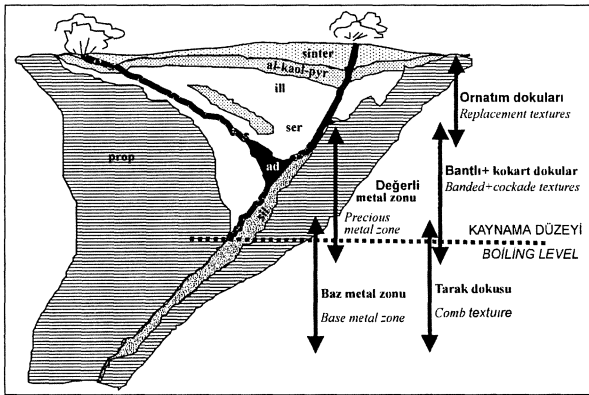
Batı Anadolu'dan Örneklerle Epitermal Kuvars Damarlarında Görülen Dokuların Önemi

ilişkili olabilmektedir. Batı Anadolu örneklerinden yola çıkarak oluşturulmuş epitermal damar sisteminde kuvars dokuları ve metal zonlanması modelinden maden arama çalışmaları sırasında yararlanılabileceği gösterilmiştir.

EXTENDED SUMMARY

Quartz veins where the ore is settled are general in the most of the epithermal mineralizations. The kind of the hydrothermal activity is easily decided by studying the textures observed within a quartz vein met at the field. Therefore, the place of this quartz vein in the epithermal system on the paleotopography can be estimated. It is decided whether the precious metals zone of the vein was cut by the erosion or an ore existence can be expected at depth while there is not any evidence on the surface. As a consequence, the textures of the quartz veins are used as guide in the exploration.

The purpose of this study is supporting the study of Dowling and Morrison (1989) on the classification of the quartz veins, by using the epithermal textures observed in the western Anatolia. Two major textural groups are recognized on the hand specimens collecting during the field studies in the western Anatolia: (1) Primary growth textures representing the open-space fillings; 2) Superimposed



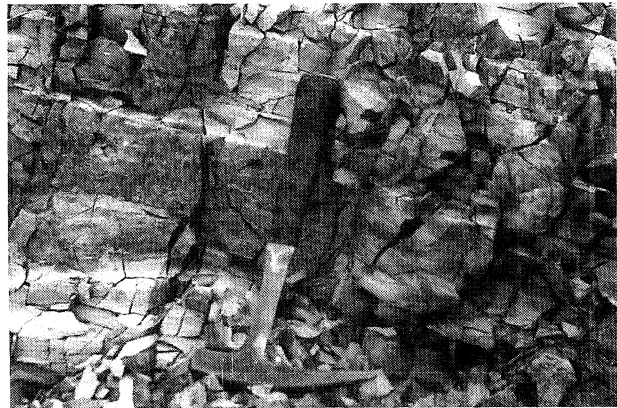
Şekil 21. Epitermal damar sisteminde (Buchanan, 1981) kuvars dokularının genelleştirilmiş düşey zonlanması. al: alünit, kaol: kaolinit, pyr: pirit, ill: illit, ser: serisit, ad: adülyara, prop: propilit, sil: silika.

Figure 21. Generalized vertical zoning of the quartz textures in the epithermal vein system (Buchanan, 1981). al: aliiinite, kaol: kaolinite, pyr: pyrite, ill: illite, ser: serisite, ad: adularia, prop: propillite, sil:silica..

textures reflecting the overprinting events. Primary quartz vein textures are classified as buck, comb (Figs. 1-3) and banded (Figs. 4-12) textures. Superimposed textures are replacement (Figs. 13-18) and breccia (Fig. 19) textures. Quartz textures can be seen in all epithermal settings. These textures can be formed by different quartz species such as quartz, chalcedony, opaline and amethystine. Minerals other than quartz such as adularia and carbonate minerals common in epithermal veins are useful to the interpretation of textural zones.

An epithermal vein exhibits a quite complex view where both the primary growth textures and superimposed textures met together (Fig. 20). Transition from one type of texture to another can also be seen in some instances. Each silica generation formed these veins can cause a single texture or a lot of various textures. Repetition of the textures through the generations is the result of hydrothermal activities following each other. New quartz generations cutting the old ones, forming brecciations, causing replacements can be seen as well. Therefore, the mineral content of the vein becomes richer while the textures of the vein become complicated.

Despite this complexity, the textures of a quartz vein can be placed on the epithermal vein system generalized by Buchanan (1981). A such test is made by generalizing the textures observed at the epithermal ores in western Anatolia, according to their relations with the mineralization (Fig. 21). In the vertical textural zoning in an epithermal sys-



Şekil 22. Silika sinter (Kütahya-Gümüşköy-Gümüş madeni).

Figure 22, Silica sinter (Kütahya-Gümüş köy- Silver mine).

tem, quartz with comb texture is dominant below the boiling level, in the deepest parts of the vein. Banded textures of microcrystalline quartz are more dominant at the boiling level or just above. Massive or slightly banded chalcedony exists in the shallow depth. Sinter consisting of amorphous chalcedony is seen at the surface (Fig. 22).

In general, the richer part of the epithermal vein in precious metals exists at the banded textures. Whereas, base metal content is below this part, in the deeper parts of the vein representing by the comb texture.

DEĞİNİLEN BELGELER

Adams, S. E., 1920. A microscopic study of vein quartz. *Econ. Geol.*, 15, 623-644.

Alt, J. C., Lonsdale, P., Hayman, R. ve Muehlenbachs, K., 1987. Hydrothermal sulfide and oxide deposits near 21°N, East Pacific Rise. *Geol. Soc. America Bull.*, 98, 157-168.

Boyle, R. W., 1979. The Geochemistry of Gold and Its deposits. *Canada Geol. Survey, Bull.* 280, 169-182.

Buchanan, L. J., 1981. Precious metal deposits associated with volcanic environments in the southwest. *Geol. Soc. Arizona Digest*, 14, 237-262.

Dowling, K. ve Morrison, G., 1989. Application of quartz textures to the classification of gold deposits using North Queensland examples. *The Geology of Gold Deposits*, R.R.Keays, W.R.H.Ramsay ve D.I.Groves (ed.), *Econ. Geol.*, Monograph 6, 342-355.

Fournier, R. O., 1985 a. The behaviour of silica in hydrothermal solutions. *Geology and Geochemistry of Epithermal Systems*, B. R. Berger ve P. M. Bethke (ed.), *Reviews in Economic Geology*, 2, 45-51.

Fournier, R. O., 1985 b. Carbonate transport and deposition in the epithermal environment. *Geology and Geochemistry of Epithermal Systems*, B. R. Berger ve P. M. Bethke (ed.), *Reviews in Economic Geology*, 2, 63-72.

Gümüş, A., 1998, İç Olaylara Bağlı Maden Yatakları. *Bilim Ofset*, İzmir, 481 s.

Haas, J. L. Jr, 1971. The effect of salinity on the

maximum thermal gradients of a hydrothermal system at hydrostatic pressure. *Econ. Geol.*, 66, 940-946.

Haynes, S. J., 1987. Classification of quartz veins in turbidite-hosted gold deposits, greenschist facies, eastern Nova Scotia. *CIM Bull*, 80 (898), 37-51.

Hedenquist, J. W. ve Henley, R. W., 1985. The importance of CO₂ on freezing point measurements of fluid inclusions: Evidences from geothermal systems and implications for epithermal ore deposition. *Econ. Geol.*, 80, 1379-1406.

Jebrak, M., 1992. Les textures intra-filoniennes, marqueurs des conditions hydrauliques et tectoniques. *Chron. Rech. Min.*, 506, 25-35.

Lindgren, W., 1933. *Ore Deposits*. Mc Graw Hill, New York, 930 s.

Lovering, T. G., 1972. Jasperoid in the United States. Its characteristics, origin and economic significance. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper* 710, 164s.

Morrison, G., Guoyi, D. ve Jaireth, S., 1990. Textural zoning in epithermal quartz veins. *Epithermal Gold deposits in Queensland*, Amira Project P247, James Cook Univ., 19 s.

Saunders, J. A., 1994. Silica and gold textures in bonanza ores of the Sleeper deposit, Humboldt County, Nevada: evidence for colloids and implications for epithermal ore-forming processes. *Econ. Geol.*, 89, 628-638.

Spurr, J. E., 1926. Successive banding around rock fragments in veins. *Econ. Geol.*, 21, 519-537.

Stillwell, F. L., 1950. Origin of the Bendigo saddle reefs. *Econ. Geol.*, 45, 697-701.

White, W. H., 1943. The mechanism and environment of gold deposition in veins. *Econ. Geol.*, 38, 512-532.

White, N. C., Wood, D.G. ve Lee, M. C., 1989. Epithermal sinters of Paleozoic age in north Queensland, Australia. *Geology*, 17, 718-72.

Makalenin geliş tarihi: 04/11/2000

Yayma kabul edildiği tarih: 31/05/2001

Received November 04, 2000

Accepted May 05, 2001