

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OSMANCIK (ÇORUM) KUZEYDOĞUSUNDA YER ALAN
VOLKANİKLERİN EPİTERMAL CEVHERLEŞME
POTANSİYELİ VE MAVİ KALSEDON OLUŞUMU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeol. Müh. Mehmet ZENGİN

(505031310)

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Programı: Uygulamalı Jeoloji Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. M. Sezai KIRIKOĞLU

HAZİRAN 2006

**OSMANCIK (ÇORUM) KUZEYDOĞUSUNDA YER ALAN
VOLKANİKLERİN EPİTERMAL CEVHERLEŞME
POTANSİYELİ VE MAVİ KALSEDON OLUŞUMU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeol. Müh. Mehmet ZENGİN
(505031310)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 16 Haziran 2006**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Sezai KIRIKOĞLU
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Fahri ESENLİ (İ.T.Ü.)
Yrd. Doç.Dr. Rüstem PEHLİVAN (İ.Ü.)**

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Batı Anadolu'nun epitermal cevherleşmeler açısından önem taşıyan jeotermal sistemler bakımından zengin olması, ayrıca, epitermal altın yataklarının iz elementi olarak önem taşıyan Sb-As-Hg cevherleşmelerinin yaygın olması; Doğu Karadeniz bölgesindeyse, altın yatakları açısından önemli olan masif sülfid ve porfiri yataklarının bulunması; Orta ve Doğu Anadolu'da listvenitlerle yakından ilgili ofiyolitlerin geniş alanlar kaplaması, topraklarımızın, altın oluşumlarının yerleşmesi için jeolojik açıdan çok elverişli olduğunu göstermektedir (Oygür, V. vd).

Bu açıklamalar neticesinde epitermal bir oluşum için karakteristik özellikler gösteren gösteren Osmancık (Çorum)' ta muhtemel metalik maden varlığı düşünülerek bu tezde konu olarak seçilmiştir. Bununla birlikte gang mineral niteliğinde ve süstaşı olarak değer kazanabilecek oluşumlar da incelenmiştir.

Konuyu yüksek lisans tezi olarak bana vermeyi uygun gören ve gerek arazi gerekse diğer çalışmalar esnasında bana bilgi, görgü ve tecrübeleri ile yol gösteren, hem benim hem de yeni gelecek değerli meslektaş aday arkadaşlarım için çok değerli bir insan ve kaynak niteliğindeki sayın Prof. Dr. M. Sezai KIRIKOĞLU hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım esnasında desteklerini esirgemeyen değerli meslektaşlarım ve dönem arkadaşlarım Jeol. Müh. Esin AKBULUT ve Arş. Grv. O. Serkan ANGI 'ya sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında sorularıma içtenlikle cevap arayan Prof. Dr. Fahri ESENLİ, Dr. Halis Manav, Doç. Dr. Fuat YAVUZ hocalarıma daha nice başarılı kişiler yetiştirmeleri dileğimle teşekkür ederim.

Her anımda sevgileri, maddi ve manevi destekleri ile yanımda olan sevgili babam Ahmet ZENGİN, annem Zeynep ZENGİN, kardeşim Hasan ZENGİN ve çok değerli eşim Tülay ZENGİN'e bir ömür boyu mutluluk dilekleriyle teşekkür ederim.

HAZİRAN 2006

Mehmet ZENGİN

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışma Alanı	1
1.2.1. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım	1
1.2.2. İnceleme Alanının Topoğrafik ve Jeomorfolojik Durumu	2
1.2.2.1. Dağlar	2
1.2.2.2. Ovalar	2
1.2.2.3. Vadiler	2
1.2.2.4. Akarsular	2
1.2.2.5. Göller	3
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü	3
1.3. Çalışma Yöntemleri	6
1.3.1. Arazi Çalışmaları	6
1.3.2. Optik Çalışmalar	6
1.3.3. Kimyasal Çalışmalar	6
1.3.3.1. XRD (X Işınları Kırınımı)	7
1.3.3.2. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntüleri ve Mikroprob Analizi	8
1.4. Önceki Çalışmalar	10
2. JEOLJİ	13
2.1. Bölgesel Jeoloji	13
2.1.1. Ofiyolit (Üst Kretase)	15
2.1.2. Malıboğazı Formasyonu (Üst Kretase)	15
2.1.3. Dizilitaşlar Formasyonu ((Paleosen)	15
2.1.4. Hacıhalil Formasyonu (Alt Eosen)	15
2.1.5. Yoncalı Formasyonu (Alt Eosen)	16
2.1.6. Narlı Volkanikleri (Alt Eosen)	16
2.1.7. Bayat Formasyonu (Orta Eosen)	16
2.1.8. Karakaya Formasyonu (Orta Eosen)	16
2.1.9. Osmankahya Formasyonu (Orta Eosen)	16
2.1.10. Kocaçay Formasyonu (Orta Eosen)	16
2.1.11. İncik Formasyonu (Üst Eosen-Alt Miyosen)	17
2.1.12. Bayındır Formasyonu (Oligosen)	17
2.1.13. Kızılırmak Formasyonu (Üst Miyosen)	17
2.1.14. Bozkır Formasyonu (Üst Miyosen)	18

2.1.15. Değim Formasyonu (Pliyosen)	18
2.2. Bölgesel Tektonizma ve Magmatizma	18
2.3. İnceleme Alanının Jeolojisi	21
2.3.1. Volkanik Breş ve Aglomeralar	24
2.3.2. Volkanik Breş ve Aglomeraların Mineralojik İncelemeleri	26
2.3.2.1. Dasit	26
2.3.2.2. Riyodasit	27
2.3.2.3. Bazalt	29
2.3.2.4. Volkanik Tüf	30
2.3.3. Arjilit	31
2.3.4. Silisleşme	38
2.4. Yapısal Jeoloji	43
3. JEOKİMYA	45
3.1. Volkaniklerin Jeokimyasal İncelemeleri	45
3.2. Silisli Kayaçların Jeokimyasal İncelemeleri	61
4. BALTACI MEHMET PAŞA EPİTERMAL CEVHERLEŞMESİ	69
4.1. Olası Metalik Cevherleşmeler	69
4.1.1. Hidrotermal Çözeltilerin Kaynağı	69
4.1.2. Hidrotermal Yatakların Sınıflandırılması	70
4.1.3. Epitermal Maden Yatakları	71
4.1.4. Epitermal Modelleme	72
4.1.5. Bir Epitermal Oluşumda Kuvars Damarlarının Önemi	72
4.1.6. Kuvars Damarlarındaki Silika Türleri	73
4.1.7. Epitermal Bir Oluşum Modeli İle Çalışma Sahası Arasındaki Benzerlikler	73
4.2. Mavi Kalsedon Cevherleşmesi	76
5. EKONOMİK JEOLJİ	79
5.1. Epitermal Yatakların Ekonomik Önemi	79
5.2. Türkiye'deki Epitermal Altın Yatakları	80
5.3. Türkiye Mavi Kalsedon Potansiyeli	83
5.3.1. Sarıcakaya (Eskişehir)	83
5.3.2. Yozgat	84
5.3.3. Bozüyük	84
5.3.4. Alacaoluk-Beyoluk	85
5.4. Osmançık Mavi Kalsedonlarının Gemolojik ve Ekonomik Değeri	85
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	87
KAYNAKLAR	89
EKLER	93
ÖZGEÇMİŞ	94

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Başoluk Pınarı mevkiinden alınan Zengin 010 nolu numunenin XRD değerleri.....	33
Tablo 2.2. (X: 47598 Y: 48075) Göynük mevkiinin 1,00km kadar kuzeybatı kesiminden alınan Zengin 013 nolu numunenin XRD değerleri	35
Tablo 2.2. (X: 46790 Y: 48025) Göynük mevkiinin 1300 m kadar kuzeybatı kesiminden alınan Zengin 015 nolu numunenin XRD değerleri	37
Tablo 3.1. Çalışma sahasından alınan numunelerin isimlendirilmesi ve koordinatları	46
Tablo 3.2. Çalışma sahasından alınan numunelerin major element oksitleri dağılımı	47
Tablo 3.3. Çalışma sahasından alınan numunelerin eser element dağılımı .	48
Tablo 3.4. Çalışma sahasından alınan numunelerin nadir toprak element dağılımı	49
Tablo 4.1. Çalışma sahasından alınan numunelerin iz element dağılımı	78
Tablo 5.1. Pasifik Epitermal Kuşağının Bazı Önemli Yatakları	81
Tablo 5.2. Türkiye’de işletilebilirliği söz konusu altın ve gümüş yataklarının rezervi	82

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 : Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	5
Şekil 1.2 : XRD genel prensibi.....	7
Şekil 1.3 : XRD numune hazırlama birimleri.....	8
Şekil 1.4 : XRD numune saklama kapları ve deney için numune alma yöntemi.....	8
Şekil 1.5 : Elektron mikroskobunun temel çalışma prensibini gösteren şematik çizim.....	9
Şekil 2.1 : Temel Kayaları: Sakarya Kıtası, Kırşehir Kıtası ve Ankara-Yozgat Kenedi'ne ait birimler (Birgili vd 1975' den değiştirilerek alınmıştır).....	14
Şekil 2.2 : Çalışma alanı çevresinde hakim dasit/andezit karakterli volkaniklerin genel görünümü.....	21
Şekil 2.3 : Ketin, 1960'dan değiştirilerek hazırlanmış çalışma sahasını da karakterize eden jeolojik kesit	22
Şekil 2.4 : Çalışma sahasının jeolojik kesiti	23
Şekil 2.5 : Ayvalı Mahallesi Karacağağdağı Deresi boyunca izlenen volkanik breşler. Blok ve çakıl boyutlu volkanik kayaç parçaları, kum ve kil boyutta zayıf, volkanik çimento malzemesi ile tutturulmuş.....	24
Şekil 2.6 : Ayvalı Mahallesi Karacağağdağı Deresi boyunca izlenen volkanik breş bloğu.....	25
Şekil 2.7 : Ayvalı Mahallesi ve Göçükbaşı Mahallesi arasında Karacağağ Deresi İçerisinde izlenen volkanik tüf volkanik breş sınırı.....	25
Şekil 2.8 : Göynük mevki'nden alınan dasit numunesinin polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol). Kesitte plajiyoklaz fenokristallerinin cam içeren ince taneli, kristalin bir matriks içinde yer aldığı görülmektedir.....	26
Şekil 2.9 : Göynük mevki'nden alınan dasit numunesinin polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol). Özşekilli (kübik) opak mineraller pirit olabilir.....	27

Şekil 2.10	: Göynük mevkiinden alınan riyodasit numunesinin polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol). Camsıdan ince taneliye değişen matriks içerisinde alkali felspat fenokristalleri yer almaktadır.....	28
Şekil 2.11	: Göynük mevkiinden alınan riyodasit numunesinde basit ikizlenme gösteren feldspat fenokristali (Çift nikol).....	28
Şekil 2.12	: Ayvalı Mahallesi'nden alınan bazalt numunesinin polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol). Kesitte öz şekilli proksen ve plajiyoklaz fenokristalleri ile altere olivin kristalleri ince taneli kristalin bir matriks içinde görülmektedir.....	30
Şekil 2.13	: Ayvalı Mahallesi Sazak Dere mevkiinde yer alan, tabakalı yapı gösteren volkanik tüfler.....	31
Şekil 2.14	: Çalışma sahasının kuzey batı kesimlerinde Kıran Derenin batı kollarında izlenen arjilik alterasyon ürünü kil oluşumu. XRD çalışmaları sonucu smektit grubu killer olduğu anlaşılmıştır.....	32
Şekil 2.15	: Hayrat mahallesi Başoluk Pınarı arasında Başoluk Pınarı'nın 200m güneybatısı'nda izlenen beyaz renkli kil oluşumları.....	32
Şekil 2.16	: Başoluk Pınarı mevkiinden alınan Zengin 010 nolu numunenin XRD paterni	34
Şekil 2.17	: (X: 47598 Y: 48075) Göynük mevkiinin 1,00km kadar kuzeybatı kesiminden alınan Zengin 013 nolu numunenin XRD paterni.....	36
Şekil 2.18	: (X: 46790 Y: 48025) Göynük mevkiinin 1300 m kadar kuzeybatı kesiminden alınan Zengin 015 nolu numunenin XRD paterni.....	38
Şekil 2.19	: Göynük Mevkiinin 500m kadar kuzeybatısında silisli zon içerisinde oluşmuş mavi kalsedon.....	39
Şekil 2.20	: Göynük Mevkiinin 500m kadar kuzeybatısında silisli zon içerisinde oluşmuş beyaz kalsedon.....	40
Şekil 2.21	: Şahnadamı Mevkiinde izlenen siyah opal oluşumunun genel görünümü.....	41
Şekil 2.22	: Şahnadamı mevkiindeki siyah opaller içerisinde oluşmuş beyaz kalsedonlar	41
Şekil 2.23	: Hayrat Mahallesi güneyinde izlenen, böbreğimsi bir yapı göstermesi sebebiyle muhtemelen bir fay boşluğunda oluşmuş olduğu düşünülen mavi kalsedon.....	41

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.24 : Hayrat Mahallesi güneyinde izlenen muhtemelen bir fay boşluğunda oluşmuş mavi kalsedon breş ve yumruları içeren karbonat damarı.....	42
Şekil 2.25 : Hayrat Mahallesi güneyinde izlenen masif görümlü karbonatça çevrelenmiş gri-beyaz kalsedon oluşumu.....	42
Şekil 2.26 : Hayrat Mahallesi güneyinde izlenen muhtemelen bir fay boşluğunda oluşmuş beyaz, siyah ve mavi kalsedon breş ve yumruları içeren iki boyutlu karbonat kütlesi	43
Şekil 3.1 : Orta Anadolu'daki volkanitlerin Zanettin'e (1984) göre adlandırılmaları (Ercan, T. 1986).....	51
Şekil 3.2 : Orta Anadolu'daki volkanitlerin Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramı (Ercan, T. 1986).....	52
Şekil 3.3 : Araziden alınan volkanik kayaçların Middelmöst (1994)' e göre TAS volkanik kayaç sınıflamasındaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek bazalt, Göynük mevki'nden alınan 011 ve 012 nolu örnekler dasit alanında yer almaktadır.....	53
Şekil 3.4 : Araziden alınan volkanik kayaçların Jensen (1976) tarafından önerilen volkanik kayaç sınıflamasındaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek bazalt, Göynük mevki'nden alınan 011 nolu örnek riyodasit ve 012 nolu örnek dasit alanında yer almaktadır.....	54
Şekil 3.5 : Araziden alınan volkanik kayaçların De la Roche ve Diğerleri (1980) tarafından önerilen volkanik kayaç sınıflamasındaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek bazalt, Göynük mevki'nden alınan 011 nolu örnek riyodasit ve 012 nolu örnek dasit alanında yer almaktadır.....	55
Şekil 3.6 : Araziden alınan volkanik kayaçların Peccerillo ve Taylor (1976) tarafından önerilen diyagramdaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek şoşiyonit, Göynük mevki'nden alınan 011 ve 012 nolu örnekler orta K seri alanında yer almaktadır.....	56
Şekil 3.7 : Araziden alınan volkanik kayaçların Shand (1943) tarafından önerilen diyagramdaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek metaluminus, Göynük mevki'nden alınan 011 nolu örnek metaluminus ve 012 nolu örnek peraluminus alanında yer almaktadır.....	57

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.8 : Araziden alınan volkanik kayaçların Le Bas ve diğerleri (1986)'ne Göre alkalın-subalkalın sınıflama abağındaki yeri.....	58
Şekil 3.9 : Araziden alınan volkanik kayaçların Irvin ve Baragar (1971)'a göre toleyit-kalkalkalen sınıfla abağındaki yeri.....	59
Şekil 3.10 : Araziden alınan volkanik kayaçların ana element kimyasına göre düzenlenmiş Harker diyagramları.....	60
Şekil 3.11 : Araziden alınan volkanik kayaçların Kondrite (Boynton, 1984) oranlanmış nadir toprak element dağılımı.....	61
Şekil 3.12 : Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 001 nolu numunenin polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol 5büyütme).....	62
Şekil 3.13 : Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 001 nolu numunenin polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol).....	62
Şekil 3.14 : Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 001 nolu numune de karbonat kalsedon arasındaki kontağın polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol).....	62
Şekil 3.15 : Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 001 nolu numune de karbonat kalsedon arasındaki kontağın polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol).....	63
Şekil 3.16 : Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 002 nolu numune de karbonat kalsedon arasındaki kontağın polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol).....	63
Şekil 3.17 : Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 002 nolu numune de karbonat kalsedon arasındaki kontağın polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol).....	63
Şekil 3.18 : a- Hayrat Mahallesinden alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedon numunesi üzerinde yer alan karbonat partikülünün elektron mikroskop görüntüsü b- Hayrat Mahallesinden alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedon numunesi üzerinde yer alan karbonat partikülünün mikroprob analiz çizelgesi c- Hayrat Mahallesinden alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedon numunesi üzerinde yer alan karbonat partikülünün mikroprob kimyasal analiz sonucu.....	65
Şekil 3.19 : Hayrat Mahallesi civarından alınan kalsedon 002 numaralı numune ince kesitinin karbonatlı dış çeperinin elektron mikroskop görüntüsü.....	66
Şekil 3.20 : Hayrat Mahallesi civarından alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedon numunesinin elektron mikroskop görüntüsü.....	66

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.21 : Hayrat Mahallesinden alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedonun karbonat silis sınırındaki kil oluşumu	66
Şekil 3.22 : Çalışma sahasında yer alan silisli kayaçların NTE dağılım grafiği.....	68
Şekil 4.1 : Çalışma sahasında Ayvalık Mahallesi Karacaağaçdağı Deresinde izlenen volkanik breş ve aglomeralar.....	74
Şekil 4.2 : Çalışma sahasında Hayrat mahallesi mevkiinde izlenen arjilik alterasyon.....	74
Şekil 4.3 : Boşluk dolgusu yapıları (Kolloform Doku).....	75
Şekil 4.4 : Şahnadamı mevkiinde izlenen silisli zon içerisindeki breş yapı.....	76
Şekil 4.5 : Göynük Mevkiinin 500m kadar kuzeybatısında silisli zon içerisinde oluşmuş mavi kalsedon.....	77
Şekil 4.6 : Göynük Mevkiinin 500m kadar kuzeybatısında silisli zon içerisinde oluşmuş mavi kalsedon SEM görüntüsü.....	77
Şekil 5.1 : Oval, yuvarlak, damla kabaşon kesim ve takı (kolye ucu).....	86
Şekil 5.2 : İ.T.Ü. Maden Fakültesi Gemoloji Laboratuvarı çalışmaları	86

OSMANCIK (ÇORUM) KUZEYDOĞUSUNDA YER ALAN VOLKANİTLERİN EPİTERMAL CEVHERLEŞME POTANSİYELİ VE MAVİ KALSEDON OLUŞUMU

ÖZET

İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı'na yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Çorum'un Osmancık ilçesine bağlı Ayvalı Mahallesi ve Göçükbashi Mahallesi ve civarını kapsayan epitermal bir oluşumun mineralojik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla bölgedeki volkanik kayaların mineralojik ve jeokimyasal karakterleri ortaya konmuş, hidrotermal alterasyona bağlı silisleşme ve kil oluşumları, epitermal sistemlerde de oluşum gösteren mavi kalsedonlar detaylı olarak incelenmiştir.

Çalışmalar kapsamında ilk olarak sahanın jeolojik yapısını belirlemek amacı ile saha jeolojisi çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında araştırma amacına uygun sistematik numune alımı yapılmıştır.

Çalışma alanı, daha önceki çalışmaların da ışığı altında, Eosen yaşlı andezit, dasit ve bazaltlardan oluşan bir volkanizmanın etkisinin görüldüğü alan içerisindedir. Epitermal oluşuma bağlı silisleşmenin yaşı da genel olarak bu sistemlerde volkanizma ile aynıdır.

Silis zondan ağırlıklı olmak üzere ve volkanik breş ve aglomeralardan de alınan 16 adet numunenin kimyasını belirlenmek amacı ile Kanada ACME laboratuvarlarında bütün kayaç analizleri yaptırılmıştır. Silis zon ve arjilik alterasyonun mineral birlikteliklerini belirlemek amacı ile XRD (X ışınları kırınımı) çalışmaları yapılmıştır. Bununla birlikte mavi renkli kalsedon oluşumlarının değerlendirilebilirliği üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Volkanikler üzerinde yapılan analizlerin değerlendirilmesi sonucunda arazi de dasit karakterde bir magmanın ve bunun yanı sıra bazalt karakterde magmanın varlığı belirlenmiştir. Yapılan araştırmada ana volkanik kayaç arazide görülememiş, volkanik breş ve aglomeralar değerlendirilmiştir. Çıkan sonuçların doğruluğunu saptayabilmek için arazi yakın çevresinde yapılmış önceki çalışmalardan faydalanılmıştır.

Cevherleşme olabileceği düşünülen silisli zon üzerinden alınan numunelerin kimyasal bileşimi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Silis zon içerisinde bulunan mavi kalsedonların oluşumları incelenmiştir. Günümüzde ve geçmişte de süs taşlarının ekonomik değerlendirilebildiği bilinmektedir. Çalışma sahasında bulunan mavi kalsedon oluşumlarının süs taşı olarak değerlendirilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

POTENTIAL OF EPITHERMAL ORE AND BLUE CHALSEDONY IN NORTHEAST PART OF OSMANCIK (ÇORUM)

SUMMARY

This master thesis made in Istanbul Tehecnical University Institute of Science Geology Engineering Department Applied Geology Main Department. In this thesis epithermal system in Osmancık was investigated. According to this mineralogical and geochemical characteristic of volcanic rocks and hydrothermal alteration were examined. In addition to these blue chalsedony occurrence was worked at the same time.

First of all, geological field workings was made for geological character of area. At the same time for chemical tests, systematic samples were collected.

In previous workings, volcanic rocks, around working are, were named andezite, dasite and basalt at Eosen age. In this working dasit and basalt main volcanics, but volcanics seen like conglomerates and agglomerates. Area geological section and epithermal models are same, due to that, area geology like epithermal systems.

16 samples of mainly in silification zone and volcanics were examined in ACME Canada Laboratories for Whole Rock Chemistry. And than, for mineralogical composition of silisification zone and arjilic zone, X Ray Diffraction test in Tubitak MAM Institute were made in 3 samples. For blue chalsedony Electron Microscope Photographs taken in Tubitak MAM Institute, this made for separation of opal chalcedony differences.

Geochemical working result show main magmatism character is dasitic rock, but in the same area basaltic lava flow had occurred.

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu araştırma, Osmancık (Çorum)'a bağlı Baltacı Mehmet Paşa mevkiinde yer alan Ayvalı, Göçükbaşı, Hayrat Mahallelerini ve Göynük, Şahnadamı mevkiilerini içine alan 9km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Saha çalışmaları öncesinde yapılan literatür çalışması neticesinde sahada epitermal bir oluşum olacağı düşünülmüştür. Hidrotermal aktiviteye bağlı olarak değerli metal oluşumları bilinmektedir. Ayrıca bununla birlikte yan kayaç olarak kalsedon, opal gibi yarıdeğerli süs taşı olarak değerlendirilebilir kayaç oluşumlarına da sık rastlanmaktadır. Bu saptamalar neticesinde sahada hidrotermal alterasyonlar, alterasyona bağlı varolabilecek kıymetli metal oluşumları ve opal oluşumları incelenmiştir. Dünyada ve Türkiye'de örnekleri bulunan ve üretimde olan epitermal altın ve gümüş yatakları bu çalışmanın yapılmasında etkili olmuştur. Düşük tenörlü olmalarına karşın ekonomik olarak değerlendirilebilir olmaları son yıllarda epitermal oluşumların detaylı incelenmelerine sebep olmuştur. Ülkemizde de birçok yerli ve yabancı şirketler bu konuda araştırmalarını sürdürmektedirler. Araştırmaları yapılan bu sistemler hakkında daha fazla bilgi ortaya koyabilmek için bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

1.2. Çalışma Alanı

1.2.1. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım

Yerleşim birimi Karadeniz Bölgesinde 39 derece 54 dakika, 41 derece 20 dakika kuzey enlemi ile 34 derece 04 dakika, 35 derece 28 dakika doğu boylamı arasında yer almakta olup, deniz seviyesinden yüksekliği 801 metredir.

Çorum ilinin kuzeyinde Sinop, kuzeydoğusunda Samsun, doğusunda Amasya, güneyinde Yozgat, güneybatısında Kırıkkale, batısında Çankırı, kuzeybatısında Kastamonu İlleri bulunmaktadır (Şekil 1.1).

1.2.2. İnceleme Alanının Topoğrafik ve Jeomorfolojik Durumu

Çorum ili topraklarının %61'i dağlıktır. Bu dağlar derin vadilerle yarılmıştır. Dağlar kuzeybatı istikametinde uzanmıştır. İl sınırları içerisinde Kızılırmak Nehri geçmektedir. Başlıca ovası Çorum Ovası'dır.

1.2.2.1. Dağlar

Genellikle fazla yüksek olmayan dağlar mevcuttur. Merkez İlçenin güneyinde Dört Tepe silsileleri, batıda Alagöz ve Köse Dağları, kuzeyde ise Eğerci Dağı sıraları yer alır. Osmancık İlçesinde Çal ve Ada Dağları, Kargı İlçesi sınırları içinde devam ederek Çorum'un en yüksek dağı olan Köse Dağı'nda Erenler Tepesi'ne ulaşır.(2097 m.). Aynı dağ sıraları İskilip İlçesinde Teke Dağı, Kavak Dağı, Göl Dağı, Deveci Dağı ile Sakarözü Dağları'nı meydana getirir.

1.2.2.2. Ovalar

Birinci ve üçüncü jeolojik zamanlarda meydana gelen yer kabuğu hareketleri ile dördüncü zamandaki iklim değişiklikleri bir çok ovanın meydana gelmesine neden olmuştur. Başlıcaları Çorum, Bozboğa, Ovasaray, Seydim, Hüseyinova, Dedesli, Irmak, Taybı, Mecitözü, Osmancık, Düvenci, Sungurlu, Kuyumcu ve Delice ovalarıdır. Ayrıca, Kargı İlçesi'nde Çeltik ekimi yapılan çok sayıda küçük ovalar vardır.

1.2.2.3. Vadiler

Çorum İlinde bulunan ve genellikle boğaz tabir edilen başlıca vadiler, Hatap Boğazı, Harami Boğazı, Kırkdilim Boğazı, Sacayak Boğazı, Hışır Boğazı'dır.

1.2.2.4. Akarsular

Çorum ili sularını Kızılırmak Havzası ve Yeşilirmak Havzasına boşaltır. Kızılırmak, il sınırı içinde 182 km uzunluğa sahiptir. Kızılırmak'ın kollarından Delice Suyu'na Sungurlu İlçesi'nin en önemli akarsuyu olan Budaközü Deresi (60 km.) ve bu suyun kolları Kamilli Diğ çayları dökülmektedir.

Kızılırmak'ın genişliği 100-500 m., derinliği ise 1-1,5m.'dir. Irmak üzerindeki iki önemli köprüden birisi olan Salur Köyü'nün güneyindeki köprü Çorum'u İskilip'e bağlar. İkinci köprü ise Osmancık ilçe merkezindeki tarihi Koyunbaba Köprüsü'dür. Merkez İlçe'deki akarsuların büyük bir kısmı ile Alaca, Mecitözü ve Ortaköy

İlçelerindeki çay ve dereler Yeşilirmak'ın kolu olan Çekerek Irmağı'na dökülmektedir. Bu suların en önemlisi olan Çat Suyu (Derinçay) Eğerci ve Köseadağı'ndan inen dere ve çayların birleşmesinden meydana gelip, İl merkezinin batısından geçerek Amasya İli topraklarında Çekerek Irmağı'na ulaşır. Çekerek Irmağı, Ortaköy İlçesinin topraklarından az bir kısmını sular ve Amasya İli topraklarına geçer. Kırklar Dağı'ndan çıkan Mecitözü Çayı, İlçe merkezinin 1-1,5 km. yakınından geçerek Amasya İli topraklarında Çat Suyu ile birleşir.

1.2.2.5. Göller

İl sınırı içinde önemli bir göl yoktur. Merkez İlçeye yakın Eymir, Uyuz ve Kırkgöz Gölleri yazın suları son derece azalan bataklık durumundaki su birikintileridir.

1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Çorum İli, Karadeniz ikliminden İç Anadolu iklimine geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. İlin kuzey bölgesinde yer alan Kargı, Osmancık, İskilip, Laçın, Dodurga, Oğuzlar ve Bayat İç Karadeniz geçiş ikliminin etkisinde kalan ilçelerdir. Çorum Merkez İlçe, Sungurlu, Alaca, Boğazkale, Ortaköy, Mecitözü ve Uğurludağ İlçeleri İç Anadolu step iklimi özelliklerini gösterir.

1929 yılından bu yana yapılan meteorolojik ölçümler sonucunda yıllık ortalama yağış miktarı İl Merkezinde 423,0 mm. tesbit edilmiştir.

İl Merkezi' nin yıllık ortalama sıcaklığı 10,7° dir. En yüksek sıcaklık 2000 yılının Temmuz ayında 42,7 C°, en düşük sıcaklık 1985 yılının Şubat ayında -27,2 C° olarak ölçülmüştür. Temmuz ve Ağustos ayları en sıcak aylardır.

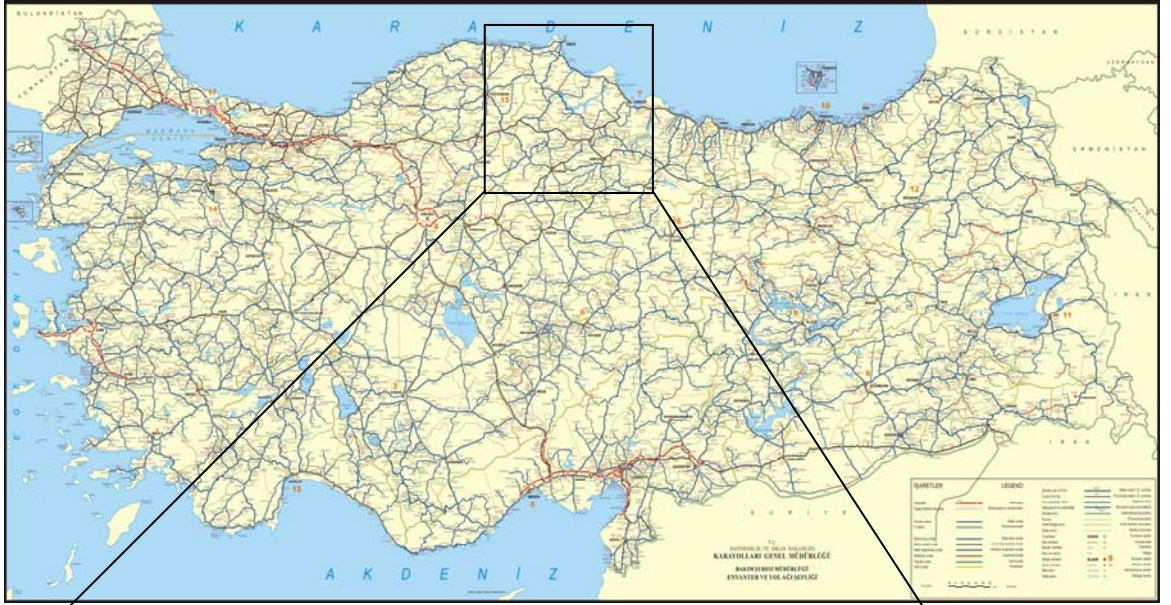
Çorum İlinin güney bölgesinin doğal bitki örtüsü bozkırdır (step). İlkbahar yağışları ile birlikte yeşerirler, sonbaharda kururlar. Bunlara örnek: Papatya, gelincik, deve dikenini, köy göçeren dikenini, çakır dikenini, kangal otu, sığır kuyruğu, yavşan otu, geniş yayılma alanı bulmuştur. Akarsu boylarında ise söğüt ve kavak çeşitlerine rastlanır.

Alaca, Sungurlu, Ortaköy ve Mecitözü'nün yüksek kesimlerinde meşe, ardıç ve karaçam ağaçlarına rastlanır. İlkbahar ile birlikte çiğdem, yabancı sümbül, yabancı lale çiçekleri de görülür.

İlin kuzeyindeki ilçelerde ise meşe ormanları ve iğne yapraklı ormanlara rastlanır.

Deniz seviyesinden 1000-1200 m yüksek olan bölgelerde meşe, kızılıçık, yabani erik, elma, alıç, yabani gül yaygın olarak görülür. Hacıhamza çevresinde seyrek olarak ıhlamur ağaçlarına rastlanır.

Kargı, İskilip, Osmancık, Bayat ilçelerinde sarıçam, karaçam, köknar, kızılçam ağaçları görülmektedir. Toplam ormanlık ve fundalık alan 365.208 ha. olup İl yüzölçümünün % 28 ' i kadardır.



Şekil 1.1. : Çalışma alanının yer bulduru haritası

1.3. Çalışma Yöntemleri

1.3.1. Arazi Çalışmaları

Yapılan büro çalışmaları sonrasında çalışma sahasını oluşturan kayaçların cinslerini ve birbirlerine göre konumlarını belirlemek amacı ile Temmuz 2005'te arazide saha jeolojisi çalışmaları yapılmıştır. Saha çalışmaları esnasında 1/10000 ölçekli genel jeoloji haritası hazırlanmıştır. Araziden analizler için kayaçların altere olmamış kısımlarından sistematik numune alınmıştır. Örnek noktaları ekte verilen jeoloji haritası (EK A) üzerinde gösterilmiştir. Kayaç örnekleri; volkanikleri temsil eden aglomera ve breşlerin taze yüzeylerinden, alterasyonu temsil eden silislerden ve arjilik zondan alınmıştır.

1.3.2. Optik Çalışmalar

Çalışmanın amacı doğrultusunda ağırlıklı olarak silis zondan ve opallerden, ayrıca volkaniklerin kökensel araştırması ve metal içeriğinin belirlenmesi amacı ile volkaniklerden alınan kayaç örneklerinden, İTÜ Maden Fakültesi ince kesit laboratuvarında 6 adet numunenin ince kesitleri hazırlanmış ve Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü'nde polarizan mikroskop görüntüleri incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

1.3.3. Kimyasal Çalışmalar

Alınan numunelerin bir kısmı yapılacak kimyasal testlere uygun olacak şekilde İTÜ Maden Fakültesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü laboratuvarlarında 500mesh mertebesi altına gelecek şekilde öğütülmüştür. Öğütülen bu numunelerin kimyasal bileşimlerini belirlemek için sırasıyla şu deneyler yapılmıştır; Kanada ACME laboratuvarlarında toplam 16 numunenin bütün kayaç analizleri yapılmıştır. Analizi yapılan kayaçlardan volkanik kayaçların jeokimyasal incelemelerinde GCDkit for Win 2.1 (Jan 2006) bilgisayar programı kullanılmıştır. Yine sahayı genel olarak temsil eden 3 numune üzerinde Shimadzu XRD-6000 marka X ışınları kırınım cihazı ile Tübitak MAM Malzeme Enstitüsü laboratuvarlarında pik tanımlı XRD (x ışınları kırınımı) çekimleri yapılarak genel kayaç oluşumunu sağlayan mineral birlikleri araştırılmıştır.

Sahada oluşum olarak opal olabileceği düşünülen kayaçlarda kabaşon ve ince kesit hazırlanılarak Jeol JSM 6335F Field Emission Scanning Electron Microscope marka elektron mikroskop ile Tübitak MAM Malzeme Enstitüsü laboratuvarında SEM

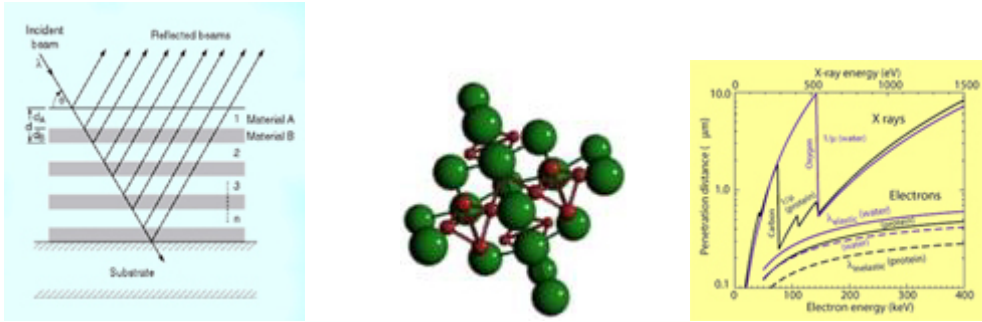
(taramalı elektron mikroskop) görüntüleri alınmıştır. Görüntüleri alınan numunelerin kimyasını oluşturan element yüzdeleri belirlemek için aynı mikroskop yardımı mikroprob analizi yapılmıştır.

Yapılan kimyasal deneylerin genel prensipleri aşağıdaki gibidir.

1.3.3.1. XRD (X Işınları Kırınımı)

XRD yöntemi, özellikle optik yöntemler (polarizan mikroskop altındaki incelemeler) ile incelemelerin sınırlı veya imkansız olduğu kayaç, cevher, kil mineralleri, endüstriyel hammaddeler ve kristalen malzemeler ile böbrek taşlarının nitel ve nicel olarak incelemelerinde kullanılan en önemli mineralojik analiz yöntemlerinden birisidir.

XRD veya elektron kırınım yöntemlerinin mineralojik tanımlama prensipleri aynı olup, her bir kristalen maddenin kendisine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak X-ışınları veya elektronları karakteristik bir düzen içerisinde kırma esasına dayanır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 : XRD genel prensibi

Numune hazırlama sırasında kayaç ve mineral numuneleri çelik havanda kırıldıktan sonra agat havanlarda iyice öğütülüp toz haline getirilir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: XRD numune hazırlama birimleri

Toz haline getirilen numuneler analiz sırasına girmek üzere numaralanarak plastik kaplarda saklanır. Analiz edilecek örnekler cam lamlara konularak XRD cihazlarının özel örnek localarına yerleştirilir ve analiz edilir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: XRD numune saklama kapları ve deney için numune alma yöntemi

1.3.3.2. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntüleri ve mikroprob analizi

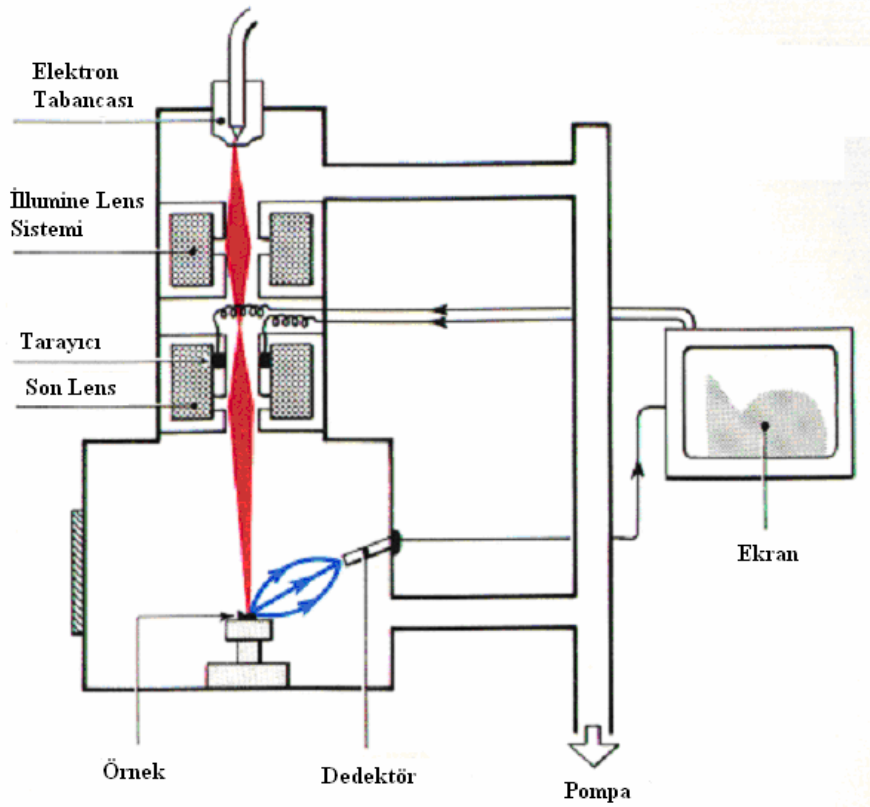
Elektron ışını kullanan taramalı elektron mikroskobu çok daha derin incelemeler için tercih edilen bir analiz cihazıdır. Optik mikroskopla kıyaslanamayacak kadar yüksek büyütmelere çıkma özelliğine sahip bu cihaz detaylı malzeme karakterizasyonları için tercih edilen bir cihaz haline gelmiştir.

Taramalı elektron mikroskobundan renkli görüntü alınmaz. Elde edilen görüntüler siyah beyazdır. 500.000 kez büyütme yapabilir ve ayırt etme gücü 10nm(nanometre)dir. Bu yüzden insan gözünün gördüğüne çok yakın üç boyutlu görüntüler elde edilebilir.

SEM ile birlikte analiz için EDS (enerji dağılımı x-ışınları spektroskopisi) ve WDS (dalga boyu dağılımlı x-ışınları spektrometresi) kullanılmaktadır. Taramalı elektron mikroskobunda görüntü, tarama sargıları yardımıyla oluşturulur. Belirli bir çapı ve enerjisi olan elektron demeti tarama sargıları yardımıyla numunenin incelenmesi arzu edilen bir noktası üzerine gönderilir (Şekil 1.5). Elektron demeti ile numunenin

etkileşmesi sonucu elde edilen veriler sadece bombardıman edilen noktaya aittir. Daha geniş bir yüzeyin görüntüsünün elde edilebilmesi için elektron demeti incelenen alan üzerinde sırasıyla nokta nokta dolaştırılır (taranır). Bu işlem yukarıdan aşağıya ve soldan sağa doğru yapılır. SEM’de nokta taraması, alan taraması ve çizgi taraması yapılabilir.

SEM’de mevcut olan yüksek çözünürlükten dolayı malzemenin parlatılması inceleme açısından avantaj sağlamaktadır. Fakat kırık yüzeylerde parlatma yapılmadan inceleme yapılabilir. SEM’de incelenen numunelerin en önemli özelliklerinden biri iletken olmalarıdır. Eğer incelenen malzeme iletken değilse nanometre mertebesinde bir iletken bir filmle numune kaplanarak iletken haline getirilmelidir. Ayrıca iyi bir görüntü elde edilmesi için numune yüzeyinin kirli olmaması ve numunelerin kuru olmaları gerekmektedir. Numune yüksek vakuma ve elektron ışınına karşı dayanabilmelidir.



Şekil 1.5: Elektron mikroskopunun temel çalışma prensibini gösteren şematik çizim

1.4. Önceki Çalışmalar

Andaç vd. 1976: Bayat (Afyon) opallerinin mineralojik-gemolojik özelliklerinin incelendiği en ciddi araştırmadır. Özellikle polarizan ve elektron mikroskop değerlendirilmelerinin yer aldığı çalışmada Bayat (Afyon) dendritli opali ile Şaphane (Kütahya) ateş opalinin kıyaslaması da yapılmaktadır. Yalnız bu çalışmada gemolojik olarak değerlendirme ve ekonomik değerler verilmemiştir. Çalışmanın yapıldığı sahada uranyum prospeksiyonu yapılırken, Bayat-Afyon opallerinde önemli radyoaktif anomaliler saptanmış, fakat bu radyoaktivitenin opallerdeki bulunma nedeni ve hangi uranyum minerallerinden ileri geldiği incelenmemiştir. O döneme kadar jel bir bünyeye sahip olan opallerin uranyumlu eriyikleri adsorbe ettiği kanısı hakimken. Raster elektron mikroskopu ile yapılan bu etütle bilhassa mikroskopa bağlı olarak çalışan Röntgenflüoresans analizi ile birkaç mikronluk birçok küçük bölümde yapılan analizler neticesinde opaller içerisindeki uranyum taşıyıcısının doğrudan doğruya opallerin öz bünyelerinin olmadığı breşik yapıda olan parçalarının arasındaki manganezli ve demirli çimento maddesinin, kısmen opaller içerisinde, taneler arasına (intergranüler olarak) dağılmış demirli ve manganezli dendritlerin olduğu kanısına varılmıştır. Bilhassa bu etütle klasik olarak tanınan kısmen lamelli jel dokulu opal yapısı yanında Bayat-Afyon opallerinde oolitik yapıda küreler bulunmuştur. Bu etüt neticesinde opalin şimdiye kadar bilinen klasik yapıdaki jel dokusu yanında taneli agregalar gösterebileceği ve bu doku ile kristobalite bir geçiş gösterdiği de saptanmıştır.

Tokel 1977: Doğu Karadeniz Eosen yaşlı kalk-alken andezitler ve jeotektonizması üzerine yapılan çalışmanın sonuçları aşağıdaki gibidir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde, D-B yönünde bir kuşak şeklinde oluşan Lütesiyen yaşlı volkaniklerin kalk-alkalen karakterde bir andezit-dasit dizisi olduğu saptanmıştır. Bu seri aynı bölgede oluşan alkalen Turoniyen-Santoniyen volkanizmasıyla karşılaştırıldığında kimyasal açıdan kesin farklılıklar gösterir.

Kristalen temel üzerinde büyük hacimlere ulaşan Eosen volkanikleri ve bunu izleyen granit-granodiyorit yerleşmeleri, Lütesiyen'de Kuzey Anadolu (Pontid) kıtasının güney kenarında bir litosfer yitimi olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Andezitik volkanizmayı güneyden sınırlayan Kuzey Anadolu ofiyolit karmaşığı yiten okyanus kabuğunu simgelemektedir.

Büyükönel 1985-1986: Bu çalışmada Orta Anadolu'da yer alan Kırşehir masifinde yer alan, Yozgat yöresi volkanitlerinin asal ve iz element dağılımı incelenmiştir. Yapılan çalışma neticesinde yörenin lavları genellikle adayayı kalkalkalen, çok azının toloyitik kalkalkalen geçişinde yer aldıkları saptanmıştır.

Ercan 1986: Yapılan çalışmada 1 :500 000 ölçekli Ankara-Konya-Kayseri ve Adana paftalarının kapsadığı geniş bir alan olarak tanımlanan Orta Anadolu'da yer alan ve Paleosen'den tarihsel zamanlara değin çeşitli evrelerle etkin olan volkanizma incelenmiş ve yaşlarına göre altı farklı gruba ayrılmıştır. Yapılan bu çalışmanın sonuçları şu şekildedir; Orta Anadolu'daki Paleosen-Eosen yaşlı volkanikler, yitme zonlarında dalma-batma olayları sonucu türemiş kalkalkalen nitelikli yay volkanizmalarıdır. Oligosen, Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı diğer dört grup ise, bölgede levhalar arası yakınsama hareketinin uzun süre devamı sonucunda okyanusal kabuğun tüketilmesi ve kıtasal kabukların çarpışmalarından sonra meydana gelen ve esas olarak kıtasal kabuk kökenli ve kalkalkalen nitelikli volkanitlerdir. Yer yer de mantodan türemiş alkalin volkanikler ve kabuk-manto kökenli hibridik volkanikler de bulunmaktadır.

Koç vd. 1994: Havran (Balıkesir) güneydoğusunda yer alan volkanitlerin epitermal cevherleşme potansiyelinin incelendiği bu çalışmada herhangi bir metal zenginleşmesine rastlanamamıştır. Buna rağmen hidrotermal alterasyonun mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin daha ayrıntılı çalışmalar için ümit verici olduğu düşünülmüştür. Bu kaniya, yapılan araştırmada özellikle silisleşmiş zonda iz sürücü elementlerdeki anomaliler ile varılmıştır.

Yalçın ve Karlı 1998: Dodurga (Çorum) kömür havzasında yapılan bu çalışmada Dodurga formasyonu ayrıntılı olarak incelenmiştir. Yapılan incelemeler neticesinde Dodurga formasyonu'nun ana litojisini kiltası, bitümlü şeyl, dolomit ve kömürler oluşturmaktadır. Kireçtaşı ve marnlar ise ara katkılar biçiminde fakat çok seyrek görülmektedir. Egemen mineraller ise killer, yer yer kalsit ve dolomit şeklindedir. Opal-CT genellikle volkanojenik kiltalarına bağımlı izlenmiştir. Kuvars ve feldspat çoğu yerde gözlenmesine rağmen miktar olarak düşük bulunmuştur. Pirit ve jips ise organiklerce zengin bölgelerde izlenmiştir.

Hatipoğlu ve Dora 2000: Ankara Çubuk bölgesindeki agatların miyosen yaşlı volkanik seriler içerisinde riyolit domlarının andezitle olan dokanağına yakın kesimlerindeki gaz boşluklarına ve andezitin riyolit domlarına yakın kesimlerinde gelişmiş çatlaklarında yer aldıklarını bulmuşlardır. Bu nedenle riyolitler içerisindeki

yataklanma biçimlerinin düzenli veya düzensiz boşluk dolguları şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Andezitler içerisindeki yataklanmaların ise açık boşluk dolguları şeklinde ve katmansı olduğunu belirtmişlerdir.

Karadenizli vd. 2003: Çankırı-Çorum Havzası batı kenarında yapılan çalışmada Erken-Orta Miyosen dönemindeki tektonik rejimi ve buna bağlı gelişen sedimanter ortamlar ele alınmıştır. Çalışmalar neticesinde kabul gören görüş Neo-Tetis kenet zonunun kapanması ile ilişkili kıtalararası sıkışmanın, Miyosen başında, olasılıkla orojenik çökme nedeni ile genişlemeli tektonik rejime döndüğüdür.

2. JEOLOJİ

2.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma sahasının içinde bulunduğu Çorum ili Çankırı-Çorum havzası içerisinde yer almaktadır. Ayrıca dünya literatüründe Pontidler olarak isimlendirilen Kuzey Anadolu Dağları boyunca uzanan Eosen yaşlı yoğun andezitik volkanizmanın da etkisinin görüldüğü bir alandır.

Çankırı-Çorum havzası Orta Anadolu bölgesindeki birçok Tersiyer havzalarından (Haymana, Tuzgözü, Sivas) yüz ölçümü en büyük olanıdır. Çalışma alanı bu havzanın doğu kesimine yakındır. Çankırı-Çorum havzasının temelini Mesozoyik yaşlı ofiyolitler oluşturmaktadır. Bunların üzerine uyumsuz bir şekilde Eosen yaşlı flišler gelmektedir. Eosen flišlerini bazaltik kökenli Eosen volkanitleri kesmektedir. Tüm bu birimler üzerine Oligo-Miyosen çökelleri gelmektedir. Havzada Üst Kretase'den Pliyosen'e kadar devam eden kesiksiz, çok kalın bir sedimanter istif mevcuttur. Bu istifin Oligosen' kadar çökelen kısmı denizel ortamda, Oligosen'den sonra çökelen kısmı ise karasal ortamda istiflenmiştir. Bazı araştırmalarda Kretase yaşlı ofiyolitleri ve Malıboğazı Formasyonu'nu Ankara Melanjı olarak ta görmek mümkündür. Ankara Melanjı Permian, Triyas, Jura ve Kretase yaşlı kireçtaşı blokları, türbidit kumtaşları, yastık lavlar, aglomeralar, serpantinler ve radyolaryalı çörtlerden yapılmış bir karışıktır (melange). Bu değişik kökenli kaya blokları tümüyle volkanik kum ve şeylden oluşan bir hamur içine gömülmüşlerdir. Bu karışık, Norman (1972; 1975) tarafından Irmak Formasyonu olarak adlandırılmış ve derin deniz ortamında oluşmuş çok sayıda olistostrom yığılımları olarak yorumlanmıştır (Şenalp, M. 1979-1980). Bu çalışmada böyle bir ayırma gidilmemiş, ofiyolit ve Malıboğazı Formasyonu şeklinde kabullenilmiştir.

Bölgenin içerisinde bulunduğu havzanın genel stratigrafisine bakılacak olursa, 1975 te Birgili ve diğerleri tarafından hazırlanmış stratigrafik kesit (Şekil 2.1) bize havzanın Üst Kretase' den günümüze kadar uzanan bir yaş aralığında olduğunu

gösterir. Bölgesel istiflenmeye yaşlıdan gence doğru bakacak olursak aşağıdaki gibi bir sıralama mevcuttur.

FORMASYON YAŞI	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
Pliyosen	Değim			Kırmızı konglomera, kumtaşı
Üst Miyosen	Bozkır	800m		Beyaz jips, kiltası
	Kızılırmak	600m		Kırmızı kumtaşı, çamurtaşı
Alt Miyosen Üst Eosen	Bayındır	250m		Jips, kiltası
	İncik	3000 m		Şarabi renkli konglomera, kumtaşı, çamurtaşı
Orta Eosen	Kocaçay	500 m		Kumlu kireçtaşı
	Osman Kahya	300 m		Kırmızı Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı
	Karakaya Bayat	1700 m 750m		Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı, kömür Kumtaşı, şeyl volkanik ara katkılı
Alt Eosen	Yoncalı Narlı Volkanikleri	2000 m		Şeyl, kumtaşı Andezit, Dasit ve Bazalt
	Hacıhalil	500 m		Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı
Paleosen	Dizilitaşlar	1400 m		Konglomera, kumtaşı, silttaşı, kireçtaşı bantları
Maestrihtiyen	Maliboğazi	3000 m		Resifal kumlu kireçtaşı
				Breş, kumtaşı Granit
Üst Kretase	Ofiyolit			Kumtaşı, silttaşı, konglomera (fliş)
				Serpantin, spirit, radyolarit kireçtaşı blokları

Şekil 2.1 : Temel Kayaları: Sakarya Kıtası, Kırşehir Kıtası ve Ankara-Yozgat Kenedi'ne ait birimler (Birgili vd 1975' den değiştirilerek alınmıştır)

2.1.1. Ofiyolit (Üst Kretase)

Üst Kretase yaşlı ofiyolitler serpantin, spilit, radyolarit ve kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır, ve birim içerisinde bir granit sokulumu yer almaktadır (Birgili vd 1975).

2.1.2. Malıboğazi Formasyonu (Üst Kretase)

Malıboğazi formasyonu Maestrihtiyen yaşlıdır ve ofiyolitler üzerine uyumsuz bir şekilde yerleşmiştir. Formasyon üç ayrı birimden oluşmaktadır. En altta kumtaşı, silttaşı ve konglomera şeklinde izlenen fliş yapılı bir dizi. Bu dizi üzerine uyumlu gelen breşlerden ve kumtaşlarından oluşan dizi ve yine uyumlu resifal kumlu kireçtaşları yer almaktadır. Formasyonun kalınlığı 3000m kadardır (Birgili vd 1975).

2.1.3. Dizilitaşlar Formasyonu (Paleosen)

Dizilitaş formasyonu Malıboğazi Formasyonu üzerinde uyumlu bir şekilde bulunmaktadır. Formasyon konglomera, kumtaşı, silttaşı ve yer yer kireçtaşlarından oluşmaktadır. Formasyonun kalınlığı 1400m civarındadır. Formasyon tabanında granitik sokulum yer almaktadır.

Formasyon ilk kez Norman (1972) tarafından adlandırılmıştır. Birim çakıltaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşları ile temsil edilen türbiditlerden oluşmuştur. Çakıltaşları gri, orta-kalın tabakalıdır. Bazen kaba çakıllı, matriks destekli, kötü boylanmalı iken, bazen de küçük çakıllı, tane destekli orta boylanmalı olarak izlenmiştir. Kumtaşları yeşil, kahverengi, ince-orta tabakalıdır. Tabaka alt ve üst yapıları, derecelenme ve iz fosiller gözlenmiştir. Marnlar gri, kireçtaşları kirli beyaz, açık gri renklerde ve ince tabakalıdır.

2.1.4. Hacıhalil Formasyonu (Alt Eosen)

Alt Eosen yaşlı formasyon Paleosen istif üzerine uyumlu bir şekilde gelmektedir. Havza genelinde konglomera, kumtaşı, çamurtaşı şeklinde izlenmektedir. Formasyon kalınlığı 500m civarındadır. Formasyon Çorum civarında kiltası ve kumtaşı ara katkılı, kaim tabakalı polijenik konglomera şeklindedir (Yalçın, H. Karşı, Ş. 1998).

2.1.5. Yoncalı Formasyonu (Alt Eosen)

Alt Eosen yaşlı formasyon fliş özelliktedir. Kumtaşı, silttaşı, şeyl ve yer yer marnlardan oluşmaktadır. Çorum Dodurga civarında bol nürmulitli kumtaşı-kiltaşı-marn ardalanmasından oluşmaktadır (Yalçın, H. Karlı, Ş. 1998). Çok ince-orta tabakalı olan formasyon, Çorum Barajı çevresinde volkanik ara katkılı, tortul ve volkano-tortullardan oluşmaktadır. Bayat formasyonuna dereceli olarak geçmektedir.

2.1.6. Narlı Volkanikleri (Alt Eosen)

Alt Eosen yaşlı formasyon andezitik-bazaltik lav ve proklastiklerden oluşmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda bu formasyona dasit, riyodasit, bazalt volkanik breş ve aglomeraları olarak Osmancık Baltacı Mehmet Paşa'da rastlanmaktadır. İhsan Ketin'in yapmış olduğu çalışmalar neticesinde formasyonun yaşı Lütésiyen olarak belirlenmiştir.

2.1.7. Bayat Formasyonu (Orta Eosen)

Formasyon kumtaşı, şeyl ve volkanik ara katkılıdır. Yaklaşık kalınlığı 750m kadardır. Volkanik lav akıntıları içeren tortul, volkano-tortul kayalardan oluşmaktadır. İçerisindeki volkanikler andezit, bazalt, tüfit, aglomera ve breşlerdir. Tortullar ise kumtaşı, şeyl ve çakıltaşlarıdır. Formasyon üzerine açılı bir uyumsuzlukla Karakaya Formasyonu gelmektedir.

2.1.8. Karakaya Formasyonu (Orta Eosen)

Karakaya formasyonu konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kömürlü seviyelerden oluşmaktadır. İstifin kalınlığı 1700m civarındadır.

2.1.9. Osmankahya Formasyonu (Orta Eosen)

Orta Eosen' in bir diğer üyesi olan Osmankahya Formasyonu kırmızı renkli konglomera, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. İstifin kalınlığı 300m civarındadır.

2.1.10. Kocaçay Formasyonu (Orta Eosen)

Orta Eosen' in son üyesi olan Kocaçay Formasyonu kumlu kireçtaşlarından oluşmaktadır. İstif kalınlığı 500m kadardır.

2.1.11. İncik Formasyonu (Üst Eosen-Alt Miyosen)

Üst Eosen ile Alt Miyosen arasında oluşmuş olan İncik Formasyonu şarabi renkli konglonmera, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. İstif kalınlığı ise 3000m kadardır.

Genellikle kırmızı renkli, yer yer bej ve yeşilimsi boz renkli kireçtaşı ve Üst Kretase - Eosen yaş aralığını kapsayan fosilli kireçtaşı blokları içeren kumtaşı, silttaşı, kiltası, anhidrit - jips ardalanmasından oluşur (Doğan vd. 1998).

2.1.12. Bayındır Formasyonu (Oligosen)

Bayındır Formasyonu ilk olarak Birgili vd. (1975) tarafından adlandırılmış ve yaşının Oligosen olduğu belirtilmiştir. Süleymanlı köyü- Çankırı arasındaki lokasyonlardan elde edilen memeli fosillerine göre ise yaşının Geç Miyosen olduğu belirtilmiştir (Karadenizli vd. 2004).

Altındaki İncik Formasyonu üzerine tedrici geçişli konkordan olarak oturur. Üstünü havza ortasında konkorda, havza kenarında ise diskordan olarak Üst Miyosen yaştaki Kızılırmak Formasyonu örter.

2.1.13. Kızılırmak Formasyonu (Üst Miyosen)

Genellikle kırmızı renkli çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. Formasyonun kalınlığı 600m kadardır. Üst seviyelerde çamurtaşları içinde ince kırıntılar halinde jipsler bulunmaktadır. İstifin tabanındaki çakıltaşları gri-kırmızı renklidir. Taneler ofiyolitler ve metamorfitletler ile az miktarda kireçtaşlarından türemiştir. Kötü boylanmalıdır. Formasyonun üst kısımlarına doğru tane boyu incelmekte ve kırmızı renkli kumtaşları ile çamurtaşlarına geçilmektedir. Çamurtaşlarında yer yer jips kırıntıları görülmektedir. Çamurtaşları ince-orta-kalın tabakalıdır.

Birim Ankara Kesikköprü civarında genellikle bej, grimsi bej, yeşilimsi boz, boz renklerde izlenmektedir. Gevşek dokulu yamaç molozu ve akarsu tortul özelliği taşımaktadır. Çakıl, kum ve çamur depolarından oluşmaktadır (Doğan vd. 1998).

Kızılırmak Formasyonu'nun yaşı bazı çalışmalarda Pliyosen-Kuvaterner olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmada yaş Birgili vd. (1975) verilerine göre kabul edilmiştir.

2.1.14. Bozkır Formasyonu (Üst Miyosen)

Evaporitik ve evaporitik olmayan Pliyosen tortulları mevsimsel değişimlerin etkin olduğu palustrin koşulların gözleendiği evaporitik göllerde depolanmıştır (Varol vd 2002). Fasiyesi sülfatlar, karbonatlar ve silisliklastikler oluşturmaktadır. Pliyosen evaporitlerinin gözleendiği birim Bozkır Formasyonudur.

Bozkır Formasyonu, Masif tabakalı jips, anhidrit, jips arenit, bireysel jips kristalleri, kalın kıltaşı, dolomit ve oolidli kireçtaşlarından oluşmaktadır (Varol vd 2002). Birimin kalınlığı 700m yi bulmaktadır. Üst Miyosen yaşında olduğu düşünölen birimin yaşı, son çalışmalarda en alt sınırında saptanan memeli fosillerine dayanılarak Pliyosen olarak değiştirilmiştir (Karadenizli vd 2004).

2.1.15. Değim Formasyonu (Pliyosen)

Formasyonun yaşı Pliyosendir. Formasyon kırmızı renkli konglomera ve kumtaşlarından oluşmaktadır.

2.2. Bölgesel Tektonizma ve Magmatizma

Çankırı-Çorum havzası Geç Paleosen-Erken Eosen döneminde Neo-Tetis okyanusunun kapanması ile başlayan kıtalararası sıkışma rejiminin kontrolü altında gelişen bir havzadır (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992, 1994). Daha sonra Miyosen'den itibaren kıtalararası sıkışma yerini, olasılıkla orojenik çökme nedeni ile genişlemeli tektonik rejime bırakmıştır (Seyitoğlu ve diğerleri, 1997, 2000). Çalışma konusunu teşkil eden Erken-Orta Miyosen tortulları da bu görüşü destekler konumdadır. Gerek fasiyesler gerekse istifin yukarı doğru incilmesi ve sinsedimanter tektonik yapılar (Savaşçı ve Seyitoğlu, hazırlanmakta) bunların kanıtıdır.

Büyük Çankırı-Çorum havzasının batı kenarını oluşturan bu bölgede Miyosen'den itibaren yaklaşık KB-GD istikametinde normal faylar ile bölünen paleo yükselteler yer alır. Paleoyükselteleri oluşturan kara alanlarının kıyılarında göl kıyısı fasiyesler gelişmiştir. Bu kıyı fasiyesleri çok değişik ve miktarda olup aşağıda değinilen süreçlerin etkisi altında gelişmişlerdir. Bunlar; tektonizma, buna bağlı su seviye değişimleri, kaynak alanın cinsi, dalga-akıntı süreçleri vb. dir.

Tektonizmaya bağlı su seviyesi düşmelerinin ve kırıntılı getiriminin fazla olduğu zamanlarda fan-delta tortulları gelişmiştir ve değinilen bu fan-delta gelişimi istif

içerisinde birçok kez tekrarlanmıştır. Daha sonra dalga ve akıntı süreçleri ile oluşan bu tortullar işlenmekte ve kıyı boyu kum barlarını oluşturmaktadır.

Kaynak alandan kırıntılı getiriminin az olduğu ve fay sarplıklarının azaldığı zamanlarda da kıyılarda karbonat bankları oluşmuştur. Bu zamanda kıyılarda yaşanan süreçler, düşük ve yüksek enerji koşullarında oluşabilmekte ve buna bağlı farklı karbonat fasiyesleri gelişebilmektedir.

Zaman içerisinde su seviyesi yükselmekte ve mevcut paleoyükselti alanları sular altında kalabilmektedir. Bu olay Erken-Orta Miyosen boyunca tekrarlanmış ve bazı zamanlarda tüm havzada derin göl merkezi fasiyesleri hakim olmuştur. Erken-Orta Miyosen gölü yarı tropikal ve açık göl karakterinde olan ve çok geniş alanları kaplayan bir göldür. Gerek memeli fosilleri gerekse fasiyesler bu bulguları doğrular. Göl organik maddece zengin olup bazı kıyı alanlarında önemli kömür bantları oluşmuştur.

Genişleyen tektonik rejim Üst Miyosen'de devam etmiş, fakat iklimin değişmesi sonucu evaporitik göl ortamları gelişmiştir (Varol ve diğerleri, 2002).

Miyosen tortulları genişlemeli tektonik rejimde depolandıktan sonra Geç Pliyosen'de batı kenarı normal faylı, doğu kenarı bindirmeli tektonik kama ile parçalanmıştır (Seyitoğlu ve diğerleri, 2000). Bu kama Kuzey Anadolu Fayı ve onun bir kolu olan Kırıkkale - Erbaa fay zonu arasında oluşan NW SE yönlü sıkışmanın etkisi ile oluşmuştur (Seyitoğlu ve diğerleri, 2000). Bu tektonik aktivite sonucunda Miyosen tortulları deforme olmuş ve farklı bölgelere ayrılmış konumdadır. Koçyiğit ve diğerleri'nin (1995) ön gördüğü gibi kıtalararası sıkışmadan doğan bindirme sistemleri mevcut olmayıp, önceden genişlemeli tektonik rejim altında gelişen havza neotektonik aktivite sonucu oluşan bir tektonik kama ile parçalanmıştır. Ayrıca Kaymakçı'nın (2000) belirttiği gibi Erken-Orta Miyosen zaman aralığında farklı iki havza (Çankırı ve Hançili havzaları) gelişimi ve bunları ayıran sol yanal atım bileşenli normal faylarla sınırlı bir paleoyükseltinin varlığı söz konusu değildir. Çünkü önerilen paleoyükseltinin her iki tarafında da Kumartaş ve Hançili formasyonunun varlığı kanıtlanmıştır (Karadenizli, L. vd. 2003).

Bu çalışmada Kumartaş ve Hançili formasyonları İncik Formasyonu içerisinde değerlendirilmiştir.

Ercan, T. 1986 da yapmış olduğu çalışmada Eosen yaşlı volkanizmayı Yozgat ve Ankara volkanikleri olarak ele almıştır. Buna göre bölgesel volkanizma aşağıdaki gibidir

Yozgat Volkanikleri: Volkanizma genellikle Lütésiyen yaşta olup, bazaltik ve andezitik lav, aglomera, tuf ve tufitlerden oluşmuştur. Tabakalı, kırıklı-kıvrımlı bir yapıda olan volkanizma yer yer de eşyaşlı çökel kayalarla ardalanmalıdır. Hiperstenli, olivinli, ojitli ve amigdaloid bazalt, piroksenli andezit en belirgin lav türleri olup, volkanizma tipik bir denizaltı volkanizmasıdır (Ketin, 1955). Volkanik kayalarda petrokimyasal bir çalışma henüz yapılmamıştır. Ancak, Berent (1981) Yozgat kuzeyindeki olivinli ve ojitli bazaltlarda salt iki radyometrik yaş belirlemesi yapmış ve 44 ± 6 my ile 43 ± 8 my (Lütésiyen) yaşta olduklarını saptamıştır.

Şengör ve Yılmaz (1981), Yozgat volkanitlerinin, İç Toros okyanusunun, volkanizmanın geliştiği kesimin altına doğru dalıp batmasıyla oluşmuş bir yay volkanizması olduğunu, Ulukışla bölgesindeki Paleosen volkanizmasının da, aynı olayın ilk belirteçleri olabileceğini öne sürerler. İç Toros okyanusunun tümüyle kapanmasıyla bu volkanizma olgun evreye ulaşmadan sona ermiştir.

Ankara Volkanikleri: Ankara yakınlarında Eosen volkanizması, Bâlâ ilçe merkezi kuzeyinde Deliler köyü çevresinde ilk kez Çalgın ve diğerleri (1973) tarafından gözlenmiş ve Alt Eosen yaşlı dasitik türde bir volkanizma olduğu belirtilmiştir. Akyürek ve diğerleri (1984), bu volkanitleri «Deliler volkaniti» olarak adlamış, andezit ve dasit türde olup, gri-mavimsi renkte ve çoğun ayrışmış halde gözlendiğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca lavların Üst Kretase-Tersiyer süresince dolan Ankara havzasının karasal şartlara geçtiği dönemlerde gelişen volkanizma sonucu oluştuğunu bildirmişlerdir. Bu durumda Deliler volkanitinin, Orta Anadolu'daki eşyaşlı diğer volkanitlerin aksine denizel değil, karasal ortamda oluşmuş olduğu belirlenmekte ve Miyosende etkin olan, yaygın Ankara volkanitlerinin öncüsü olduğu ortaya çıkmaktadır. Esasen, Ankara kuzeyinde daha başka Eosen volkanitleri de son yapılan çalışmalarla belirginleşmiştir. Örneğin Ankara kuzeyindeki Eosen volkanizmasının kalkalkalen nitelikte ve bazaltik andezit, andezit, dasit, riyolit türde lavlarla, tuf ve aglomeralardan oluştuğunu, bunların bir aktif kıta kenarında meydana gelebileceklerini belirtmiş ve K/Ar yöntemi ile yaptığı radyometrik bir yaş belirlemesinde 42.0 ± 1.6 milyon yıllık (Orta Eosen) bir değer elde etmiştir (Ach, 1982).

2.3. İnceleme Alanının Jeolojisi

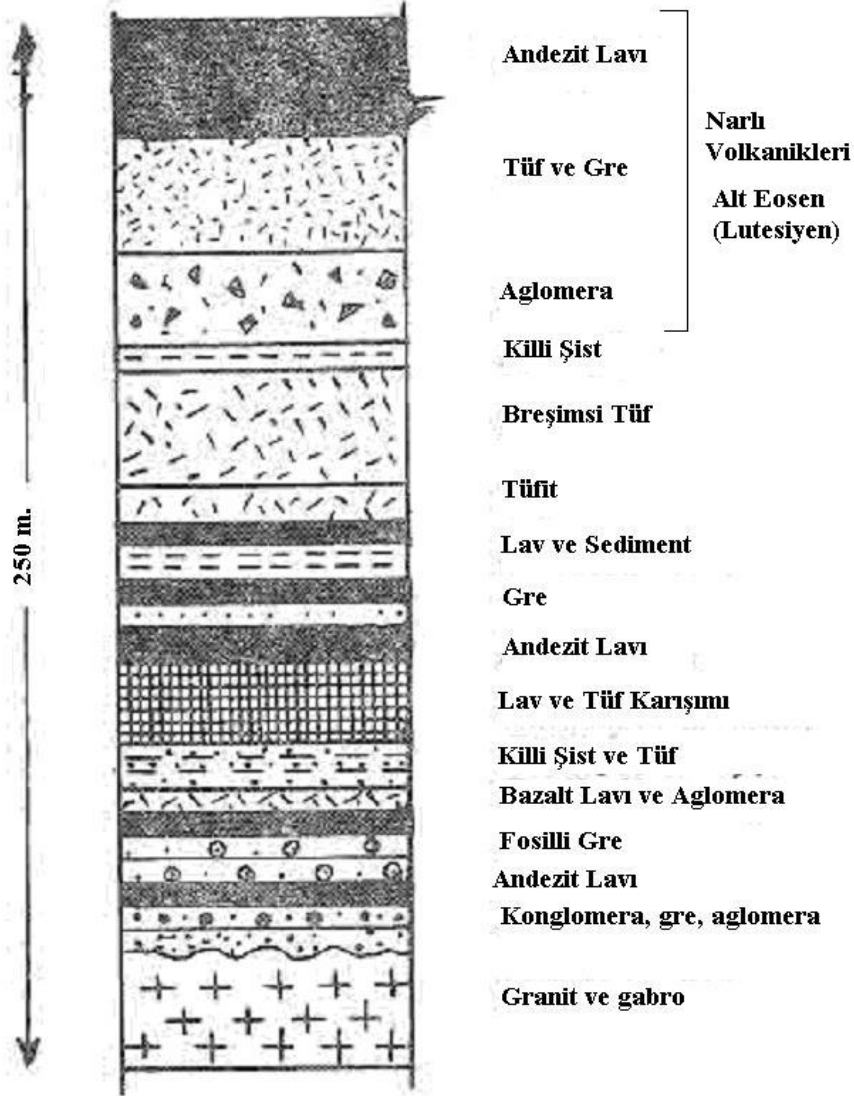
Çalışma sahasının içinde yer aldığı Osmancık çevresinde volkanik birimler (Şekil 2.2) andezit, dasit ve bazalt karakterlidir. Fakat çalışma alanımızda ana volkanik kayalar bulunmamaktadır. Bu sebeple volkanik breş ve aglomeralardan elde ettiğimiz sonuçlar literatür ile karşılaştırılmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Aglomera ve breşler üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde çalışma sahasındaki ana volkanik kayaç dasit olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte literatürde belirtilen bazalt oluşumuna da rastlanmıştır. Çalışma sahasında epitermal bir oluşumu destekleyen genel jeolojik bir kayaç birliği hakimdir. Çalışma sahasının ana kayaç birimlerini; volkanik breş ve aglomeralar ile volkanik tüfler oluşturmaktadır. Yaygın silişleşme ve arjilik alterasyon izlenmektedir. Aşağıda birimlerin alttan üste doğru genel jeolojik yapıları kısaca açıklanmıştır.



Şekil 2.2: Çalışma alanı çevresinde hakim dasit/andezit karakterli volkaniklerin genel görünümü

İhsan Ketin'in 1960 ta yapmış olduğu çalışmada Eosen esnasındaki volkanik faliyete bakılacak olursa Şekil 2.3'deki gibi bir istif çalışma sahası ve civarı için geçerli bir kesit olarak bazı değişikliklerle ele alınabilir. Bu kesit incelendiğinde andezit, spilit

lavları, tuf ve volkanik breşler, fosilli Lutesien tabakaları ile birlikte tortulaşmış ve daha sonra birlikte deforma olmuşlardır (Ketin, 1960).



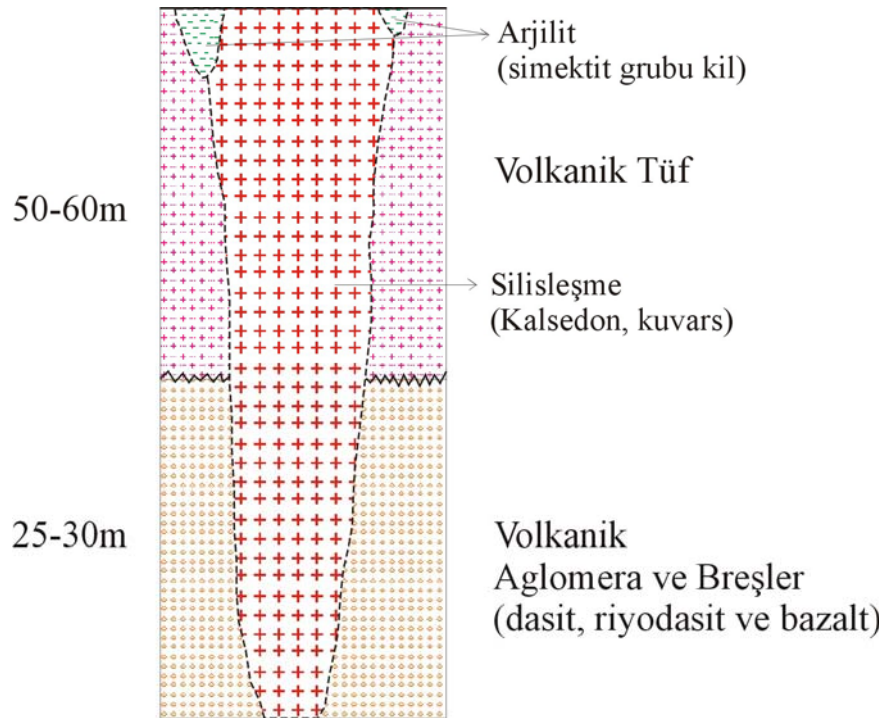
Şekil 2.3: Ketin, 1960'dan değiştirilerek hazırlanmış çalışma sahasını da karakterize eden jeolojik kesit

Tabanda, diorit bileşiminde kristalin taşlar aflore eder ve bunların üzerinde:
8-10m kalınlıkta ince taneli konglomera, gremsi kalker ve şistler (Nümmulitli)
6-7 m kalınlıkta amigdaloid bazalt parçalarından oluşmuş aglomera ve tuf
3,5 m kalınlıkta andezit lav ve tüfleri
3 m Nümmulitli gre ve tuf
5-6 m kalınlıkta Lutesien Nümmulitlerini içeren tuf

- 5 m kalınlıkta amigdaloid lav ve tüfler
- 6 m kalınlıkta ince zerrelı tuf ve kil
- 15-18 m kalınlıkta andezit lav ve tüfleri
- 8 m kalınlıkta kloritli andezit
- 5m kalınlıkta ince zerrelı tuf
- 4 m kalınlıkta andezit lavı
- 8-10 m tüfit
- 18-20 m kalınlıkta yeşil, breşimsi tuf
- 10 m kalınlıkta ince zerrelı sarı tuf
- 25-30 m kalınlıkta volkanik aglomeralar
- 50-60 m kalınlıkta ince zerrelı tuf
- 40-50m kalınlıkta koyu gri renkli andezit lavı

ye alır. Bu profil 250-270 m kadardır. Merzifon-Osmancık-Havza arasındaki volkanik fasiyesi Eosen serileri de hemen hemen aynı karakterde olup, Ankara-Samsun şosesi üzerinde, Çeltek Deresi boyunca devam ederler (Ketin, 1960).

Şekil 2.3' de verilmiş olan kesitten de hareketle çalışma sahasında yer alan birimleri ve yaklaşık kalınlıklarını veren Şekil 2.4' deki gibi bir kesit çıkartılmıştır.



Şekil 2.4: Çalışma sahasının jeolojik kesiti

2.3.1. Volkanik Breş ve Aglomeralar

Arazide en altta yer alan volkanik breşler ve aglomeralar birlikte izlenmektedir. Genel olarak dasit yumrularından ve parçalarından oluşmaktadır, yer yer bazaltik karakterli kayaç yumru ve parçaları da bulunmaktadır. Bağlayıcı malzeme olarak volkan külleri ve iri kristalli kayaç parçaları şeklindedir. Breşi ve aglomeraları oluşturan kayaç parçaları çakıl boyutundan blok boyutuna kadar değişim göstermektedir. Kötü boylanmalı, derecelenme göstermeyen ve kum ve kil boyutunda zayıf çimento malzemesi ile tutturulmuş olarak arazide izlenmektedir (Şekil 2.5 ve Şekil 2.6). Volkanik breş ve aglomeralar tüfler tarafından örtülmektedir (Şekil 2.7). Çalışma esnasında arazi içerisinde söz konusu breş, aglomera ve tüflerin oluşumundan sorumlu volkanik yerli kayaç bulunmadığı için aglomeralar ve breş parçalarından taze olanlar petrografik ve jeokimyasal araştırmalar için örneklenmiştir. Bölgede ve yakın çevresinde yapılmış olan daha önceki çalışmalar ile arazide yer alan aglomera parçalarının petrografik ve petrolojik verileri de örtüşmektedir.



Şekil 2.5: Ayvalı Mahallesi Karacağağaçdağı Deresi boyunca izlenen volkanik breşler. Blok ve çakıl boyutlu volkanik kayaç parçaları, kum ve kil boyutta zayıf, volkanik çimento malzemesi ile tutturulmuş



Şekil 2.6: Ayvalı Mahallesi Karacağağaçdağı Deresi boyunca izlenen volkanik breş bloğu



Şekil 2.7: Ayvalı Mahallesi ve Göçükbaşı Mahallesi arasında Karacağağaç Deresi içerisinde izlenen volkanik tüf volkanik breş sınırı

2.3.2. Volkanik Breş ve Aglomeraların Mineralojik İncelemeleri

2.3.2.1. Dasit

Dasit tonalitin yüzey karşılığıdır. Plajioklas oranı riyodasite göre fazladır. Kuvars miktarının azalmasıyla kuvarslı andezit ve andezitlere geçer. Dasitte SiO₂ oranı riolite oranla daha düşüktür (literatürde %68 SiO₂ oranının üstü riolit, altı ise dasittir). Kayacı oluşturan ana mineraller kuvars, alkali feldpat ve plajiokladır. Bununla birlikte biyotit, muskovit, hornblenler de ana mineral olarak izlenebilirler. Tali olarak sfen, rutil, apatit, zirkon, epidot, korund, granat, kordiyerit gibi minerallere rastlanabilir. Dasitlere kıta kabuğunda (S Tipi), ofiyolitlerle birlikte (M Tipi), kıta içi riftlerde (M Tipi) ve ada yaylarında (I Tipi) rastlanır.

Göynük mevkiinden alınan ve ince kesiti hazırlanan dasit numunesinin mikroskop incelemelerinde şu sonuçlar elde edilmiştir; Mikroskop görüntülerinde numunenin porfirik bir dokusu vardır. Bol miktarda kuvars, iri kristalli plajioklaslar ve amfibol fenokristalleri mevcuttur. Tüm bu iri kristaller ince taneli bir matriks içerisinde. Şekil 2.8 ve Şekil 2.9 de ince kesitin mikroskop görüntüleri verilmiştir.



Şekil 2.8: Göynük mevkiinden alınan dasit numunesinin polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol). Kesitte plajiyoklaz fenokristallerinin cam içeren ince taneli, kristalin bir matriks içinde yer aldığı görülmektedir.

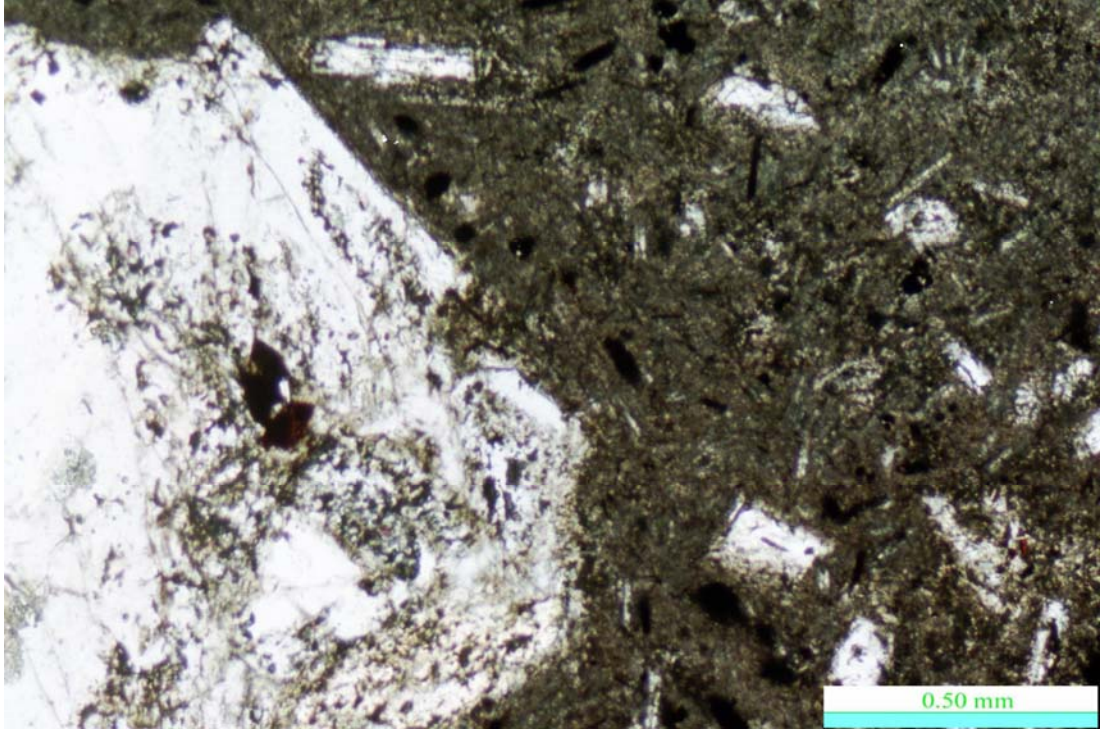


Şekil 2.9: Göynük mevkiî'nden alınan dasit numunesinin polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol). Özşekilli (kübik) opak mineraller pirit olabilir

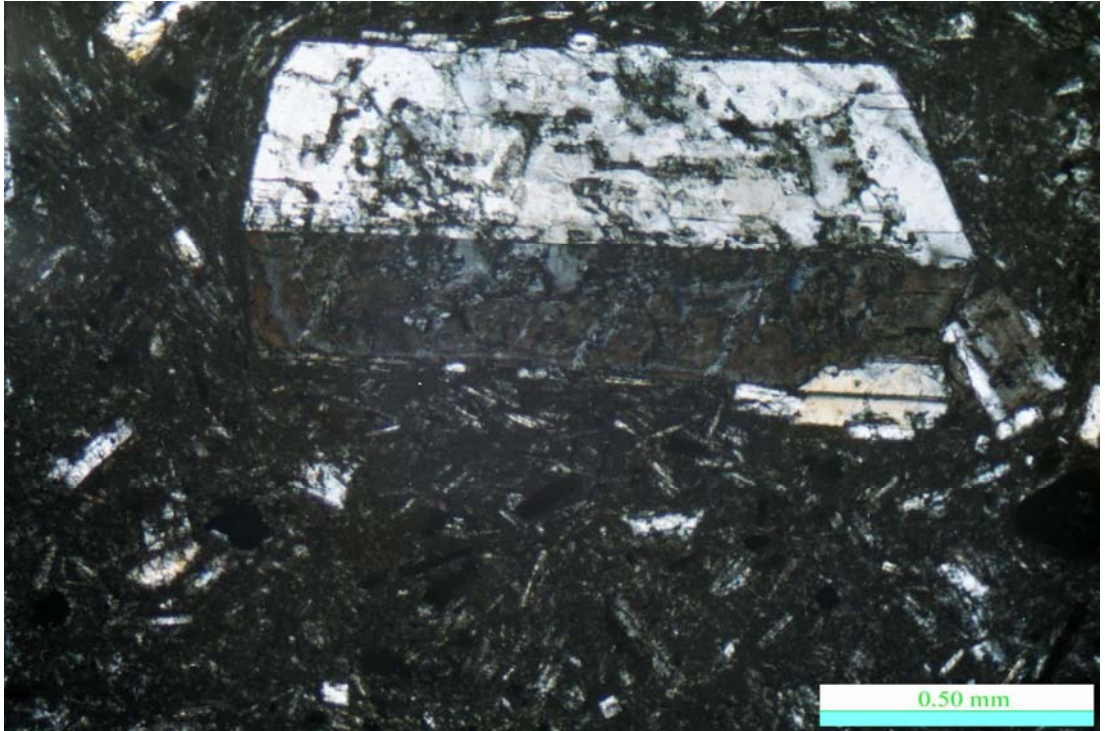
2.3.2.2. Riyodasit

Riyodasit'in dasit'ten farklı olarak alkali feldspat ve plajiolklas oranı neredeyse eşit miktarda olan kayadır. Kimyasal bileşim olarak dasit ve riyolit arasında yer alan kuvarsa zengin bir volkanik kayadır.

Göynük mevkiinden alınan ve ince kesiti hazırlanan riyodasit numunesinin mikroskop incelemelerinde şu sonuçlar elde edilmiştir; Mikroskop görüntülerinde kayacın dokusu porfiriktir. Bol miktarda kuvars, alkali feldspat fenokristalleri ile iri taneli plajiolklaslar yer almaktadır. Yine bu kristaller camsıdan ince taneliye değişen bir matriks içerisinde yer almaktadır. Opak mineral olarak pirit yer almaktadır. Şekil 2.10 ve Şekil 2.11 da ince kesitin mikroskop görüntüleri verilmiştir.



Şekil 2.10: Göynük mevki'nden alınan riyodasit numunesinin polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol). Camsıdan ince taneliye değişen matriks içerisinde alkali feldspat fenokristalleri yer almaktadır

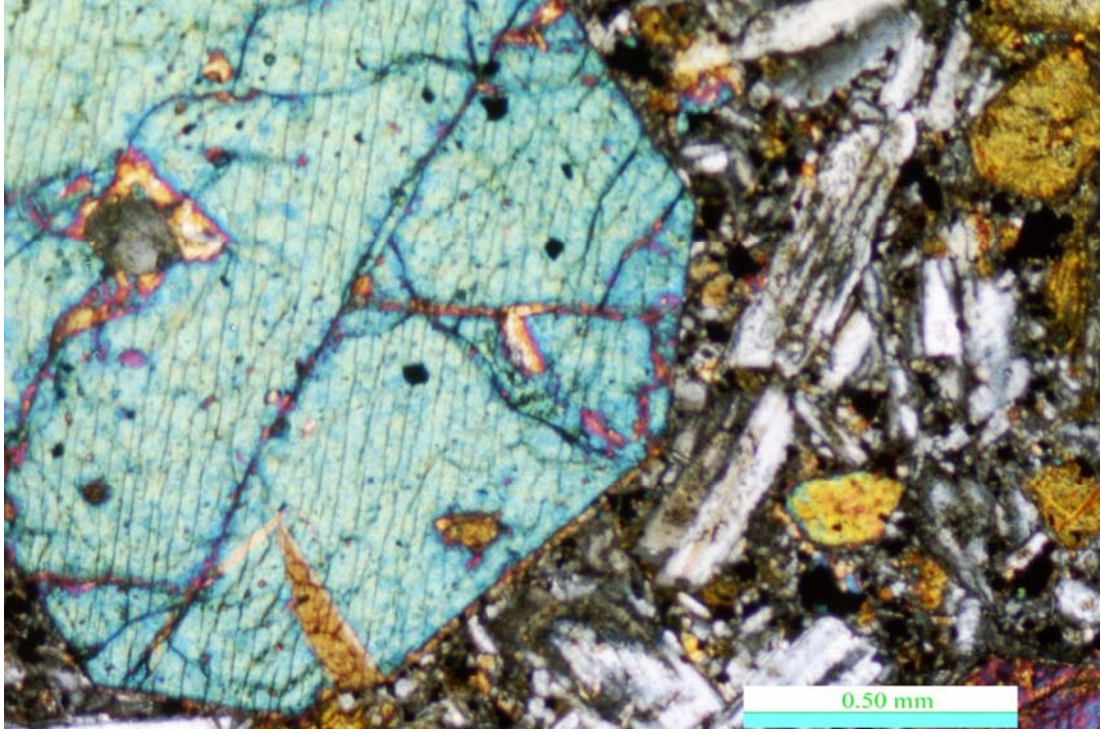


Şekil 2.11: Göynük mevki'nden alınan riyodasit numunesinde basit ikizlenme gösteren feldspat fenokristali (Çift nikol).

2.3.2.3. Bazalt

Mineralojik bileşimi gabro ve norit ile aynıdır; başlıca plajioklas + piroksen +/- olivinden oluşur. Aksesuar mineral olarak; magnetit, titanomagnetit, apatit, sfen bulunabilir. Plajioklaslar kalsiktir (labradorit-bitovnit). İki şekilde izlenirler; iri fenokristaller ve mikrolitler halinde. Fenokristaller genelde zonludur. Mikrolitler sodik, fenokristaller ise kalsiktir. Piroksen hem orto hem de klinopiroksenle temsil edilir. Genellikle iki tür klinopiroksen gözlenir. Ca bakımından zengin (ojit) ve kalsiyumca fakir (pijonit). Ojit genelde fenokristal ve mikrofenokristal halinde, pijonit ve seyrek gözlenen ortopiroksenler ise hamurda yer alırlar. Olivin genellikle alterasyona uğramış, özşekilli veya öz şekilsiz fenokristaller halinde bulunur. Magmanın SiO₂ içeriğine bağlı olarak, bazı tür bazaltlarda bu ana minerallerin yanında lösit, nefelin gibi feldispatoit mineralleri de gözlenebilmektedir. Bazı tür bazaltlarda az miktarda amfibol (bazaltik hornblend) ve biyotit'e de rastlanır. Bazaltlara okyanus ortası sırtlarda (okyanusal toleyit), riftlerde (kıta açılma alanları), ada yaylarında ve kıtasal bazalt platolarında rastlanır.

Ayvalı Mahallesi civarından alınan ve ince kesiti hazırlanan bazalt numunesinin mikroskop incelemelerinde şu sonuçlar elde edilmiştir; Mikroskop görüntülerinde volkanikten ziyade sıvı bir sokulum gibi izlenen bazik bir kayaç görünümü hakimdir. Bol miktarda piroksen ve plajioklas içermektedir. Alterasyona uğramış mineraller muhtemelen olivin olabilir. Şekil 2.12 da ince kesitin fotoğrafı yer almaktadır.



Şekil 2.12: Ayvalı Mahallesi'nden alınan bazalt numunesinin polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol). Kesitte öz şekilli proksen ve plajiyoklaz fenokristalleri ile altere olivin kristalleri ince taneli kristalin bir matriks içinde görülmektedir.

2.3.2. Volkanik Tüf

Arazide volkanik breş ve aglomeraların üzerinde yer alan volkanik tüfler genel olarak yeşilimsi kahve tonlarda yer yer tabakalı oluşumlar sergilemektedir. Tabaka eğimleri 7-8 derece doğuya, doğrultu ise Kuzey-Güney dir (KG, 8⁰ D) (Şekil 2.6). Tüflerin dayanımları çok düşüktür. Taneler volkanik küller, karbonatlı parçalardan oluşmakta olup kil, kum boyutlu ve gevşek bağlanmıştır (Şekil 2.13). Tane dağılımında derecelenme görülmektedir. Bağlayıcı malzeme ince camsı malzeme ve karbonat çimentodur.



Şekil 2.13: Ayvalı Mahallesi Sazak Dere mevkiinde yer alan, tabakalı yapı gösteren volkanik tüfler

2.3.3. Arjilit

Hidrotermal sıvıların neden olduğu alterasyona kil oluşumları şeklinde arazide sık rastlanmaktadır. Özellikle Hayrat Mahallesinde kil oluşumu büyük alanlar kaplamaktadır. Bununla birlikte arazinin kuzeybatı bölümlerinde aglomera silis kantağında yine ince bir zon şeklinde kil oluşumları mevcuttur. Killer genel olarak yeşil renkli izlenmektedir (Şekil 2.14 ve Şekil 2.15). Başoluk Pınarı civarında ise kil rengi beyaz olarak izlenmektedir.



Şekil 2.14: Çalışma sahasının kuzey batı kesimlerinde Kıran Derenin batı kollarında izlenen arjilik alterasyon ürünü kil oluşumu. XRD çalışmaları sonucu smektit grubu killeri olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 2.15: Hayrat mahallesi Başoluk Pınarı arasında Başoluk Pınarı'nın 200m güneybatısı'nda izlenen beyaz renkli kil oluşumları

Zengin 010 nolu numune üzerinde yapılan XRD deneyi sonucunda smektit grubu kil olduğu anlaşılmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde mineral bileşiminde çok miktarda kalsit, smektit (montmorillonit), az miktarda feldspat ve çok daha az miktarda opal-CT ve kuvars varlığı tespit edilmiştir (Tablo 2.1 ve Şekil 2.16).

Tablo 2.1: Başoluk Pınarı mevkiinden alınan Zengin 010 nolu numunenin XRD değerleri

```

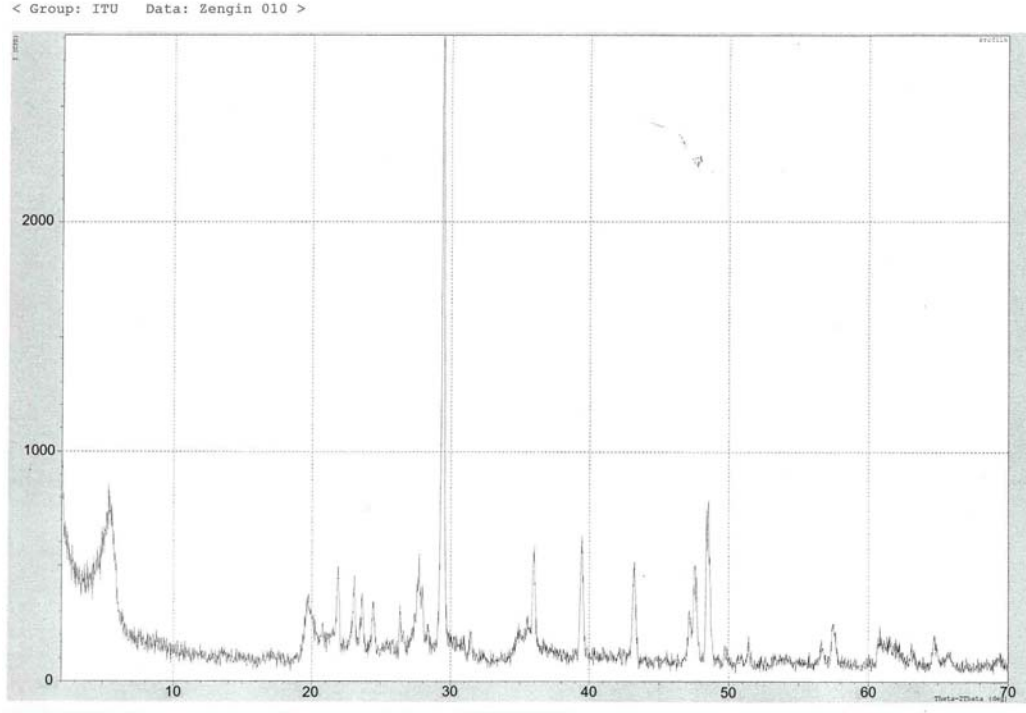
*** Basic Data Process ***

Group      : ITU
Data       : Zengin 010

# Strongest 3 peaks
no. peak   2Theta      d      I/I1    FWHM      Intensity  Integrated Int
no.        (deg)          (Å)    (deg)    (Counts)  (Counts)
1  16      29.4005      3.03552  100     0.20760    762      8631
2  25      48.4658      1.87674   26     0.28250    196      2841
3  21      39.4253      2.28370   18     0.23200    139      1797

# Peak Data List
peak       2Theta      d      I/I1    FWHM      Intensity  Integrated Int
no.        (deg)          (Å)    (deg)    (Counts)  (Counts)
1          4.6000      19.19426   4      0.38000    32       761
2          4.9600      17.80190   8      0.31420    64       836
3          5.4400      16.23218  15     0.82660   115      3637
4          5.9600      14.81706   4      0.14660    34       377
5          19.6800     4.50738   7      0.38400    56      1041
6          20.0400     4.42722   4      0.40000    28       842
7          21.8622     4.06215  10     0.21320    79      1069
8          23.0344     3.85802  10     0.18890    75       904
9          23.6014     3.76660   8      0.20290    58       672
10         24.4121     3.64332   7      0.18920    56       647
11         26.3528     3.37925   6      0.14020    47       493
12         27.4000     3.25243   4      0.36000    29       530
13         27.6783     3.22036  11     0.29670    86       923
14         27.9200     3.19303   8      0.21820    59       758
15         29.1000     3.06618   4      0.10000    34       265
16         29.4005     3.03552  100     0.20760    762      8631
17         31.4273     2.84422   4      0.20130    27       383
18         34.8600     2.57161   3      0.44000    23       741
19         35.5300     2.52463   5      0.26000    36       524
20         35.9647     2.49511  16     0.21200   120      1409
21         39.4253     2.28370  18     0.23200   139      1797
22         43.1881     2.09305  16     0.22110   123      1608
23         47.1690     1.92526   8      0.27530    58       843
24         47.5448     1.91092  17     0.21900   132      1615
25         48.4658     1.87674  26     0.28250   196      2841
26         49.7050     1.83281   3      0.13000    23       229
27         51.4108     1.77593   4      0.15170    30       301
28         56.6110     1.62451   3      0.24200    25       388
29         57.4421     1.60297   8      0.22240    59       770
30         60.7711     1.52289   5      0.33780    36       855
31         61.5400     1.50569   3      0.17340    24       521
32         64.7033     1.43951   6      0.23330    42       625

```



Şekil 2.16: Başoluk Pınarı mevkiinden alınan Zengin 010 nolu numunenin XRD paterni

Zengin 013 nolu numune üzerinde yapılan XRD deneyi sonucunda smektit grubu kil olduğu anlaşılmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde mineral bileşiminde çok miktarda smektit (montmorillonit), orta miktarda kalsit, az miktarda feldspat, kuvars ve çok daha az miktarda opal-CT varlığı tespit edilmiştir (Tablo 2.2 ve Şekil 2.17).

Tablo 2.2: (X: 47598 Y: 48075) Göynük mevkiî'nin 1,00km kadar kuzeybatı kesiminden alınan Zengin 013 nolu numunenin XRD değerleri

```

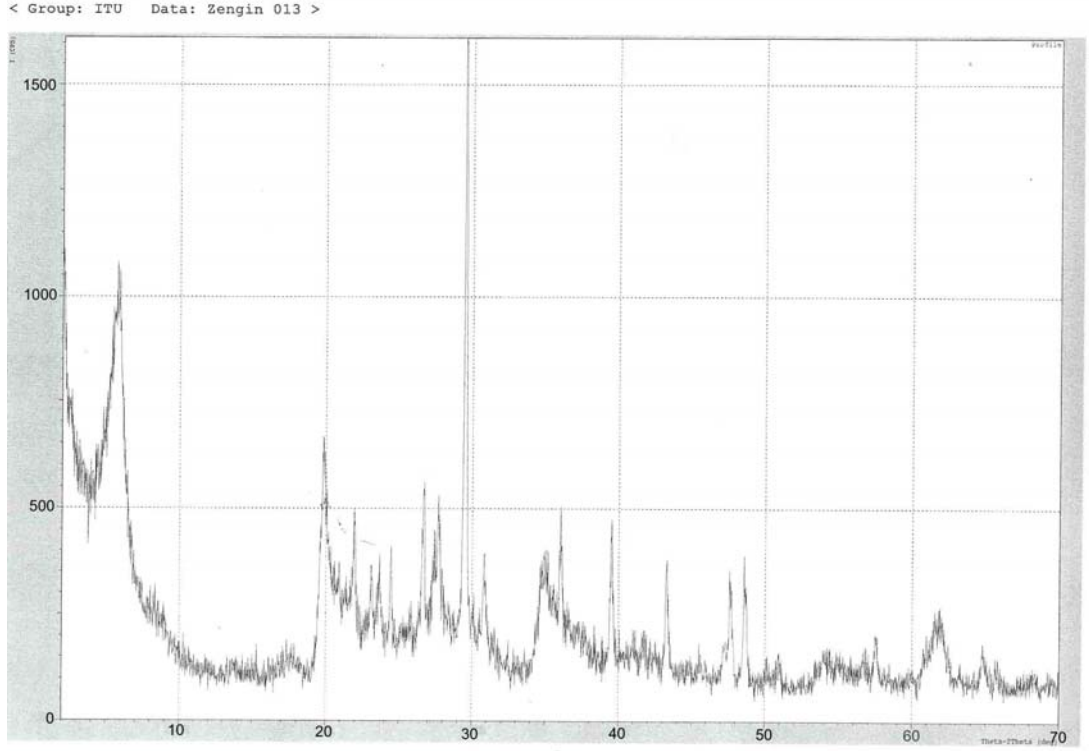
*** Basic Data Process ***

Group   : ITU
Data    : Zengin 013

# Strongest 3 peaks
no. peak  2Theta      d      I/I1  FWHM      Intensity  Integrated Int
   no.    (deg)      (Å)      I/I1  (deg)    (Counts)  (Counts)
  1  33    29.4710    3.02842  100    0.19440    402    4377
  2   8     5.8000   15.22544   37     0.00000    147     0
  3   7     5.5600   15.88211   32     0.00000    129     0

# Peak Data List
peak      2Theta      d      I/I1  FWHM      Intensity  Integrated Int
 no.      (deg)      (Å)      I/I1  (deg)    (Counts)  (Counts)
  1        3.9000    22.63767   3     0.09000     12        82
  2        4.0600    21.74590   3     0.15000     12       108
  3        4.3600    20.25027   7     0.20000     27       297
  4        4.7800    18.47186  10     0.32000     42     1288
  5        5.1400    17.17889  17     0.00000     70         0
  6        5.3800    16.41307  25     0.00000    102         0
  7        5.5600    15.88211  32     0.00000    129         0
  8        5.8000    15.22544  37     0.00000    147         0
  9        6.1200    14.43004  19     0.45340     76     2435
 10        6.4000    13.79934   9     0.20000     36       313
 11        6.6600    13.26120   3     0.25000     14       190
 12        8.3100    10.63144   3     0.14000     12       177
 13        8.9400     9.88361   3     0.08000     12       133
 14       19.5400    4.53936  12     0.18660     49       534
 15       19.8539    4.46829  32     0.53790    127     2936
 16       20.3000    4.37110  11     0.00000     45         0
 17       20.5600    4.31640   8     0.00000     34         0
 18       20.8800    4.25097   9     0.23200     37       687
 19       21.3100    4.16615   6     0.42000     24       613
 20       21.9302    4.04971  17     0.21460     70       793
 21       22.2523    3.99182   3     0.07260     12        63
 22       23.1128    3.84511  10     0.15710     40       389
 23       23.4400    3.79217   4     0.06000     17        59
 24       23.6475    3.75936   8     0.23500     34       387
 25       24.4379    3.63953  13     0.14960     51       405
 26       25.7971    3.45077   3     0.15430     14       159
 27       26.3000    3.38592   3     0.06000     14         64
 28       26.6469    3.34262  23     0.20810     94     1078
 29       27.1000    3.28775   3     0.10860     14       116
 30       27.3800    3.25476  11     0.25340     44       541
 31       27.6812    3.22003  17     0.22900     70       808
 32       27.9800    3.18632   6     0.09500     23       196
 33       29.4710    3.02842  100    0.19440    402     4377
 34       30.0350    2.97282   5     0.19000     19       257
 35       30.4960    2.92892   3     0.16800     14       134
 36       30.7978    2.90091  14     0.20440     57       604
 37       31.0400    2.87882   4     0.11200     16       144
 38       31.5166    2.83637   3     0.09330     13       161
 39       32.4450    2.75729   4     0.13000     15       148
 40       32.8166    2.72691   3     0.11330     13       148
 41       33.6033    2.66485   3     0.08670     12         62
 42       34.4200    2.60347   5     0.24000     19       255
 43       34.6600    2.58599  12     0.22000     48       805
 44       34.9000    2.56875  13     0.00000     53         0
 45       35.1200    2.55316  11     0.40000     46       908
 46       35.5600    2.52257   8     0.25720     33       498
 47       36.0507    2.48935  18     0.20140     73       805
 48       36.3750    2.46790   3     0.11000     12         64
 49       36.5950    2.45357   3     0.17000     14       158
 50       39.4940    2.27989  22     0.17460     90       929
 51       40.0593    2.24901   3     0.13470     12       137

```

Şekil 2.17: (X: 47598 Y: 48075) Göynük mevkiî'nin 1,00km kadar kuzeybatı kesiminden alınan Zengin 013 nolu numunenin XRD paterni

Zengin 015 nolu numune üzerinde yapılan XRD deneyi sonucunda smektit grubu kil olduğu anlaşılmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde mineral bileşiminde dolomit, kalsit, smektit, illit, kuvars, feldspat, opal-CT varlığı tespit edilmiştir (Tablo 2.3 ve Şekil 2.18).

Tablo 2.2: (X: 46790 Y: 48025) Göynük mevkiî'nin 1300 m kadar kuzeybatı kesiminden alınan Zengin 015 nolu numunenin XRD değerleri

```

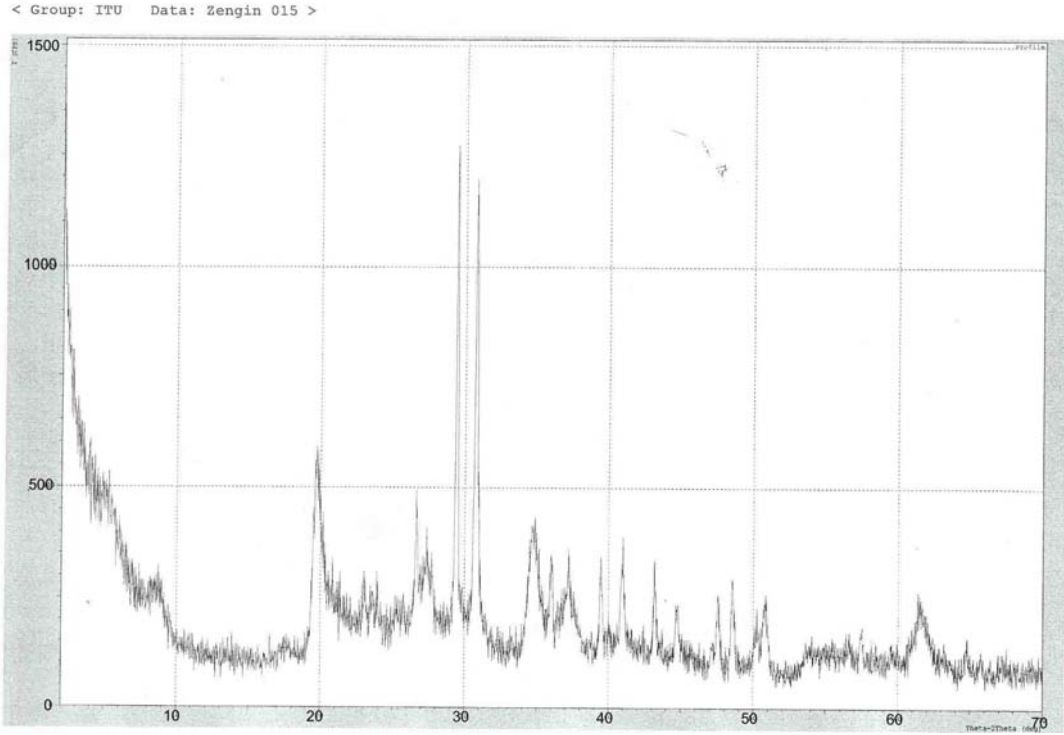
*** Basic Data Process ***

Group      : ITU
Data       : Zengin 015

# Strongest 3 peaks
no. peak   2Theta      d      I/I1   FWHM      Intensity  Integrated Int
              (deg)      (Å)      I/I1   (deg)      (Counts)  (Counts)
1      18      30.7410    2.90614  100    0.58200    156      4414
2      17      29.4037    3.03520   84    0.58750    131      3667
3       6      19.8100    4.47810   65    0.82000    102      5010

# Peak Data List
peak        2Theta      d      I/I1   FWHM      Intensity  Integrated Int
no.          (deg)      (Å)      I/I1   (deg)      (Counts)  (Counts)
1           5.3600    16.47427  10     0.82000    16        743
2           8.7100    10.14408  12     0.94000    19        910
3           9.3400     9.46121   4      0.04000     7         32
4           9.5100     9.29246   3      0.06000     5         45
5          17.5000     5.06365   4      0.36000     7         245
6          19.8100     4.47810  65     0.82000    102       5010
7          21.0000     4.22695  15     0.00000    24         0
8          21.3800     4.15267  13     0.00000    21         0
9          21.8400     4.06623   8      0.00000    13         0
10         22.0800     4.02258   7      0.40000    11        302
11         22.9800     3.86703  12     0.60000    19        590
12         23.6600     3.75740  12     0.76000    18        681
13         25.4950     3.49097   8      0.89000    12        498
14         26.6600     3.34101  28     0.64000    43       1329
15         27.4200     3.25011  26     0.74660    41       1566
16         28.5200     3.12720   5      0.40000     8        209
17         29.4037     3.03520  84     0.58750   131       3667
18         30.7410     2.90614 100     0.58200   156       4414
19         31.4800     2.83958   5      0.44000     8        236
20         34.7650     2.57842  46     0.89000    71       3115
21         35.9550     2.49576  21     0.81000    33       1315
22         37.1100     2.42069  24     1.02000    38       1932
23         39.4750     2.28094  17     0.57000    26        675
24         40.1300     2.24521   4      0.32000     7        123
25         40.9500     2.20212  24     0.58000    37       1157
26         43.2000     2.09250  16     0.56000    25        722
27         44.7633     2.02298  12     0.56670    19        583
28         47.4900     1.91300  15     0.58000    24        643
29         48.5500     1.87368  17     0.54000    27        705
30         50.0800     1.81996  10     0.36000    16        298
31         50.6900     1.79948  21     0.78000    32       1100
32         53.7200     1.70491   8      0.40000    13        371
33         54.0200     1.69615   8      0.00000    12         0
34         54.6200     1.67893   7      0.00000    11         0
35         55.0600     1.66655   6      0.00000    10         0
36         55.6000     1.65163   4      0.52000     7        346
37         56.5100     1.62718   8      0.58000    12        373
38         57.4200     1.60353   8      0.52000    12        366
39         59.6400     1.54904   5      0.60000     8        286
40         60.9800     1.51817  11     0.52000    17        467
41         61.5450     1.50558  23     1.03000    36       1603
42         63.1700     1.47070   6      0.62000     9        357
43         64.7300     1.43898   8      0.58000    12        332
44         65.6400     1.42121   4      0.52000     6        172
45         67.2300     1.39141   4      0.38000     6        145

```



Şekil 2.18: (X: 46790 Y: 48025) Göynük mevkiî'nin 1300 m kadar kuzeybatı kesiminden alınan Zengin 015 nolu numunenin XRD paterni

2.3.4. Silisleşme

Çalışma alanında hidrotermal aktiviteye bağlı olarak yoğun bir silis gelimi mevcuttur. Silisce zengin bu kayalar tüm çalışma sahasını örtmüş durumda, ve lokal olarak renk değişimleri göstermektedir. Silisleşme özellikle Göynük mevkiî, Şahnadamı mevkiî ve Hayrat Mahallesi arasında yoğunlaşmaktadır. Genel olarak krem renkli olarak izlenen silis zonlar içerisinde yumrular şeklinde mavi kalsedon oluşumları izlenmektedir (Şekil 2.19). Bununla birlikte süstaşı olarak değerlendirilebilmeleri zor olan beyaz kalsedon oluşumları da izlenmektedir (Şekil 2.20). Şahnadamı mevkiinde muhtemelen organik malzemelerin sebep olduğu siyah renkli opal oluşumları izlenmektedir (Şekil 2.21). Siyah renkli bu opaller yer yer beyaz kalsedon yumruları etrafında bir zon şeklinde izlenmektedir (Şekil 2.21 ve Şekil 2.22). Silisli oluşumun güney kesimlerinde ise renk daha koyu mavi izlenmektedir. Yine bu kesimlerde kayaların böbreğimsi görünümleri sebebi ile soğumanın bir boşluk veya fay zonunda yavaş bir şekilde gerçekleşmiş olduğu düşünülmektedir (Şekil 2.23). Soğumanın bu kesimlerde muhtemelen bir fay zonunda gerçekleşmiş olduğu düşüncesini destekleyen bir diğer yapı kalsit

damarlarıdır (Şekil 2.24). Sahanın kuzey batı ve güney kesimlerinde yoğun bir karbonatlaşma izlenmektedir. Karbonatlar içerisinde mavi kalsedon oluşumları izlenmektedir. Muhtemelen önce karbonat sinteri oluşmuş, daha sonraki bir hidrotermal fazda karbonat sinteri içindeki gözenek ve boşluklar silisçe doldurulmuştur (Şekil 2.25 ve Şekil 2.26).

Arazide yapılan makroskopik çalışmalarda silisli kayaçalarda açık boşlukta oluştuklarını destekler kolloform yapılar, breş yapıları gözlenmektedir. Kalsedon oluşumu dışında kalan silisli zonların mikroskop görüntülerinde ise kuvars fenokristalleri ve kalsitler izlenmektedir. Bazı kısımlar tamamen karbonatlı izlenmektedir, karbonatlar mikritik yapıdadır.



Şekil 2.19: Göynük Mevkiinin 500m kadar kuzeybatısında silisli zon içerisinde oluşmuş mavi kalsedon



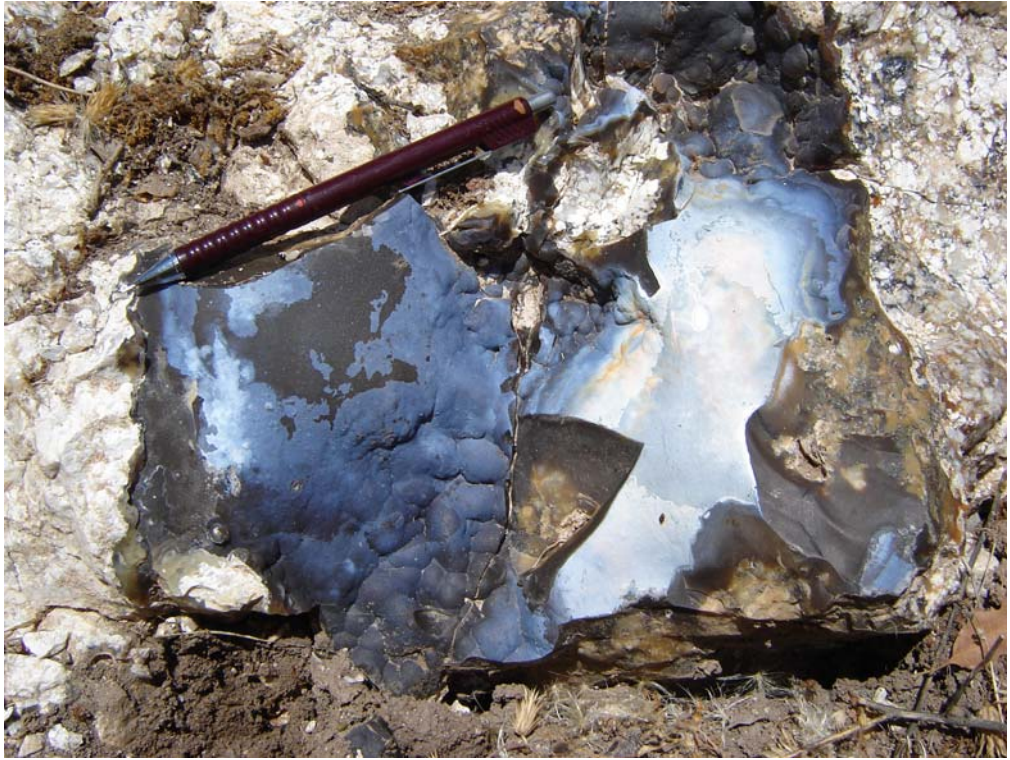
Şekil 2.20: Göynük Mevkiinin 500m kadar kuzeybatısında silisli zon içerisinde oluşmuş beyaz kalsedon



Şekil 2.21: Şahnadamı Mevkiinde izlenen siyah opal oluşumunun genel görünümü



Şekil 2.22: Şahnadamı mevkiindeki siyah opaller içerisinde oluşmuş beyaz kalsedonlar



Şekil 2.23: Hayrat Mahallesi güneyinde izlenen, böbreğimsi bir yapı göstermesi sebebiyle muhtemelen bir fay boşluğunda oluşmuş olduğu düşünülen mavi kalsedon



Şekil 2.24: Hayrat Mahallesi güneyinde izlenen muhtemelen bir fay boşluğunda oluşmuş mavi kalsedon breş ve yumruları içeren karbonat damarı



Şekil 2.25: Hayrat Mahallesi güneyinde izlenen masif görümlü karbonatça çevrelenmiş gri-beyaz kalsedon oluşumu



Şekil 2.26: Hayrat Mahallesi güneyinde izlenen muhtemelen bir fay boşluğunda oluşmuş beyaz, siyah ve mavi kalsedon breş ve yumruları içeren iki boyutlu karbonat kütlesi

2.4. Yapısal Jeoloji

Tabaka ve kıvrım istikametleri; Ölçülebilen bütün tabaka doğrultularını genellikle KD-GB veya KB-GD olarak tespit etmiştir. Eğimleri ise 10-60 derece arasındadır. Çorum ili kuzeydoğusundaki mostralarda ölçülebilen transversal çatlakların doğrultuları KD-GB eğimleri 30-45 derece KB ya boyuna çatlakların doğrultuları ise KB-GD olup eğimleri 40-70 derece GB ya doğrudur. Genellikle bütün çatlak doğrultularını birbirine paralel tespit etmiştir (Akarsu, 1958).

Fay ve şariyajlar; Paleozoik, Üst Kretase ve Eosen, formasyonları birçok defalar orojenik deformasyonlara maruz kalmış olmalıdırlar. Bu sebeple bazı kısımları fazla kıvrılmış ve kaymışlardır. Çorum'un doğusundaki ve batısındaki faylar KD-GB istikametinde kuzey ve kuzeybatısındakiler KB-GD istikametinde uzanmaktadır, Sungurlu kaza merkezinin kuzeyinde de her iki istikamette uzanabilen faylar tesbit edilebilmiştir. Bölgenin orta kısmında Üst Kretase formasyonu Lütésien üzerine itilmiş, sariye olmuş vaziyettedir (Akarsu, 1958).

Kızılıрмаğa paralel olan (KD-GB istikametinde uzanan) uzun bir şariyaj hattı tesbit edilebilmiştir. Bu şariyaj hattı boyunca Lütésien flişi radiolaritli ve serpantinli Üst

Kretase formasyonu altına dalmaktadır. İtilme güneydoğudan kuzeydoğuya doğrudur. Sürüklenme mesafesi ölçülemediği. Herhalde uzun mesafeler katılmemiş olmalıdır, Lütesiyen üzerinde birkaç yerde Üst Kretase formasyonuna ait güneydoğu istikametten sürüklenip gelen bloklar görülür (Akarsu, 1958).

Orojenez safhaları; Bölgedeki Paleozoik yaşındaki formasyonun Alp öncesi tektonik hareketlerden müteessir olduğu müşahade edilmiştir. Üst Kretase esnasında bölgede şiddetli bir orojenez safhası hüküm sürmüştür. Bu bölgede Eosenle beraber Alpin hareketleri de başlamıştır, Oligosen sonlarına doğru yan basınçların azalması daha ziyade epirojenik hareketlerin hâkim olduğu kanaatine varılmıştır. Böylece yeni faylar teşekkül edebilmiş, mevcut faylar ise daha derinlere inebilmişlerdir. Son zamanlarda şiddetli tektonik hareketler sükûnet bulmuşsa da, yükselmenin devam ettiği, yakın çevrede meydana gelen depremler ve bu hareketlerin sebep olduğu genç fayların teşekkülü, bazı sıcak su kaynaklarının oluşu bir taraftan akarsuların kazıp oyma hareketleriyle meydana getirdikleri yeni taraçalar tektonik hareketlerin tamamen ortadan kalkmadığını — çok yavaş da olsa — devam ettiğini göstermektedirler (Akarsu, 1958).

Arazi çalışmalarında yapılan gözlemlerde Karatepe eteklerinden geçen doğu-batı yönelimli doğrultu atımlı bir fay kırığı olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte Şahnadamı – Hayrat Mahallesi arasında kaynak sularının yönelimi boyunca kuzeydoğu-güneybatı yönelimli ikinci bir fay kırığının olduğu düşünülmektedir. Hidrotermal sıvılar bu kırıklar boyunca yüzeye ulaşmışlardır. Arazide görülen kalsit damarları, silislerin böbrek ve salkım şeklinde oluşumları bu düşünceyi desteklemektedir. Olası fay kırıkları EKA'da harita üzerine işlenmiştir.

3. JEOKİMYA

Yapılan arazi çalışmaları ve önceki çalışmalar ışığı altında sahada Eosen yaşlı volkanik kayalar izlenmektedir. Özellikle epitermal oluşumlarda volkanik kayalarda izlenen hidrotermal alterasyonlar Au, Ag gibi kıymetli metal oluşumlarını işaret edebilirler. Kıymetli metallerin zenginleşmesi ve alterasyonun nitelikleri yan kayaların (volkanik kayaların) kimyasal özellikleri ve bunun yanı sıra hidrotermal çözeltilerin niteliğine bağlıdır. Hidrotermal çözeltilerin volkanik kayalar içerisinde dolaşımı esnasında kayaç bünyesindeki birçok element yanında Au ve Ag gibi metalleri de aldığı ve uygun ortamlarda çökelttiği bilinmektedir. Bu yüzden özellikle alterasyonun yaygın olarak görüldüğü volkanik kayaların kaynak kayaç olup olmayacaklarının anlaşılması için jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla çalışma sahasından sistematik olarak numuneler alınmıştır, bu numunelerin yapılan çalışmalar sonucu isimlendirilmeleri ve koordinatları Tablo 3.1 deki gibidir. Bu numuneler üzerinde kayaların kimyasal bileşimini ortaya koyabilmek için Kanada ACME laboratuvarlarında bütün kayaç analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 3.2, Tablo 3.3 ve Tablo 3.4 de ayrıntılı olarak verilmiştir.

3.1. Volkaniklerin Jeokimyasal İncelemeleri

Sahada izlenen aglomeralar ve breşler volkanik birimler olarak kabul edilmiştir. Arazinin içerisinde yer alan volkanik birimler genel olarak dasit ve bazalt karakterdedir. Bu sonuçlar bölgede ve yakın çevresinde yapılmış daha önceki çalışmalar ile örtüşmektedir. Bu çalışmalara aşağıda kısaca değinilmiştir.

Tablo 3.1: Çalışma sahasından alınan numunelerin isimlendirilmesi ve koordinatları

Numune No	Mineral/Kayaç	Koordinatlar	
		X	Y
001	Kuvars	49709	47723
002	Kuvars	49721	47431
003	Bazalt	47216	47042
004	Kuvars	49643	47147
005	Kuvars	49055	46850
006	Kuvars	49071	46453
007	Kuvars	49174	46468
008	Kuvars	49556	46834
009	Kuvars	49124	47492
010	Kil (Smektit Grubu)	49556	46834
011	Riyodasit	48401	47582
012	Dasit	48563	47318
013	Kil	47300	48075
014	Kuvars	47041	48033
015	Kil	46790	48025
<i>Kalsedon 001</i>	Mavi Kalsedon	49503	46762
<i>Kalsedon 002</i>	Mavi Kalsedon	49105	46512
<i>Kalsedon 003</i>	Mavi Kalsedon	49077	46470

Tablo 3.2: Çalışma sahasından alınan numunelerin major element oksitleri dağılımı

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	LOI	TOT/C	TOT/S	SUM
Numune No	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>Kuvars 001</i>	97,56	0,07	0,04	0,04	0,49	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,001	1,7	0,18	0,03	99,83
<i>Kuvars 002</i>	94,27	0,18	0,06	0,06	0,4	0,01	0,05	0,01	0,01	0,5	0,001	4,3	0,18	0,01	99,84
<i>Bazalt 003</i>	49,09	15,5	9,51	6,09	10,11	2,4	2,28	0,94	0,4	0,14	0,015	3,3	0,05	0,01	99,79
<i>Kuvars 004</i>	97,88	0,03	0,04	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,001	2,1	0,05	0,01	100,1
<i>Kuvars 005</i>	94,66	0,09	0,04	0,04	0,14	0,01	0,04	0,01	0,01	0,07	0,001	5	0,09	0,01	100,1
<i>Kuvars 006</i>	97,97	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,001	1,9	0,01	0,01	99,92
<i>Kuvars 007</i>	69,82	0,28	0,17	6,09	9,06	0,02	0,04	0,01	0,01	0,26	0,002	14,1	3,84	0,01	99,86
<i>Kuvars 008</i>	82,42	0,08	0,07	0,1	8,81	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,001	8,4	2,07	0,01	99,93
<i>Kuvars 009</i>	83,3	0,15	0,62	2,17	5,62	0,04	0,04	0,01	0,01	0,05	0,003	7,9	1,94	0,01	99,9
<i>Kil 010</i>	37,92	12,15	3,19	1,8	16,01	1,83	1,06	0,53	0,17	0,06	0,009	25,1	3,38	0,01	99,83
<i>Riyodasit 011</i>	61,16	16,52	4,49	2,15	5,79	3,58	1,78	0,73	0,25	0,09	0,009	3,2	0,09	0,01	99,76
<i>Dasit 012</i>	67,75	16,28	2,94	0,29	3,7	3,69	2,37	0,41	0,12	0,02	0,006	2,2	0,12	0,01	99,78
<i>Kuvars 014</i>	60,72	0,45	0,7	7,72	11,11	0,03	0,06	0,02	0,03	0,11	0,002	19,9	4,88	0,01	99,85
<i>Kalsedon 001</i>	42,86	0,31	0,17	11,57	17,16	0,05	0,04	0,01	0,02	0,25	0,002	27,5	7,48	0,01	99,94
<i>Kalsedon 002</i>	73,16	0,33	0,24	4,9	8,12	0,03	0,05	0,01	0,02	0,14	0,001	12,9	3,08	0,01	99,9
<i>Kalsedon 003</i>	96,14	0,33	0,08	0,1	0,43	0,04	0,06	0,02	0,02	0,12	0,001	2,7	0,17	0,01	100

Tablo 3.3: Çalışma sahasından alınan numunelerin eser element dağılımı

	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y
Numune No	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
<i>Kuvars 001</i>	31,6	1	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	1	3,5	0,1	0,1	1,4	7	0,4	2,3	0,1
<i>Kuvars 002</i>	489,3	1	3,3	0,1	8	0,5	0,5	1,3	1	50,1	0,1	0,1	0,3	34	0,7	2,2	0,1
<i>Bazalt 003</i>	452,9	1	31,2	0,7	16,9	2,1	3	42,6	1	755,2	0,2	2,2	0,7	289	0,7	62,5	20,1
<i>Kuvars 004</i>	8,3	1	0,7	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1,2	0,1	0,1	0,8	5	0,4	2,4	0,1
<i>Kuvars 005</i>	63,6	1	0,7	0,1	0,5	0,5	0,5	0,8	1	6,8	0,1	0,1	1,1	10	0,5	1,3	0,1
<i>Kuvars 006</i>	5,3	1	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1,2	0,1	0,1	0,1	6	0,9	0,9	0,1
<i>Kuvars 007</i>	201,4	1	4,1	0,1	0,9	0,5	0,5	1,8	1	313,7	1	0,4	0,7	23	0,9	3,7	1
<i>Kuvars 008</i>	16	1	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	17,13	0,1	0,1	0,3	5	0,4	0,9	0,3
<i>Kuvars 009</i>	33,2	1	2,7	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	122,3	0,1	0,1	0,5	47	0,7	5,4	0,1
<i>Kil 010</i>	402,3	1	10,7	2,1	13	3	7,9	30,4	1	575,5	0,7	7,7	1,6	104	8,3	111,1	15,6
<i>Riyodasit 011</i>	535,1	1	13,8	2	20,1	3,8	14,9	42,3	1	573,9	1,2	9,6	1,6	97	2,9	124,9	11,6
<i>Dasit 012</i>	543,3	1	5	2,3	16,9	3,1	7,4	75,9	1	431,9	0,7	8,1	2,1	34	1,2	113,8	7,8
<i>Kuvars 014</i>	93,1	1	2,7	0,1	0,7	0,5	0,5	2,3	1	502,8	0,1	0,3	0,4	25	0,4	4,3	2,5
<i>Kalsedon 001</i>	96,2	1	3,4	0,1	0,8	0,5	0,5	1,3	1	650,5	0,1	0,3	0,5	17	0,5	3	0,7
<i>Kalsedon 002</i>	93	1	2,8	0,1	0,7	0,5	0,5	1,7	1	243,8	0,1	0,1	0,4	14	0,4	3,4	0,6
<i>Kalsedon 003</i>	162,6	1	1,7	0,2	0,7	0,5	0,5	1,6	1	20,8	0,1	0,1	1,6	17	0,2	2,9	0,6

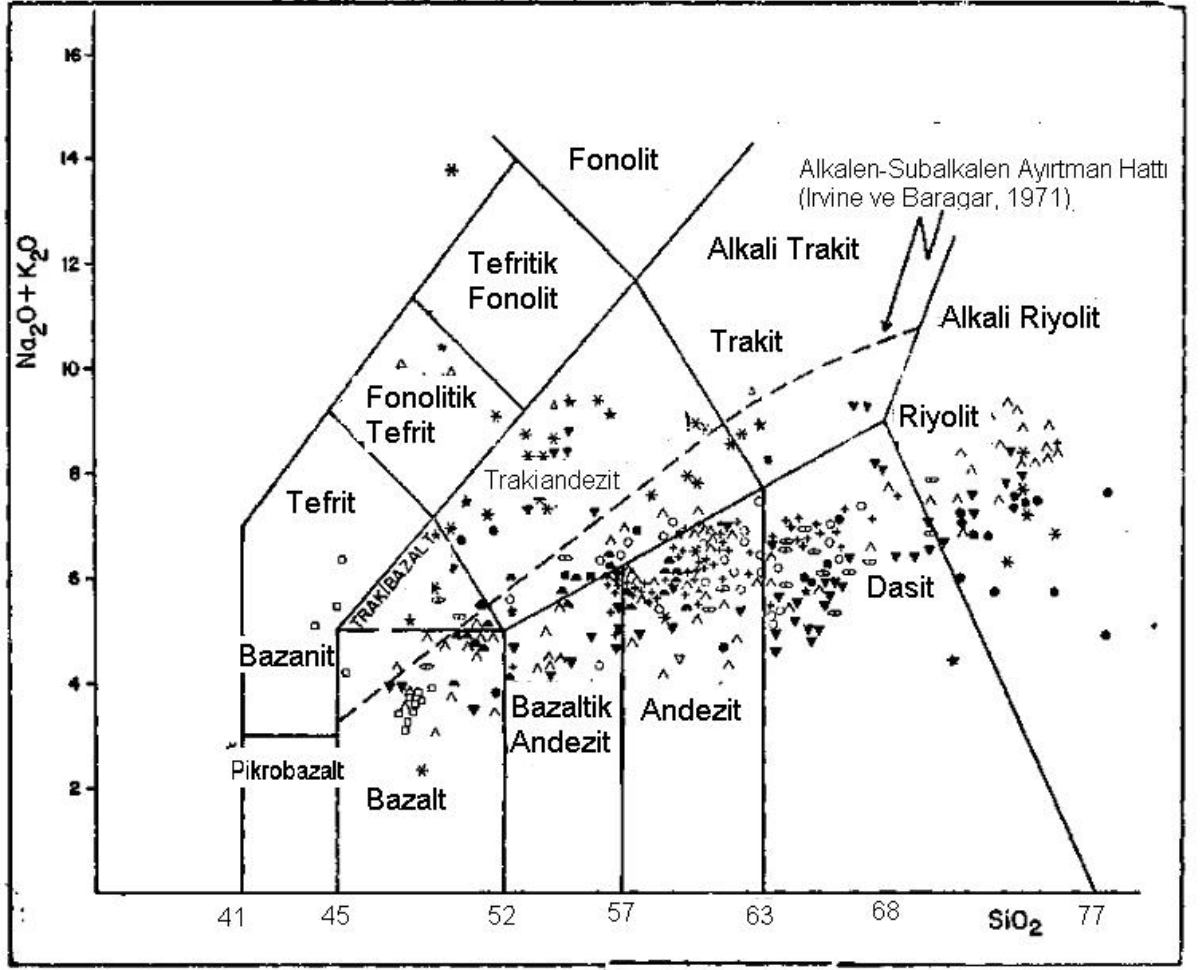
Tablo 3.4: Çalışma sahasından alınan numunelerin nadir toprak element dağılımı

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Numune No	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
<i>Kuvars 001</i>	0,5	0,5	0,03	0,4	0,1	0,05	0,05	0,01	0,11	0,05	0,07	0,05	0,05	0,01
<i>Kuvars 002</i>	0,5	0,6	0,13	0,7	0,1	0,05	0,05	0,01	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,01
<i>Bazalt 003</i>	13,1	29,6	3,9	19,9	3,9	1,43	3,73	0,57	3,6	0,74	1,95	0,31	1,76	0,27
<i>Kuvars 004</i>	0,5	0,5	0,02	0,4	0,1	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01
<i>Kuvars 005</i>	0,5	0,5	0,03	0,4	0,1	0,05	0,05	0,01	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,01
<i>Kuvars 006</i>	0,5	0,5	0,02	0,4	0,1	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01
<i>Kuvars 007</i>	0,5	1,1	0,13	0,6	0,2	0,05	0,14	0,03	0,22	0,05	0,11	0,05	0,1	0,02
<i>Kuvars 008</i>	0,5	0,5	0,02	0,4	0,1	0,05	0,09	0,01	0,16	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01
<i>Kuvars 009</i>	0,5	0,5	0,03	0,4	0,1	0,05	0,05	0,03	0,11	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01
<i>Kil 010</i>	19	39	4,32	19,5	3,8	0,86	2,9	0,51	2,97	0,51	1,74	0,26	1,68	0,23
<i>Riyodasit 011</i>	29,5	58,8	6,25	19,9	3,4	1,19	2,95	0,48	2,29	0,43	1,17	0,18	1,14	0,12
<i>Dasit 012</i>	20	33,9	3,63	12,9	2,6	0,54	1,78	0,26	1,83	0,23	0,79	0,1	0,63	0,11
<i>Kuvars 014</i>	1,2	2	0,31	1,1	0,4	0,09	0,32	0,04	0,48	0,06	0,27	0,05	0,17	0,05
<i>Kalsedon 001</i>	0,7	1,5	0,13	0,4	0,1	0,05	0,19	0,04	0,27	0,05	0,09	0,05	0,1	0,02
<i>Kalsedon 002</i>	0,5	1	0,07	0,4	0,1	0,05	0,13	0,01	0,18	0,05	0,07	0,05	0,06	0,02
<i>Kalsedon 003</i>	0,5	1,3	0,16	0,4	0,1	0,05	0,11	0,04	0,14	0,05	0,09	0,05	0,05	0,01

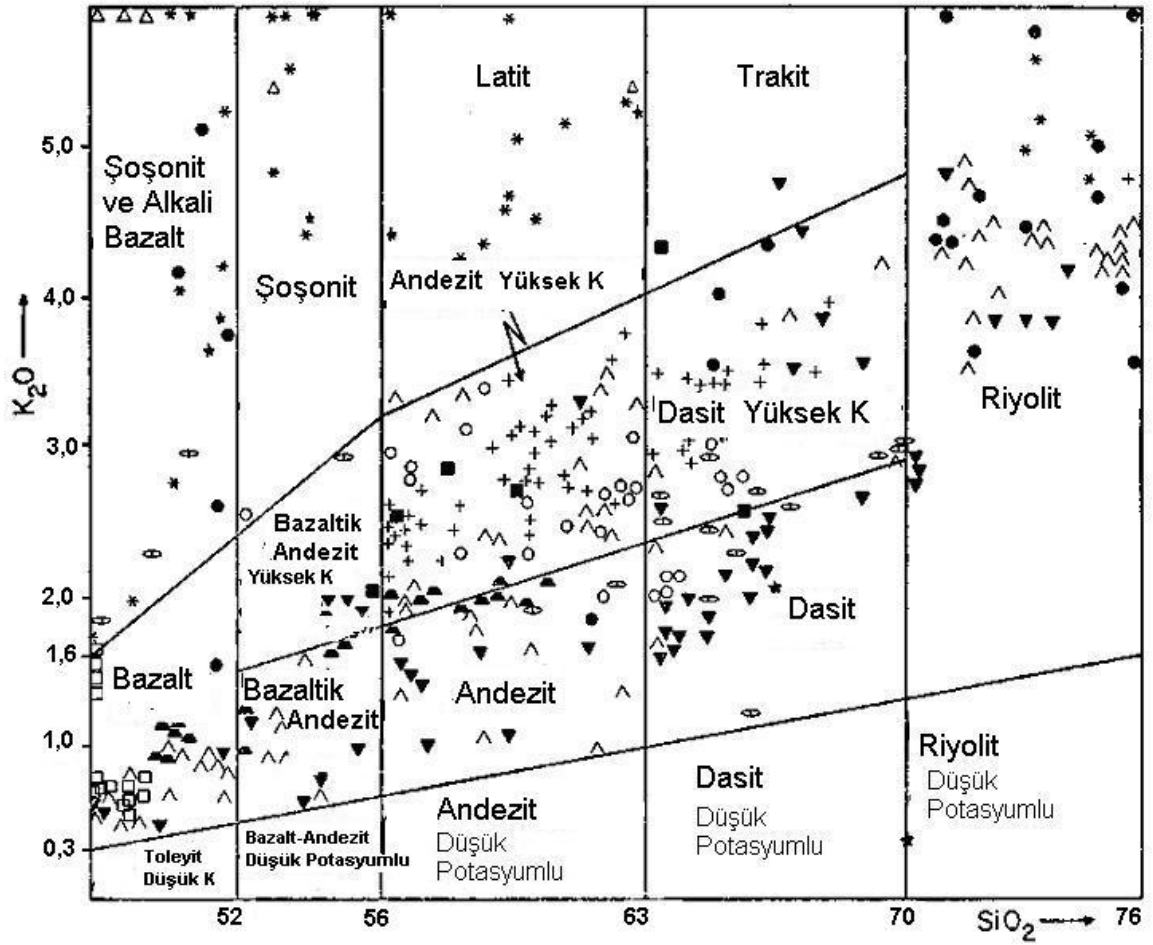
Osmancık ilçesinin güneydoğusunda kalan Dodurga kömür havzasındaki çalışmalarında Narlı Volkanikleri olarak kabul ettikleri birim andezitik bazaltik lav ve proklastiklerden oluşmaktadır (Yalçın, H. ve Karslı, Ş., 1998). Yozgat ilinde yapılan çalışmada volkanitlerin andezit-bazalt, dasit ve trakiandezit karakterlerde olduğu görülmektedir (Büyükönel, G., 1985-1986). Doğu Karadenizde bölgede Eosen'e ait volkanik seriler, kaim andezit lavları, andezitik piroklastikler, dasitik lavlar ve bunlarla ardışıklı volkanik arenitlerden, ince merceksel biyoklastik kireçtaşlarından ve andezitik aglomeralardan oluşmuş olduğu açıklanmıştır (Tokel, S., 1977). Orta Anadolu volkanitlerinin genel olarak sınıflaması Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 deki gibidir. Eosen volkanikleri olarak sınıflandırılan Yozgat volkaniklerinin yaşının Lütesiyen olup, bazaltik ve andezitik lav, aglomera, tuf ve tufitlerden oluştuğunu belirlemiştir. Yine Eosen içerisinde sınıfladığı Ankara volkaniklerinin yaptığı çalışma sonucu yaşının Alt Eosen olduğunu ve dasitik karakterde olduğunu belirtmiştir (Ercan, T., 1986).

Araziden alınan volkanik kayaç numunelerinin en egemen bileşeni olan SiO₂ bazalt karakterli volkanitlerde %49,09 dasit karakterli volkanitlerde %61,16-67,75 arasında değişmektedir. Bu sonuç bize arazide asit ve bazik karakterde iki farklı magmanın etkisinin olduğunu göstermektedir.

Önceki çalışmalardan elde edilen veriler ve inceleme sahamızda yapılan arazi gözlemleri, alınan numunelerin kimyasal analizleri ve aşağıda değinilecek jeokimyasal çalışmalar tamamı ile benzerlik göstermektedir.



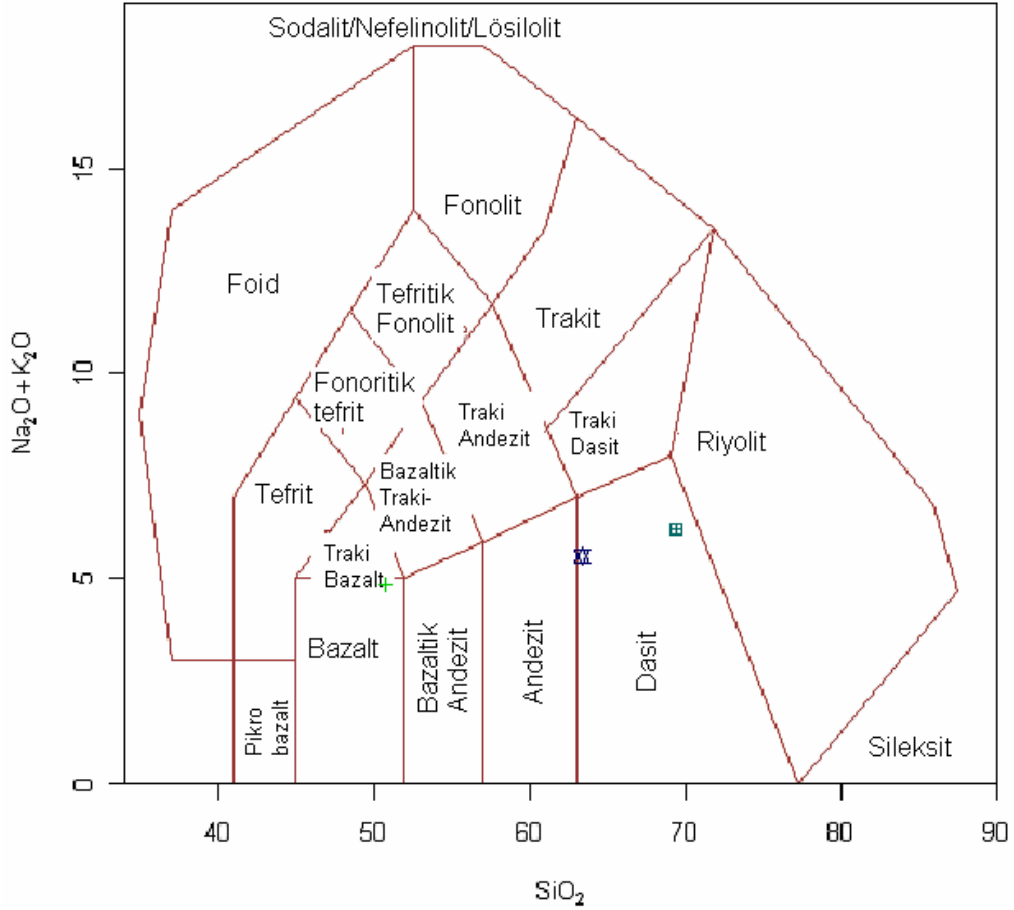
Şekil 3.1: Orta Anadolu'daki volkanitlerin Zanettin'e (1984) göre adlandırılmaları (Ercan, T. 1986).



Şekil 3.2: Orta Anadolu'daki volkanitlerin Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramı (Ercan, T. 1986).

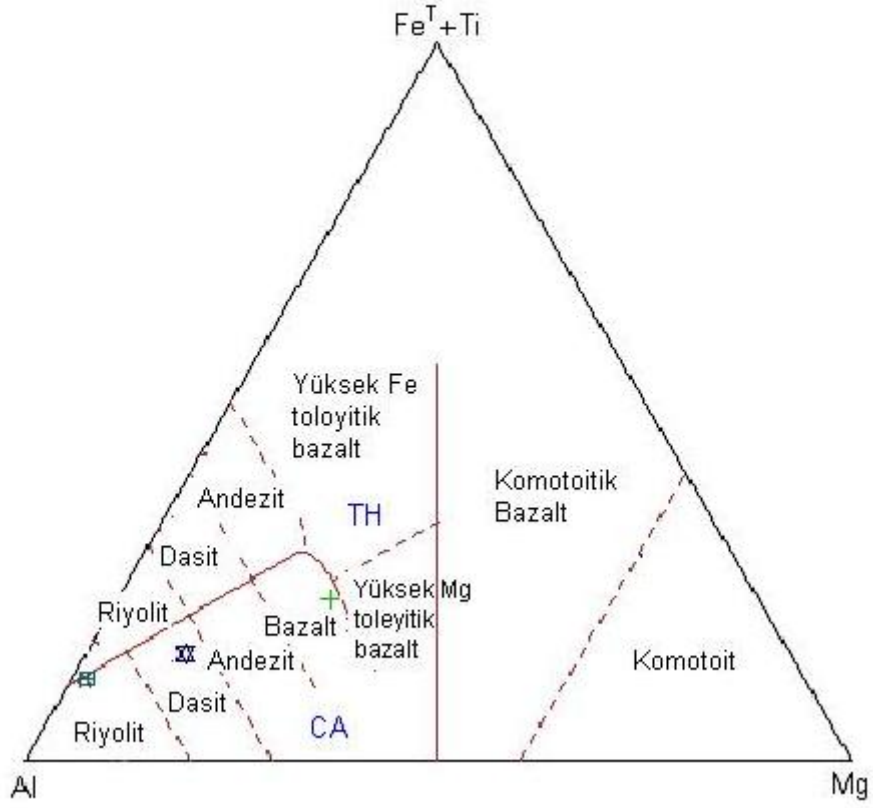
İnceleme alanı volkanik kayaçlarının isimlendirilmesinde kimyasal verilerinden yola çıkarak Middelmost (1994) tarafından önerilen silise karşı alkali element oksitlerin yer aldığı diyagram kullanılmıştır (Şekil 3.3). Bu diyagramdan volkaniklerin dasit ve bazalt karakterde olduğu görülmektedir. Aynı kimyasal sonuçların Jensen (1976) tarafından önerilen Fe+Ti – Al –Mg üçgen sınıflama diyagramında da dasit, riyolit ve bazalt alanlarına düştüğü görülmektedir (Şekil 3.4). Middelmost diyagramında dasit alanında yer alan ve riyolit sınırına yakın olan numune Jensen diyagramında riyolit alanında görülmektedir. Bu örnek ince kesit incelemeleri sonucu riyodasit olarak isimlendirilmiştir. Bu sonuçlara De la Roche ve diğerleri (1980) tarafından önerilen R1-R2 (R1:4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti); R2: 6Ca+2Mg+Al) diyagramında da bakılacak olursa bu numune riyodasit alanında yer almaktadır (Şekil 3.5). Buna göre inceleme

alanı volkanik kayalarından 011 nolu numune riyodasit, 012 nolu numune dasit ve 003 nolu numune bazalt olarak isimlendirilmiştir.

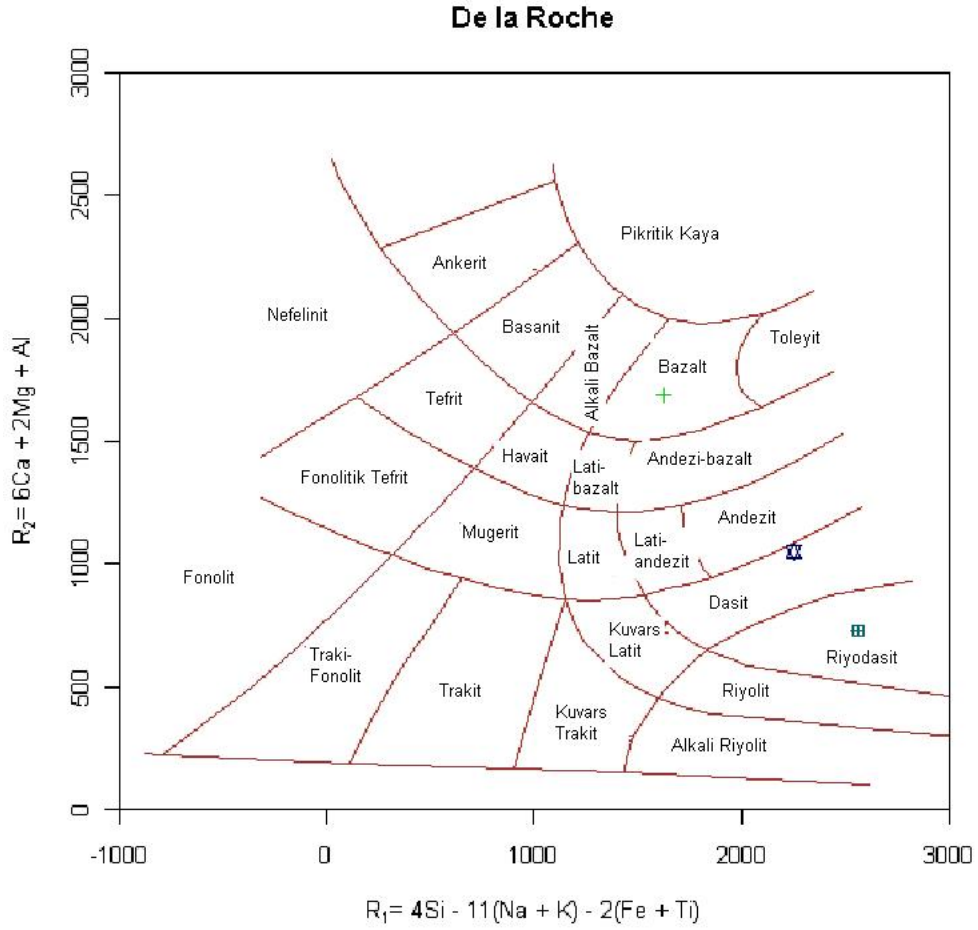


Şekil 3.3: Araziden alınan volkanik kayaların Middelmöst (1994)' e göre TAS volkanik kayaç sınıflamasındaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek bazalt, Göynük mevki'nden alınan 011 ve 012 nolu örnekler dasit alanında yer almaktadır.

Jensen Diyagramı



Şekil 3.4: Araziden alınan volkanik kayaçların Jensen (1976) tarafından önerilen volkanik kayaç sınıflamasındaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek bazalt, Göynük mevki'nden alınan 011 nolu örnek riyolit ve 012 nolu örnek dasit alanında yer almaktadır.

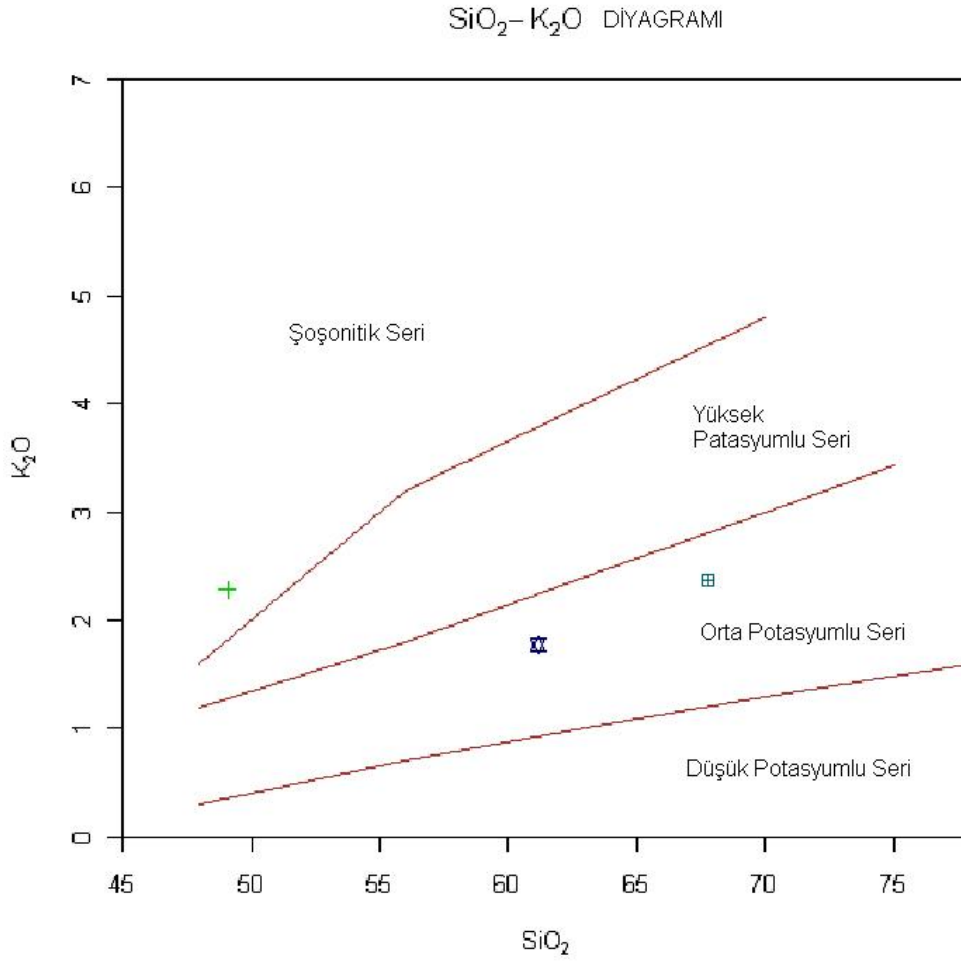


Şekil 3.5: Araziden alınan volkanik kayaların De la Roche ve Diğerleri (1980) tarafından önerilen volkanik kayaç sınıflamasındaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek bazalt, Göynük mevki'nden alınan 011 nolu örnek riyoudasit ve 012 nolu örnek dakit alanında yer almaktadır.

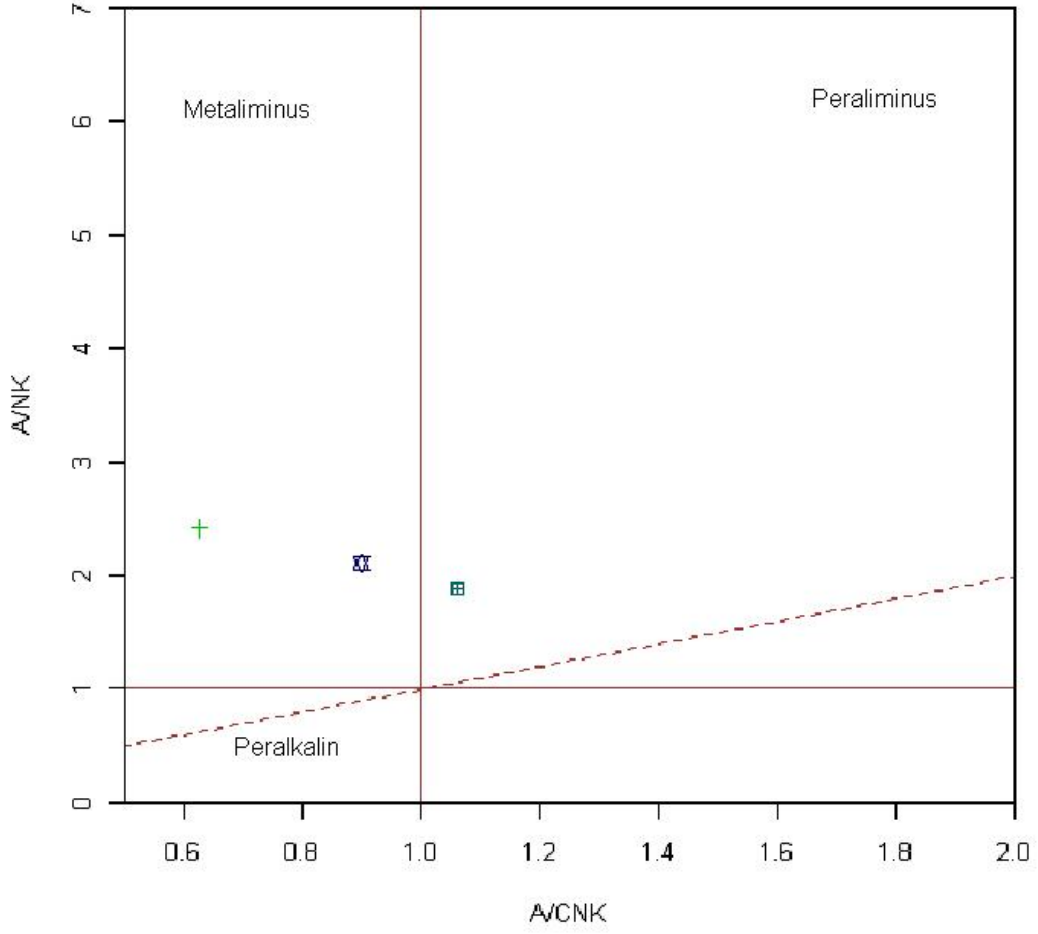
Jeokimyasal analiz sonuçları doğrultusunda inceleme alanı volkaniklerinin ana element kimyasını irdeleyebilmek için öncelikle silise karşı potasyum, alüminyum daha sonra alkali elementler ve son olarak ise Na_2O , K_2O , CaO , TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , MgO 'ün değişimi Harker diyagramlarında değerlendirilmiştir. Aşağıda bu düzen takip edilecektir.

Numunelerin potasyum içeriklerine Peccerillo ve Taylor (1976) tarafından önerilen SiO_2 ye karşı K_2O diyagramında bakıldığında dakitlerin orta potasyumlu seride, bazalt numunesinin ise şoşiyonit seri içerisinde yer aldığını görüyoruz (Şekil 3.6). Örneklerin alüminyum doyumu açısından ne durumda olduğunu belirlemek için Shand (1943) tarafından önerilen $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ 'e karşı

$Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ diyagramı kullanılmıştır. Numunelerin bir tanesi metaluminus çizgisine yakın diğerleri ise metaluminus bölgesindedir (Şekil 3.7). Bu özellik örneklerin alüminyum değerlerinin toplam alkali değerinden fazla olduğunu göstermektedir.

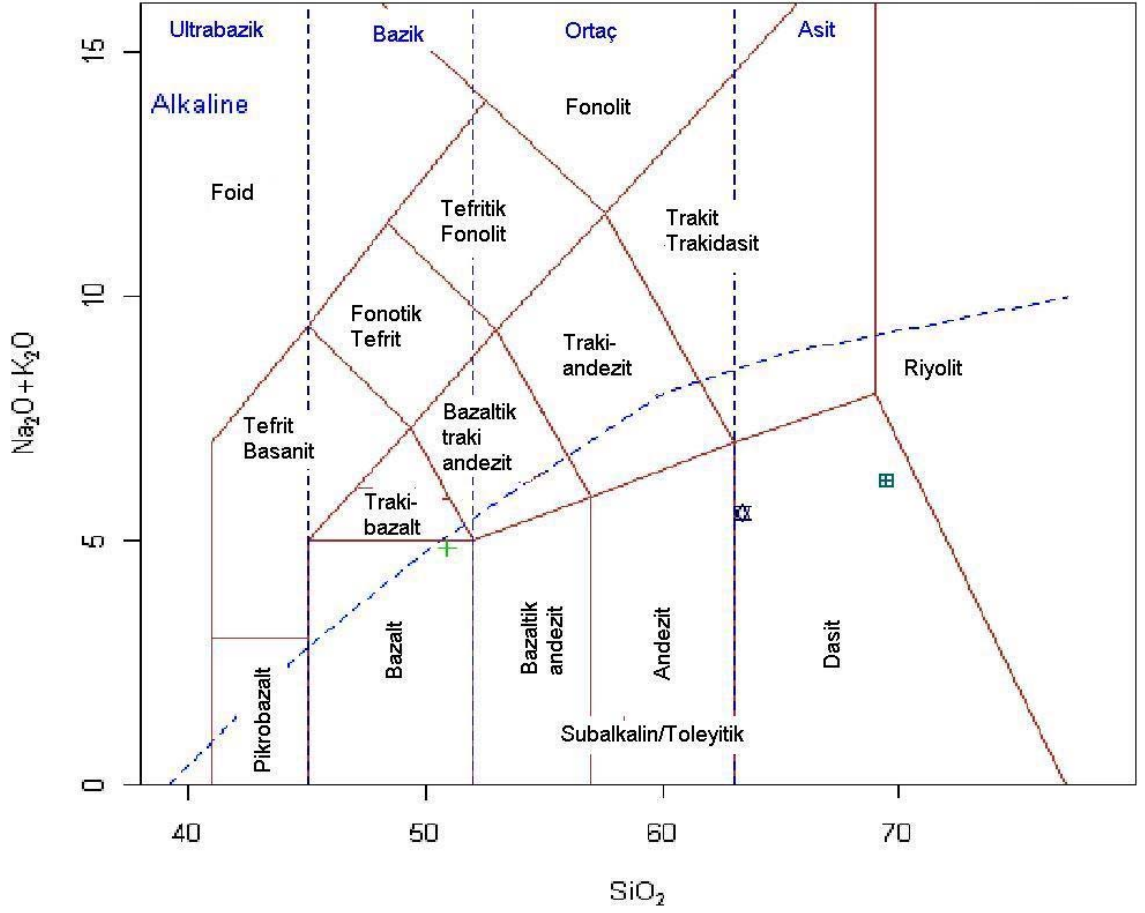


Şekil 3.6: Araziden alınan volkanik kayaların Peccerillo ve Taylor (1976) tarafından önerilen diyagramdaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek şoşyonit, Göynük mevki'nden alınan 011 ve 012 nolu örnekler orta K seri alanında yer almaktadır.



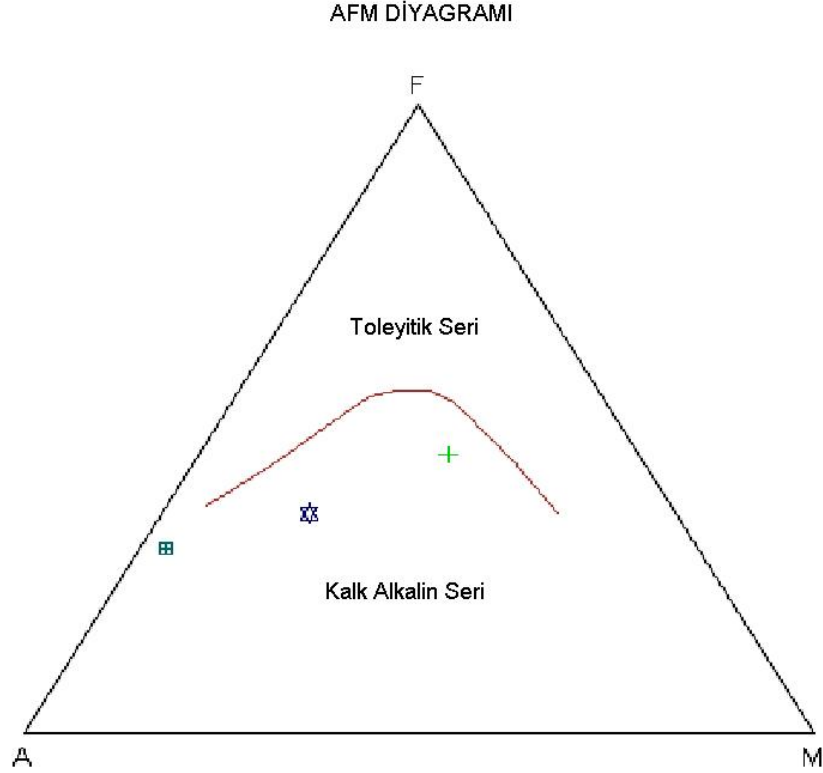
Şekil 3.7: Araziden alınan volkanik kayaçların Shand (1943) tarafından önerilen diyagramdaki yeri. Buna göre 003 nolu Karacadağı Deresi'nden alınan örnek metaluminus, Göynük mevki'nden alınan 011 nolu örnek metaluminus ve 012 nolu örnek peraluminus alanında yer almaktadır.

Volkaniklerin toplam alkali-silika değişimlerinin belirlenebilmesi amacı ile Le Bas ve diğerleri (1986) tarafından önerilen ve oldukça yaygın kullanılan $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ volkanik kayaç sınıflama diyagramına iz düşürülmüştür (Şekil 3.8). Bu diyagramda örnekler alkalin - subalkalin ayırım çizgisinin subalkali alanında yer almaktadır.



Şekil 3.8: Araziden alınan volkanik kayaçların Le Bas ve diğerleri (1986)'ne Göre alkalın-subalkalin sınıflama abağındaki yeri

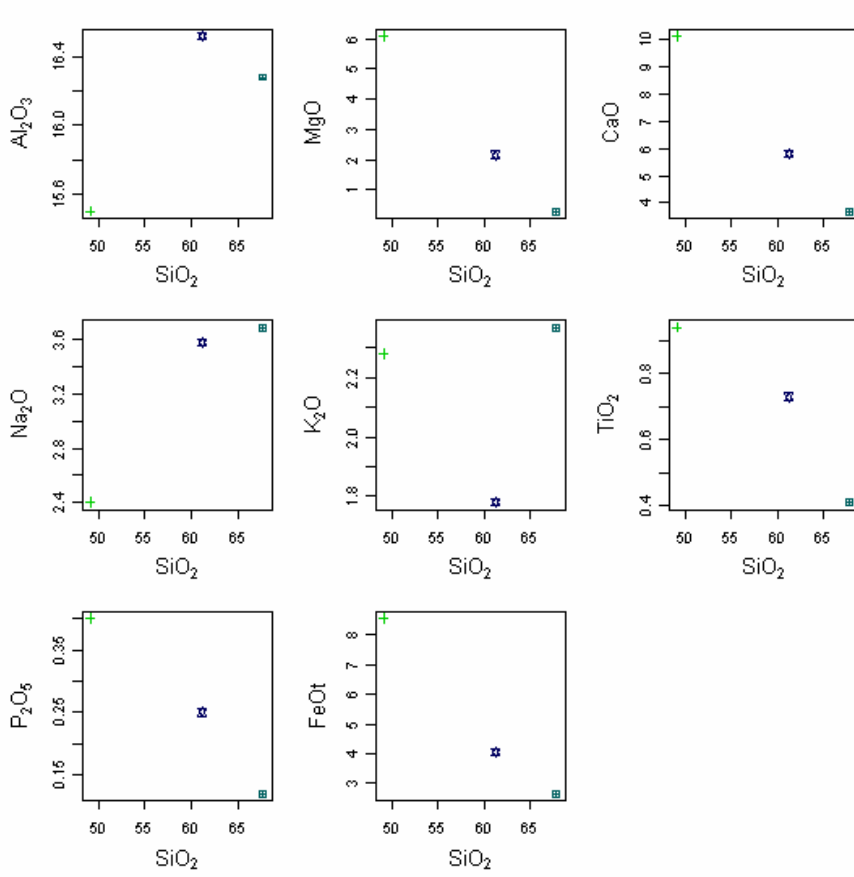
Subalkalen örneklerin kalkalkalen mi yoksa toleyitik mi olduklarını belirlemek için ise Irvin ve Baragar (1971) tarafından önerilen ve yaygın olarak kullanılan (FeO-Na₂O+K₂O-MgO) AFM üçgen diyagramı kullanılmıştır. Bu diyagramda örnekler kalkalkalen alanda bulunmakta ve kalkalkalen trend göstermektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Araziden alınan volkanik kayaçların Irvin ve Baragar (1971)'a göre toleyit-kalkalkalen sınıflama abağındaki yeri

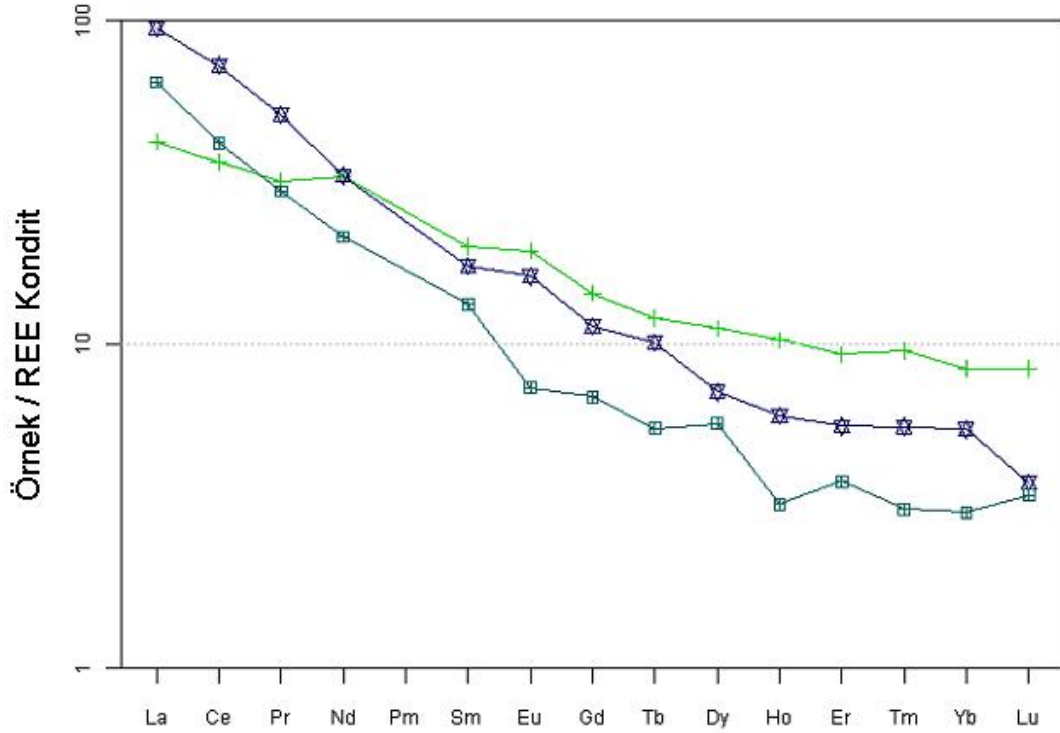
Volkanitleri oluşturan kayaçların SiO_2 'ye karşı ana element oksitlerinin değişimi belirlemek amacıyla Harker diyagramları kullanılmıştır (Şekil 3.10). SiO_2 ye karşı ana elementlerin iz düşürüldüğü bu diyagramlarda numunelerin az olması sebebi ile belirli bir kümelenme görülememiştir. Genel olarak harker diyagramlarına bakıldığında Al, Mg, Ca, Ti, P ve Fe negatif bir korelasyona benzer dağılım Na ve K ise pozitif bir korelasyona benzer dağılım göstermektedir. Bu durum göz önünde bulundurularak araştırmada AFM diyagramlarına bakılarak kökensel bir yaklaşımda bulunmaya çalışılmıştır. Çünkü normalde Harker diyagramlarından elde edilen sonuçların denetlenmesi amacı ile AFM diyagramına bakılabilir (Şekil 3.9). AFM diyagramında SiO_2 'yi dışarıda bırakılarak diğer elementlerin birbirlerine göre davranışlarını belirlemek üzere kullanılmaktadır. Alkali elementler, demir, magnezyum değişimlerinin izlendiği AFM üçgen diyagramında da volkanitlere ait örneklerde yine belli bir kümelenme izlenememiştir. Fakat belli bir yakınlık (kümelenme) göstermiyor olmaları farklı kökenden gelmiş olabileceklerini göstermektedir. Örneklerin yetersiz olması nedeni ile bu konu kesinlik

kazanmamaktadır. Projenin asıl amacının silisli zon içerisindeki metalik elementler olduğu için bu örnek sayısı yeterli görülmüştür.



Şekil 3.10: Araziden alınan volkanik kayaların ana element kimyasına göre düzenlenmiş Harker diyagramları

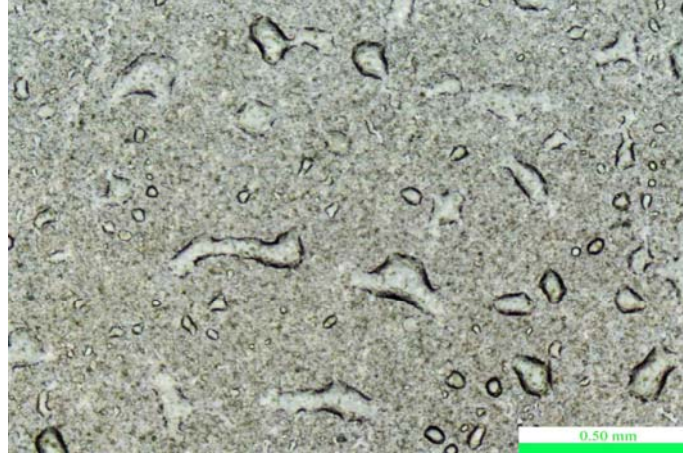
Volkaniklerde, kondritlere göre Nadir Toprak Element dağılımı Şekil 3.11'deki gibidir. Bu dağılım paternine bakılacak olursa hafif nadir toprak element zenginleşmesi, orta ve ağır nadir toprak element zenginleşmesine göre daha fazla olup, yukarı doğru konkav bir kalıp sunmaktadır. Bu dağılım kayaların gelişiminde amfibol fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu desteklemektedir (Kurt, H. Arslan, M. 2001).



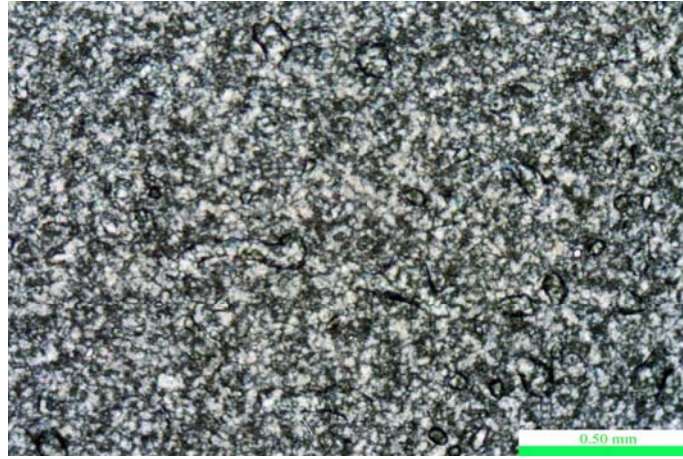
Şekil 3.11: Araziden alınan volkanik kayaların Kondrite (Boynton, 1984) oranlanmış nadir toprak element dağılımı

3.2. Silisli Kayaların Jeokimyasal İncelemeleri

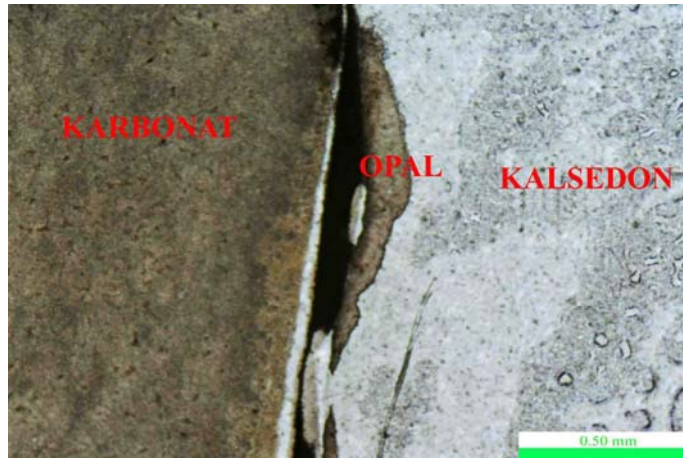
Yapılan ince kesit incelemeleri arazi gözlemleri sırasında kalsedon oluşumu kabullenmesini doğrular durumdadır (Şekil 3.12 ve Şekil 3.13). Bununla birlikte yine ince kesitlerden de anlaşıldığı üzere karbonatlar 007, Kalsedon 001 ve Kalsedon 002 nolu numunelerde yapılan incelemelerde silisli kısımları sarmış bir yapıda görülmektedir (Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.14, Şekil 3.16, Şekil 3.17) Silisli kısımları sarmış olan karbonatlı kesimler kalsit oluşumu şeklindedir yer yer mikritik bir yapı göstermektedir. Dış kısımdaki bu karbonatlar yapılan bütün kayaç analizlerinde de kalsedon 001 nolu numunede SiO₂ değerinin %42.86 gibi düşük bir değer çıkmasına neden olmuştur.



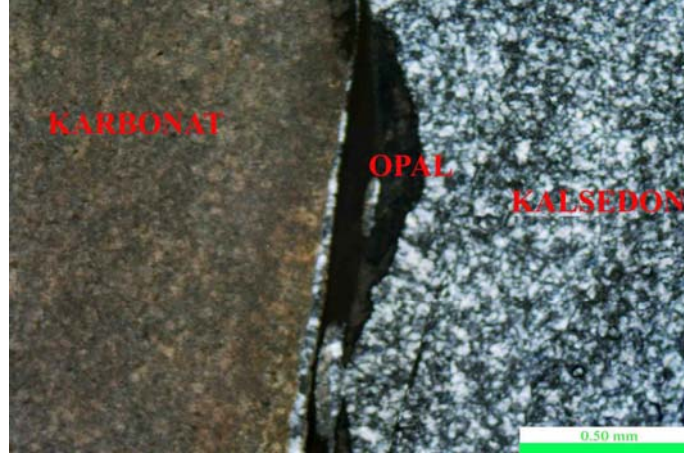
Şekil 3.12: Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 001 nolu numunenin polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol 5büyütme)



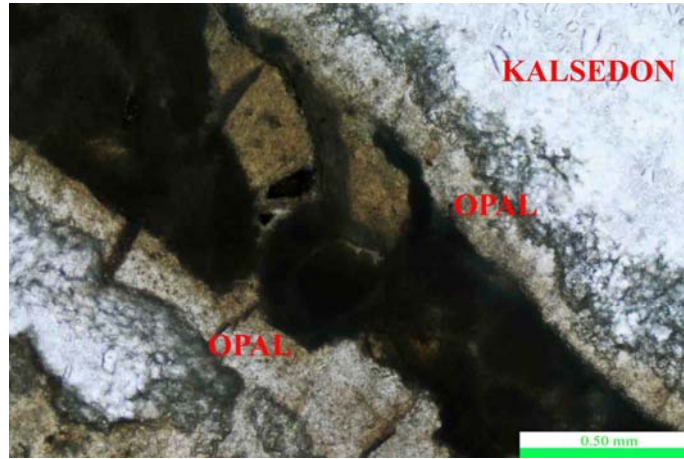
Şekil 3.13: Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 001 nolu numunenin polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol)



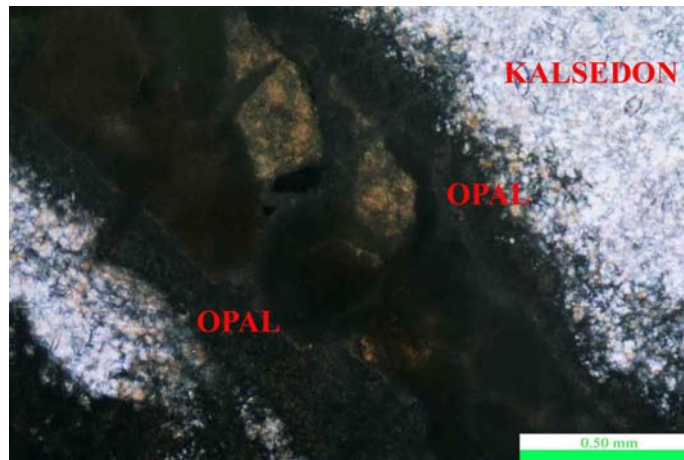
Şekil 3.14: Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 001 nolu numune de karbonat kalsedon arasındaki kontakın polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol)



Şekil 3.15: Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 001 nolu numune de karbonat kalsedon arasındaki kantağın polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol)

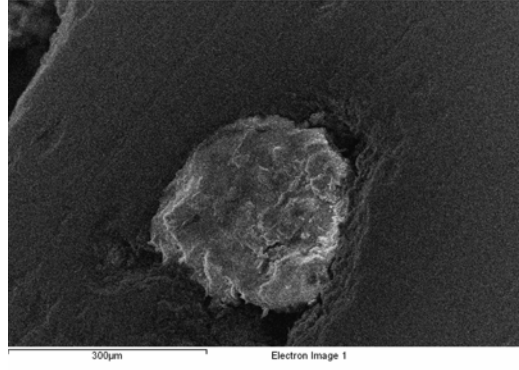


Şekil 3.16: Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 002 nolu numune de karbonat kalsedon arasındaki kantağın polarizan mikroskop görüntüsü (Tek nikol)

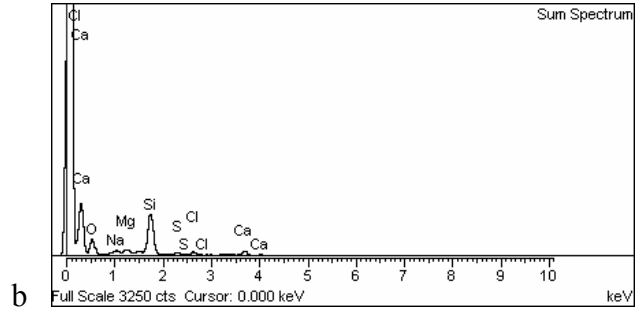


Şekil 3.17: Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 002 nolu numune de karbonat kalsedon arasındaki kantağın polarizan mikroskop görüntüsü (Çift nikol)

Arazi alışmaları ve polarizan mikroskop çalışmaları sonucu kalsedon olduğu belirlenen numunelerin ve incelemelerde karbonat olduğu saptanan evre kayacın doğruluğunu saptamak için Hayrat Mahallesinden alınan kalsedon 002 nolu numune kesiti ve mavi renkli opal numunesinden hazırlanan kabaşon üzerinde Tübitak MAM Laboratuvarlarında elektron mikroskop görüntüsü ve element yüzde dağılım analizi (mikroprob) yapılmıştır (şekil 3.18 ve şekil 3.19). Mikroprob analizinde görüntüdeki yüzde dağılım esas alınması deney sonucunu silikat olarak vermektedir. Oysaki görüntüdeki partikülün yapılan incelemede karbonat olduğuna karar verilmiştir. Yapılan bu inceleme sonuçları ile arazi de varlığı belirlenen karbonat gelimi örtüşmektedir. Ayrıca bütün kayaç analizlerinde Ca, Mg miktarlarında ki artış ta bunu doğrulamaktadır. Elektron mikroskop görüntüleri incelendiğinde kalsedon ve karbonatlar arasında opal kürecikleri görölmektedir (şekil 3.20). Bu fotoğraflardan da göröldüğü gibi önce karbonatlar oluşmuş, sonra karbonatlar içindeki boşluklarda silileşme önce opal ile başlamış sonra kalsedon ile devam etmiştir. Diğer bir olasılık ta karbonat içindeki boşluk ve açıklıklarda ikinci bir fazda opal oluşmuş. Opal de zamanla suyunu kaybederek kalsedona dönüşmüş olabilir. Bu noktada mikroskop görüntüleri birinci görüşü desteklemektedir. Opal suyunu kaybetmesi ile optik yolla amorf opalden ayırt edilemeyen alçak sıcaklık kristobaliti (kristobalit-opal) veya kalsedon oluşur. şayet ikinci görüş doğru olsa idi opallerin veya opalin suyunu kaybetmesi ile oluşan alçak sıcaklık kristobalit veya kalsedonun çoğunlukla izotrop bir yapı sergilemesi ve çift nikolde siyah görölmesi beklenirdi. Bununla birlikte aynı numunede yapılan çekimlerde karbonat kalsedon kontaklarında kil oluşumları da izlenmiştir (şekil 3.21).



a

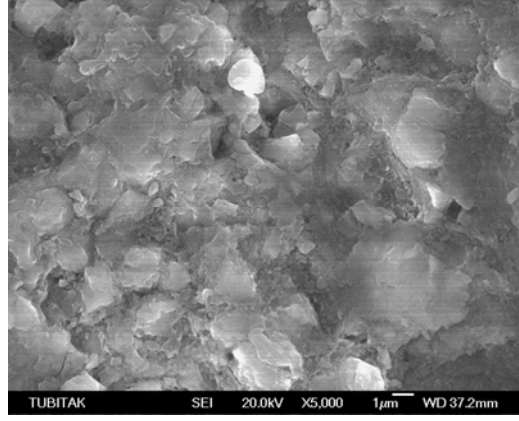


b

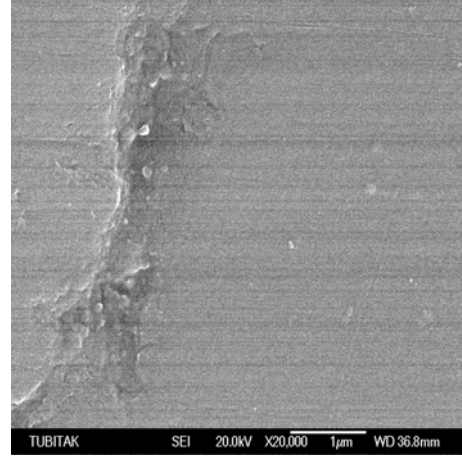
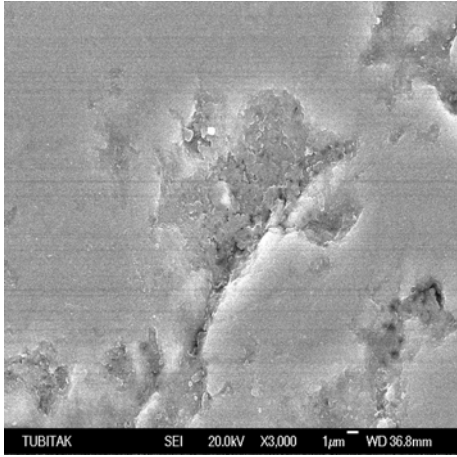
Element	Weight%	Atomic%
O K	49.42	63.74
Na K	3.20	2.87
Mg K	3.35	2.85
Si K	33.46	24.59
S K	2.24	1.44
Cl K	3.32	1.93
Ca K	5.01	2.58
Totals	100.00	

c

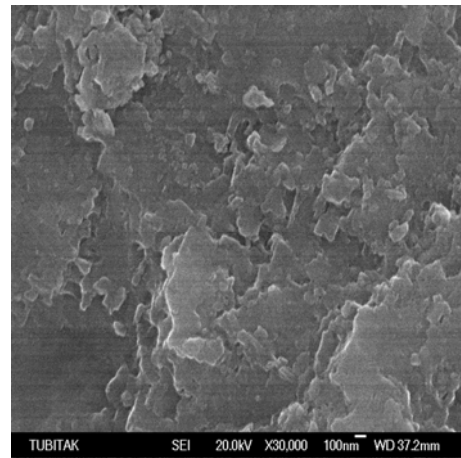
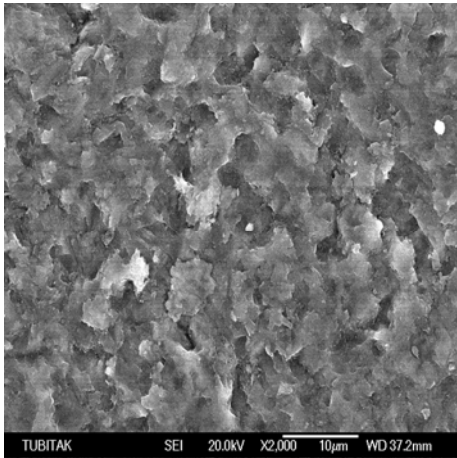
Şekil 3.18: a- Hayrat Mahallesinden alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedon numunesi üzerinde yer alan karbonat partikülünün elektron mikroskop görüntüsü
b- Hayrat Mahallesinden alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedon numunesi üzerinde yer alan karbonat partikülünün mikroprob analiz çizelgesi
c- Hayrat Mahallesinden alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedon numunesi üzerinde yer alan karbonat partikülünün mikroprob kimyasal analiz sonucu



Şekil 3.19: Hayrat Mahallesi civarından alınan kalsedon 002 numaralı numune ince kesitinin karbonatlı dış çeperinin elektron mikroskop görüntüsü



Şekil 3.20: Hayrat Mahallesi civarından alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedon numunesinin elektron mikroskop görüntüsü



Şekil 3.21: Hayrat Mahallesinden alınan ve kabaşonu hazırlanan mavi kalsedonun karbonat silis sınırındaki kil oluşumu

Opal-Kalsedon oluşum ilişkisi kısaca açıklanacak olursa; silikatların hidrotermal koşullar altında bozunması sonucu opal oluşumu olağandır. Bylyce volkanik kayaçların boşluk ve çatlaklarında hidrotermal ikincil bir mineral olarak kalsedon, tridimit, aragonit ve kalsit ile beraber bulunur.

Hidrotermal zeltelerden ayrılan opal çatlakları doldurur veya yeryüzünde gayzerlerin çevresinde sinter şeklinde keler.

Boşluklu volkanik kayaçlar ve tüfler silisce zengin zelteler tarafından opal ile imprenye edilir.

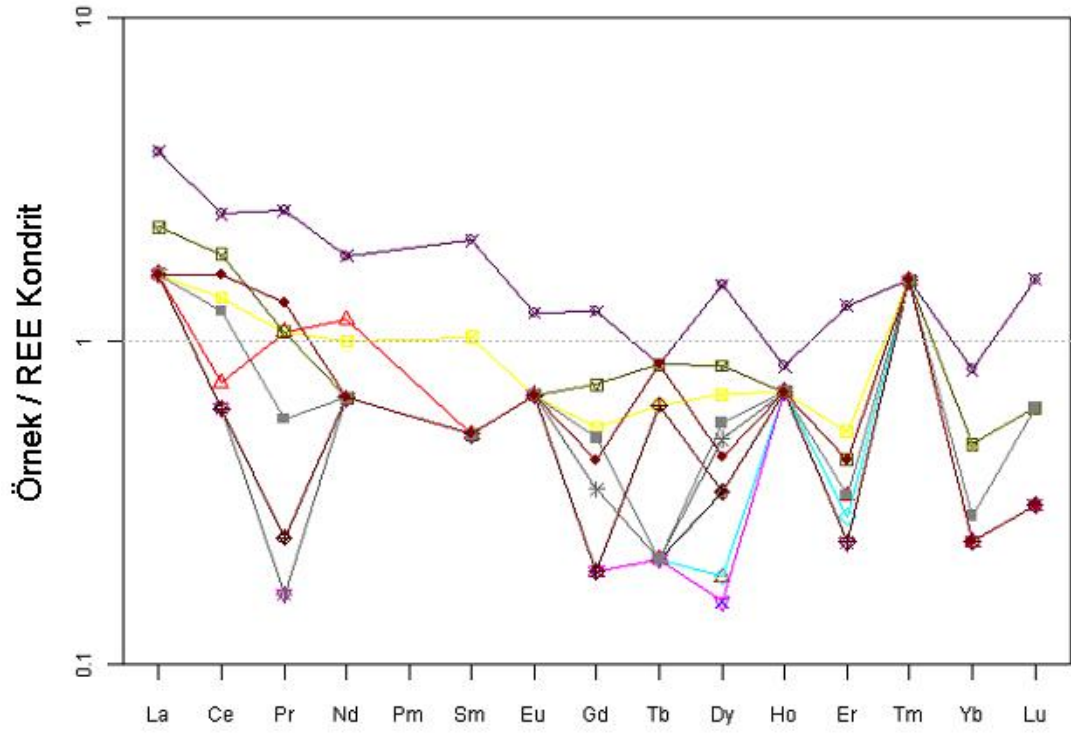
Bazı sedimanlardaki opal yüksek pH gösteren gözenek suyu tarafından çözülerek başka bir yerde ve düşük pH değerlerinde kalsedon yumru ve levhaları şeklinde keltilebilir.

Çatlak ve boşlukları amorf olarak böbrek veya sokulum şeklinde doldurur.

İnce kesitte çoğunlukla izotroptur. Fakat suyunu kaybetmesinden dolayı, düzensiz olarak gelişen büzülme sonucu ortaya çıkan zayıf anizotrop bir durum da gösterebilir.

Opalin suyunu kaybetmesi ile optik yolla amorf opalden ayırt edilemeyen alçak sıcaklık kristobaliti (kristobalit-opal) veya kalsedon oluşur.

Silisli kayaçların Nadir Toprak Element (NTE) dağılımı şekil 3.22'daki gibidir. Silisleşmenin kökensel olarak aynı mı yoksa farklı mı olduğunu belirleyebilmek amacı ile NTE dağılımına bakılmıştır. Buna göre Ce, Pr, Gd, Tb, Dy, Er, Yb negatif, Nd, Ho, Tm, pozitif anomali sergilemektedir. Genel olarak benzer karakterler sergilemektedir. Bu da hidrotermal zeltelerin tek bir kökenden gelmiş olabileceğini göstermektedir.



Şekil 3.22: Çalışma sahasında yer alan silisli kayaçların NTE dağılım grafiği

4. BALTACI MEHMET PAŞA EPİTERMAL CEVHERLEŞMESİ

4.1. Olası Metalik Cevherleşmeler

Magma ayrışması, o magmanın bileşimine giren metallerin deriştığı magmatik eriyiklerle son bulur. Bu hidrotermal eriyikler, metalleri, soğumuş ve katılmış intrüsif kayanın dışına taşırlar ve böylece ardoluşumlu yataklanmalarda esas rolü oynarlar. Hidrotermal eriyikler, plütonik kütlelerden uzaklaştıkça ısıları düşen sıvılardır. Kor kayaç yakınlarında yüksek ısıli minerallerini, uzaklaştıkça da orta ısı ve daha uzakta da düşük ısıli minerallerini çökertirler (Gümüş, A. 1974).

4.1.1.Hidrotermal Çözeltilerin Kaynağı

1. Juvenil çözeltiler; asitik veya ortaç bileşimli, oksijenik kabuksal magmaların farklılaşması ile veya oksijen içermeyen kabukaltı bazik magmaların farklılaşması ile oluşurlar.
2. Ultrametamorfik süreç çözeltileri; bölgesel metamorfik koşullar altında, mineral bünyesindeki OH'ın sığ derinliklerde serbestleşmesi ile oluşurlar. Metamorfik su, metamorfik cephenin ön kısmında yer alarak hidrotermal alterasyonu ve kayacın granitleşmesini sağlar.
3. Dalan litosfer dilimlerinin dehidratasyonu sonucunda serbestleşen çözeltiler;
4. Diyajenez ve epimetamorfizma esnasında serbestleşen, göçen ve zenginleşen birleşik gözenek sularından türeyen çözeltiler; gözenek suyu kayacın %30'unu kapsayabilir, 9 km derinlikte 300°C'ye kadar ısıtılabilir ve kayalardaki elementleri çözündürüp bünyesine alabilir.
5. Atmosferik (vadoz) suyun yerkabuğunun derinliklerindeki döngüye katılması sonucu oluşan çözeltiler.

Sonuç olarak, hidrotermal sularla taşınan elementler orijinal magmadan türeyebildikleri gibi, derinlerdeki çevre kayalardan çözündürülerek veya daha az derecede daha sığ derinliklerdeki kayalardan da türeyebilirler ve bu nedenle de daha düşük sıcaklıklara sahiptirler. Oluşan hidrotermal çözeltiler; koloidal çözeltiler,

gerçek çözeltiler veya daha olası şekliyle kompleks iyonik ve moleküler çözeltilerdir. Çözeltilerdeki elementler esas itibariyle kloridler, bikarbonatlar veya sülfatlar şeklinde taşınırlar.

4.1.2. Hidrotermal Yatakların Sınıflandırılması

Hidrotermal çözeltiler etkisiyle oluşan yataklar şu şekilde sınıflandırılabilirler;

1. Hipotermal Yataklar: 500-300°C sıcaklık aralığında ve oldukça derin ortamlarda (yeryüzünün 4-1 km altında) oluşurlar.
2. Mezotermal Yataklar: 300-200°C sıcaklık aralığında ve 2 km civarındaki derinliklerde oluşurlar.
3. Epitermal Yataklar: 200-50°C arası sıcaklıklarda ve yaklaşık 1 km derinlikte oluşurlar.

Hidrotermal çözeltilerden itibaren gerçekleşen mineral çökelimleri aşağıdaki etkenlerin sonucunda meydana gelir:

1. Çözeltiler ve yan kayaçlar arasındaki veya hidrotermal çözeltiler ve yüzey suları arasındaki değişim reaksiyonları.
2. pH veya Eh değerindeki değişimler.
3. Sıcaklıktaki düşüş.
4. Yarı geçirgen kayaçların filtreleme etkisi.
5. Adsorbsiyon, absorpsiyon ve kimyasal özümseme.
6. Basınç değişiklikleri.

Hidrotermal çözeltiler, taşıdıkları bileşenleri minerallerin çözünürlüğü ile basınç ve sıcaklıktaki azalmalara bağlı olarak belirli bir sırada çökeltirler (Smirnov, 1976). Bununla birlikte, mineral ayrılımının sıcaklık ile belirlenen sırası çoğunlukla bozulur. Bu bozulma lokal (göreceli) basınç gradyanlarının etkisi, çözeltilerin karbonat gibi kimyasal açıdan aktif bir kayaçla karşılaşması veya deniz tabanında daha soğuk olan alkali deniz suyu ile karışması yüzünden meydana gelebilir. Bu tip aksaklıklar olduğunda mineraller sinjenetik gözeneklerde, sedimanların tabakalanma düzlemlerinde, efüzif kayaçların küçük boşluklarında veya çözünme ve hacimsel değişimler (minerallerin ve kayaçların rekristalizasyonu sonucunda oluşan) ile meydana gelen epijenetik boşluklarda çökeltirler. Son duruma örnek olarak jips →

anhidrit veya arsenopirit → skorodit verilebilir. Mineraller çoğunlukla kıvrımlanma ve faylanma gibi tektonik kökenli boşluklarda çökelirler.

Çalışma sahasının genel jeolojik yapısı epitermal bir oluşumu desteklemektedir. Bu durum göz önüne alınarak aşağıda epitermal bir oluşumun prensipleri ele alınmıştır.

4.1.3. Epitermal Maden Yatakları

Epitermal yataklar volkanik aktiviteyle ilişkili hidrotermal sistemlerde oluşurlar. Bu sistemlerde volkanik aktivite ile birlikte yatak oluşturan çözeltiler sıcak sular veya fumeroller şeklinde yüzeye ulaşırlar. Epitermal sistemler genel olarak volkano-plütonik yaylarda (ada yaylarında ve kıtasal yaylarda) dalma batma ile ilişkili oluşurlar ve yaş olarak volkanizma ile aynı yaşadırlar. 200-50°C arası sıcaklıklarda ve yaklaşık 1 km derinlikte karakterize edilen epitermal sistemler küçük damarlar şeklinde oluşurlar, fakat özellikle altın oluşumu için önemli olabilirler. Genel karakterleri aşağıdaki gibidir

- Mineralizasyon yüzeye yakın derinliklerde maksimum 2km derinliğe kadardır. Cevher yayılımı ise yaklaşık 350m kadardır.
- Yataklanmanın olduğu bölgede genel kayaç birlikteliği şu şekildedir; breş zonu, yastık kayaç olarak ince taneli yataklanmalar gösteren volkanik küller, tüfler veya benzeri taşınma ürünleridir.
- Tektonik sistemlerin sebep olduğu kırıklar boyunca oluşum gösterirler, fakat bu kesin bir özellik değildir. Tektonizmanın neden olduğu bu açıklıklar yalnızca büyük oluşumların görülebildiği önemli alanlar sunar.
- Cevher ve aksesuar mineraller genel olarak bantlar şeklinde oluşmuş boşluk dolgusu yapısı ve bindirme yapıları sergiler
- Altın ve gümüş ekonomik değere sahip ana metallerdir, bunlarla birlikte Hg, As ve Sb az miktarda izlenmektedir.
- Gang mineralleri süt kuvars, kalsedon, opal, adüler kalsit, dolomit şeklindedir. Ayrıca daha az miktarda florit, barit ve prite de rastlanmaktadır.
- Epitermal yatakların bilhassa prospeksiyon sırasında göz önünde bulundurulması gereken en önemli özelliği alterasyondur. Bu, kayaçlar içerisinde sirküle eden suyun bir nevi parmak izidir. Metalleri çözüp, tekrar çöktürme özelliklerinin yanı sıra, epitermal çözeltilerin çevre kayaçlar

üzerinde etkin bir alterasyon oluşturma yetenekleri vardır. Alterasyon killi ve silisli zonlar şeklinde kendini belli eder.

4.1.4. Epitermal Modelleme

Yukarıda ayrıntıları verilen bilgilerin ışığı altında epitermal altın yatakları için aşağıdaki modellemeler yapılmıştır.

1. Erozyona uğramamış epitermal sistemlerde karakteristikler şu şekilde verilebilir:

- Silisli zonların mevcudiyeti
- Hidrotermal patlama breşlerinin bulunmayışı veya kuvars damarları içeren, hidrolik olarak parçalanmış silisifiye kayaçların mevcudiyeti,
- Altının yüzeyde ortalamanın üzerinde zenginleşmesi veya zenginleşmemesi

2. Erozyona uğramış fosil sistemler için ise karakteristikler şöyledir:

- Kil içeren alterasyon zonlarının mevcudiyeti ve/veya altında cevher zonları içeren karbonatlı masif damarlar,
- Hidrolik breşleşme
- Kriptokristalin bandlaşma
- Kalsitin kuvars tarafından ornatılması,
- Yüzeyde altın veya diğer metal değerlerinin işletme tenörü derecesinde olmasa bile yüksek oranları

4.1.5. Bir Epitermal Oluşumda Kuvars Damarlarının Önemi

Kuvars damarları, altın yataklarının çoğunda ortak özelliktir 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 adulya 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 zonlanması modeli oluşturulabilmektedir.

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. Bir epitermal kuvars damarında görülen doku türlerinin incelenmesi, arazi çalışmaları sırasında, yukarıda sözünü ettiğimiz türden zaman kaybını önleyebilecek niteliktedir (DPT, 2001).

4.1.6. Kuvars Damarlarındaki Silika Türleri

Silika, epitermal sistemlerde opal veya amorf silika, opal C-T, kalsedon ya da kuvars olarak depolanır. Silika bakımından aşırı doygun çözültiden 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 tesbit etmişlerdir (DPT, 2001).

4.1.7. Epitermal Bir Oluşum Modeli İle Çalışma Sahası Arasındaki Benzerlikler

Yukarıda genel özellikleri ile verilen epitermal sistem özellikleri ve epitermal modellerin genel yapısı ile çalışma sahamızın genel yapısını karşılaştıracak olursak epitermal bir sistemin tüm göstergeleri mevcuttur bunlar kısaca şu şekildedir;

- Epitermal bir sistemin genel kayaç birlikteliği olan volkanik tüfler, volkanik breş ve aglomeralar bununla birlikte yoğun bir biçimde silis gelimi en önemli benzerliktir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Çalışma sahasında Ayvalık Mahallesi Karacağağaçdağı Deresinde izlenen volkanik breş ve aglomeralar

- Hidrotermal sıvıların neden olduğu alterasyon ürünü kil oluşumları da çalışma sahasında net olarak izlenmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Çalışma sahasında Hayrat mahallesi mevkiinde izlenen arjilik alterasyon

- Epitermal bir sistemde altın için ana taşıyıcı olan silis ve silisin farklı türleri arazide özellikle Hayrat Mahallesi, Şahnadamı mevki, Göynük mevki ve Karatepe arasında kalan kesimlerde yaygın olarak izlenmektedir. Bununla birlikte doku benzerlikleri de bir diğer ortak noktadır (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4).



Şekil 4.3: Boşluk dolgusu yapıları (Kolloform Doku)



Şekil 4.4: Şahnadamı mevkiinde izlenen silisli zon içerisindeki breş yapı

4.2. Mavi Kalsedon Cevherleşmesi

Epitermal bir sistem içerisinde oluşmuş olan mavi kalsedonların oluşmasındaki en büyük faktör, SiO_2 ve diğer çözeltilerin getirimi için uygun boşluk ve yolları açan tektonik faaliyetlerdir. Çalışma sahasında daha önceki bölümlerde bahsedilen iki fay kırığı bu cevherleşmede önemli rol oynamıştır. Epitermal bir sistem içerisinde oluşmuş mavi kalsedonlar, hidrotermal silisli çözeltilerin epitermal evrede (100-200 $^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta), yüzey koşullarına yakın basınç değerlerinde ve alkalın pH ortamında silisi çökeltmesiyle oluşmuştur.

Genel anlamda kalsedon, kuvars (SiO_2) ailesinin kriptokristalin yapılu bir üyesidir. Aynı zamanda kriptokristalin yapılu birçok süstaşının (agat, krizopras, flint, jasper, onisk vb.) içinde yer aldığı grubunda başıdır (Hatipoğlu ve Dora, 2005).

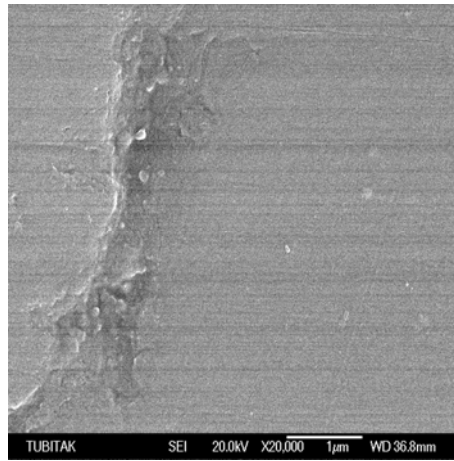
İnceleme alanında yer alan mavi kalsedonlar gri-beyaz renkte bir dış çeper ile sarılmış durumdadır. Sahada gözenek ve boşlukları doldurmuş bir şekilde izlenmektedir. Bu özelliği ile Sarıcakaya kalsedonlarına benzemektedir. Yumruların çapları ortalama 7-8 cm civarındadır (Şekil 4.5). Kalsedon yumruları kırıldığında açık mavi bir renk ortaya çıkmaktadır. Kesilip parlatılabilmeleri kolaydır. Bölgede yine yer yer beyaz kalsedon oluşumları da yer almaktadır.

Yapılan bütün kayaç analizlerinde iz element dağılımı Tablo 4.1 'deki gibidir. Tabloda'da görüldüğü gibi gerek mavi kalsedonlar ve gerekse diğer silisli kayaçlar ekonomik değere sahip bir cevherleşme göstermemektedirler.

SEM fotoğrafları incelendiğinde kalsedonların karbonatlar arasındaki boşlukları doldurmuş oldukları görülmektedir. Bu da saha gözlemlerini desteklemektedir. Ayrıca SEM görüntülerinden anlaşıldığı üzere bu boşluklara kalsedondan önce opal gelimi de söz konusudur (Şekil 4.6).



Şekil 4.5: Göynük Mevkiinin 500m kadar kuzeybatısında silisli zon içerisinde oluşmuş mavi kalsedon



Şekil 4.6: Göynük Mevkiinin 500m kadar kuzeybatısında silisli zon içerisinde oluşmuş mavi kalsedon SEM görüntüsü.

Tablo 4.1: Çalışma sahasından alınan numunelerin iz element dağılımı

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
Numune No	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
<i>Kuvars 001</i>	0,1	4,3	0,4	1	0,3	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0136	0,01	0,1	0,5
<i>Kuvars 002</i>	0,4	4,2	0,3	4	2,9	4,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0849	1	0,4	0,5
<i>Bazalt 003</i>	0,3	74,9	1,3	49	33,8	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0227	0,01	0,1	0,5
<i>Kuvars 004</i>	0,1	4,9	0,1	1	0,2	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0805	0,06	0,1	0,5
<i>Kuvars 005</i>	0,1	9,8	0,2	1	1,3	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0171	0,03	0,1	0,5
<i>Kuvars 006</i>	0,1	6,4	0,1	1	0,6	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1369	0,01	0,1	0,5
<i>Kuvars 007</i>	0,5	14,8	1,7	4	6,4	3,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0464	0,01	0,1	0,5
<i>Kuvars 008</i>	0,1	3,2	0,1	1	1,3	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0306	0,01	0,1	0,5
<i>Kuvars 009</i>	0,4	6,5	0,1	5	6,9	11,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0225	0,01	0,1	0,5
<i>Kil 010</i>	0,1	27,7	4,9	24	18,5	2,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0125	0,01	0,1	0,5
<i>Riyodasit 011</i>	0,2	10,7	2,6	23	14,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0224	0,01	0,1	0,5
<i>Dasit 012</i>	0,1	7	0,8	9	7,8	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0376	0,01	0,1	0,5
<i>Kuvars 014</i>	1	10,2	0,8	5	11,4	11,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,436	0,01	0,1	0,5
<i>Kalsedon 001</i>	5	6,6	0,6	5	6,8	1,6	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0123	0,2	0,1	0,5
<i>Kalsedon 002</i>	0,3	8,9	0,5	4	4,9	1,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0253	0,01	0,1	0,5
<i>Kalsedon 003</i>	0,2	30,6	0,3	3	4,3	2,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0458	0,02	0,1	0,5

5. EKONOMİK JEOLJİ

5.1. Epitermal Yatakların Ekonomik Önemi

Son on yılda keşfedilmiş olan Pasifik havzasında yer alan yaklaşık 20 ülkedeki epitermal altın yataklarında yapılan üretim yılda 30 tondur. Bu rakam dünya altın üretiminin yaklaşık %2,5'ine karşılık gelmekte olup, rakama plaserlerden yapılan üretim ile yan ürün olarak kazanılan altın dahil değildir. Üretimdeki önemlerine göre sıralanacak olursa Dominik Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri ve Filipinle, Nikaragua, Kolombiya, Japonya ve Meksika ile birlikte bu üretimin %70 ini gerçekleştirmektedir. Kaliforniya'daki McLauchlin (100t) ve Şili'deki El İndio (>60 t) gibi üretime geçen yeni yatakların bulunması sonucu Pasifik çevresindeki ülkelerin üretim kapasitesi iki katına çıkarak 60 tonu geçecektir. Bu epitermal yatakların bazılarında yapılan gümüş üretimi de oldukça önemlidir. Örneğin Meksika'daki Pachuca gümüşlü altın yatağı dünya toplam gümüş üretiminin %6 sını tek başına karşılamaktadır.

Yukarıda açıklanan nedenlerle günümüzde epitermal yataklar artık çok popülerdir. Düşük tenörlü dissemine altın içeren bu yataklaroldukça büyük rezervlere sahiptir. Genellikle yüzeye yakın yatak oluşturdıklarından işletme giderleri düşüktür. Tablo 5.1 de Pasifik epitermal kuşağının bazı önemli yatakları tenör, rezerv ve üretim kapasiteleri ile birlikte verilmiştir.

Epitermal sistemlerin oluşum mekanizmasının iyi anlaşılması ve buna uygun olarak seçilecek başarı şansı yüksek yeni araştırma yöntemleri, epitermal yatakların aranmasında vazgeçilemeyecek unsurlardır. Yüksek tenörlü damarlarda içerebilen düşük tenörlü dissemine oluşumlar şeklinde bulunan soy metallerin bu yeni yatak tipi, tüm Pasifik havzası ülkeleri ile benzer jeolojik ortamların bulunduğu, başta Türkiye olmak üzere Pasifik havzası dışındaki bazı ülkelerde önemli ekonomik hedefler teşkil etmektedir (Kırıkoğlu, 1989).

5.2. Türkiye'deki Epitermal Altın Yatakları

Türkiye'de altın madenciliği yapmakta olan şirketlerin kendi rakamlarının ve yayımlanmış çeşitli verilerin (MTA,1970, 1993; Erler, 1997; Oygür, 1995, 1996) yorumlanmasına göre Türkiye'nin bilinen ve envanteri yapılmış toplam altın rezervi 575 tondur. Arama çalışmaları süren yataklar ve bilinen zuhurlar Ege ve Doğu Karadeniz bölgelerinde belirgin biçimde yoğunlaşmaktadır.

Mevcut bilgilerimize göre, işletilebilirliği söz konusu olan yatakların toplam altın rezervi 240 tondur. Günümüzde işletilmesi için hazırlıklar sürdürülen altın yataklarının toplam rezerviyse 215 tondur. Bergama-Ovacık, Havran-Küçükdere, Gümüşhane-Mastra, Sivrihisar-Kaymaz ve Uşak-Eşme epitermal tipte yataklardır. Yine işletilmesi planlanan yataklar arasındaki Artvin-Cerattepe ise bir masif sülfid yatağının oksitlenmiş demir şapkasıdır. İzmir-Efemçukuru ise skarn tipi bir altın yatağıdır. Rezervler Tablo 5.2 deki gibidir.

Tablo 5.1: Pasifik Epitermal Kuşağının Bazı Önemli Au ve Ag Yatakları
(International Mining, February 1988)

YATAK	LOKASYON	REZERV ve TENÖR	ÜRETİM (oz/yıl)
<u>Endonezya</u>			
Ertsberg	Irian Jays	30 Mt 0,75 g/t (g)	70,750 (g)
Lehong Tandal	Sumatra	30 Mt 2,5-3,5 g/t (g)	28,300 (m)
		30 Mt 3 g/t (m)	450,000 (m)
Kelien	Kalimantan	4 Mt 10 g/t (g)	250,000 (mü)
Mt Muro	Kalimantan	20 Mt 10 g/t (mü)	21,000 (m)
Kasongen	Kalimantan	30 Mm ³ 0,241 g/m ³ (g)	
<u>Papua Yeni Gine</u>			
Ok Tedi	Star Mountains	150 t Au cevher içinde	550,000 (g+m)
Rougsinville	Buogsinville Island	674 Mt 0,46 g/t	570,000 (g)
Misime	Misima Island	62 Mt 1,35 g/t	170,000 (m)
Porgera	Highlands	78 Mt 3,8 g/t	500,000 (m)
		1,7 Mt 40g/t	
		2,8 Mt 8 g/t	
Lienetz	Lihir Island	150 Mt 2,66 g/t (m)	400,000 (m)
Minifle	Lihir Island	30 Mt 5,0 g/t	400,000 (mü)
Simeri	Teber Island	10 Mt 3,0 g/t	100,000 (m ⁹)
Wapolu	D'Entrecasteau	5 Mt 1,43 g/t	40,000 (m)
Wild Dog	East New Britain	3 Mt 10 g/t	60,000 (m)
<u>Diğer Pasifik Ülkeleri</u>			
Vatu Kouls	Fiji	0,7 Mt 7,5 g/t (g)	53,559 (g)
Gold Ridge	Solomons		
Mashate	Filipinler	9 Mt 2,5 g/t	80,000 (g)
Minobarn	Filipinler	14 Mt 1,8 g/t	100,000 (g)
Gold Cross	Yeni Zelanda	10 Mt 3,5 g/t	100,000 (g)
Wahi	Yeni Zelanda	15 Mt 3,5 g/t	200,000 (mü)
El Indio	Şili		310,000 (g)
(g) : görünür (m) : muhtemel (mü) : mümkün			

Tablo 5.2: Türkiye’de işletilebilirliği söz konusu altın ve gümüş yataklarının rezervi
(DPT, 2001)

YATAK	TENÖR (g/t)		REZERV (ton)	METAL İÇERİĞİ	
	Au	Ag		Au (ton)	Ag(ton)
İzmir-Bergama-Ovacık	9	11	2 980 000	26.82	32.78
İzmir-Seferhisar-Efemçukuru	12,65	-	2 500 000	31.62	-
Uşak-Eşme-Kışladağ	1,43	-	74 000 000	105.8	-
Balıkesir-Havran-Küçükdere	6,43	11.8	1 410 000	9.07	16.64
Eskişehir-Sivrihisar-Kaymaz	6.04	5.3	974 000	5.88	5.17
Gümüşhane-Mescitli-Mastra	12	-	1 000 000	12	-
Çanakkale-Kirazlı-Akbaba	1.25	-	8 000 000	10	-
Artvin-Cerattepe (demir şapka)	4	140	8 200 000	32.8	11.48
(masif sülfid)	1,2	25	3 900 000	4.68	97.5
TOPLAM				37.48	1245.5
TOPLAM				240	1300

Türkiye altın madenciliğinde tek kurulu kapasite, Eurogold Madencilik A.Ş.ye ait Bergama- Ovacık tesisleridir. Madencilik faaliyetleri sonucunda 24 ton altın ve 24 ton gümüş kazanılacaktır. Ovacık Altın Madeni’nin 8 yıl süreyle işletilmesi ve yılda 300 bin ton cevher çıkarılması planlanmıştır. İşletmenin ilk üç yılında üretim hem açık ocak hem de yeraltından birlikte yapılacaktır. Daha sonraki 5 yıldaysa sadece yeraltı işletmesi sürdürülecektir. Cevher içerisinde sülfid minerali hemen hiç yoktur ve serbest halde bulunan altın tanelerinin boyutu 10 mikrondan küçüktür. Ovacık Altın Madeni’nde, ince boyutlu altın içeren cevherlerdeki altının kazanılmasında halen teknik ve ekonomik olarak uygulanabilecek tek yöntem olan (Marsden ve House, 1993) siyanür liçi kullanılmıştır. Proses atıklarındaki siyanürün bozundurulması için “INCO SO₂/Hava” yöntemi ve ağır metallerin kararlı hale getirilerek çöktürülmesi için “Ferrik Sülfat” yöntemi uygulanmıştır. Atıklar, kimyasal bozundurmadan sonra HDPE jeomembran ve kil katlarıyla astarlanarak geçirimsizliği (10⁻⁹ cm/sn) sağlanmış atık havuzunda depolanacaktır (DPT. 2001)

5.3. Türkiye Mavi Kalsedon Potansiyeli

Kriptokristalin kuvars grubu içerisinde yer alan kalsedonun kimyasal formülü SiO_2 ve $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (silisyum dioksit ve sulu silisyum dioksit (silis jeli)), Mohs sertliği 6,5-7, yoğunluğu 2,58-2,65, ışık kırması çift kırma, optik tek eksenlidir.

Kalsedon gök mavisi, beyazımsı, mavimsi, sütümsü gri, yeşilimsi renklere olan kriptokristalin kuvarstır. Bu isim İstanbul boğazındaki Khalkedon (Kadıköy) sözcüğünden kaynaklanmaktadır (Romalılar döneminde Eskişehir'in mavi kalsedonları Kadıköy limanından gemilere yüklendiği için taş limanının ismine dayanılarak kalsedon "chalcedony" ismi verilmiştir). Kalsedonlar genellikle hafif lekeli ve üretildikten sonra renklendirilirler. Kalsedonlar diğer kriptokristalin kuvars imitasyonlarının yapılmasında da kullanılmaktadırlar.

Kalsedonun Türkiye'deki önemli yataklarına ve bu yatakların kısa özellikleri aşağıdaki gibidirler.

5.3.1. Sarıcakaya (Eskişehir)

Kalsedon ocakları, Eskişehir ili, Sarıcakaya ilçesi, Mayıslar Köyü'nün güneyinde yer alır. Ocaklara, Eskişehir-Sarıcakaya Karayolu üzerinde, Mayıslar Köyü'ne 5km. uzaklıktan ayrılan, yaklaşık 600m.'lik bir tali yolla ulaşılabilir. Arazi engebeli olup genellikle ormanlıktır.

Paleozoik, Mesozoik ve Tersiyer yaşlı magmatik ve tortul kayalar yer alır.

Paleozoik yaşlı birim, yeşilimsi, beyazımsı, siyahımsı renkli, bol çatlaklı serpantinleşmiş peridotitlerle temsil edilir. Mesozoik yaşlı birimler, grimsi, siyahımsı renkli, Jura yaşlı kireçtaşlarından meydana gelir.

Tersiyer yaşlı birimler, serpantinler üzerinde stratigrafik uyumsuz olarak yerleşmiş çakıltaşı, kumtaşı, şeyl ve marn birimlerinden oluşmuştur. Bu birimlerin dışında, Paleosen'de başlamış, Eosen sonuna kadar devam etmiş volkanizmaya bağlı olarak yayılmış kırmızı, kahve renkli yer yer ayrılmış, Sarıcakaya volkanitleri içindeki, andezitler yer alır (Hatipoğlu, 1984) (Gözüpek, 1996 dan alınmıştır).

5.3.2. Yozgat

Yozgat'ın batı-güneybatısında bulunan yatağa ulaşım Yozgat-Ankara Karayolu'nun 10. kilometresinden ayrılan, Şefaati karayoluyla sağlanabilir.

Bölgede Neojen magmatizmasının ürünleri olan ortaç ve bazik volkanik kayalar yer almaktadır. Çalışma alanında gözlenen bazaltların, oluşumları sırasında içerdikleri gazları yitirmeleri sonucu, gaz boşlukları oluşmuştur. Bu boşluklar daha sonraki hidrotermal silisli sıvıların enjeksiyonları sonucunda kalsedon yumrularının oluşumuna neden olmuştur.

Yozgat kalsedon yumruları kuvars, ametist ve agatla birlikte bulunur. Kalsedon, kuvars, ametist ve agat mineralleri ardalanmalı olarak gözlenir. Fakat her zaman hepsi birarada bulunmayabilir. Kuvars, kuvars-ametist, kuvars-kalsedon veya kuvars-kalsedon-ametistten oluşmuş yumrular bulunmaktadır. Yumruların büyüklükleri 2-3 cm. 'den, 50cm.'ye kadar değişmekle beraber çoğunlukla 10-15 cm. arasındadır.

Yumruların dışı toprak rengindedir. Yumruların içiyse süt beyazı, gri, kahve, mor, renksiz ve mavinin değişik tonlarında renkler sunar. Saydam ve/veya yarı saydamdır. Çekirdek bazen boşlukludur ve genellikle çekirdeğe doğru kristaller irileşmektedir. Bu da kristalleşmenin dıştan içe doğru gerçekleştiğini göstermektedir (Gözüpek, 1996).

5.3.3. Bozüyük

Bilecik ili'nin, Bozüyük İlçesi'nin, Ece Köyü'nün, İstihkam Tepe kuzeybatısında çeşitli renklerde genellikle koyu siyah, koyu kahve, kırmızı , bazen mor renkli beyaz veya saydam, ebatları ortalama 1-10 cm. arasında değişen, genellikle yuvarlanmış karakterli kalsedon oluşumları izlenmiştir. Nodüller şeklinde ortaya çıkan bu oluşumların çoğu beyaz-gri renkli, killi kalkerli bir kabukla sarılmış olup, kalkerler arasında 4-4,5 m. kalınlık ve Ece Köyü'ne giden yollarda döküntüler halinde ortaya çıkmaktadırlar. Parlatıldıklarında güzel renkler veren bu oluşumlar daha ince kesilip işlenmeye çalışıldığında kolayca ve çabucak parçalanıp dağılmaktadırlar (Arda, 1982) (Gözüpek, 1996' dan alınmıştır).

5.3.4. Alacaoluk-Beyoluk

Bandırma-Gönen Karayolundan ayrılan Alacaoluk-Beyoluk Köy yolları boyunca gözlenmektedir. Alacaoluk Köyü'nü geçtikten sonra takip edilen birinci dere yatağı içinde aglomeratik tüf karakterli kayalar içerisinde boşluk dolgusu şeklinde değişik ebatlarda kalsedon oluşumları izlenmiştir (Gözüpek, 1996).

5.4. Osmancık Mavi Kalsedonlarının Gemolojik ve Ekonomik Önemi

Oluşum olarak Osmancık mavi kalsedonları silis ve karbonatlar içerisinde yumru şeklindedirler. Oysa Sarıcakaya ve Yozgat kalsedonlarına bakacak olursak, volkanik kayaların içerisindeki boşluklara kalsedon gelimi söz konusudur. Gemolojik açıdan yarı kıymetli süs taşı grubuna giren Osmancık mavi kalsedonları, dilinimsiz yapıya sahip olmaları, şeffaf bir yapı sunmaları nedeniyle kabaşon türü modellerde işlenirler (Şekil 5.1). Kabaşon kesim, genelde yarı şeffaf yada opak (ışığı geçirmeyen) taşlara uygulanan bir kesim türüdür. Üst kısmı yuvarlatılmış, alt kısmı düzdür. Taşın alt kısmı ham bırakılmış (parlatılmamış) yada parlatılmış olabilir. Taşın rengini yada taştaki bazı özel ışık oyunlarını (yıldız efekti gibi) ortaya çıkarmak için uygulanan bir kesim türüdür.

İ.T.Ü. Maden Fakültesi Gemoloji Laboratuvarında (Şekil 5.2) yapılan yoğunluk testinde Osmancık kalsedonlarının yoğunluğu $1,62 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Yapılan incelemelerde kalsedonların içerisinde dendritli oluşumlara da rastlanmıştır.

Boncuk, yarım damla, yarım küre, yarım oval şeklinde simetrik formlarda veya düzensiz asimetrik formlarda işlenenler, muhtelif takılarda altın ya da gümüş kullanılarak değerlendirilebilirken (Şekil 5.1), büyük parlatılmış takozlar veya dilimlenmiş plakalar dekoratif objeler olarak kullanılabilirler.



Şekil 5.1: Oval, yuvarlak, damla kabaşon kesim ve takı (kolye ucu)



Şekil 5.2: İ.T.Ü. Maden Fakültesi Gemoloji Laboratuvarı çalışmaları

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan arazi çalışmalarından elde edilen sonuçlar şu şekildedir; arazide tabanda dasit, riyodasit ve bazalt karakterde volkanik kayaç parçalarının oluşturduğu breş ve aglomeralar bulunmaktadır. Volkanik breşler ve aglomeralar üzerine tüfler gelmektedir. Ve en üstte ise silis zon yer almaktadır. Arazide gözlemlenen boşluk dolgusu yapıları ve belli bir doğrultuda görülen su kaynakları arazide iki farklı yönde muhtemelen Kuzey Anadolu Fayı' na paralel ve dik konumda fay varlığını göstermektedir. Bu fayların Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkisi olup olmadığı bilinmemektedir.

Çekilen SEM fotoğrafları neticesinde yumrular şeklinde izlenen mavi kalsedonların çevresini saran karbonat kısım kalsit olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu görüntülerde izlenen silis kürecikleri karbonat sinter içerisinde yer alan boşluklara yerleşen kalsedonlardan önce opal oluşumu varlığını göstermektedir.

Arjilik alterasyonun cinsini belirlemek amacı ile yapılan XRD deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda arjilik alterasyon smektit grubu killer olarak tanımlanmıştır. Mineralleri ise dolomit, kalsit, simektit, illit, kuvars, feldspat, opal-ct şeklindedir.

Yapılan arazi çalışmalarında hidrotermal alterasyondan volkanik tüflerin ve volkaniklerin belli oranlarda etkilendiği açıkça görülmektedir. Yapılan mikroskopik incelemelerde de özellikle bazaltlarda olivinlerin alterasyonu izlenmektedir. Arazide yerli volkanikler bulunmadığı için taze volkanikler, az altere volkanikler gibi bir ayırımı gidilememiştir.

Yapılan kimyasal deneyler sonucunda bazaltlarda K elementinde zenginleşme görülmektedir. Şoşiyonit seri içerisinde çıkan bazalt oluşumları genel olarak ada yayı ve kıta içi yay oluşumu olarak değerlendirilmektedir. Fakat önceki çalışmalarda da çalışma sahasının bu iki ortam da olmadığı görülmektedir. Bazaltın kıta kabuğunun derinlerinden gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte alterasyonun sebep olduğu bir K zenginleşmesi olma ihtimali de mevcuttur (Okay, 2006).

Araştırmanın esas konusu olmaması sebebi ile bu konu detaylı olarak incelenmemiştir. Koç ve diğerleri (1994)'nin yaptıkları çalışmada da K zenginleşmesi hidrotermal alterasyona bağlı görülmüştür.

Volkanik kayalarda gelişen hidrotermal alterasyonlar ve bunlarla aynı jenetik süreçlere bağlı olarak oluşan kıymetli metal zenginleşmeleri, özellikle içinde buldukları kaynak kayaların metal içerikleriyle ilişkilidirler (Hedenquist ve Henley, 1985) (Koç, Ş. Erdoğan, S. Kadioğlu, Y. K. 1994). Yapılan çalışmalarda yerli volkanikler olmadığı için kaynak kayaç olarak aglomera ve breşler kabul edilmiştir. Kaynak kayacın Au ve Ag gibi kıymetli metal içerikleri yanı sıra, Pb, Zn, Cu, As, Sb, Hg, Bi, Te gibi iz sürücü element içerikleri ve bunların dağılımları da cevherleşmeleri işaret edebilen özelliklerdir (Koç, Ş. Erdoğan, S. Kadioğlu, Y. K. 1994). Yapılan çalışmalarda Au ve Ag anomalisi yanında iz sürücü diğer elementlere de rastlanmamıştır.

Sonuç olarak, inceleme alanında herhangi bir kıymetli metal zenginleşmesine rastlanamamıştır. Buna rağmen yan kayaç olarak bulunan kalsedonların süs taşı olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Bu konuda detaylı araştırmaların yapılması ekonomik bir değer taşıyacaktır.

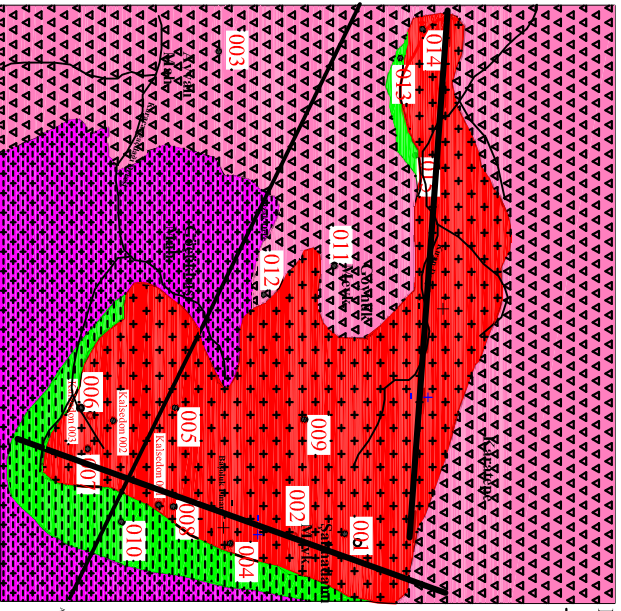
KAYNAKLAR

- Ach, J.A., 1982,** The geochemistry of the Ankara volcanics, central Turkey: EOS, Transactions American Geophysical Union, **63**, 27-52, 1148.
- Akarsu, İ., 1958.** Çorum bölgesinin jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **07**, 19-30.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Dağer, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım, H. ve Hakyemez, Y., 1984.** Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeoloji özellikleri, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, **20**, 31-46.
- Andaç, M., Newsely, H. ve Wilk, H., 1976.** Bayat-Afyon ve Karamanca Köyü (Şaphane, Gediz-Kütahya) opal zuhurlarının elektron mikroskobu ile etüdü, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **87**, 77-79.
- Birgili, B., Yoldaş, R., ve Ünalın, G., 1975,** Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları, MTA Raporu, no. 5621
- Büyükönel, G., 1985-1986.** Yozgat yöresi volkanitlerinin asal ve iz elementlerinin dağılımı, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **105-106**, 97-111.
- Çalgın, R., Pehlivanoğlu, H., Ercan, T. ve Şengün, M., 1973,** Ankara civarı jeolojisi, M.T.A. Raporu, Ankara, Türkiye
- Doğan, B., Ünlü, T. ve Sayılı, S. I., 1998.** Kesikköprü (Bala-Ankara) demir yatağının kökenine bir yaklaşım, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **120**, 1-33.
- DPT, 2001.** Değerli Metaller, VIII. BYKP Madencilik özel ihtisas komisyonu raporu, Ankara, Türkiye.
- Ercan, T., 1986.** Orta Anadolu'daki Senezoyik volkanizması, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **107**, 119-141.
- Erlər, A., 1997,** Türkiye Altın Potansiyeli, *Y.M.G.V. Türkiye Madencilikinin Önemi, Sektörün Sorunları ve Gelecekteki Politikalar Sempozyumu*
- Gözüpek, B., 1996.** Süstaşları ve Kartal ametist oluşumları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gümüş, A., 1974.** Metalik Maden Yatakları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Hatipoğlu, M. ve Dora, O. Ö., 2000.** Ankara agatının mineralojisi ve bantlı yapının kökeni, *Yerbilimleri Dergisi*, **22**, 1-12.
- Hatipoğlu, M. ve Dora, O. Ö., 2005.** Türkiye'de antik bir süstaşı malzemesi olan Sarıcakaya (Eskişehir) kalsedonunun jeolojik yerleşimi, mineralojik-








- gemolojik özellikleri ve madenciliği, *Uluslar Arası Değerli Taşlar ve Metaller Sempozyumu* , 193-216.
- Karadenizli, L., Seyitoğlu, G., Saraç, G. vd.**, 2003. Çankırı-Çorum havzasının batı kenarının Erken-Orta Miyosen paleocoğrafik evrimi, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **126**, 69-86.
- Kaymakçı, N.**, 2000, Tectono-stratigraphical evolution of the Çankırı basin (Central Anatolia Turkey), *PhD Thesis, Univ. Utrecht. Geologia Ultraiectina*, 190, s. 247
- Ketin, İ.**, 1961. Türkiye’de magmatik faaliyet, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **07/2**, 1-16
- Kırkoğlu, M. S.**, 1989. Epitermal altın yatakları ve Türkiye’de epitermal altın oluşumu, *İ.T.Ü. Maden Fakültesi 35. Yıl Sempozyumu*, İ.T.Ü., İstanbul, 29-30 Haziran-1 Temmuz, s. 117-144.
- Kırkoğlu, M. S.**, 2005. Kuvars grubu süs taşları ve Türkiye’den örnekler, *Uluslararası Değerli Taşlar ve Metaller Sempozyumu*, İ.T.Ü., İstanbul, 29-30 Nisan, s. 175-193
- Koç, Ş., Erdoğan, S. ve Kadioğlu, Y.K.**, 1994. Havran (Balıkesir) güneydoğusunda yer alan volkanitlerin epitermal cevherleşme potansiyeli, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **116**, 65-80.
- Koçyiğit, A., Türkmenoğlu, A., Beyhan Kaymakçı, N. ve Akyol, E.**, 1995, Post-Collisional Tectonics of Eskişehir-Ankara-Çankırı Segment of İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone: Ankara Orogenic Phase, *TPJD Bülteni*, **6 (1)**, 69-86.
- Kurt, H. ve Arslan, M.**, 2001. Bodrum (GB Anadolu) volkanik kayaların jeokimyasal ve petrolojik özellikleri: fraksiyonel kristalleşme, magma karışımı ve asimilasyona ilişkin bulgular, *Yerbilimleri Dergisi*, **23**, 15-32.
- Marsden, J. ve House, I.**, 1993, *The Chemistry of Gold Extraction*, *Ellis Horwood*, 568
- MTA**, 1970, Arsenic, Mercury, Antimony and Gold deposits of Turkey.
- MTA**, 1993, Türkiye Altın-Gümüş Envanteri.
- Norman, T. N.**, 1972, Ankara Yahşihan bölgesindeki Üst Kretase-Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **15**, 180-279.
- Norman, T. N.**, 1975, Flow features of Ankara Melange, *Proceeding of the IX the International Congress on Sedimentology (Nice)*, **4**, 246-256

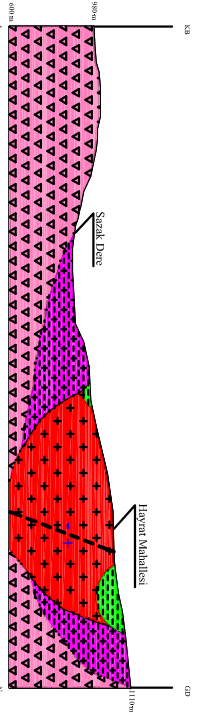
- Okay, A.**, 2006. Kişisel görüşme.
- Oygür, V.**, 1995, Türkiye’de Altın Potansiyeli, *Y.M.G.V. Türkiye’de Altın Madenciliği Sempozyumu*
- Oygür, V.**, 1996, Dünya Altın Madenciliği ve Türkiye’nin Altın Potansiyeli, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, **49**, 55-62.
- Seyitoğlu. G., Kazancı, N., Karakuş, K., Fodor, L., Araz. H. ve Karadenizli,L.**, 1997, Does continuous compressive tectonic regime exist during Late Palaeogene to Late Neogene in NW Central Anatolia, Turkey Preliminary observations, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **6**, 77-83.
- Seyitoğlu. G., Kazancı, N., Karakuş, K., Fodor, L., Araz. H., Karadenizli,L., Şen, Ş., Varol, B. ve Karabıyıkoglu, T.**, 2000, Rockfall avalanche deposits associated with normal faulting in the NW of Çankırı basin: implication for the post-collisional tectonic evolution of the Neo-Tethyan suture zone, *Terra Nova*, **v.12, n.6**, 245-251.
- Şenalp, M.**, 1979-1980. Çankırı-Çorum havzasının Sungurlu bölgesindeki Eosen yaşlı türbidit, olistostrom ve olistolit fasiyesleri, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 93-94, 27-55.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y.**, 1981, Tethyan evolution of Turkey, A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, **75**, 181-241.
- Yalçın, H. ve Karlı, Ş.**, 1998. Dodurga (Çorum) kömür havzasında karbonat ve smektit minerallerinin kökeni ve diyajenetik evrimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **2**, 95-108.
- Yıldız, A., Karahasan, G., Demircan, H. ve Toker, V.**, 2000. Kalecik (Ankara) güneydoğusu Alt Maastrichtiyen-Paleosen biyostratigrafisi ve paleoekolojisi, *Yerbilimleri Dergisi*, **22**, 247-259.
- Tokel, S.**, 1977. Doğu Karadeniz Eosen yaşlı kalk-alkalen andezitler ve jeotektonizma, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **20**, 49-54.
- Tüysüz, O. ve Dellaloğlu, A.A.**, 1992, Çankırı havzasının tektonik birlikleri ve havzanın jeolojik evrimi, *Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildirileri özeti*, 180 s.
- Tüysüz, O. ve Dellaloğlu, A.A.**, 1994, Orta Anadolu’da Çankırı Havzası ve çevresinin erken Tersiyer’deki paleocoğrafik evrimi, *Türkiye 10.Petrol Kongresi ve Sergisi Bildiriler*, 57-76.

Varol, B., Araz, H., Karadenizli, L., Kazancı, N., Seyitoğlu, G. ve Şen, Ő., 2002,
Sedimentology ve paleogeography of Miocene evaporitic succession
in the north of ankırı-orum basin, Central Anatolia, Turkey,
Carbonates ve Evaporites, **17 (2)**, 197-209.



EOSEN


-  Silisli Zon
(Kuvars, Kalsedon)
-  Arıllık Alterasyon
(Smektit Grubu Kil)
-  Volkanik Tüf
-  Volkanik Aglomera & Breş
(Dasit, Riyodasit ve Bazalt yunları)
-  Birim Sınırı
-  Olastı Fay
-  Numune Yerleri



Osmanlık (Çorum) Kuzeydoğusunda Yer Alan Volkaniklerin Epifenat Çerçevesine Potansiyel ve Wari Kalsedon Oluşumları

Danışman:
Prof. Dr. M. Serai Kırkeçli

Çizim:
Mehmet Zengin (Jeoloji Mühendisi)

Ölçek:  1:100.000