

# TÜRKİYE JEOLOJİ KURULTAYI BÜLTENİ

1994

*Bulletin of the Geological Congress of Turkey*

Sayı/No 9

ISSN 1300 - 5499



13

TMMOB  
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI  
*Chamber of Geological Engineers*

## Bilecik-Söğüt altın mineralizasyonunun incelenmesi The investigation of Bilecik-Söğüt gold mineralization

Önder KAYADİBİ

Doğan AYDAL

Yusuf Kağan KADIOĞLU

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ANKARA

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ANKARA

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ANKARA

### Öz

Çalışma alanının temelini ; Çaltı metamorfileri, Söğüt magmatitleri ile Karakaya formasyonu olarak tanımlanan Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşı, grovak ve spilit oluşturmaktadır. Bunların üzerine Liyas yaşlı konglomera, kumtaşı ve marnlardan oluşan Bayırköy formasyonu ve Orta Jura-Alt Kretase yaşlı Bilecik kireçtaşı gelmektedir.

Cevherleşme Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşlarının yaklaşık KB-GD doğrultulu kırık ve çatlaklarına hidrotermal çözeltilerin yerleşimi ile oluşmaktadır.

Cevherleşme zonunda başlıca; altın, pirit, sfalerit, antimonit, gümüş, kalkopirit, löllingit, berthierit ve zinnober ile ikincil olarak oluşmuş kovellin ve limonit mineralleri gözlenmiştir. Gang mineralleri ise başta kuvars olmak üzere kalsit ve kildir.

Yapılan mineralojik, petrografik, kimyasal analiz ve sıvı kapanımı (kuvars) sonuçlarına göre cevherleşme zonunun homojenleşme sıcaklıkları 160-200°C arasında yoğunlaşmaktadır. Kimyasal analizlerde 0.12-25.6 ppm değerleri arasında altın bulunmuştur.

Gerek arazi gerekse laboratuvar çalışmaları sonucuna göre bölgedeki altın cevherleşmesinin kökeni Çaltı magmatitleri olan hidrotermal çözeltiler ile oluşmuş olduğu sonucuna varılmıştır.

### Abstract

The basement of the study area is comprised of Çaltı metamorphites, Söğüt magmatites and Permocarboniferous Karakaya formation which is composed of limestone, greywacke and spilit. These units overlain by Bayırköy formation, which composed of Liassic conglomerate, sandstone and marlstone. Middle Jurassic-Upper Cretaceous Bilecik limestone is the last unit observed at the top of the study area.

The mineralizations appear along NW-SE of the cracks and joints of the Permocarboniferous limestone during the emplacement of the hydrothermal fluids.

Gold, pyrite, sphalerite, antimonite, silver, chalcopryrite, löllingite, berthierite and zinnober as primary minerals and covellite and limonite as secondary minerals form the composition of the ore mineralization. Clay minerals, calcite and quartz are the gangue minerals of the ore mineralizations.

According to the results of the mineralogical, petrographical, chemical analysis and fluid inclusion study on the quartz minerals, the homogenization temperature of the formation of the ore minerals is about 160-200 °C. The content of the gold in the studied samples ranges from 0.1 to 25.6 ppm.

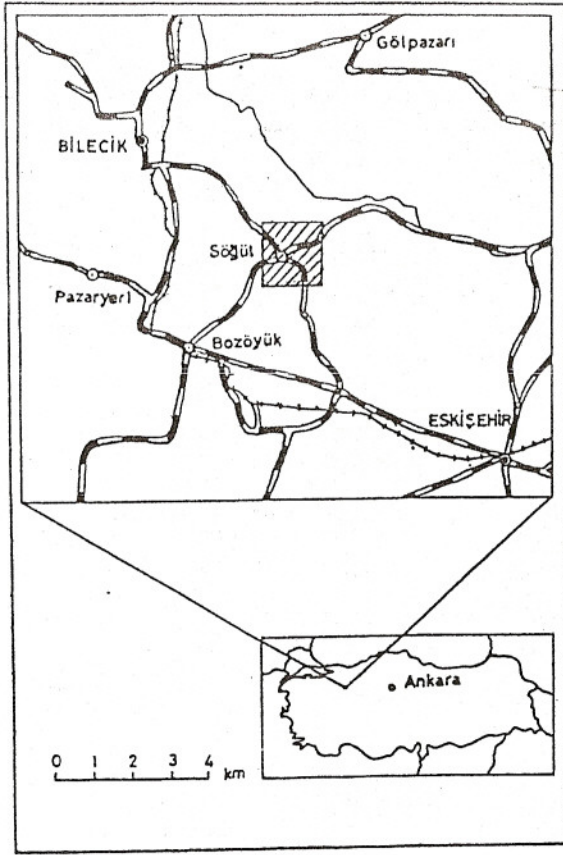
On the basis of the field and laboratory studies show that the gold mineralization was originated from the hydrothermal fluids of the Çaltı magmatites.

### GİRİŞ

Çalışmamıza konu olan altın mineralizasyonu; Bilecik ili Söğüt İlçesinin güneydoğusunda, Söğüt-Eskişehir yolundan 2 km uzaklıktadır (Şekil 1).

Bu çalışmada; mineralojik-petrografik inceleme, kimyasal analiz, taramalı elektron mikroskop ve sıvı kapanımı çalışmaları yapılmış ve cevherleşmenin kökeninin belirlenmesi amaçlanmıştır.

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki değişik amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. Bölgedeki maden zenginliklerine yönelik olarak yapılan çalışmalar; Höll (1937), Barutçuoğlu (1944), Bozdağ (1946), Tolun (1947), Cebeci (1948), Göksu (1951), Kadioğlu ve diğ (1994), Akyol vd. (1981) aittir. Maden sahasında yeralan eski işletme galerilerinde altın amaçlı tek çalışmayı Sezer (1965 ve 1967) yapmıştır.



 **Çalışma alanı**  
**Study area**

Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

## GENEL JEOLJİ

Çalışma alanında en yaşlı kayaç kütleleri, bölgede allohton olarak yer alan Temel karmaşığıdır. Temel karmaşığı başlıca Söğüt magmatitleri, Çaltı metamorfileri ve Karakaya formasyonundan oluşmaktadır (Kadioğlu ve diğ., 1994).

**Söğüt magmatitleri:** Söğüt ilçesinin kuzey ve kuzeydoğusunda geniş sahalarda yüzylemektedir. Söğüt magmatitleri başlıca Sıracı granodiyoriti, Borçak graniti ve Çaltı magmatitleri ile bu kayaçları kesen aplitik ve pegmatitik dayklardan oluşmaktadır. Çaltı magmatitleri başlıca diyorit, granodiyorit, granit ve metagranitten meydana gelmiştir. Söğüt magmatitleri bölgeye yerleşmeleri sırasında şiddetli yapısal hareketler etkisinde kalmıştır. Bu sebeple sahada, genellikle ezilmiş, ufalanmış ve parçalanmış olarak görülmektedir.

Çaltı metamorfileri, Söğüt ilçesinin güneyinde yüzylemekte olup yeşil şist fasiyesinde metamor-

fizmaya uğramışlardır. Çaltı metamorfilerini oluşturan birimler fillit, mika şist, epidot-aktinolit-klorit şist, metakumtaşı ve kuvarsittir.

Yer yer rekristalize kireçtaşı blokları içeren grovak ve spilitten oluşan Karakaya formasyonu, Çaltı metamorfileri üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır.

Temel karmaşığı üzerine otokton olarak konglomera, kumtaşı ve marndan oluşan Bayırköy formasyonu ve Bilecik kireçtaşı uyumsuz olarak çökelmiştir.

En üstte ise uyumsuz olarak Yeniköy andeziti ve Küre formasyonu yer almaktadır.

## YAPISAL KONUM

Söğüt magmatitlerine ait birimler ekaylı yapılarla bir araya gelmiştir.

Bölgedeki kıvrımların tektonik gidişleri KB-GD yönlü olarak izlenmektedir. Söğüt magmatitleri ve Karakaya formasyonuna ait kireçtaşlarında yapılan gül ve kontur diyağramları ile çatlak ve kırık sistemlerinin KB-GD yönlerinde geliştiği belirlenmiştir (Şekil 2).

## MADEN YATAKLARI

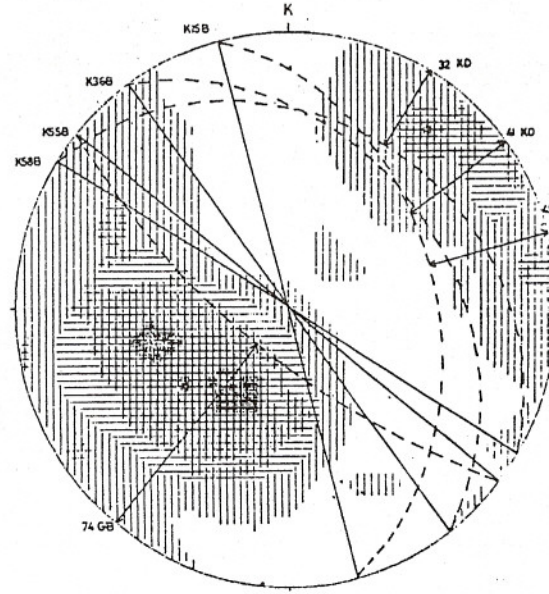
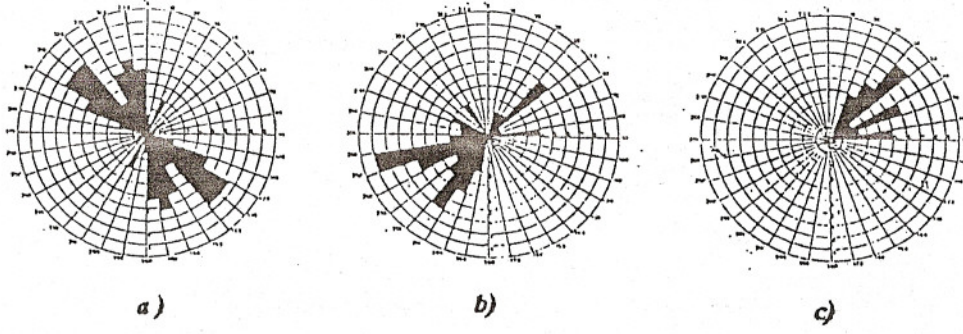
**Cevherleşme;** Karakaya formasyonuna ait Permo-Triyas yaşlı yer yer rekristalize kireçtaşlarının kırık ve çatlakları içersinde oluşmuştur. Hidrotermal çözeltiler kuvars damarları şeklinde kireçtaşlarının KB-GD doğrultulu kırık ve çatlak sistemlerine yerleşmiştir.

Önceden açılmış eski işletme galerilerinin yönü ve kuvars damarları KB-GD doğrultulu olarak yer almaktadır. Kuvars damarlarında cevher mineralleri ile birlikte propilitik ve arjilik alterasyona ait mineral toplulukları eşlik etmektedir. Kuvars damarları sahada yeşilimsi renkte görülmektedir.

Ayrıca kireçtaşları içersinde, altın ve diğer cevher mineralleri bakımından steril. İnce damar ve cev dolgusu şeklinde, şeffaf ve rekristalize kuvars oluşumları da izlenmektedir.

## Mineraloji-Petrografi

Cevherleşme tek fazda oluşmuştur. Kireçtaşlarının kırık ve çatlaklarına gelen hidrotermal çözeltiler soğurken, kuvars ve/veya amorf silisin çökmesiyle birlikte ilk başta altın çökelmiş, daha sonra yüksek sıcaklıklarda pirit (I), antimonit, sfalerit, löllingit, berhlerit, kalkopirit ve zinnober çökerek cevherleşmenin birincil mineral parajenezini oluşturmuştur. İkincil olarak ise kovelin ve limonit oluşmuştur.



d)

|   |        |   |        |
|---|--------|---|--------|
| □ | 1- 3   | □ | 16- 18 |
| □ | 4- 6   | □ | 19- 21 |
| □ | 7- 9   | □ | 22- 24 |
| □ | 10- 12 | □ | 25- 27 |
| □ | 13- 15 |   |        |

Yer yer rekristalize olan Permo-Karbon, yaşlı kireçtaşlarının kontur diyagramı

**Şekil 2.** Rekristalize kireçtaşlarına ait gül ve kontur diyagramı. a) Doğrultularına göre, b) Doğrultu yönlerine göre c) Eğim açılarına göre,

Cevherleşmede izlenen en önemli cevher minerali olan altın nabit olarak 5-300 mikron tane büyüklüğünde yer almaktadır.

Pirit (I) çok yaygın olarak görülmekte olan en yaşlı sülfid mineralidir. Özşekilli ve yarı özşekilli olan piritler 5-250 mikron tane büyüklüğüne sahiptir.

Ayrıca bir kısım küçük taneli piritler (pirit II), zinnerbirlikte düşük sıcaklıklarda oluşmuştur.

**Figure 2.** Rose and contour diagram of the joints of granitoids. a) According to the direction b) Along the direction, c) long the dip angle, d) contour diagram

Piritler yer yer yüzeysel alterasyon ile kısmen veya tamamen limonite dönüşmüştür.

Antimonit minerali bazı kuvars damarlarında yaygın olarak gözlenmiştir. Antimonitler özşekilli ve yarı özşekilli, kısmende kapanım halinde pirit minerali bulunmaktadır. Yer yer altın taneleri ile birli ve küçük antimonit taneleri gözlenmektedir. Antimonit minerali yer yer kırık ve çatlakları boyunca antimonit okere dönüşme göstermektedir.

Yaygın olarak izlenen sfalerit minerali açık-koyu kahve renkte iç refleksiyonu göstermektedir. Bu iç refleksiyon rengi sfaleritin demirce zengin olduğunu (yüksek sıcaklıkta oluştuğunu) göstermektedir.

Antimonit ile birlikte az miktarda löllingit minerali gözlenmiştir. Löllingit mineralinde lamelli yapı belirgin olarak görülmektedir.

Berthierit diğer sülfür mineralleri ile birlikte altının işaretçisi olarak çok az miktarda görülmektedir.

Kalkopirit genellikle özşekilsiz, ince ve orta taneli (5-80 mikron) olarak az miktarda oluşmuştur.

Altın ile birlikte çok az miktarda ve ufak taneli olarak gümüş izlenmektedir.

Zinnober altın ve diğer sülfür minerallerine göre en genç sülfür mineralidir. Genellikle özşekilsiz olup tane büyüklüğü 5-30 mikrondur. Zinnober düşük sıcaklıklarda, ufak taneli piritler ile oluşmuştur.

#### **İkincil Mineraller**

Birincil cevher minerallerinin yüzeysel alterasyonu ve/veya hidrotermal çözeltilerin etkisiyle ikincil olarak bol miktarda limonit ve kovelin mineralleri oluşmuştur.

Çatlak ve boşluk dolgusu olarak konsantirik kabuklu ve böbreğimsi dokulu limonitler, yer yer pirit psödomorfları şeklinde izlenmektedir.

Kovellin minerali, kalkopiritten dönüşüm ürünü olarak oluşmuştur.

#### **Gang Mineralleri**

Cevherleşmenin ana gang minerali kuvarstır. Ayrıca gang minerali olarak az miktarda amorf silis yeralmaktadır. Kuvarslar petrografik incelemelerde iki şekilde izlenmektedir. Birinci olarak özşekilli-yarı özşekilli ve mozayik dokulu olan kuvarslar, soğuyan hidrotermal çözeltiden başlangıçta çökelmiştir. İkinci tür kuvarslar artık çözeltiden tarak dokulu olarak oluşmuştur.

#### **Alterasyon**

Kuvars damarlarında hidrotermal çözeltilerin etkisiyle ve yüzeysel koşullarda değişik alterasyon türleri gelişmiştir. Bu alterasyonlar başlıca silisleşme, killeşme, limonitleşme, kloritleşme, karbonatlaşma, epidotlaşma ve serizitleşmedir.

Kireçtaşlarının kırık ve silisleşmelere sebep olmuştur. Silisleşme cevherleşme zonlarında en yaygın izlenen alterasyondur.

Cevherli zonlarda yaygın olarak izlenen diğer alterasyon killeşmedir. XRD incelemeleri ile belirle-

nen kil türleri smektit, kaolen ve vermikülit (montmorillonit)'tir (Şekil 3).

#### **Sıvı Kapanımı**

Cevherleşmenin oluşum sıcaklığını belirlemek amacıyla ana gang minerali olan kuvars üzerinde sıvı kapanımı çalışması yapılmıştır.

Kuvarslarda sıvı ve gaz fazlı olarak birincil kapanımlar çok küçük olup bu kapanımlarda ölçülen sıcaklık değerleri kuvars kristallerinin 155-310°C arasında oluştuğunu göstermektedir. Bu sıcaklık değeri ise cevherleşmenin düşük sıcaklıklarda oluştuğunu ifade etmektedir (Şekil 4).

Sıvı kapanımı ve petrografik incelemelere göre cevherleşme tek fazlı olarak oluşmuştur.

#### **JEOKİMYA**

Kuvars damarlarından alınan 8 adet numunenin kimyasal analizi yapılmıştır. Eski işletme galerisinden alınan iki numunede 0.6 ve 25.4 ppm Au değerleri bulunmuştur. Ayrıca 25.4 ppm Au içeren numunede % 0.7 W ve % 0.04 Sb belirlenmiştir.

Bir kuvars numunesinde belirlenen 0.12 ppm Au değeri anomali olarak değerlendirilebilir.

Ayrıca eski işletme pasalarına ait bir kuvars numunesinin kimyasal analizinde % 39 Sb ve 40 ppm Zn bulunmuştur.

Cevherleşmenin kökenini belirlemek amacıyla cevherli iki kuvars numunesi, Çaltı mağmatitlerine diyorit ile bu kayaçları kesen kuvars damarlarına ait üç numune, Sıracı granodiyoritine ait bir numune ve altın tanesi taramalı elektron mikroskopta (SEM) kalitatif olarak analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda Çaltı mağmatitlerine ait diyorit numunesinde Au, Zn ve Hg elementleri belirlenmiştir.

Elde edilen bu veri cevherleşmeye sebep olan hidrotermal çözeltilerin Çaltı mağmatitlerinden ait kaynaklanabileceğine işaret etmektedir.

#### **KÖKEN VE TARTIŞMA**

Yapılan mineralojik-petrografik incelemeler, XRD analizleri, sıvı kapanımı ve taramalı elektron mikroskopisi çalışmaları ve saha gözlemleri ile elde edilen veriler cevherleşmenin epitermal bir sistem içerisinde oluşmuş olduğu fikrini güçlendirmektedir.

Jeolojik konumları ve bulunuşları sebebiyle cevherleşmenin oluşumu, Söğüt mağmatitleri, Karakaya formasyonu ve Çaltı metamorfiteilerinin oluşumu ile ilişkilidir. Çaltı metamorfiteileri çalışma alanı yakınlarında yaygın olarak hidrotermal kuvars damarları tarafından kesilmiştir.

Şekil 3. kayaçları XRD sonuçları.

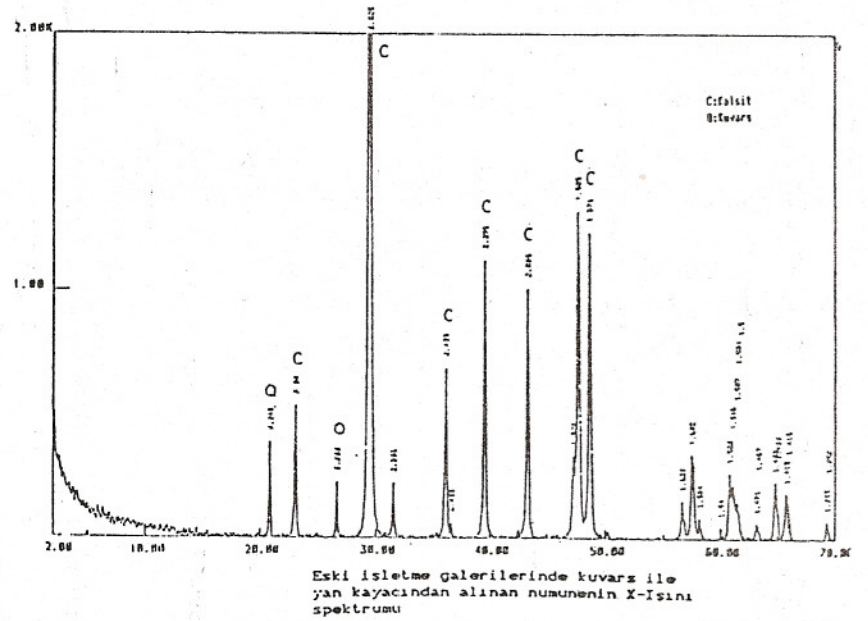
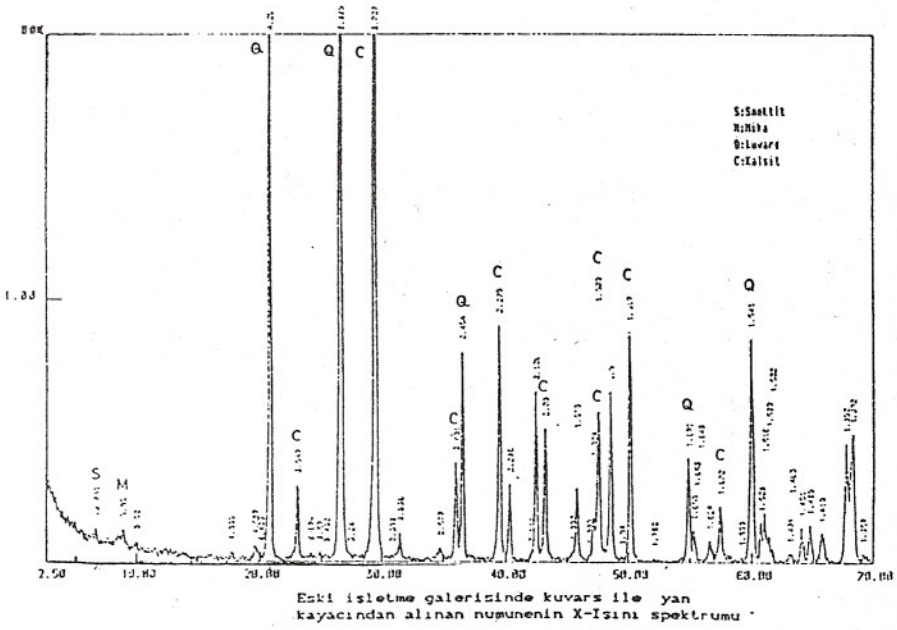
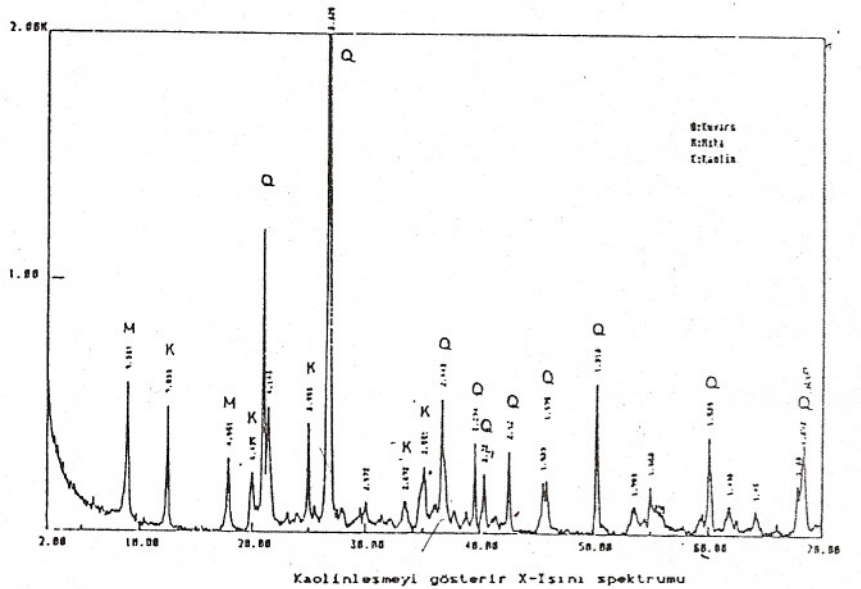
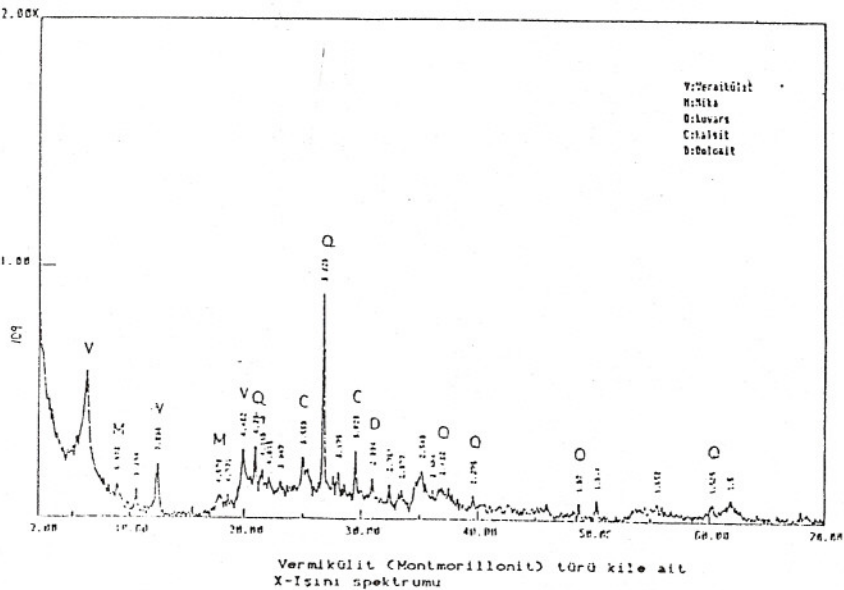
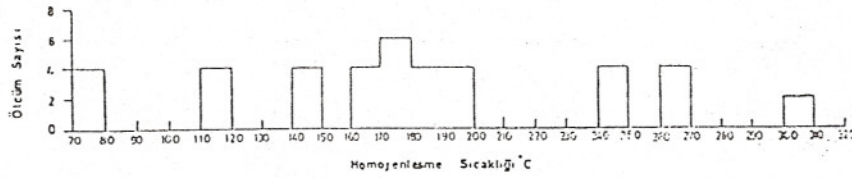
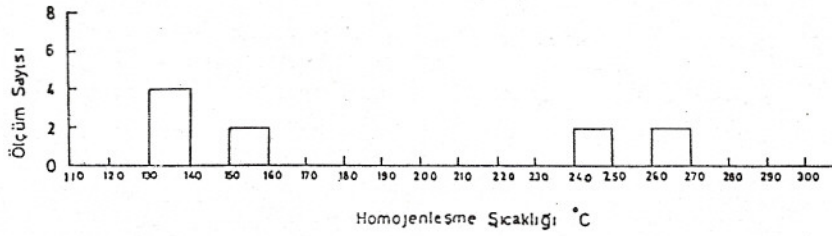


Figure 3. Results of XRD.





a)



b)

Şekil 4. Sıvı kapanımda elde edilen sıcaklık değerleri.

- a) Cevherleşmenin ana gang minerali olan kuvarsların homojenleşme sıcaklığını gösteren histogram
- b) Granitoidler içerisinde yer alan silislerin homojenleşme sıcaklığını gösteren histogram.

Figure 4. Temperature value of the fluid inclusion.

- a. Histogram showing the homogenization temperature of quartz in granitoids.
- b. Histogram showing the homogenization temperature of silicified veins in granitoids.

Üşümezsoy (1987) Söğüt mağmatitleri, Karakaya formasyonu ve Çaltı metamorfiteilerinin Paleotetis okyanusunun Permo-Triyas'ta kuzeye dalarak kapanması ile oluştuğunu belirtir. Paleotetis'in kapanması sırasında ve/veya birimlerin tektonik olarak bölgeye yerleşmesine sebep olan kuvvetlerin etkisiyle Karakaya kireçtaşlarında KB-GD doğrultulu kırık ve çatlak sistemleri gelişmiştir. Oluşan kırık ve çatlaklar hidrotermal çözeltilerin yerleşmesi için gerekli zayıf zonları hazırlanmıştır (Şekil 5).

Çaltı mağmatitlerini oluşturan mağmanın artık çözeltileri Au ve diğer metallerce zenginleşmiştir. Daha sonra Au ve diğer metallerce zengin hidrotermal çözeltiler Çaltı metamorfiteilerini keserek kireçtaşlarının kırık ve çatlaklarındaki cevherleşmeye sebep olmuşlardır.

Çaltı metamorfiteileri üzerinde uyumsuz olarak yer alan Bayırköy formasyonu ve Bilecik kireçtaşında herhangi bir hidrotermal etki görülmemektedir. Dolayısıyla cevherleşmenin oluşumu ve bölgeye yerleşim yaşı büyük ihtimalle Karbonifer sonrası, Jura öncesidir.

#### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1- Yapılan incelemeler ile cevherleşmede birincil olarak altın, gümüş, antimonit, pirit (I), sfalerit, löl-lingit, berthierit, kalkopirit ve zinnobere; ikincil olarak imonit, pirit (II) ve kovel belirlenmiştir.

2- Cevherleşmenin ana gang minerali kuvarstır. Ayrıca kuvars ile birlikte amorf silis de bulunmaktadır.

3- Cevherleşme zonlarında görülen alterasyonlar başlıca: silisleşme, kileşme, limonitleşme, kloritleşme, karbonatlaşma, killeşme, serizitleşmedir. Kil mineralleri smektit, vermikülit (montmorillonit) ve kaolin türündedir.

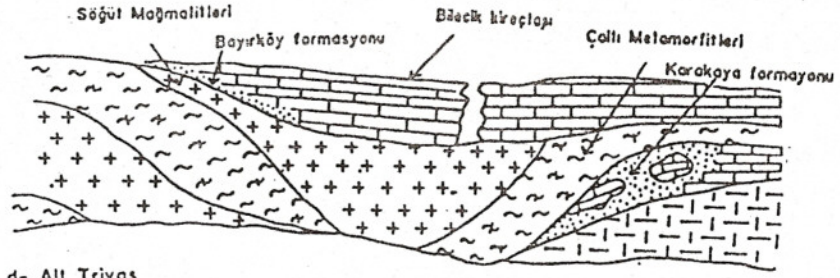
4- Sıvı kapanım incelemelerine göre ana gang minerali olan kuvarsların homojenleşme sıcaklıkları 115-310°C arasında yoğunlaşmaktadır.

5- Petrografik ve sıvı kapanımı inceleme sonuçlarına göre cevherleşme tek fazlı olarak oluşmuştur.

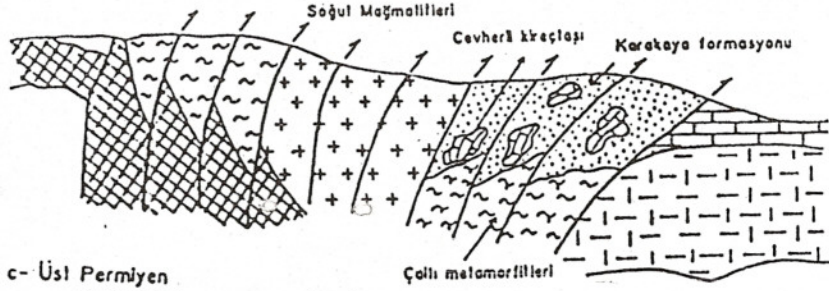
6- Kuvars numunelerinin kimyasal analizlerinde 25.4 ppm, 0.6 ppm ve 0.12 ppm Au değerleri bulunmuştur. Bir kuvars numunesinde Au'nun yanısıra % 0.07 W ve % 0.004 Sb belirlenmiştir. Ayrıca eski işletme pasasında % 39 Sb ve 40 ppm Zn belirlenmiştir. Cevherleşme önceki yıllarda işletilmiş ve bulunan cevherli kısımlar alınmıştır. Yapılacak sondaj ve detaylı çalışmalar ile derinlerde başka cevherleşme zonları bulunabilir.

7- Taramalı elektron mikroskop (SEM) çalışmaları ile Çaltı mağmatitlerine ait diyorit numunesinde Au, Hg ve Zn belirlenmiştir. SEM ile elde edilen bu veri ve saha gözlemlerine göre cevherleşmenin köken kayacı Çaltı mağmatitleri olabilir.

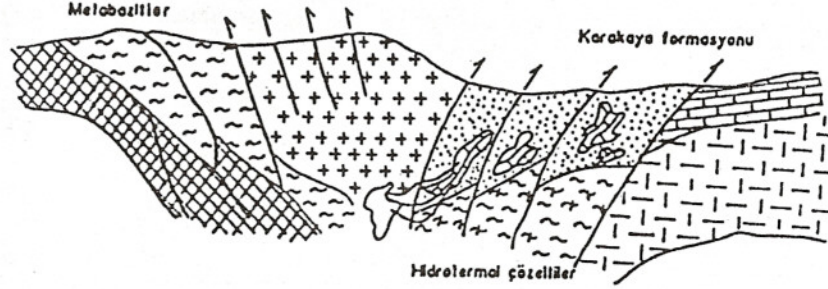
e- Üst Jura



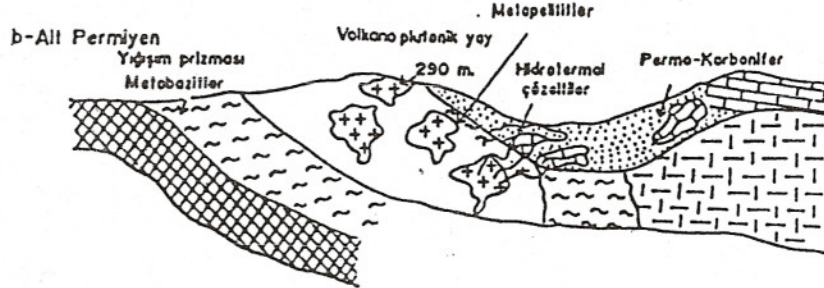
d- Alt Triyas



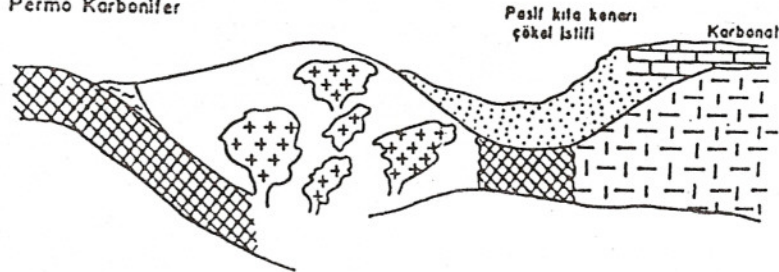
c- Üst Permian  
Metabazitler



b- Alt Permian



a- Permo Karbonifer



Şekil 5. Pontidlerin tektonik değişimine bağlı olarak cevherleşmenin oluşum modeli (Üşümezsoy'dan değiştirilmiştir, 1987).

Figure 5. Schematic diagram showing tectonic evolution of Pontids mineralization (Modified from Üşümezsoy, 1987).

8- Yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre Söğüt altın cevherleşmesi köken kayacı Çaltı mağmatitleri olan epitermal bir sistem içerisinde oluşmuştur.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Akyol, Z., Engin, K., Ege E. ve Erbayar M., 1981. Kuzeybatı Anadolu Volfram Ağırıklı Polimetal Arama Projesi (kapav) Bilecik-Söğüt Bölgesi Jeokimya Raporu. M.T.A. Raporu, No:7679 (Yayımlanmamış) Ankara.
- Akyürek, B. ve Korkmazer, B. 1973. Biga Yarımadasının Jeolojisi ve Karakaya Formasyonu'nun Bazı Özellikleri. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kong. Teb., s. 70-76.
- Altınlı, İ.E. 1973. Bilecik Jurasijü. 50. Yıl Yer Bilimleri Kongresi Tebliğleri. s.159-192.
- Ayaroğlu, H. 1978, Bozöyük-Söğüt (Bilecik) Bölgesinin Jeolojisi ve Ekonomik Olanakları. A.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi.
- Ayaroğlu, H. 1979. Bozöyük Metamorfitlerinin (Bilecik) Petrokimyasal Özellikleri. Türkiye Jeol.Kur. Bült. 22,101-107.
- Barutçuoğlu, Ö.H., 1944 Dudaş Antimuan Madeni Hakkında Rapor. M.T.A. Raporu, No:1577 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Bingöl, E., 1976, Batı Anadolu'nun Jeotektonik Evrimi. M.T.A. Derg., 86, 14-35, Ankara.
- Bozdağ, H., 1946, Dudaş Antimuan Madeninde Bulunan Volfram Cevheri Hakkında Rapor. M.T.A. Raporu, No:1681 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Cebeci, A. 1948, Dudaş Antimuan Madeni Nihai Raporu. M.T.A. Raporu, No:1779 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Çoğulu, E., Delaloye, M., Chessex, R., 1965, Sur l'age de quelques intrusives acides de la region d'Eskişehir (Turquie): Archives Des Sciences, Imprimerie Kunding, Geneve.
- Folk, R.L. 1962. Spectral subdivision of limestone types. In: W.E. Ham ed. classification of carbonate rock. A.A.P.G. Memoir., 1 62-84.
- Gençoğlu, H. 1988, Yeniköy-Küre-Çaltı (Bilecik-Söğüt) Yöresi Neojen Baseninin Sedimanter Jeolojik ve Mineralojik-Petrografik İncelenmesi. H.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Ankara.
- Göksu, E. 1951. Dudaş Antimuan Madeni ve Civarının Jeolojik Etüdü. M.T.A. Derg., 41, 35-53, Ankara.
- Höll, M. 1937. Söğüt-Bilecik Zuhuratu Hakkındaki Son Rapor. M.T.A. Raporu, No:131 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Kaaden, G.V.D. 1959. Bilecik ili Söğüt Kazası Dudaş Köyü Güneyindeki Volfram-Antimuan Zuhuru Hakkındaki Rapor. M.T.A. Raporu, No:2560 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Kadioğlu, Y.K., Kayadibi, Ö. ve Aydal, D. 1994, Söğüt mağmatitlerinin Petrografisi ve Jeokimyası: Türkiye Jeoloji Kurultayı 1994 Bülteni-9, Ankara.
- Okay, A.İ., 1984, Kuzeybatı Anadolu'da Yer Alan metamorfik Kuşaklar. Ketin Sempozyumu, s. 83-92.
- Ramdohr, P. (1969), the Ore Minerals and their Intergrowths. 1-1169, Germany.
- Romberger, Ş.B. 1988. Disseminated Gold Deposits. In: Roberts E.R.G. and SHEAHAN P. A. (Editors). Ore Deposit Models, 21-30. Canada.
- Sezer, i. 1967, Bilecik İli Söğüt İlçesi Altın Maden Sahasının Tetkiki. M.T.A. Raporu, No:4087 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Şengör, A.C.M. ve Yılmaz, Y. 1983. Türkiye'de Tetisin Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım. Türkiye Jeol.Kur.Yerbilimleri Özel Dizisi, 1, 1-75, Ankara.
- Tolun, N. 1947. Dudaş Antimuan-Volfram Madeni Üzerinde Etüd ve Hazırlama Tecrübeleri. M.T.A. Raporu, No:1806 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Üşümezsoy, Ş. 1987, Kuzeybatı Anadolu Yığışım Orojeni: Paleotetis'in Batı Kenet kuşağı. Türkiye Jeol.Kur.Bült., 30, 2, 53-63.
- Yılmaz, Y. 1977, Bilecik-Söğüt Dolayındaki "Eski Temel karmaşığı'nın Petrojenetik Evrimi. İ.Ü.F.F. tat. J.Kür., Doçentlik Tezi.
- Yılmaz, Y. 1979, Bilecik-Söğüt Bölgesinde Polimorfizma ve Bunların Jeotektonik Anlamı. Türkiye Jeol.Kur. Bült., 22, 1, 85-99.
- Yılmaz, Y. 1981. Sakarya Kıtası Güneş Kenarının Evrimi, İstanbul Yerbilimleri, 1, 33-52.