

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**KEBAN-ELAZIĞ ÇEVRESİNDE KEBAN
METAMORFİTLERİ İLE ELAZIĞ MAGMATİTLERİNİN
TEKTONİK HAT BOYUNCA GELİŞEN
İKİNCİL KUVARS VE KALSİTLERDE
SIVI KAPANIM ÇALIŞMASI**

Gülsemin ŞİMŞEK

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Leyla KALENDER

Eylül, 2017

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KEBAN-ELAZIĞ ÇEVRESİNDE KEBAN METAMORFİTLERİ İLE ELAZIĞ
MAGMATİTLERİNİN TEKTONİK HAT BOYUNCA GELİŞEN İKİNCİL KUVARS VE
KALSİTLERDE SIVI KAPANIM ÇALIŞMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜLSEMİN ŞİMŞEK

142116105

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 17 Ağustos 2017
Tezin Savunulduğu Tarih: 8 Eylül 2017**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Leyla KALENDER (F.Ü)
Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ALTUNBEY (F.Ü)
Yrd. Doç. Dr. Güllü KIRAT (B.Ü)**

EYLÜL-2017

ÖNSÖZ

“Keban –Elazığ çevresinde Keban Metamorfitlei ile Elazığ Magmatitleri’nin Tektonik hat boyunca gelişen ikincil kuvars ve kalsitlerde sıvı kapanım çalışması İncelemeleri” başlıklı bu çalışma; Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları-Jeokimya Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından MF.16. 44 no’lu proje ile desteklenmiştir. Araştırmayı maddi açıdan destekleyen Fırat Üniversitesi Rektörlüğü’ne ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (FÜBAP)’ ne teşekkür ederim.

Bu tezin hazırlanması sırasında arazi, büro ve laboratuvar çalışmalarımı yakından izleyip, değerli katkı ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Leyla KALENDER’ e içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında farklı aşamalarda yardımını gördüğüm Doç. Dr. Sevcan KÜRÜM hocama, Araştırma görevlisi Onur ALKAÇ’ a, bölüm teknisyenleri Tuncay ÖZDEMİR ve Fuat İSTEK ’e çok teşekkür ederim.

Ayrıca tüm çalışmalarım sırasında manevi desteklerini esirgemeyen aileme içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Gülsemin ŞİMŞEK

ELAZIĞ-2017

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
TABLolar LİSTESİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Konusu	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	1
1.3. Çalışmanın Yöntemleri.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. COĞRAFİK DURUM.....	9
4. ÇALIŞMA ALANININ JEOLojİ.....	11
4.1. Keban Metamorfitleri.....	12
4.1.1. Tanım.....	12
4.1.2. Dağılımı ve konumu	13
4.1.3. Litoloji	13
4.1.4 Yaş.....	13
4.1.5. Oluşum ortamı	14
4.1.6. Keban Bindirmesi.....	14
4.2. Elazığ Magmatitleri	16
4.2.1. Tanım.....	16
4.2.2. Dağılım ve konumu	16
4.2.3. Litoloji.....	16
4.2.3.1. Skarın zonu kayaçları.....	17
4.2.3.2. Bazalt Grubu Kayaçlar.....	17
4.2.3.3. Dasitler.....	17
4.2.4. Oluşum Ortamı.....	18

4.3.	Sağdıçlar Formasyonu.....	18
4.3.1	Yaş.....	18
4.4.	Kırkgeçit Formasyonu.....	18
4.4.1.	Tanım.....	18
4.4.2.	Dağılım ve konumu.....	19
4.4.3.	Litoloji.....	19
4.4.4.	Yaş.....	19
4.4.5.	Oluşum ortamı.....	20
4.5.	Alüvyal Malzeme.....	20
5.	MATERYAL VE METOD.....	21
6.	MİNERALOGİ.....	24
7.	SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI.....	33
7.1	Sıvı Kapanımlar Hakkında Genel Bilgiler.....	33
7.2.	İncelenen Sıvı Kapanımların Morfolojik Özellikleri.....	35
7.3.	Kalsit, Aragonit ve Kuvars Örneklerinde Mikrotermometrik İncelemeler.....	35
8.	DURAYLI İZOTOP ÇALIŞMALARI.....	42
9.	ÇALIŞMA ALANININ METAMORFİZMA KOŞULLARI.....	43
10.	TARTIŞMA.....	47
10.1.	Sıvı Kapanım ve izotop Jeokimyası.....	47
10.2.	Bindirmenin Yapısal Evrimi.....	50
11.	SONUÇLAR.....	51
12.	KAYNAKLAR.....	53
	ÖZGEÇMİŞ.....	62

ÖZET

Keban Bindirme Zonu Elazığ'ın 30 km kuzey batısında yer almaktadır. Bu çalışma, Keban Bindirme Zonu içerisindeki ikincil kuvars ve kalsitlerde yapılan izotopik ve sıvı kapanım incelemelerini içermektedir. Elde edilen veriler kalsit ve kuvarsların oluşum sıcaklık değerlerinin (Th) 158 ila 389 °C, buz ergime sıcaklığı (T_{ICM}) -5,3 ve -0,1 °C ve bu verilere göre hesaplanan tuzluluk değerlerinin % 1,1 ila 8,3 NaCl eşdeğeri aralığında olduğunu göstermektedir. İncelenen sıvı kapanımlarda belirlenen yoğunluk değerleri 0,48 ila 0,94 gr/cm³ aralığındadır. Yoğunluk değerleri, kapanımlardaki gaz hacmi (CO₂) arttıkça, yoğunluğun azaldığına işaret etmektedir. Kalsit örneklerinde, $\delta^{13}C_{PDB}$ izotop bileşim değerleri +1,6 ila + 3,2 ‰ aralığında değişmekte olup, aragonit örneklerinde en düşük $\delta^{13}C_{PDB}$ izotop bileşim değerleri -7,4 ‰ olarak belirlenmiştir. Ancak tüm örneklerde, $\delta^{18}O_{SMOW}$ izotop bileşim değerleri 19,3 ila 21,5 ‰ aralığında değişmektedir. Duraylı izotop bileşimleri, aragonitlerin, kalsit ve kuvarsların oluşumunu tamamladıktan sonra sisteme dahil olan meteorik suların, daha düşük sıcaklıktaki ağır oksijence zengin suların neden olduğu alterasyonlar sonucu oluşmuş olabileceğine işaret etmektedir. Ancak, tüm $\delta^{18}O_{SMOW}$ izotop bileşim değerleri, metamorfizma kaynaklı sıvıların Keban Bindirme Zonunda oluşan ikincil mineraller üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Sıvı kapanım verileri yardımıyla belirlenen basınç, derinlik ve sıcaklık değerleri, Keban Bindirme Zonunun, dinamik metamorfizma koşullarında protomilonit ve milonitik zon içerisinde yer aldığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler : Keban Bindirme Zonu, duraylı izotop, sıvı kapanım, milonitik zon

SUMMARY

The fluid inclusion studies in the secondary calcite and quartz formations along the tectonic contact between the Keban Metamorphites and the Elazığ Magmatites in the Keban-Elazığ area.

The Keban Thrust Zone is located 30 km northwest of Elazığ. The study includes fluid inclusion and stable isotopic studies in the calcites and quartz within the Keban Thrust Zone. The obtained data show that the homogenization temperatures (T_h) are range 158 to 389 °C, ice melt temperature (T_{ICM}) range -5,3 to -0,1 °C, and calculated salinity range 1.1 to 8.3 % NaCl equiv. Determined density values in the studied fluid inclusions are range 0.48 to 0.94 gr/cm³. These values show that the bubble (CO₂) volume in the inclusions increases, the density decreases. $\delta^{13}C_{PDB}$ and $\delta^{18}O_{SMOW}$ composition values are range +1.6 to + 3.2 ‰, 19.3 to 21.5 ‰ in the calcite samples, respectively. The lowest $\delta^{13}C_{PDB}$ composition value (-7.4 ‰) is determined in the aragonite samples. However, $\delta^{18}O_{SMOW}$ composition values of the studied all samples are range 19.3 to 21.5 ‰. The stable isotope compositions indicate that aragonites form at the late liquid stages after calcites and quartz formations due to alterations caused by heavy oxygen rich and lower temperature liquids in system. However, the obtained $\delta^{18}O_{SMOW}$ composition values show that metamorphic fluids may be infilled with secondary minerals such as calcite and quartz within Keban Thrust Zone. The range of pressure, depth and temperature values were determined using by fluid inclusion data that the studied Keban Thrust Zone might be expected to have developed within protomylonite and mylonite zones at dynamic metamorphism conditions.

Key words: Keban Thrust Zone, fluid inclusion, stable isotope, mylonitic zone

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1.	Çalışma alanının yerbulduru haritası.....	9
Şekil 4.1.	Çalışma alanının jeoloji haritası.....	11
Şekil 4.2.	Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.....	12
Şekil 4.3.	Keban Bindirme zonunun arazi görüntüsü. Bakış yönü KB.....	15
Şekil 4.4.	Keban Bindirme zonunun arazi görüntüsü. Bakış yönü KB.....	15
Şekil 5.1.	G6-2 nolu örneğin arazi görünümü. Bakış yönü KB.....	21
Şekil 5.2.	G7-2 nolu örneğin arazi görünümü Bakış yönü KB.....	22
Şekil 5.3.	G10a, G10b,G10c,G10d,G11a,G11b,G11c,G11d nolu örneklerin arazi görünümü Bakış yönü KB.....	22
Şekil 6.1.	G6 nolu örneğe ait tek ve çift nikol görünümü (Q: Kuvars, C: Kalsit).....	24
Şekil 6.2.	G6-2 nolu örneğe ait çift nikolde görünümü(Op: Opak mineral,C: Kalsit)..	25
Şekil 6.3.	G6-3 nolu örneğe ait çift nikolde görünümü (C: Kalsit).....	25
Şekil 6.4.	G6-4 nolu örneğe ait çift nikolde görünümü (Op: Opak mineral,C: Kalsit).	26
Şekil 6.5.	G10A nolu örneğe ait çift nikolde görünümü(C: Kuvars, Oks: Oksitlik 2.cil mineraller).....	27
Şekil 6.6.	G10B nolu örneğe ait çift nikolde görünümü (C: Kalsit).....	27
Şekil 6.7.	G10C nolu örneğe ait çift nikolde görünümü	28
Şekil 6.8.	G10D nolu örneğe ait tek ve çift nikol görünümü	28
Şekil 6.9.	G10D nolu örneğe ait tek ve çift nikol görünümü.....	29
Şekil 6.10.	G11A nolu örneğe ait çift nikol görünümü (C: Kalsit).....	29
Şekil 6.11.	G11B nolu örneğe ait tek nikol görünümü (C: Kalsit).....	30
Şekil 6.12.	G11C nolu örneğe ait çift nikol görünümü Op: Opak mineral (pirolusit?), C: Kalsit.....	30
Şekil 6.13.	G11D nolu örneğe ait çift nikol görünümü (Op: Opak mineral, C: Kalsit, Q:Kuvars, Bi: Biyotit).....	32
Şekil 7.1.	G 6-2 nolu örneğe ait sıvı kapanım görüntüsü. L: sıvı faz, G: gaz faz.....	36
Şekil 7.2.	G-7 nolu örneğe ait sıcaklık-ölçüm sayısı grafiği.....	39

Şekil 7.3.	G7-2 nolu aragonitlere ait ikincil sıvı kapanım görüntüleri a: $L > V$ ve tek sıvı fazlı kapanım b: $V > L$ sıvı kapanımlar c: iki sıvı fazlı kapanım, d: tek fazlı gaz kapanım, $V > L$ ve $L > V$ kapanımlar.....	39
Şekil 7.4.	G7-2 nolu aragonitlere ait birincil sıvı kapanım görüntüleri. e: $L > V$ kapanım, f: aynı kapanımın ölçeklendirilmiş görünümü g: İki sıvı ve bir gaz fazdan oluşan kapanım ile sağ alt köşede $V > L$ kapanımlardan görünüm, h: $V < L$ kapanım görünümü.....	40
Şekil 7.5.	G10 D nolu kuvarsa ait birincil sıvı kapanımların görüntüsü. a: Tamamen gaz kapanım, b: İki sıvı fazlı kapanımdan görünüm.....	40
Şekil 9.1.	Örneklerin metamorfizma koşulları içerisindeki dağılımı (Grubenmann ve Niggli 1924; Winkler, 1974).....	43
Şekil 9.2.	Örneklerin metamorfizma koşulları içerisindeki dağılımı, (Winkler 1974'den alınmıştır).....	44
Şekil 9.3.	Örneklerin derinlik- basınç grafiğindeki dağılımı (Grubenmann ve Niggli 1924; Winkler, 1974).....	45
Şekil 9.4.	Bindirme fayı boyunca oluşabilecek metamorfizma koşulları Copper ve Norris (2011); Abers vd. (1997) ve Abers, (2009)'dan değiştirilmiştir.....	46
Şekil 10.1.	Santosh (1985) tarafından %60 H_2O ve % 40 CO_2 içeren ve yoğunlukları $d = 0,66 \text{ gr/cm}^3$ granulitfasiyesi metamorfizma koşullarındaki sıvı kapanımların Metamorfik inklüzyon alanları içerisinde çalışma alanına ait örnekler (☆) yer almaktadır (Bowers ve Helgeson, 1985).....	47
Şekil 10.2.	Örneklerle ait $\delta^{18}O$ SMOW - $\delta^{13}CPDB$; $\delta^{18}O$ SMOW- yoğunluk (d); $\delta^{18}O$ SMOW Th ($^{\circ}C$) ve $\delta^{13}CPDB$ yoğunluk diyagramları.....	48
Şekil 10.3.	Çeşitli jeokimyasal ortamlara ait $\delta^{13}CPDB$ değerleri ve çalışma alanından alınan örneklerin konumu (☆) (Rye ve Ohmoto, 1974; Ohmoto ve Rye 1979)	49
Şekil 10.4.	Farklı jeokimyasal çevrelerdeki $\delta^{18}O_{SMOW}$ izotop bileşim oranları Sheppard (1986)'dan değiştirilerek alınmıştır. ● : Kalsitlerdeki $\delta^{18}O_{SMOW}$ izotop bileşim oranları.....	50
Şekil 10.5.	Çalışma alanındaki birimlerin jeolojik görünümü (Yazgan, 1984; Aktaş ve Robertson, 1984).....	51

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 5.1.	Çalışma alanından alınan örneklerinin UTM -50 koordinatları.....	21
Tablo 7.1.	G6-2 nolu örneğe ait sıvı kapanımların mikrotermometrik analiz sonuçları.....	36
Tablo 7.2.	G7-2 nolu örneğe ait sıvı kapanımların mikrotermometrik analiz sonuçları.....	38
Tablo 7.3.	G11C nolu örneğe ait sıvı kapanımların mikrotermometrik analiz sonuçları.....	41
Tablo 8.1.	Örneklere (G7-2, G10-D, G6-2, G11B,G11C, G11D) ait Duraylı izotop analiz sonuçları.....	42

1. GİRİŞ

“Keban – Elazığ çevresinde Keban Metamorfizmaları ile Elazığ Magmatitlerinin tektonik hat boyunca gelişen ikincil kuvars ve kalsitlerde sıvı kapanım çalışması İncelemeleri” başlıklı bu çalışma; 2015-2017 yılları arasında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları-Jeokimya Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

1.1. Çalışmanın Konusu

Çalışma, Keban şaryajı olarak da bilinen, Keban Bindirme zonu boyunca gelişen ikincil kuvars ve kalsitlerde sıvı kapanım ve duraylı izotop analizleri kapsamında yapılacaktır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Keban Metamorfizmaları ile Elazığ Magmatitleri arasındaki Keban Bindirme Zonu boyunca (Sağdıçlar- Bademli köyleri arası), bindirme zonu içerisinde gelişen yapısal deformasyon koşullarının, sıvı kapanım ve duraylı izotop çalışmaları ile belirlenmesi, çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Sıvı kapanım ve izotop verileri yardımıyla, sıvıların oluşum sıcaklıkları, tuzluluk değerleri, kökeni, yoğunluk ve basınç değerleri yardımıyla bindirme zonu oluşum koşulları yorumlanacaktır.

1.3. Çalışma Yöntemleri

Bu tez çalışması arazi, laboratuvar ve büro çalışması şeklinde yürütülmüştür. Arazi çalışmaları, Sağdıçlar ve Bademli köyleri arasında yer alan Keban Bindirme zonu üzerinde yapılmıştır. Söz konusu zon boyunca litolojik birimler arasındaki ilişki incelenecek ve özellikle Sino Durağı yol yarması üzerinde yer alan tektonik zon üzerinde detaylı çalışmalar yapılmıştır. Bindirme zonuna dik yönde alınan örneklerde incekesitler hazırlanarak ikincil kalsit ve kuvars mineralleri belirlenecek ve iki yüzü parlatılmış sıvı kapanım ölçümlerine elverişli kesitler hazırlanmıştır. Kalsit örneklerinde $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ bileşim oranları belirlenerek yapısal deformasyon esnasındaki sıvı kapanım özellikleri yorumlanacaktır. Bu kapsamda planlanan analizler aşağıda belirtilen laboratuvarlar ve ekipmanlar kullanılarak yapılmıştır.

Mineralojik incelemeler için seçilen örneklerin ince kesitleri, Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarlarında yaptırılmış ve Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde, Leica DM 2500P Model polarize mikroskop kullanılarak incelenmiştir.

Sıvı kapanım incelemeleri, bindirme zonu üzerinde sistematik olarak alınan örneklerde (G10a, G10b, G10c, G10d; G11a, G11b, G11c, G11d; G6-2 ve G7-2) iki yüzü parlatılmış kesitler hazırlanmış ve Linkam THMG-600 ısıtma-soğutma sistemi bulunan ve Olympus 51X polarizan mikroskobu üzerine monte edilen mikroskop yardımıyla, MTA Sıvı Kapanım Laboratuvarlarında mikrotermometrik incelemelerle tamamlanmıştır. Sıvı kapanım çalışmalarında kullanılan mikroskop özellikler aşağıda verilmiştir.

Sıcaklık Aralığı -196 ila 700 °C

Isıtma ve soğutma oranı 0,01 ila 150 °C/min

Objektif lens çalışma mesafesi -4,9 mm

Kondensör lens minimum çalışma mesafesi 12,7

Keskinlik değeri ise, $\pm 0,05$ 'dir.

Roedder (1984)'e göre kapanımlar, birincil ve ikincil kapanımlar olarak ayrılmış ve çalışmalar incelemesi mümkün olan boyutlarda sürdürülmüştür.

Kapanımların tuz içerikleri Bodnar (1994)'a göre % NaCl eş değ. tuzluluk olarak hesaplanmıştır.

$\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop bileşim oranı, Queen's University, İzotop Araştırma Laboratuvarı, Kingston, Ontario, Kanada'da yaptırılmıştır. Toz haline getirilen kalsitler, yaklaşık 1 mg alınarak % 100 susuz fosforik asit içinde 72 °C'de 4 saat bekletilmiş. Bu şekilde, analiz için kullanılacak CO_2 elde edilmiş olup, Thermo-Finnigan Gas Bench ve Thermo-Finnigan DeltaPlus XP Continuous-Flow Isotope-Ratio Mass Spectrometer (CF-IRMS) kullanılarak oksijen ve karbon izotop bileşimleri permil (‰) olarak belirlenmiştir. Karbon analiz sonuçları Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB) ve oksijen analiz sonuçları ise Vienna Standard Mean Ocean Water (VSMOW) ve tekrar edilen örneklerden elde edilen sapmaya bağlı kesinlik değeri 0,2 ‰ olarak saptanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bölgenin madencilik tarihi incelendiğinde, M.Ö. 3500-4500 yıllarında Roma ve Bizanslılar tarafından başlanmış, daha sonra 18. ve 19. yy'da Osmanlılar tarafından işletilmiş ve daha çok gümüş üretimi yapılmıştır (Seeliger vd.1985). Sonraki yıllarda ilk çalışmayı 1935 yılında MTA başlatmış ve 1953 den sonra Etibank araştırmalarını sürdürmüştür.1972'de Elektrik İşleri Etüt İdaresi bir dizi sondaj yapmış fakat bunlar sistemli ve yeterli sayıda olmadığından sağlıklı sonuç alınamamıştır.

Ziserman (1969), bölgede çok yönlü bir çalışma yaparak; Kudikan zonu, Zeytin dağ zonu, Zeyran dere zonu ve kuzey Keban zonu Pb-Zn ile Keban Dere Cu, W (Mo, Au) cevherleşmelerinin varlığını tespit etmiştir. Aynı çalışmada, Doğu Fırat cevherleşmelerinin masif kireçtaşlarını kesen cevherli porfirlerin en üst seviyesinde olduğunu belirtmektedir. Aynı araştırmacı, Derebaca, Siftil Tepe ve Pamuk Dere civarı olmak üzere Doğu Fırat cevherleşmelerini üç bölümde inceleyerek, buradaki cevherli zonun 70 m genişliğinde, 100 m uzunluğunda ve 10 m kalınlığında olduğunu belirtmiştir. Keban Dere civarının bakır oluşukları hakkında ise, bakırın saçınımlı oluşu, porfirlerle ilişkileri, porfirlerde görülen alterasyonlar, altının varlığı, kıtasal levha kenarında oluşu sebebiyle yapısal olarak porfiri bakır oluşukları üzerinde durmuştur.

Kineş (1969), mangan mineralleri ile az miktarda manyetit içeren, Keban şelit yatağı ve ana sülfid yatağının skarn zonlarında (225-620 °C) oluştuğunu belirtmektedir.

Köksoy (1975) tarafından yapılan jeokimyasal çalışmalarından elde edilen verilere göre, Keban Pb-Zn cevherleşmesinin magmatik hidrotermal sıvılar tarafından oluştuğunu belirtmektedir.

Kipman (1976), Keban civarında yaptığı çalışmalarda Keban Metamorfitlerini yaşlıdan gence doğru; mermer (rekristalize kireçtaşı), alt şist (kalkşist) ve üst şist (kalk fillit) olmak üzere üç ayrı birime ayırmıştır. Araştırmacı, tıpkı diğerleri gibi (Kumbasar,1964 ve Kineş, 1969) cevherleşmenin oluşumunu metazomatizma koşullarına bağlamıştır.

Akıncı vd. (1977), Nallıziyaret Tepe civarında yapılan 19 adet sistematik sondajların karot örnekleri incelendiğinde, kireçtaşı, skarn kayaçlar ile porfirler içerisinde pirit-kalkopirit, molibdenit, volfram mineralleri, manyetit, granat, epidot ve floritlerden oluşan değişik oranda mineral parajenezi gözlemlenmiştir. Ve sondaj karotlarının değerlendirilmesinde Cu-Mo ve WO₂ minerallerinin kontakt zonunda mı yoksa porfirler içerisinde mi dissemine halde kosantre oldukları ve hangi koşullarda hangi minerallerin

arttığına ve azaldığına dair bir çalışmanın olmadığını belirtmiştir. Bu nedenle Nallıziyaret Tepe'deki cevherleşmenin kontakt pirometasomatik mi yoksa porfiri tip bir yatak mı hala olduğu saptanamamıştır. Akıncı (1977), tarafından yapılan analizlerde, molibdenin bakıra oranla daha yaygın olduğu belirtilmiştir.

Balçık vd. (1978), Kudikan Dere içinde sekiz adet sondaj, Zeryan Dere'de ise on dört adet sondaj yapılmıştır. Zeryan Dere'deki en zengin cevhere 2 nolu sondajda rastlanmıştır ve kalınlığının 4 m olduğu belirtilmiştir. Araştırmacı, sondajlarla porfiri tip bakırın var olup olmadığının varlığını araştırılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Balçık vd. (1978), Keban çevresinde yaptıkları çalışmada simli kurşun yatağı olarak bilinen Keban maden sahasının, kontakt pnömatolitikten epitermale kadar değişen cevher parajenezleri içeren polimetalik bir yatak olduğunu belirtmektedirler.

Perinçek (1979), tanımladığı Yüksekova Karmaşığının (bu çalışmada Elazığ Mağmatitleri olarak kullanılan birim), kireçtaşı, şeyl, kumtaşı, volkanik kumtaşı, tuf, aglomera, bazalt, diyabaz, gabro, serpantinit, granit ve granodiyoritlerden oluştuğunu belirtmiştir. Kireçtaşlarında saptadığı fosillere dayanarak karmaşığa Kampaniyen Meastrihtiyen yaşını vermiştir.

Yazgan (1984), Elazığ-Malatya bölgesinde yaptığı çalışmada bölgenin kuzeyden güneye doğru biri Üst Kretase'de (Elazığ Magmatitleri), diğeri Orta Eosen'de (Maden Karmaşığı) olmak üzere iki ayrı dizge içinde oluşan volkanik ve derinlik kayaçlarının genç ve kalın olmayan bir kıta kabuğu üzerine yerleşmiş etkin kıta kenarı ürünleri olduğunu, Elazığ Magmatitlerine ait kayaçların alkali eğilimli kalkalkali özellik gösterdiğini belirtmektedir.

Kipman (1982), inceleme alanında metamorf temeli kesen Üst Kretase-Paleosen yaşlı subvolkanik kayaçların bulunduğunu ve bunların siyeno monzonitik bileşimli salık alkalice zengin bir magmadan dört ayrı evrede türediğini belirtmiştir. Bu evrelerin, 1- Piroksen trakilatit 2- Piroksen hornblend trakilatit 3- Hornblend - biyotit trakit 4- Alkali trakit olduğunu, trakitlerin normal koşullarda katılmış olabileceğini ancak, trakitlerin kristallenme süresince bir potasyum metazomatizmasının var olduğunu bu metazomatizmanın, hornblend-biyotit trakitleri oluşturan magmada, alkali feldispat fenokristallerinin meydana gelmesinden sonra başladığını ileri sürmüştür.

Bingöl (1982), Elazığ-Pertek-Kovancılar arasında yaptığı çalışmada toleyitik ve kalkalkalen kayaçlardan oluşan Elazığ Magmatitlerinin kuzeye dalımlı bir yitim zonunda kısmen okyanus kısmen de kıta kenarı üzerinde gelişmiş yay magmatizması ürünleri olduğunu vurgulamaktadır.

Dirim vd. (1985), Nallıziyaret Tepede cevherin kontakt pnömatolitik olarak porfir, skarn ve kalkışistler içerisinde geliştiğini Keban bölgesinde işletilen veya varlığı araştırılan tüm yatakların siyenit porfirlerle ilişkilerinin kesinliğini cevherli çözeltilerin sıcaklık ve buhar basınçlarının değişmesiyle yan kayacın fiziksel kimyasal ve yapısal özelliklerindeki farklılaşmadan ötürü olduğunu, yanal ve düşey mineral birliklerinde görülen yerel kuşaklanmaya (zonlanmaya) bağlanmıştır. Orta sıcaklıkta, su buharının egemen olduğu buhar basıncı yüksek olmayan sulu çözeltilerden kaynaklanan, sfalerit, galen, pirit ve kalkopirit birliğinden oluşan cevherli kütlenin Keban Dere civarında yoğunlaştığını belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, Yılmaz vd. (1992) gibi Sedex tipi yataklanmaların olduğunu belirtmektedirler.

Ulutan (1987), 1935 yılından 1985 yılına kadar Keban yatağının gelişimi ve işletme koşulları hakkında bilgi vermiştir.

Hanelçi (1989), Keban yatağı içinde bulunan tüm pasalardan sistematik örnek alarak Au-Ag değerlerine göre cevherleşme ile ilgili korelasyonlar yapmıştır. Çalışmalar sonucu, Batı Fırat'ta pasaların çoğunlukla kalkışistler içinde bulunduğunu, Doğu Fırat'ta ise masif rekristalize kireçtaşları, kalkışist ve serizit klorit şist dokanaklarında olduğunu belirtmektedir.

Öztunalı (1989), cevherleşmenin oluşumunda etkili olan hidrotermal sıvıların metamofik kökenli olduğunu belirtmektedir.

Hanelçi (1991), Keban (Elazığ) Zeryan Dere-Siftil Tepe metalojenisinin incelenmesi konulu çalışmasında, cevherlerin yerleştiği kayaçların dokusu ve sedimantolojik verilere dayanarak çalışma sahasındaki birimlerin kıta kenarında, derin olmayan sığ denizel ortamlarda oluştuğunu ve Zeryan Dere sülfid cevherleşmesini volkanosedimanter olarak oluşmuş Kuruko tipi cevherleşme olduğunu belirtmiştir.

Akgül (1993), Piran Köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri başlıklı doktora tez çalışmasında; çalışma alanındaki en yaşlı birimin Keban Metamorfikleri olduğunu, mermer ve kalkfillik formasyonlardan oluşan birimin, Yüksekova karmaşığı (Elazığ Magmatikleri) ile oluşturduğu dokanağının, bazı kesimlerde intrüzif bazı kesimlerde tektonik olduğunu belirtmektedir. Çalışmanın asıl konusunu Üst Kretase yaşlı diyorit, gabro, tonalit ve granodiyorit bileşimli derinlik, mikrotonalit, aplit, lamporfir, bileşimli yarı derinlik, sipilitik bazalt, bazaltik andezit, andezit, dasit gibi yüzey ve filiş özelliğindeki volkanoklastik sedimanter kayaçlar oluşturmuştur. Bu birimin ada yayında gelişen, toleyitik seriye ait kafem magma tipini belirleyen I – tipi granitoyitler olduğu araştırmacı tarafından tespit edilmiştir.

Bingöl vd. (1996), Elazığ Magmatitlerinin jeokimyası ve petrolojisi konulu çalışmalarında Üst Kretase sonunda kuzeydeki Bitlis-Pütürge-Keban Masiflerinin adayayı üzerine doğru itildiğini ve kabuğun kalınlaşmasına neden olduğunu bunun sonucu olarak da alttaki gabro ve piroksenitlerin kısmi ergimeye uğrayarak hem gabro ve diyabazları hem de daha önce oluşan tüm yay malzemesini ve Keban Metamorfitlerini kesen granitik magmayı verdiğini belirtmektedirler.

Çelebi (1997), Karamağara (Keban) molibdenit-florit cevherleşmelerinin jeokimyası konulu çalışmalarında, yüksek BaO ve Pb oranları ile düşük S, Cu, Zn, Co ve Ni derişimleri nedeniyle bu cevherleşmelerin eksalatif sedimanter oluşum savını kuvvetlendirdiğini, bu oluşukların yakınında sülfid cevherleşmelerinin bulunması ve baritin sülfidli cevherlere eşlik etmesiyle yüksek F ve Mo derişiminin olması Keban polimetalik cevherleşmelerinin eş oluşumlu, eksalatif sedimanter olduğunu vurgulamışlardır.

Çelebi (1997), Keban (Elazığ) Magmatitleri sanidinlerinin jeokimyasını incelerken, Karamağara Dere Magmatitlerindeki alkali feldispatların sanidin olduğunu, kesintisiz bir tek magmatik ayrımlaşmanın ürünü olduklarını belirterek, eser element derişimlerinin Keban Magmatitleri ve sanidinlerin sahadaki cevher oluşumunda rol oynamadıklarını vurgulamışlardır.

Kalender (2000), Keban yöresinde Permo Karbonifer yaşlı Keban Metamorfitleri ile Üst Kretase yaşlı Keban Magmatitleri ile ilişkili olarak oluşan polimetalik cevher provensi binlerce yıl öncesinden günümüze kadar madencilik faaliyetlerinin bölgede yapıldığını belirtmektedir. Çalışma alanında yer alan Cu-Mo cevherleşmelerinin potassik zon içerisinde kataklastik evre hidrotermal çözeltiler tarafından oluştuğunu belirtmektedir.

Kalender ve Hanelçi (2001), Keban yöresi Nallıziyaret Tepe civarı, Keban Metamorfitleri (Permo Karbonifer) ve Keban Magmatitleri (Üst Kretase)'nin yer aldığı stratigrafik bir istife sahiptir. İnceleme alanında K 65 G doğrultusunda gelişmiş kırık sistemlerine yerleşmiş yer yer serizit - klorit şistler içerisinde şistozite yüzeyleri arasına girmiş Au-Ag içeren kuvars ve oksitli cevher damarları bulunmaktadır. İntrüzif kütleyle olan uzaklıklarına göre üç farklı kuvars damarından alınan örnekler içerisinde bulunan birincil ve ikincil sıvı kapanımlardan ayrıntılı mikrotermometrik ölçümler yapılmıştır. Kapanımların çoğunda üç ya da dört fazı bir arada görmek mümkündür. Birincil sıvı kapanımların oluşum sıcaklığı ortalama 318-367 °C değişirken, ikincil sıvı kapanımların oluşum sıcaklığı ortalama 326-355 °C aralığındadır. Birincil sıvı kapanımlarda, ortalama tuzluluk değeri 21,5-23 % NaCl eşdeğeri aralığında, ikincil sıvı kapanımlarda, ortalama tuzluluk değeri 5-9,5 % NaCl

eşdeğeri aralığındadır. Birincil sıvı kapanımlarda tuzluk değerlerinin ikincil sıvı kapanımlara göre yüksek oluşu, birincil hidrotermal çözeltilerin, denizel sedimanlar içerisinde hareket ettiğini düşündürmektedir. Ancak ikincil sıvı kapanımlardaki düşük tuzluluk değerlerinin, kuvars damarlarındaki kırık ve çatlaklarda dolaşan ikincil hidrotermal çözeltilerin meteorik sular tarafından zamanla seyrelttiği fikrini desteklemektedir. Sıvı kapanım çalışmaları sonucu kuvars damarlarının katatermal evrede oluştuğu belirtilmektedir.

Kalender ve Hanelçi (2001), tarafından porfiri yatak olarak belirtilen Nallıziyaret Tepe (Keban) bakır cevherleşmesinin oluşumunda etkili olan hidrotermal çözeltilerin kökenini yorumlamaktadır. İnceleme alanında Nallıziyaret Tepe'yi içine alan 8 km²'lik bir alanda 1/5000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası yapılarak, litoloji, cevherli ve cevhersiz kırıklar, galeriler, yarmalar, sondaj noktaları haritaya işlenmiştir. Toplam 30 örnekte XR floresan analizi ile kuvars, kalsit ve floritlerde sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır sıvı kapanım çalışmaları doğrultusunda; Cu'nın magmatik kayalar içerisindeki miktarı ortalama 173 ppm, rekristalize kireçtaşlarında ortalama 4 ppm, kalkıştelerde ortalama 102 ppm ve serizit kloritşistlerde ise 837 ppm olarak tespit edilmiştir. Kalkopiritlerle ilişkili kuvarslarda birincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı ortalama 433 °C ve tuzluluk % 17 NaCl eşdeğeri ile floritlerde birincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı ortalama 110 °C ve tuzluluk % 18 NaCl eşdeğeri, kalsitlerde birincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı ortalama 175 °C ve tuzluluk % 24 NaCl eşdeğeri olarak saptanmıştır. Kuvarslarda ikincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı ortalama 337 °C ve tuzluluk % 9,6 NaCl eşdeğeri, kalsitlerde ikincil kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı ortalama 127 °C ve tuzluluk % 13,6 NaCl eşdeğeri saptanmıştır. Bu verilere göre, birincil kapanımlarda yüksek homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk oranlarının hidrotermal çözeltilerin magmatik kökenli olduğu şeklinde yorumlanarak, ikincil sıvı kapanımlardaki düşük tuzluluk değerlerinin meteorik suların etkili olduğu yüzeysel ortam koşullarını yansıttığı düşünülmektedir. Literatür kapsamında, bindirme zonlarında yapılan sıvı kapanım çalışmaları ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır.

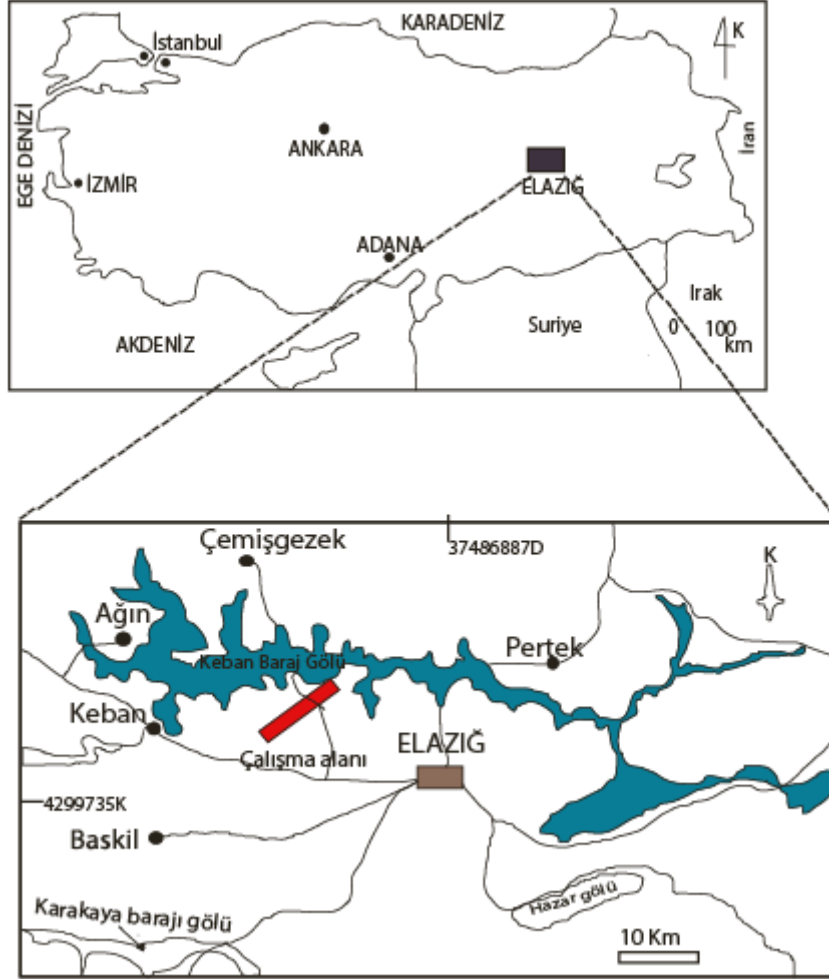
Selleck ve Zangrilli (2001), Hudson vadisi bindirme zonunda kalsit ve sin-tektonik kuvarslarda yaptıkları, sıvı kapanım çalışmalarında, homojenleşme sıcaklık değerlerinin 219 °C ve 315 °C aralığında olduğunu ve oluşan hidrostatik basınç derinliğinin 3,2 ila 4,8 km'ye karşılık geldiğini belirtmektedir. Bu çalışma, yapısal deformasyon koşullarının mineral oluşturunucu sıvılar üzerine etkisini ortaya koymaktadır.

Sorkabi ve Tsuji (2005), Batı Wyoming de bindirme düzlemleri boyunca, sıvı akımının jeokimyasal belirteçleri üzerine yaptıkları çalışmalarda; Kalsitlerde homojenleşme sıcaklık değerlerinin 100-125 °C, 158-163 °C aralığında değiştiğini, tuzluluk değerlerinin % 21 NaCl eşdeğeri ye çıktığını belirlemiş ve $\delta^{13}\text{C}$ +5 ila -5 ‰ oksijen izotop değeri ortalama $\delta^{18}\text{O}$ +14 ‰ olarak belirlenmiştir. Bu oranların denizel havza içerisinde formasyon ya da diyajenetik sularla benzerlik gösterdiğini vurgulamıştır. Milonitik zonlardaki kalsitlerde belirlenen mikropermeabilite ölçümleri tek fazlı sıvı sisteminin bu bindirme sistemi içerisinde mevcut olmadığını göstermektedir.

Rowe vd., (2009), Alaskada bindirme zonu içerisindeki, sıvıca zengin ezilme zonlarında yaptıkları çalışmada, yapısal, termal ve sıvı akım ilişkisini sıvı kapanım çalışmaları ile ortaya koymaya bu çalışma ile tavan blokunda elde ettikleri homojenleşme sıcaklık değerlerinin 330 °C 'den daha düşük olduğunu, genelde 169 ila 230 °C arasında değiştiğini, tuzluluk değerlerinin ise, % 3,3- 9,0 NaCl eşdeğer arasında olduğunu, ezilme zonu içerisinde yoğun silis camları oluşumlarındaki akma yapıları yardımı ile sıvı akım yönünü kontrol edilebildiğini belirtmektedirler.

3.COĞRAFİK DURUM

Çalışma alanı Elazığ ilinin 30 km batısında yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanının yerbuldur haritası.

Elazığ civarında çok sayıda bindirme fayı görmek mümkündür. Bu durumun, başlıca nedeni bölgenin Üst Kretase'den beri sürekli sıkışma rejimi altında kalmasıdır (Tatar, 1988). Bu rejimi oluşturan en önemli nedenin ise, Arap Levhasının Anadolu levhası altına dalması ve onu yaklaşık kuzeye doğru sıkıştırmasıdır. Bu Yüksek Lisans Tezi kapsamında, Elazığ il sınırları içerisinde yer alan Keban Bindirme zonunda sıvı kapanım ve duraylı izotop çalışmalarının yapılması planlanmaktadır.

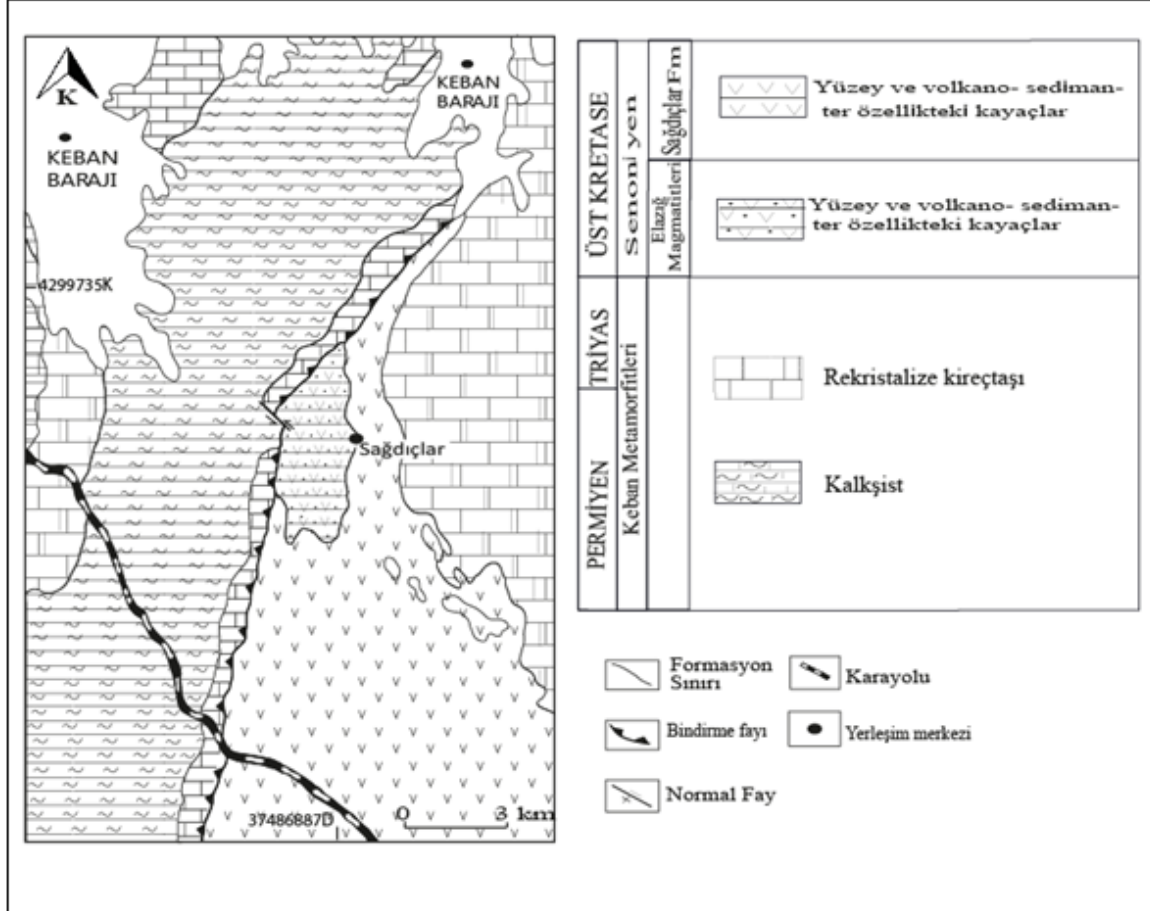
Keban Bindirme zonu, bu bindirmelerden biri olup, bindirme zonu boyunca oluşan, mineraller, termal koşullar, sıvı akımı ve tektonik oluşum esnasında meydana gelen multi-fazlar hakkında şimdiye kadar detaylı bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışma ile Şekil 3.1 ve 4.1’de gösterilen, Keban Bindirme zonunun (Sağdıçlar-Bademli arası), bindirme geometrisi içerisinde gelişen sıvıların oluşum sıcaklıkları, tuzluluk değerleri ve kökeni, tabaka üst yüzeyleri ve alt yüzeyleri arasındaki oluşum sıcaklık farkları ve tuzluluk değişim durumları, elde edilen tüm bulgularla bindirme zonunda oluşmuş ikincil mineraller (tektonizma ile eş yaşlı mineraller) içerisinde kapanlanan sıvı özellikleri yardımıyla, bindirmenin oluşum koşulları (örneğin; basınç, sıcaklık, yoğunluk ve derinlik) ile magmatik ve sedimanter mineral dehidrasyonlarının bindirme fay zone ile ilişkisi belirlenecektir.

Literatür kapsamında, bahsedilen konu ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Selleck ve Zangrilli (2001) Hudson vadisi bindirme zonunda kalsit ve sin-tekonik kuvarslarda yaptıkları, sıvı kapanım çalışmalarında, homojenleşme sıcaklık değerlerinin 219 °C ve 315 °C aralığında olduğunu ve oluşan hidrostatik basınç derinliğinin 3,2 ila 4,8 km'ye karşılık geldiğini belirtmektedir. Bu çalışma, yapısal deformasyon koşullarının mineral oluşturuıcı sıvılar üzerine etkisini ortaya koymaktadır. Sorkabi ve Tsuji (2005), batı Wyoming'de bindirme düzlemleri boyunca, sıvı akımının jeokimyasal belirteçleri üzerine yaptıkları çalışmalarda; kalsitlerde homojenleşme sıcaklık değerlerinin 100-125 °C, 158-163 °C aralığında değiştiğini, tuzluluk değerlerinin % 21 NaCl eşdeğere çıktığını belirlemiş ve $\delta^{13}\text{C}$ +5 ila -5 ‰ oksijen izotop değeri ortalama $\delta^{18}\text{O}$ +14 ‰ olarak belirlenmiştir. Bu oranların denizel havza içerisinde formasyon ya da diyajenetik sularla benzerlik gösterdiğini vurgulamıştır. Milonitik zonlardaki kalsitlede belirlenen mikropermeabilite ölçümleri tek fazlı sıvı sisteminin bu bindirme sistemi içerisinde mevcut olmadığını göstermektedir. Rowe vd. (2009), Alaska'da bindirme zone içerisindeki, sıvıca zengin ezilme zonlarında yaptıkları çalışmada, yapısal, termal ve sıvı akım ilişkisini sıvı kapanım çalışmaları ile ortaya koymaya bu çalışma tavan blokunda elde ettikleri homojenleşme sıcaklık değerlerinin 330 °C 'den daha düşük olduğunu, genelde 169 ila 230 °C arasında değiştiğini, tuzluluk değerlerinin ise, 3,3 -9 ‰ NaCl eşdeğer aralığında olduğunu, ezilme zone içerisinde yoğun silis camları oluşumlarındaki akma yapıları yardımı ile sıvı akım yönünü kontrol edilebildiğini belirtmektedirler.

4. ÇALIŞMA ALANININ JEOLojİSİ

İnceleme alanında yaşlıdan gence doğru, Keban Metamorfitleri, Elazığ Magmatitleri, Sağdıçlar Formasyonu ve Alüvyonlar yüzeylenmektedir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Asutay, 1988; Herece vd., 1992 ve Turan vd., 1993'den yeniden düzenlenmiştir).

Yaş	Sağdırlar Litostratigrafik Birimler	Litoloji	Açıklamalar
Üst Kretase	Sağdırlar Fm		Dasitler tarafından kesilen volkanik ara katkılı kumtaşı- çamurtaşı ardalınlı pelajik volkano-sedimanter birim.
	Elazığ Magmatitleri		Elazığ Magmatitlerine ait gabro diyorit, tonalit-granodiyoritik bileşimli derinlik, ve dasitik- andezitik yüzey kayaları ve yastık lavlar arasındaki intrusif dokanak.,
Permo-Triyas	Keban Metamorfileri		Elazığ Magmatitleri ile Keban Metamorfileri intrusif dokanağında skarn mineralleri oluşumu ve rekristalize kireç taşları ile kalkıştler. → Granat, diyopsit, epidot, vb.

Şekil 4.2. Çalışma alanını genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Akgül, 1993 yeniden düzenlenmiştir)

4.1. Keban Metamorfileri

4.1.1. Tanım

Bu metamorfik temel daha önce birçok araştırmacı tarafından incelenmiş (Maucher,1937; Oelsner,1938; Tolun,1955; Kumbasar,1964; Baykal,1966; Kineş,1971; Kipman,1976) ancak formasyon ilk defa Özgül (1976) tarafından Keban Metamorfileri adıyla adlandırılmış ve Batı Toroslar 'da görülen Alanya Birliği'ne dâhil edilmiştir. Elazığ yöresinde yapılan daha sonraki çalışmalarda (Perinçek,1979; Perinçek ve Özkaya,1981; Yazgan, 1981, 1983) bu formasyon için aynı ad benimsenmiş ve kullanılmıştır. Bu araştırmacılar Özgül ve Turşucu (1984) ovacık yöresinde yapmış oldukları çalışmada Keban Metamorfileri'nin tabandan tavana doğru rekristalize kireçtaşı-kalkışist, mermer ve metakonglomera-kalkfillit birimlerinden oluştuğunu belirterek Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarını da bu formasyona dâhil etmişler ve tüm metamorfik topluluğa Keban Birimi adını vermişlerdir (Turan ve Bingöl, 1991).

4.1.2. Dağılımı ve Konumu

Bölgenin en yaşlı birimini oluşturan bu metamorfik temel, yörede en geniş ve en iyi mostralarını inceleme alanı dışında, Keban ve çevresinde sergilemektedir. Keban metamorfitlerini oluşturan birimler yanal ve düşey yönde birbiriyle geçişli olduklarından oldukça karmaşık bir istif sunmaktadır. Birim Elazığ çevresinde, Keban, Baskil ve Pertek yörelerinde geniş yüzeylemeler sunar. Ayrıca Elazığ yakın batısındaki Keklik Tepe ve Kızıldağ ile güneybatıda Meryem Dağı'nda küçük yüzeylemelerine rastlanır (Turan ve Bingöl, 1991).

4.1.3. Litoloji

Keban Metamorfitleri, rekristalize kireçtaşı, metakonglomera ve kalkıştlerden oluşmaktadır. Keban Metamorfitleri sıg deniz sedimanlarının bölgesel metamorfizması ile oluşmuştur. Elazığ Magmatitleri ile yer yer intrüzif ve yer yer tektonik dokanaklıdır (Şekil 4.1, Şekil 4.2). Söz konusu kayaçlar, alttan üste doğru kalkışt, serizitklorit şist ve rekristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır (Kipman, 1981, 1982; Akgül, 1993; Perinçek, 1979, Perinçek ve Özkaya, 1981; Yazgan, 1981; Bingöl, 1982, 1984; Avşar, 1983; Yazgan 1983; Turan 1984; Özgül ve Turşucu, 1984; Asutay, 1988; Akgül, 1993; Kürüm, 1987). Elazığ Magmatitlerine ait plutonik kayaçlar Elazığ çevresinde Keban Metamorfitleri ile intrüzif dokanak ilişkisi göstermektedir. Bu dokanak, gerek metamorfik yan kayaçta gereksede magmatik kayaçlarda bir takım minerolojik değişimlere sebep olmuştur. Bu zonlarda, esas olarak Ca, Fe, Mg ve Al silikat mineralleri ile Fe cevherleşmelerini görmek mümkündür (Altunbey, 1996; Altunbey ve Çelebi; 1997).

4.1.4. Yaş

Birimin yaşı ile ilgili değişik görüşler ileri sürülmüştür. Özgül (1976), tipik platform fasiyesine sahip olan Keban mermerleri'nin Permiyen Alt Triyas yaşlı olduğunu belirtirken; Kipman (1981), mermerler üzerinde bulunan kalkışt seviyesindeki fosilleri esas alarak Permo-Karbonifer yaşını önermiştir (Aksoy, 1993). Kipman (1976) mermerlerin altına gelen şistlerden derlediği örneklerde tanımlanan fosillere göre Permo-Karbonifer yaşları alınmıştır. Yılmaz vd. (1993) ise metamorfitlerin en üst bölümünden Kampaniyen yaşı almışlardır. Bu yaş verilerine göre, mermerler Permiyen'den Kretase'ye kadar olan bir zaman aralığında kireçtaşı olarak çökelmiş, Kampaniyen erken Maastrihtiyen sırasında da yeşil-şist fasiyesinde metamorfizmaya uğramıştır.

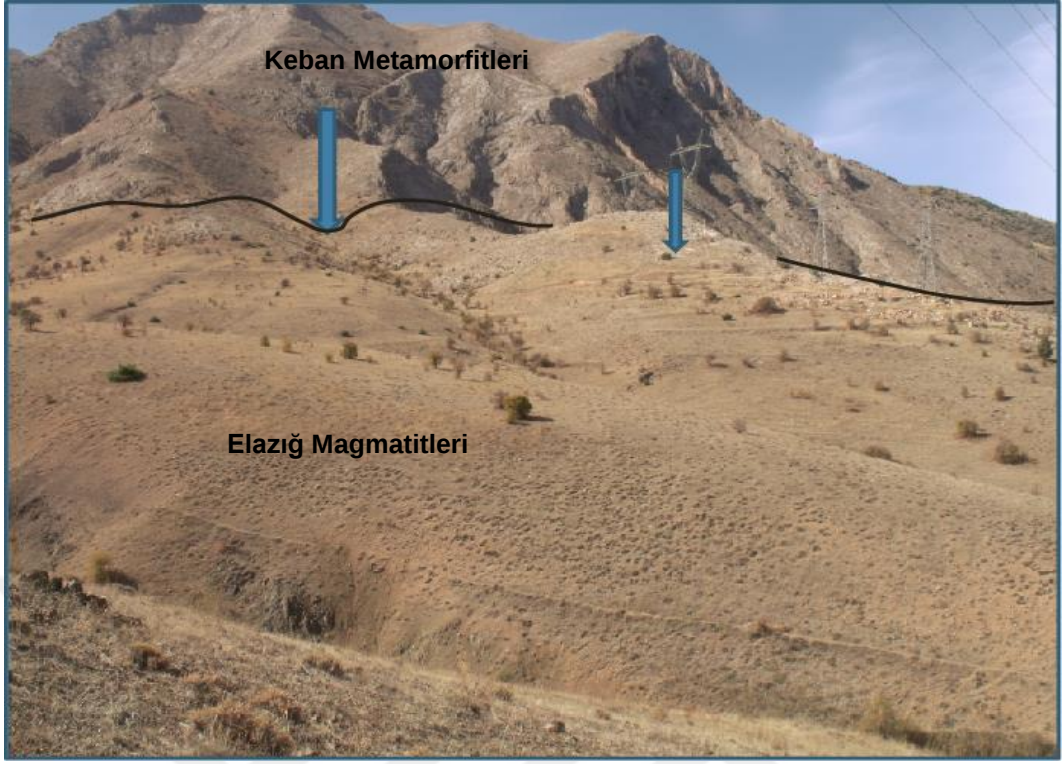
4.1.5. Oluşum ortamı

İnceleme alanındaki Keban Metamorfitleri, daha önce de belirtildiği gibi rekristalize kireçtaşı seviyeleri içeren kalkışistlerden oluşmaktadır. Kipman (1981), bu kireçtaşlarının oldukça sık bir ortamda, Permiyen döneminde çökeldiğini belirtmiştir. Rekristalize kireçtaşlarının kökensel olarak kireçtaşlarından oluştuğu açıktır. Ancak, Asutay (1988), bu kayaçların ilksel olarak karbonatlı kumtaşı kökenine sahip olduğunu düşünmektedir.

Turan (1984), Keban Metamorfitlerin, litolojik özelliklerinden yararlanarak, başlangıçta fazla derin olmayan sık bir ortamda yani kıtasal şelf üzerinde çökelmiş platform tipi kireçtaşları olabileceğini belirtmiştir. Bu kökensel ortama rağmen yine de birimde, çökelme ortamını simgeleyebilecek hiçbir fosil izine rastlanamamıştır.

4.1.6. Keban Bindirmesi

Çalışma alanı yakın çevresinde, en önemli tektonik hat doğrultu atımlı sol yönlü, Doğu Anadolu Fay Hattı olarak bilinmektedir. Ancak, bu yapı haricinde bölgede birçok kırıklı, çatlaklı yapılar da mevcuttur. Bindirme fayları, bu kırıklı yapılar ile birlikte yer yer büyük, yer yer de küçük ölçekte gözlemlenmektedir. Çalışma alanının batısında, Tatar (1986) tarafından tanımlanmış Baskil Bindirme fayı, D-B doğrultulu ve 25 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Şekil 4.3 ve 4.4'de Keban Metamorfitleri ile Elazığ Magmatitleri arasında KD-GB doğrultulu bindirme zonu görülmektedir. Güneydoğu Toroslar üzerinde yeralan bu zon, Permo-Triyas yaşlı Keban Metamorfitlerine ait rekristalize kireç taşları ile Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri arasında yer almaktadır. Daha çok rekristalize kireçtaşlarından oluşan birim, Geç Kretase'de yeşil şist fasiyesinde metamorfizmaya uğramıştır (Türkmen vd., 2001).



Şekil 4.3. Keban Bindirme zonunun arazi görüntüsü. Bakış yönü KB.



Şekil 4.4. .Keban Bindirme zonunun arazi görüntüsü. Bakış yönü KB.

4.2. Elazığ Magmatitleri

4.2.1. Tanım

İnceleme alanında geniş yer kaplayan bu birim, derinlik, damar ve yüzey kayaçları ile temsil edilmektedir (Güdücü, 1996). İlk defa Perinçek (1979), tarafından Hakkari'nin Yüksekova civarında Yüksekova Karmaşığı olarak tanımlanmıştır, son yıllarda yapılan birçok araştırmada değişik isimler altında incelenmiştir (Şekil 4.1). Araştırmacıların büyük çoğunluğu birimi Yüksekova Karmaşığı (Yazgan, 1984; Aktürk, 1985; Poyraz, 1988; Akgül, 1993) bazı araştırmacılar Baskil Magmatitleri (Yazgan, 1983, 1984; Asutay, 1988), Baskil Granitoyidi (Akgül, 1991), Elazığ Magmatitleri (Bingöl ve Aydoğdu, 1994; Bingöl ve Beyarslan, 1996) adı altında incelemiştir. Çeşitli araştırmacılar (Naz, 1979; Tuna, 1979; Perinçek ve Özkaya, 1981; Bingöl, 1982, 1984; Hempton ve Savcı, 1982; Hempton, 1984) tarafından Doğu Anadolu genelinde Yüksekova Karmaşığı, ya da Elazığ karmaşığı adıyla kullanılmıştır.

Turan vd. (1993), birimin Perinçek (1979), tarafından Yüksekova civarında tanımlanan litolojik ve yapısal özellikleri ile Elazığ çevresindeki özelliklerinin farklı olduğunu, Hakkâri civarında birimin çeşitli litolojilerden oluşmuş tam bir karmaşık olduğunu, oysa Elazığ çevresinde birimin tabandan tavana doğru düzenli bir değişim gösterdiğini ve bir karmaşık özelliği göstermediğini vurgulayarak, birime Elazığ Magmatitleri adını vermişlerdir (Şekil 4.2). Yaptığımız araştırmada, karmaşıktan ziyade düzenli magmasal bir istifile karşılaşmamız, bizim de daha önce Turan vd., 1993; Bingöl ve Aydoğdu, 1994; Bingöl ve Beyarslan, 1996 tarafından verilen «Elazığ Magmatitleri» adını kullanmamıza neden olmaktadır.

4.2.2. Dağılımı ve Konumu

Doğu Toroslarda oldukça geniş yayılım gösteren birim, doğuda Hakkâri'den batıda Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesine kadar uzanmaktadır. Elazığ Magmatitleri çalışma alanında Tavşanuşağı, Şaste Tepe, Odabaşı, Marifbabaziyareti Tepesi, orta kısımlarda Beyrikuşağı'nın batısı, Atikan ve Nazaruşağı'nın güneyinde yayılım göstermektedir. Çalışma alanında Elazığ Magmatitleri'ni Seske Formasyonu ile Kırkgeçit Formasyonu uyumsuz olarak örtmektedir (Karakuş,1999).

4.2.3. Litoloji

Elazığ çevresinde geniş yüzeylemeler gösteren magmatik kayaçlar derinlik, yarıderinlik, yüzey kayaçları ile temsil olunurlar (Şekil 4.2). Yazgan ve Asutay (1981),

Elazığ ve civarında yaptıkları incelemeler sonucu, birimin karmaşıktan çok düzenli bir istif sunduğunu belirtmişlerdir. Elazığ çevresindeki plütonik kayalar gabrodan, diyorit, kuvars diyorit, granodiyorit, tonalit, granit ve alkali granite kadar değişik biçimlerde görülürler. Bu kayalar mikroskobik incelemeler sırasında diyorit ve granit grubu olarak iki ana grup altında incelenmiştir (Akgül,1993). Diyorit grubu kayalar diyorit ve kuvars diyoritten; granit grubu kayalar ise granodiyorit, tonalit, granit ve alkali granitten oluşmaktadır.

4.2.3.1. Skarın zonu kayaları

Elazığ Magmatitlerine ait plütonik kayalar Elazığ çevresinde Keban Metamorfikleri ile intrüzif dokanak ilişkisi göstermektedir. Bu dokanak, gerek metamorfik yan kayada gerekse de magmatik kayalarda bir takım minerolojik değişimlere sebep olmuştur. Bu zonlarda, esas olarak Ca, Fe, Mg ve Al silikat minerallerini ve Fe cevherleşmelerini görmek mümkündür (Şekil 4.2). Epidot, granat, piroksen ve manyetit bu zonlarda görülen en yaygın minerallerdir. (Altunbey, 1996; Altunbey ve Çelebi; 1997).

4.2.3.2. Bazalt Grubu Kayalar

İnceleme alanında bazalt, bazaltik andezit ve andezitik piroklastitler ile temsil olunan birim, Kodikan ve Sağdıçlar köyleri civarında geniş yüzeylemeler sunmaktadır (Akgül,1993).

Bazalt birimi Keban Metamorfikleri'nin, metakonglomera ve kalkıştiller tarafından tektonik; Sağdıçlar Formasyonu, Kırkgeçit Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla üzerlenir. Diyorit birimi ile olan dokanak ilişkisi net olarak izlenemeyen bazalt grubuna ait kayalar tonalit, mikrotonalit ve dasitler tarafından kesilmiştir. Tektonizma ve alterasyonun etkisiyle ufalanmış, küçük parçalara bölünmüş bir şekilde izlenen bazalt grubu kayalar, çoğunlukla gaz boşluklu bir doku sunmaktadır. Gaz boşlukları epidot, zeolit, kalsit ve kuvars gibi ikincil minerallerle doldurulmuştur (Akgül,1993).

4.2.3.3. Dasitler

Elazığ Magmatikleri'nin en genç birimi olarak kabul edilen volkano – sedimenter özellikteki Sağdıçlar Formasyonu'nu kesmiş olmaları, dasitlerin volkano – sedimenter birim ile eş yaşlı veya daha genç olduklarına işaret eder (Akgül,1993).

4.2.4. Oluşum Ortamı

Elazığ –Baskil yöresinde Elazığ Mağmatitleri üzerinde yapılan çalışmalarda birimin yitim zonunda olduğu görüşünde birleşilmiştir (Karakuş, 1999). Asutay (1988) Elazığ Magmatitleri'nin, Keban ve Arap platformu arasında gelişmiş bir okyanusun, kuzeye doğru Keban kıtacığının altına dalması ile oluşmuş olabileceğini belirtmektedir.

Özkul (1988) Elazığ Magmatitleri'nin dalma-batma zonu üzerinde gelişmiş ada yayı ürünleri olduğunu belirtmektedir. Akgül (1993) Elazığ Magmatitleri'nin kısmen okyanus, kısmen de kalın olmayan kıtasal kabuk üzerinde ve birbirini izleyen üç farklı evrede oluştuğunu belirtmektedir.

4.3. Sağdıçlar Formasyonu

Elazığ Magmatitleri'nin en üst seviyelerini oluşturan volkano – sedimenter özellikteki bu birim, Sağdıçlar Köyü civarında tanımlanmıştır (Asutay ve Turan, 1986) (Şekil 4.1, 4.2). Sağdıçlar Formasyonu, Keban Metamorfikleri tarafından tektonik olarak üzerlenir. Üye, tabanda mor renkli çamurtaşları ile başlar ve üst seviyelere doğru silttaşı, kireçtaşı ve volkanik kumtaşı araldanmasına geçmektedir (Akgül,1993).

4.3.1. Yaş

Alt Mestrihtiyen, bölgenin tektonik yapısının tamamen değiştiği bir dönemdir. Çünkü çalışma alanının yakın çevresinde kıvrımlı Sağdıçlar Formasyonu çökellerini, Üst Maestrihtiyen yaşlı Harami Formasyonu'na ait karbonatların tamamen farklı bir şekilde ve oldukça sakin konumla Sağdıçlar Formasyonu'nu örtmesi nedeniyle bu formasyonun yaşını Koniyaşiyen-Alt Mestrihtiyene kadar çıkabileceğini belirtmişlerdir (Asutay ve Turan, 1986).

4.4. Kırkgeçit Formasyonu

4.4.1.Tanım

Elazığ çevresinde geniş yayılımı olan Kırkgeçit Formasyonu ilk defa Perinçek (1979a) tarafından Van'ın güneydoğusunda, Kırkgeçit Köyü civarında adlandırılmıştır. Elazığ-Malatya çevresinde yapılan çalışmalarda (Perinçek, 1979a,1979b; Naz, 1979; Tuna,1979; Özkul, 1982; Özkul ve Üşenmez, 1986; Bingöl, 1982; 1984; Avşar, 1983; Turan, 1984 ve Asutay, (1988)'de bu ad kullanılmıştır. Özkul (1988), birimi Marik ve Seherdağ üyeleri olmak üzere iki alt birime ayırarak incelemiştir (Türkmen ve Esen, 1997). Sirel vd. (1975),

Palu çevresinde yaptıkları çalışmada konglomera, kumlu kireçtaşı, algli kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan Orta-Üst Oligosen yaşlı birimi 'Gevla Çayı Formasyonu olarak adlandırmışlardır (İnceöz, 1994).

4.4.2. Dağılımı ve konumu

Genel olarak Kırkgeçit Formasyonu, inceleme alanının kuzey ve doğu kesimlerini tamamen kaplamıştır. Çalışma alanının doğusunda, birim denizel çökellere ait konglomeratik seviyeleri izlenmektedir. Kırkgeçit Formasyonu, Elazığ Magmatitleri'ne ait gabro, diyabaz ve bazaltlar üzerine açılı uyumsuzlukla, alg ve bryozoalı, ince taneli ve intraklastlı kumtaşı ve kötü boylanmalı, ince-orta taneli, metamorfik ve volkanit çakıllar ile örtmektedir.

Kırkgeçit Formasyonu, inceleme alanının güneyinde, otokton ve paraallokton olmak üzere iki konumda yer almaktadır.

4.4.3. Litoloji

Kırkgeçit Formasyonu çalışma alanında killi ve kumlu kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Birim genellikle konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı aralanmasından oluşmuştur (Aksoy, 1993). Birimin tabanını teşkil eden konglomeralar yanal yönde devamlılık göstermemekte olup merceksi geometrilidir. Konglomeralar yer yer düzlemsel yer yer teknesi çapraz tabakalı bazende yatay tabakalıdır. Yer yer gevşek aşınmış bir yapıya sahip olduklarından ayrışma fazladır. Tabaka kalınlıkları 1 m'ye kadar çıkmakta, ancak alt üst sınırların belirginliği azdır. Altta bulunan killi kireçtaşları sarımsı, krem renkli donuk görünümlü ve kıymık biçiminde yarılmı göstermektedir. Fosil içeriği çok zayıf olan bu birim dereceli olarak kumlu kireçtaşlarına geçmektedir (Güdücü,1996). İstifin değişik yerlerinde tamamen çamurtaşı veya kumtaşları baskın hale gelebilmektedir. Aksoy (1991), bu durum birimin denizaltı yelpazesi şeklinde gelişmesinden kaynaklandığını belirtir. Kumtaşları yer yer yatay yer yerde teknesi çapraz tabakalıdır.

4.4.4. Yaş

Kırkgeçit Formasyonu'nun yaşı için bazı araştırmacıların çalışmalarından elde ettikleri sonuçlar şöyledir: Perinçek (1979b) ve Sungurlu vd. (1985),Üst Eosen–Oligosen; Turan (1984) ve Çetindağ (1985), Lütisiyen-Üst Oligosen.

4.4.5. Oluşum Ortamı

Oluşum ortamı yorumları farklı olup, Özkul (1982)'ye göre, konverjan levha sınırında, yay gerisinde dar ve uzun, yer yer derinleşen bir havzada Eosen istifleri depolanmış ve şiddetli tektonizmaya bağlı olarak çok hızlı gelişen çökme nedeniyle yörede kısa sürede derin deniz koşulları oluşmuş ve kırıntılı malzeme ortama kuzeyden taşınmıştır (Özkul,1982). Ayrıca Kırkgeçit Formasyonu'nun denizaltı yelpazesi, yamaç ve şelf ortamında çökeldiğini belirtmiştir.

Turan, (1984) çökme ortamının başlangıçta sığ ve yüksek enerjili olduğunu ve bu ortamda olistolitli konglomeraların çökeldiğini, çökme nedeniyle derin deniz koşullarının oluştuğunu ve flişlerin çökeldiğini belirtmektedir. Hızlı çökme birikimi ile giderek sığlaşan ortamda nummulit fosilleri içeren kumlu kireçtaşları oluşmuştur.

Avşar (1983), kireçtaşlarında belirlediği fosillere göre birime Orta Eosen–Üst Oligosen yaşını vermiştir.

4.5. Alüvyon

Bu birim formasyon aşamasında, hiçbir araştırmacı tarafından adlandırılmamıştır. Alüvyonlar, çalışma alanında bulunan bütün birimlerden genç olup; Elazığ Magmatitleri ile Kırkgeçit Formasyonu'nu uyumsuz olarak örtmektedir. Yer yer birikinti konisi oluşturan kum birikintileri, çoğunlukla arenalaşmış granitik kayalardan türemişlerdir (Bölücek, 1995).

Çalışma alanında alüvyal malzemelerin boyutları blok ve çakıl boyutundan kum, kil ve silt boyutuna kadar oldukça geniş aralıkta tane boyu dağılımı sunmaktadır (Şekil 4.2).

5. MATERYAL VE METOD

İnceleme alanındaki kayaçların petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla (G6, G63a, G6b, G4a, G4b, G10a, G10b, G10c, G10d, G11a, G11b, G11c, G11d (Tablo 5.1, Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3) toplam 14 adet tüm kayaç örnekleri Pamukkale Üniversitesi Mineraloji Laboratuvarlarında ince kesitler hazırlanmış olup, Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında Leica marka DM 2500 P polarizan mikroskopta mineral incelemeleri yapılarak fotoğraf görüntüleri alınmıştır.

Tablo 5.1. Çalışma alanından alınan örneklerinin UTM -50 koordinatları.

G4 A	37485967 4295916	D K	G6-3	37484238 4254342	D K
G4 B	37485943 4295863	D K	G7-1-2-3-4	37483100 4288520	D K
G6-1	37484593 4294322	D K	G10-11	37483069 4288390	D K
G6-2	37484258 4294322	D K			



Şekil 5.1. G6-2 nolu örneğin arazi görünümü. Bakış yönü KB.



Şekil 5.2.G7-2 nolu örneğin arazi görünümü Bakış yönü KB.



Şekil 5.3. G10a, G10b, G10c, G10d, G11a, G11b, G11c, G11d nolu örneklerin arazi görünümü. Bakış yönü KB.

İnceleme alanında Keban Metamorfitleri ile Elazığ Magmatitleri arasındaki fay zonunda içerisinde yaygın olarak bulunan kuvars damarlarında sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaları yapabilmek için 15 adet iki yüzü parlatılmış kesit hazırlanmış olup fakat sadece 6 adet ince kesitte incelenebilir boyutta ($3,5-55 \mu\text{m}$) sıvı kapanım örnekleri bulunabilmiştir. Analize uygun olan birincil iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümler sonucu elde edilen homojenleşme sıcaklığı ($T_h^\circ\text{C}$), son buz ergime derecesi ($T_{\text{ICM}}^\circ\text{C}$), tuzluluk (% NaCl eşdeğeri) ve yoğunluk (g/cm^3)

değerleri ölçülmüştür. Mikrotermometrik incelemeler doğrultusunda; yapılan iki yüzü parlatılmış kesitler oda sıcaklığında sistemin içerisine yerleştirilmiş ve -100 °C civarına kadar soğutulmuştur. Soğutma işlemleri sıvılaştırılmış susuz (kuru) azot gazı kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle kapanımların büyüklük, dağılım, morfolojik görünüm, faz durumu ve doldurma oranı gibi genel özellikleri incelenmiş daha sonra kapanımlar dondurulup ısıtılarak termometrik incelemelere başlanmıştır. Termometrik ölçümler sırasında son buz ergime sıcaklığı (T_m °C) ve sıvı gaz faz homojenleşme sıcaklığı (T_h °C) ölçümleri yapılmıştır. Kapanımların genel özelliklerinin incelenmesinde James Swift alttan aydınlatmalı mikroskop kullanılmış, termometrik ölçümlerde ise Nikon Labophot-pol mikroskoba monte edilmiş Linkam THMS 600 ve HFS 91 sistemleri kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Sistem -180 °C ile +600 °C aralığında soğutma ve ısıtma kapasitesine sahip olup, hata payı $\pm 0,5$ °C kadardır.

Tuzluluk değerleri Bodnar (1993) tarafından geliştirilmiştir.

$$\% \text{ NaCl eşdeğeri} = (-1,78 \times (-TICE)) - (0,0442 \times (-TICE)^2) - (0,000557 \times (-TICE)^3) [1]$$

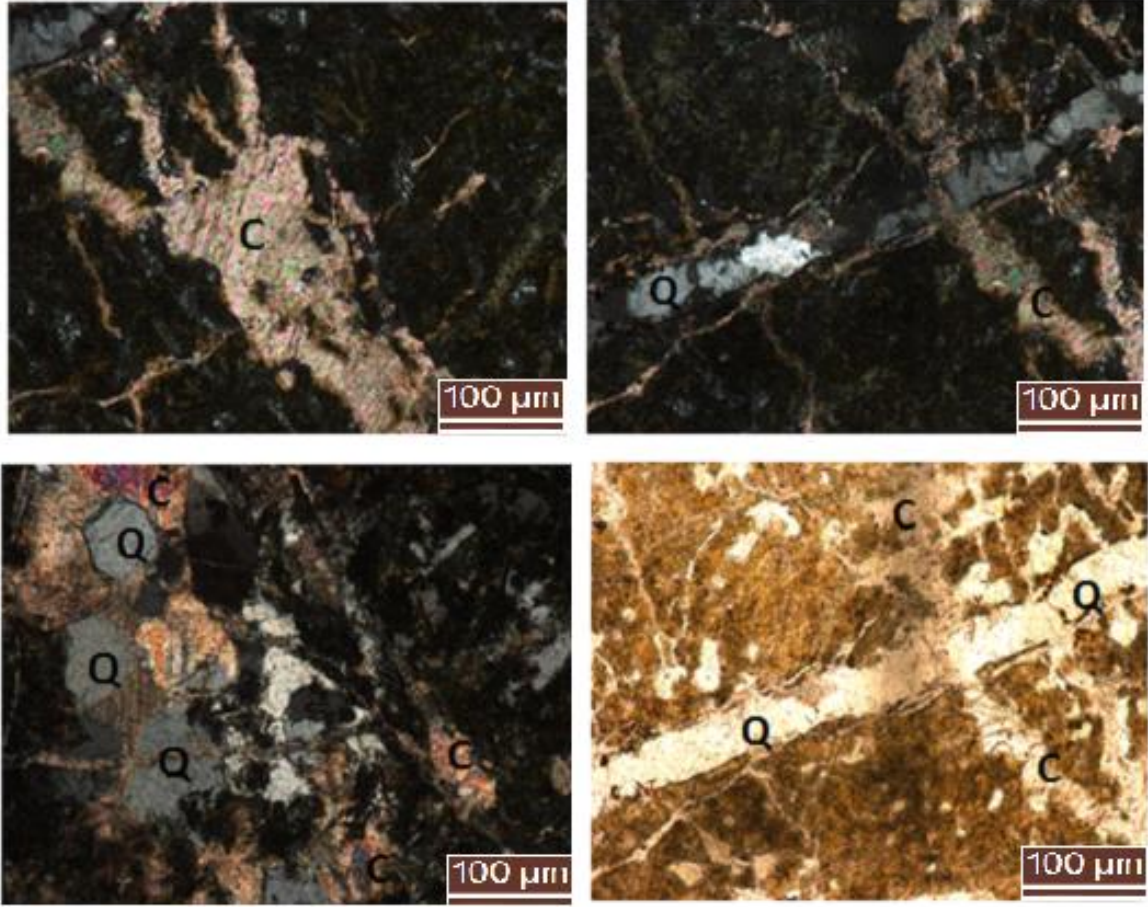
Formülünden [1] yararlanılarak % NaCl eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. İki yüzü parlatılmış kesitlerde yoğunluğu 10-15 μm boyuttaki kapanımlar mevcut olup bunların incelemeleri yapılabilmektedir. Sıvı kapanım analizleri, Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı Laboratuvarlarında bulunan Olympus BX60 model polarizan mikroskop üzerine monte edilmiş FLUID Inc. Firmasına ait ısıtma-soğutma ünitesi ve Sony Video görüntüleme ünitesi ile -196 ile 700 °C ısıtma soğutma sistemli ekipman ile yapılmıştır.

Oksijen izotopları yöntemi; çalışma alanından alınan 5 adet (G7-2, G10C, G10D, G11B, G11D) karbonat örneklerinde $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop analizleri 1 mg kalsit örneği üzerinde yapılmıştır. Toz haline getirilen örnek % 100 susuz fosforik asit 1mg toz haline getirilmiş kalsit örneği üzerine eklenerek 72 °C' de 4 saat ısıtılmıştır. Termo-finningan Gasbenç ve Termo-finningan Delta^{plus}XP Continuous- Flow Isotope- Ratio Mass Spectrometer (CF-IRMS) kullanılarak elde edilen CO_2 üzerinde $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları binde (‰) olarak Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB) ve Vienna Standard Mean Ocean Water (VSMOW) olarak ölçülmüştür. Analiz kesinlik değeri ‰ 0,2 olarak hesaplanmıştır. $\delta^{13}\text{C}$ için doğruluk değeri ‰ 0,1 iken $\delta^{18}\text{O}$ için ‰ 0,5 olarak hesaplanmıştır.

6. MİNERALOJİ

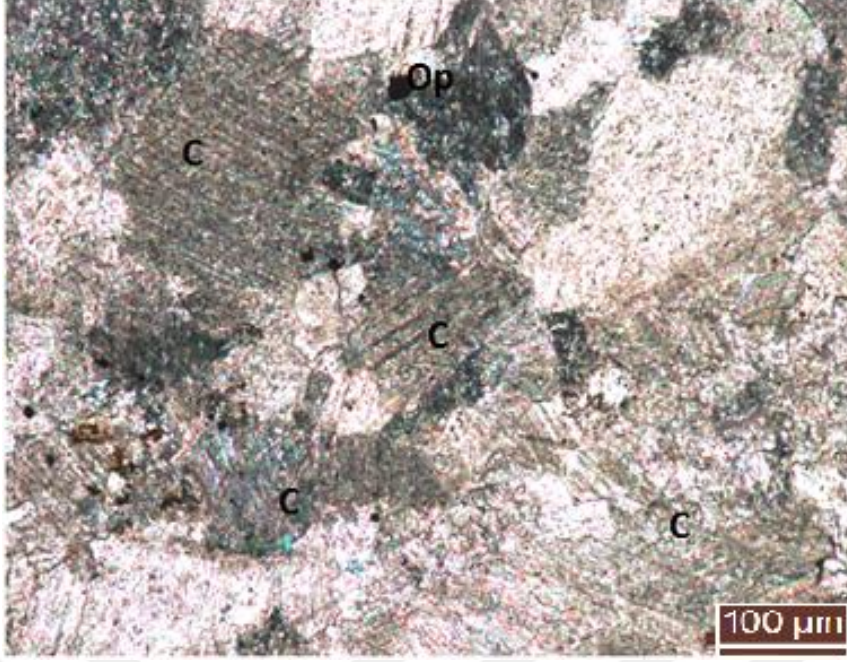
Mineralojik incelemeler, Keban Bindirme Zonundan alınan tüm kayaç örnekleri üzerinde yapılmıştır.

G6 nolu örnekte iri kristaller ve çok küçük kristaller bir aradadır. Bu örnekte kuvars ve kalsit birlikte bulunmaktadır (Şekil 6.1).



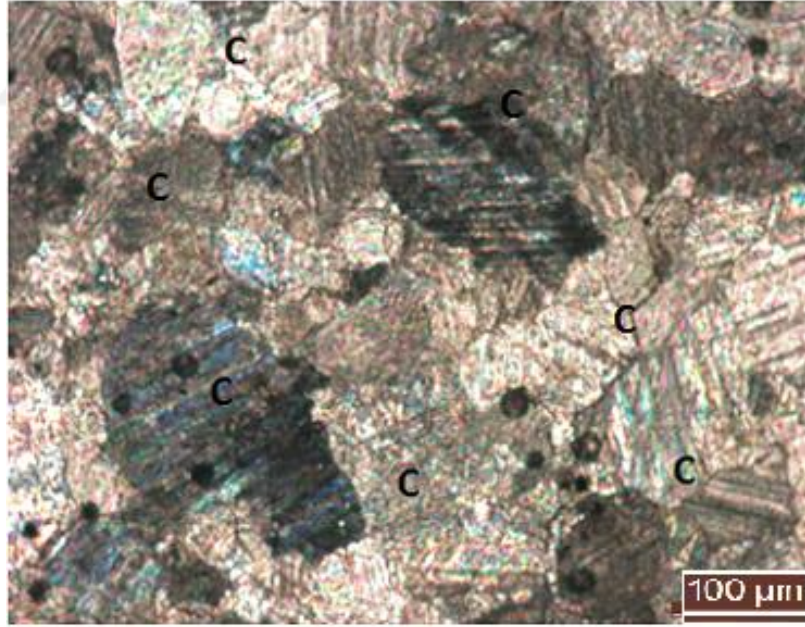
Şekil 6.1. G6 nolu örneğe ait tek ve çift nikol mineralojik çift nikol görünümü (Q: Kuvars, C: Kalsit).

G6-2 nolu örnekte, tane boyu genel olarak büyük ve bünyesinde kalsit ve kuvars barındırmakta, sıvı kapanım için uygun bir örnektir (Şekil 6.2). G6-2 nolu örneklerde görülmektedir. Bu örneklerdeki, ikincil kuvars oluşumları mevcut olmakla beraber değişik boyutlu ikizlenmeler tektonik zonda olduğuna işaret etmektedir. Aynı örneklerde basınç ikizlenmeleri ve kuvvetli polarizasyonlar görülmektedir.



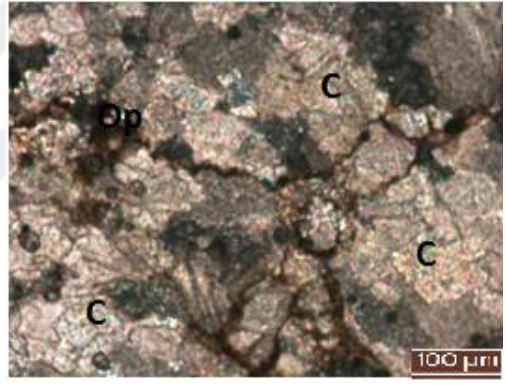
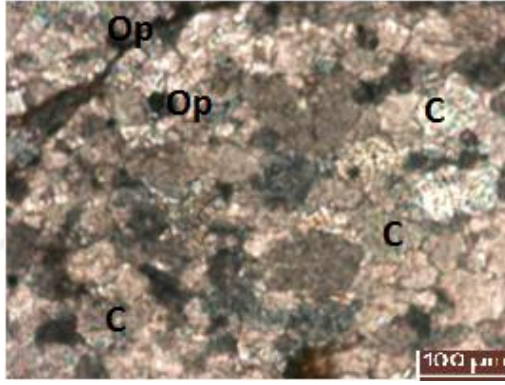
Şekil 6.2. G6-2 nolu örneğe ait çift nikolde görünümü .(Op: Opak mineral, C: Kalsit)

G6-3 nolu örnekte, polisentetik ikizli, öz şekilli büyük kristalli kalsitler mevcuttur (Şekil 6.3). Bu örnekte kuvvetli polarizasyonlar görülmektedir.



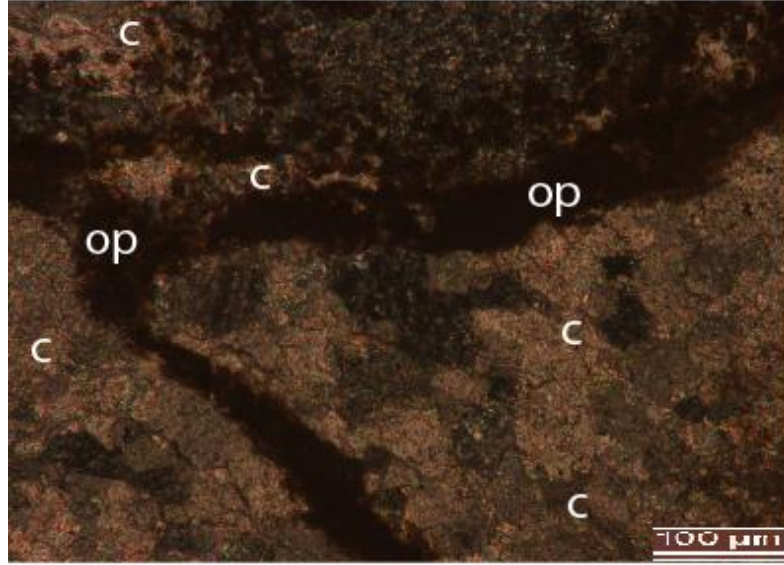
Şekil 6.3. G6-3 nolu örneğe ait çift nikolde görünümü .(C: Kalsit)

G6-4 nolu kalsit örneğinde, dilinimlere rastlanmamış ancak opak mineraller kırık ve çatlakları doldurmuştur. İri kristallerin bulunması nedeniyle, sıvı kapanım çalışmalarının yapılması için uygun olduğu düşünülen kesitlerden biridir (Şekil 6.4).



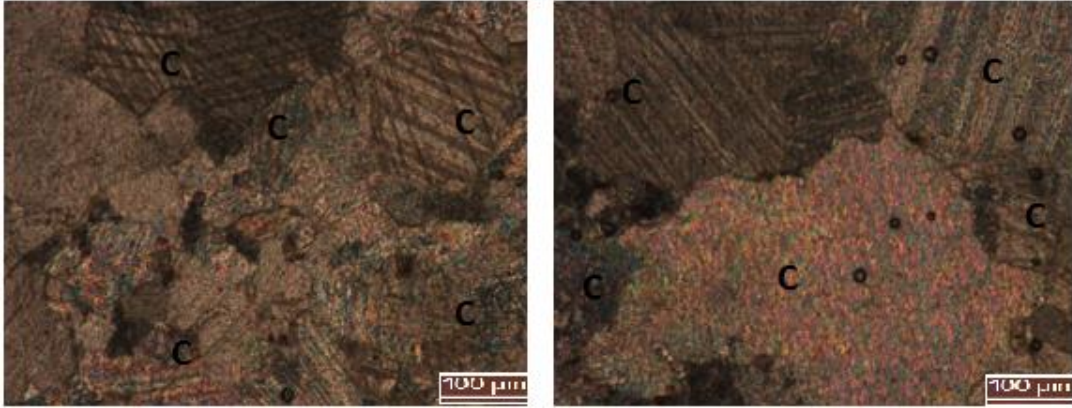
Şekil 6.4. G6-4 nolu örneğe ait çift nikolde görünümü (Op: Opak mineral, C: Kalsit).

G10A nolu örnekte, kalsitlerde yönlenme vardır. Tane boyları bazı yerlerde küçülmüş ve birbirine çok yaklaşmıştır. Hem büyük hem küçük kalsit kristallerinin bir arada olmasıyla karakteristiktir. Kırık zonları boyunca opak mineraller siyah renkte görülmektedir ve dalgalı sönme göstermektedir (Şekil 6.5).



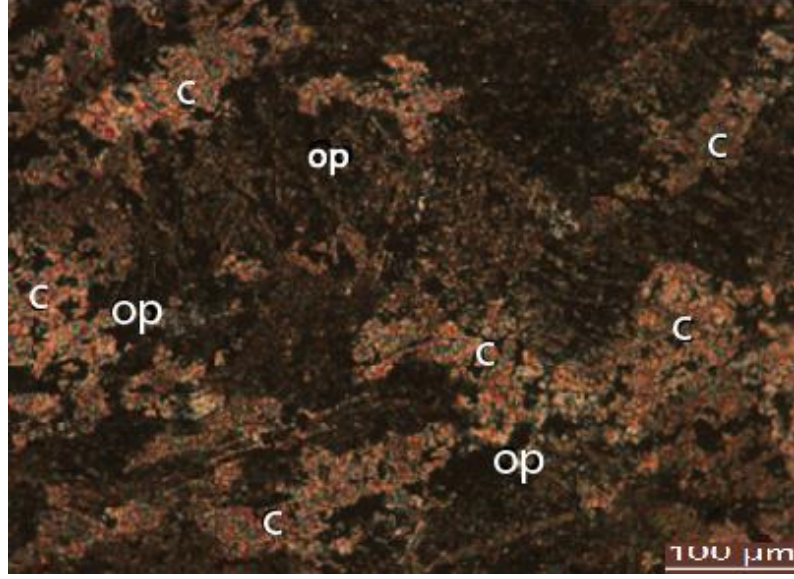
Şekil 6.5. G10A nolu örneğe ait çift nikolde görünümü (C: kalsit, Op: Opak mineral).

G10B nolu örnek, daha çok iri kalsit kristallerinden oluşmaktadır. Kalsitler öz şekilli olup çok fazla miktarda polisentetik ikizlere sahiptir (Şekil 6.6).



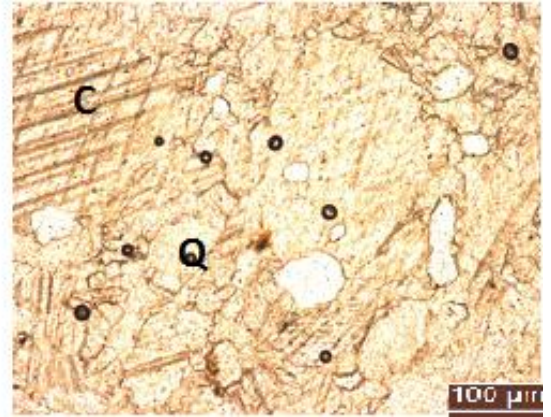
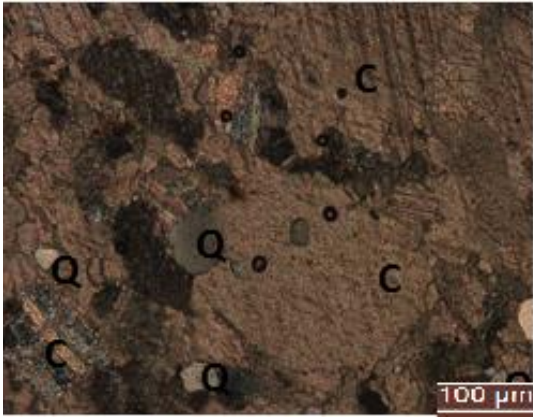
Şekil 6.6. G10B nolu örneğe ait çift nikolde görünümü mineralojik (C: Kalsit)

G10C nolu örnek, opak mineralce zengin, bindirme zonuna yaklaştıkça fay hattı boyunca su sirkülasyonunun etkisiyle ikincil opak minerallerin gelişimi artmıştır. Özellikle ikincil kalsitler, opak minerallerinin içerisinde veya çevresinde gelişmiş olup, sıvı kapanım çalışmaları ile kapanımlar içerisindeki sıvı özelliğinin ve bindirme zonu oluşum koşullarının belirlenmesinde yardımcı olabileceği düşünülmektedir (Şekil 6.7).

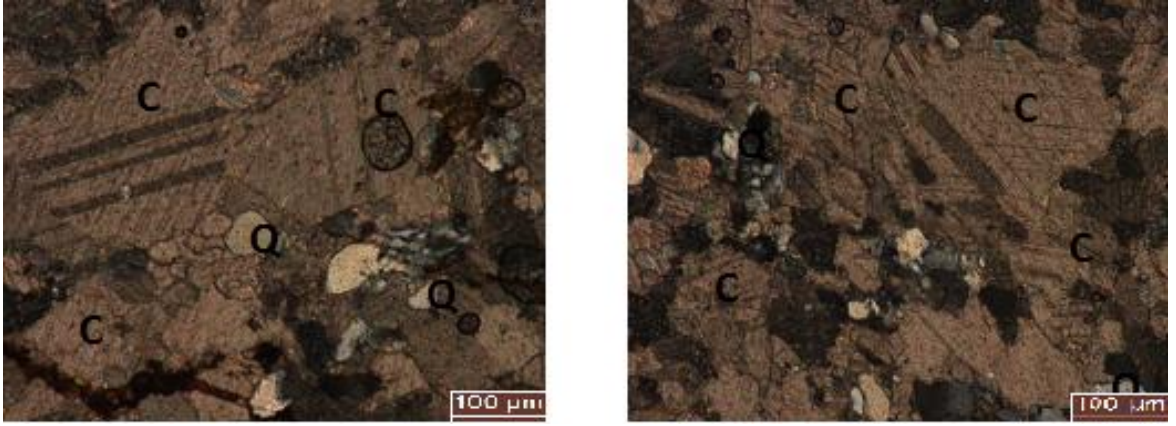


Şekil 6.7. G10C nolu örneğe ait çift nikolde görünümü (Op: Opak mineral, C: Kalsit).

G10D nolu örnekte, dalgalı sönme gösteren kuvarsların mevcut tek ve çift nikolde fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 6.8; Şekil 6.9). Örnek içerisinde kalsitler ve kuvarslar bulunmaktadır. Bu örnekte kalsitler diğer minerallere göre büyük boyutlu olup, kuvarslar ise genelde daha küçük kristalli, özşekilsiz ve genelde yuvarlak kristaller içermektedir. Kuvarslarda basınç ikizlenmeleri daha belirgin ve silisleşme yaygındır. Mangan yaygın olmamakla beraber oluşumda özellikle çatlaklar boyunca gelişmiştir. Kuvars kristalleri kayacın genelinde küçük ve çok nadir olmasına rağmen, ince kesitin sadece küçük bir bölümünde iri kristaller halinde yoğunlaşmıştır. Ayrıca kayaçta zon farklılıkları da çatlaklar boyunca görülmektedir. Çatlağın bir tarafı muskovitleşmiştir. Muskovitli ve mermer dokanağı (akma yapıları) görmek mümkündür.

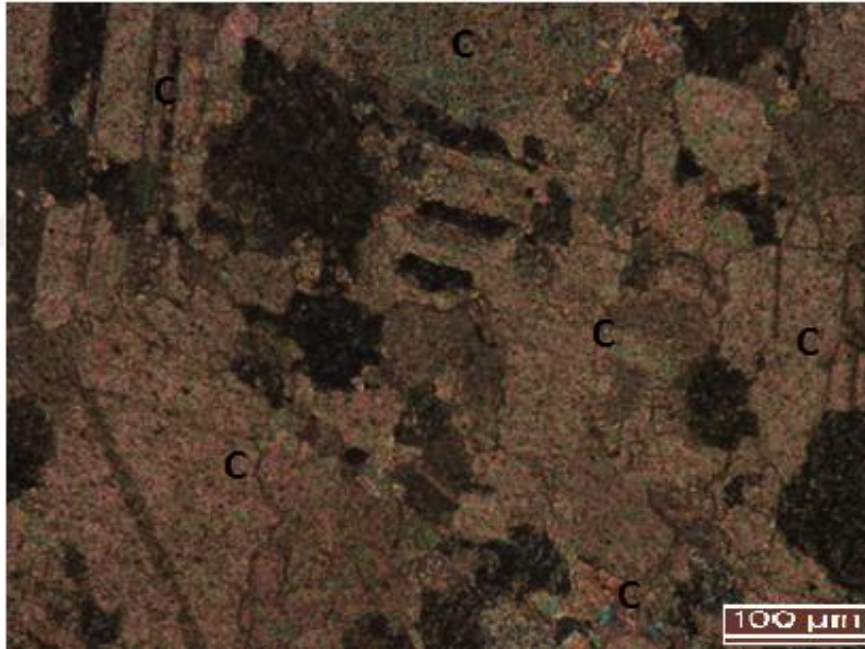


Şekil 6.8. G10D nolu örneğe ait tek ve çift nikol görünümü (Q: Kuvars, C: Kalsit)



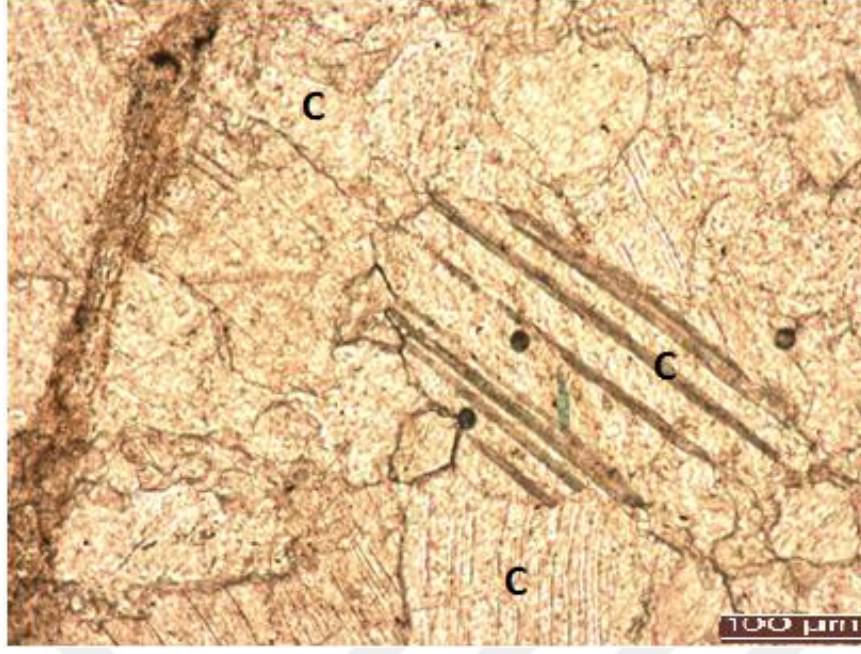
Şekil 6.9. G10D nolu örneğe ait tek ve çift nikol mineralojik fotoğrafları (Q: Kuvars, C: Kalsit).

G11A nolu örnekte, bindirme zonundan batıya doğru gittikçe, tane boyları büyümekte ve kristallerde yönelme azalmaktadır (Şekil 6.10).



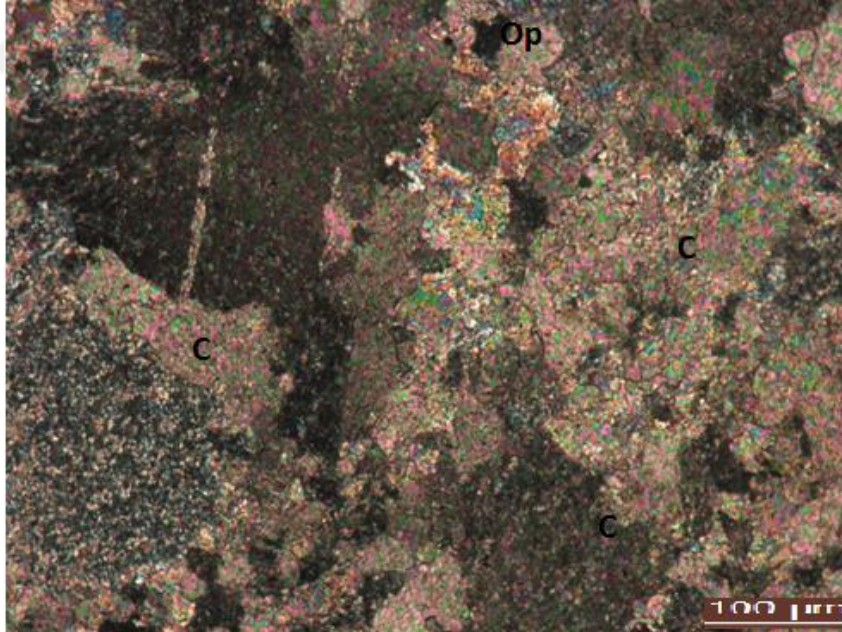
Şekil 6.10. G11A nolu örneğe ait çift nikol görünümü (C: Kalsit).

G11B nolu örnek incelendiğinde, görüntüler tek nikoldan alınmıştır. Özşekli fenokristallerin sıvı kapanım çalışmaları için uygun olabileceği düşünülmektedir (Şekil 6.11).



Şekil 6.11. G11B nolu örneğe ait tek nikol görünümü (C:Kalsit).

G11C nolu örnekte, yarı özşekilli kristaller hâkim olup, tane boyu ve yönlenme fazladır (Şekil 6.12). Makroskopik incelemeler sonucu, kayaçta yer alan koyu renkli bölümlerin, pirolusit dokusunda olması nedeniyle, opak mineralin pirolusit olduğu anlaşılmaktadır.

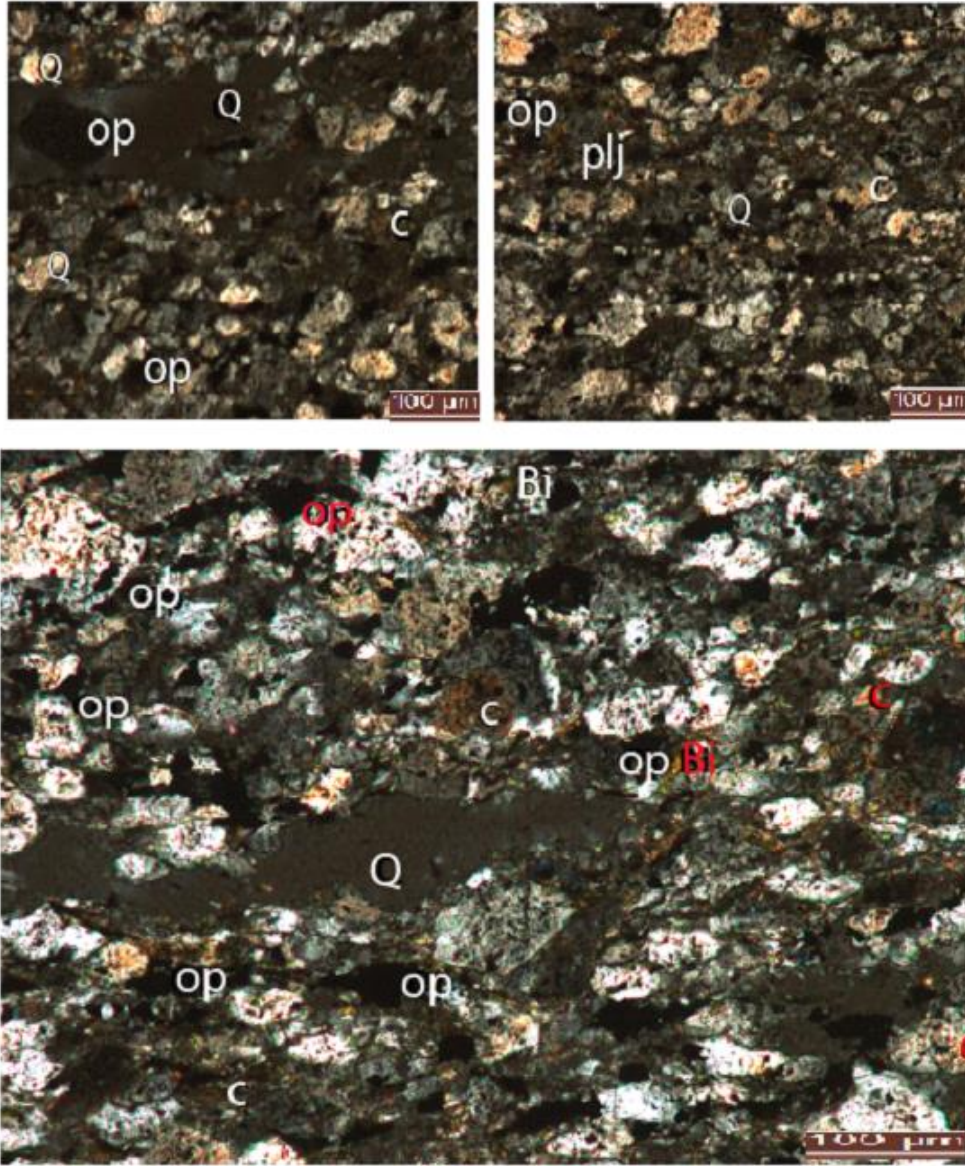


Şekil 6.12. G11C nolu örneğe ait çift nikol görünümü Op: Opak mineral (pirolusit?), C: Kalsit.

G11D nolu örnekte, yönlenme kristallerde yoğun olarak gözlenmekte, opak minerallerin fissurler içerisinde artırdığı görülmektedir. Kalsitlerde yönlenme olağan üstü azalmakta tane boyları küçülmekte, tane boyları ile beraber ikincil kuvars ve opak mineral zenginleşmeleri artmaktadır. Sıvı kapanım çalışmaları için tercih edilebilir bir kesittir

(Şekil 6.13). Yoğun çatlaklı, çatlaklar arasında eş boyutlu öz şekilsiz kuvarslar bulunmaktadır. Örnek genelinde opak mineral çok fazla görülmektedir. Kesit plajiyoklasların varlığı ile karakteristik olup magmatik zona yakınlığı ifade etmektedir. Plajiyoklaslar, zayıf ikizlenmeli ve genellikle zonludur. Aksesuar mineral olarak az miktarda biyotit kristalleri de içermektedir. Biyotit kristalleri çoğunlukla özşekilsiz, mikrokristalin plajiyoklastlar içerisinde kapanım olarak yerleşmektedir. Kloritleşmeler yer yer gözlenmektedir.





Şekil 6.13. G11D nolu örneğe ait çift nikol görünümü (Op: Opak mineral, C: Kalsit, Q: Kuvars, Bi: Biyotit)

7. SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI

7.1. Sıvı Kapanımlar Hakkında Genel Bilgiler

Sıvı kapanımlarla ilgili ilk çalışmalar 11. yüzyıla kadar dayanmaktadır. 19. yüzyılda ilk defa sıvı kapanımların bileşimlerinin belirlenmesi için analitik çalışmalar yapılmıştır. Sıvı kapanımlarda gözlenen gaz kabarcıklarının sıcaklığın düşmesine bağlı olarak, mineralin içinde kapanlanan sıvının kısmi büzülmesinin bir sonucu olarak oluştuğunu ortaya koyan ilk teori ortaya atılmıştır. 20. yüzyılın ilk yarısından itibaren sıvı kapanım çalışmaları birçok yerbilimci tarafından petroloji, mineraloji ve maden yatakları gibi yerbilimlerinin pek çok dalında yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde halen Roedder'in 1967' den ve 1997'ye kadar olan çalışmaları Roedder, (1967a,b; 1970; 1971; 1976; 1977a, 1977b; 1984; 1997; Roedder ve Bodner,1980). İle ortaya konulmuş, metot ve termodinamik prensipler kullanılmaktadır.

Kapanım Nedir?

Doğada birbirinin içinde hapsolmuş bulunan çeşitli oluşumlara kapanım denilmektedir. Kapanımlar genel olarak iki gruba ayrılmıştır; katı kapanımlar ve sıvı kapanımlar. Birbiri içinde hapsolmuş katı haldeki oluşuklar katı kapanımlar olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, kalkopirit içinde kapanlanmış sfalerit katı kapanımları gibi. Sıvı kapanım terimi; sıvı fazdan itibaren kapanlanmış günümüz koşullarında sıvı, gaz ve katı fazları içeren bütün kapanımları (eriyik kapanımlar, sıvı kapanımlar, gaz kapanımlar, hidrokarbonlu kapanımlar, vb. gibi) ifade etmek için kullanılan genel bir terimdir. Sıvı kapanımlar kökenlerine göre üç gruba ayrılmaktadır. Birincil kökenli sıvı kapanımlar, içinde yer aldıkları mineraller oluşurken; bir katının etrafını saran dendritik oluşumların, daha önce oluşmuş kristalin kısmî çözünmesi ile oluşan boşlukların, farklı olarak gelişmiş spirallerin merkezlerinin, paralel olmayan kristal bloklarının, kristal yüzeyinde meydana gelen kırıkların, herhangi bir yabancı malzemenin kristal bünyesine girmesi ile ortaya çıkan boşlukların minerali oluşturan çözelti ve/veya eriyiklerle doldurulması ile oluşmaktadır.

İkincil kökenli sıvı kapanımlar, mineraller oluşuktan sonra oluşan kırıklara ve boşluklara sıvıların girmesi ve daha sonra bu boşlukların rekristalizasyonlarla kapanması veya onarılması sonucu sıvıların minerallerin bünyesinde kalması ile oluşmaktadır. Yalancı ikincil sıvı kapanımlar ise mineraller oluşum süreçleri boyunca kırılma ve çatlamaya uğrarlarsa içerisinde kristallendiği sıvı bu çatlaklardan içeri girerek, yalancı ikincil kapanımları oluşturmaktadır. Sıvı kapanımların bileşimlerine göre sekiz gruba ayrılmaktadır; a) Sadece sıvıdan oluşan tek fazlı sıvı kapanımlar, b) Sadece gaz fazından oluşan tek fazlı sıvı kapanımlar, c) Sıvı ve gaz fazı birlikte bulunduran iki fazlı sıvı

kapanımlar, d) Sıvı, gaz ve katı fazı birlikte bulunduran, çok fazlı sıvı kapanımlar, e) Sıvı, gaz karbondioksit ve tuzlu su içeren karışmaz sıvılardan oluşan sıvı kapanımlar veya karbondioksitli sıvı kapanımlar, f) Kristalli silikadan oluşan eriyik sıvı kapanımlar oluşturmaktadır (Roedder, 1967a, b; 1970; 1971; 1976).

Sıvı Kapanımların Kullanıldığı Yerler

Hidrokarbon göç haritası, rezervuar kayaçtaki petrolün niteliği, kalitesi, petrol tiplerini belirlemek ve sıvı kapanımlardan elde edilen kimyasal sonuçları ortaya koymak amacıyla petrol aramacılığında sıvı kapanımlardan yararlanılmaktadır. Sedimentolojide çökeltme sırasındaki ve sonrasındaki koşulların ortaya konmasında jeotermal sahaların araştırılmasında yatay veya düşey jeotermal gradyanın belirlenmesi ile yeni sıcak su kaynaklarının araştırılması ve bulunmasında kullanılmaktadır.

Ayrıca meteoritlerin kökensel yorumlanmalarında gemolojide, doğal ve doğal olmayan değerli taşların ayırt edilmesinde, bulunması ve değerlendirilmesinde tektonik rejimin ortaya konulmasında, magmatik petroloji ve petrografide tüm magmatik kayaçların oluşum koşullarının belirlenmesinde ve bu kayaçlara ait kökensel yorumlamalarda, maden yataklarında oluşum koşullarının bilinmesine ve metamorfizma koşullarının saptanmasında sıvı kapanımlar kullanılmaktadır (Roedder, 1984;1997).

Sıvı kapanımlardan elde edilen bilgiler aşağıda maddeler halinde verilmiştir (Roedder, 1984).

- 1- Sıvı kapanımları oluşturan sıvıların yoğunlukları, homojenleşme sıcaklıkları ve tuzluluk değerlerine bağlı olarak belirlenebilmektedir.
- 2- Sıvı kapanımlardaki sıvı ve gaz fazlarının, hacim doldurma oranlarının yardımıyla sıvı kapanımların yoğunlukları ve tuzluluk değerleri hesaplama yöntemleri ile belirlenebilmektedir.
- 3- Sıvı kapanımlarda yapılan mikrotermometrik analizler (ısıtma ve soğutma deneyleri) ile
 - a- Sıvı kapanımların homojenleşme ve oluşum sıcaklıkları elde edilmektedir.
 - b- Son buz ergime sıcaklık değerleri (T_m) ile içerdikleri tuzlar nedeniyle saf suyun donma derecesindeki azalmalara bağlı olarak çözeltilerin tuzluluk değerleri (NaCl eş değeri olarak) saptanmakta ve çözeltilerin olası kökenleri ve oluşum sırasında etkili olan çözelti sistemleri belirlenebilmektedir.
 - c- Sıvı kapanımların son buz ergime değerlerine (T_m) bağlı olarak sıvı kapanımı dolduran sıvıların tuzluluk değerleri hesaplama yöntemi ile belirlenmektedir.
 - d- Sıvı kapanımlardaki ilk ergime sıcaklıkları (T_{FM}) değerleri yardımıyla sıvı kapanım içindeki sıvıda çözülme halde bulunan tuzun cinsi ve çözelti sistemleri belirlenmektedir.

4- Daughter minerallerinin tanımlandığı sıvı kapanımlarda, bu minerallerin ergime derecelerine bağlı olarak sıvı kapanımı dolduran sıvıların tuzlulukları (%'de ağırlık olarak) belirlenmektedir.

5- Sıvı kapanımlarda yapılan izotop çalışmaları ile oluşum koşullarına ait kökensele veriler elde edilmektedir;

a- Sıvı kapanımlarda yapılan oksijen ve hidrojen izotopları yardımıyla mineral oluşturu sıvıların kökenleri belirlenmektedir.

b- Sıvı kapanımlardaki CO₂ ve CH₄ gibi gazlardaki, C izotopları ile olasılı olarak çözeltilerin kökenleri ve iç basınçları belirlenmektedir.

c- Sıvı kapanımlarda yapılan Rb/Sr izotopları yardımıyla cevherleşmelerin oluşum yaşları belirlenmektedir.

6- Sıvı kapanımlarda yapılan kantitatif analizler yardımıyla;

a- Sıvı kapanımları dolduran sıvılardaki halojenlerin belirlenmesi ile özellikle hidrotermal sıvı tipleri çok kolay olarak ayırt edilmektedir.

b- Kapanımlarda gaz bileşiklerinin analizi ile kökensele yorumlamalar yapılmaktadır.

7.2. İncelenen Sıvı Kapanımların Morfolojik Özellikleri

Mikroskopik incelemeler ile sıvı kapanımlarında morfolojik şekillerine göre dört ayrı tip kapanım özelliği belirlenmiştir. I. Tip sıvı kapanımlar; tek fazlı gaz kapanımlar, II. Tip sıvı kapanımlar ; sıvı ve gaz kapanımlar , III. Tip sıvı kapanımlar ; tek fazlı sıvı kapanımlar ve IV. Tip sıvı kapanımlar; çok (multi) fazlı sıvı+katı (Daughter)+gaz kapanımlardır. Bu kapanım tipi çalışılan sıvı kapanımlarda görülmemiştir. Mikrotermometrik ölçümler ile kuvars damarlarında bulunan sıvı kapanımların son buz ergime sıcaklıkları (T_m°C), homojenleşme sıcaklığı (T_h°C), tuzluluk (% NaCl eşdeğeri) ve yoğunluk (g/cm³) değerleri tespit edilmiştir.

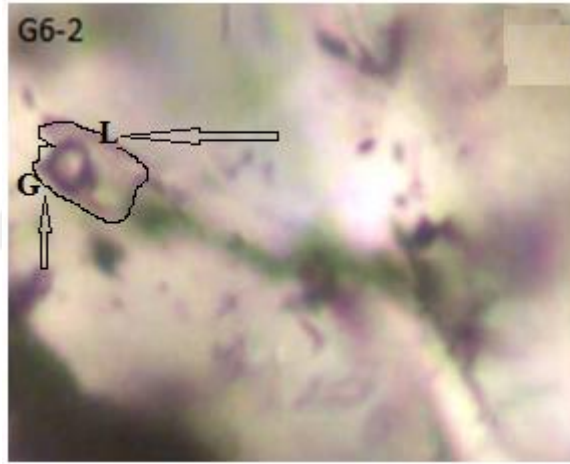
7.3. Kalsit, Aragonit ve Kuvars Örneklerinde Mikrotermometrik İncelemeler

G6-2 nolu örnekte ince taneli (0,1-1,3 mm arasında değişen tane boyunda), çoğunlukla basınç ikizli, mat kalsit kristalleri içeren örnekte eser miktarda 2,5 mikrondan küçük kapanımlar saçınımlı ve bol miktardadır. Eser miktarda şeffaf kalsit kristali izlenen örnekte eser miktarda iki fazlı (sıvı+gaz) , sıvı fazın gaz faza oranının fazla olduğu 3 adet kapanım izlenmiştir. Bu kapanımlar 6,5 mikron ile 12,5 mikron arasında değişen boyutlarda olup köşeli şekillerdedir. Bu kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümlerde homojenleşme sıcaklıkları (T_h) 324 °C, 228 °C ve 138 °C, homojenleşme sıcaklığı (T_h)

ölçümü yapılmıştır. 324 °C ve 138 °C ölçülen kapanımlarda yapılan son buz ergime derecesi ($T_{ICM}^{\circ C}$) -1,3 °C ve -0,1 °C bunlara karşılık gelen ve Bodnar (1993)'ın eşitliği kullanılarak hesaplanan % NaCl eşdeğerleri 2,2 ve 0,2 hesaplanan yoğunluk (g/cm^3) değerleri 0,66 ve 0,93 g/cm^3 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 7.1'de gösterilmiştir.

Tablo 7.1. G6-2 nolu örneğe ait sıvı kapanımların mikrotermometrik analiz sonuçları.

Homojenleşme sıcaklığı (Th°C)	Bileşen	Faz	Son buz ergime derecesi ($T_{ICM}^{\circ C}$)	Tuzluluk(%NaCl eşdeğeri)	Yoğunluk (g/cm^3)
324	H ₂ O	L>V	-1,3	2,2	0,66
228	H ₂ O	L>V	-	-	-
138	H ₂ O	L>V	-0,1	0,2	0,93



Şekil 7.1. G 6-2 nolu örneğe ait sıvı kapanım görüntüsü. L: sıvı faz, G: gaz faz.

G7 nolu örnekte, ince-çubuksu şekilde, makrokristalin, şeffaf kalsit kristallerinden oluşan örnek ksilen içerisinde çözülme sırasında dağılmakta olduğu için az sayıda sağlam parça elde edilmiştir. Bu parçalarda yapılan çalışmalarda az miktarda birincil tek fazlı (sıvı) , iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar ve eser miktarda tek fazlı (gaz) kapanımlar tespit edilmiştir. Birincil tek fazlı (sıvı) kapanımlar elipsoidal ve yuvarlağımsı şekillerde olup 5 mikron ile 35 mikron arasında değişen boyutlardadır. Tek fazlı (gaz) kapanımlar yuvarlağımsı ve elipsoidal şekillerde olup boyutları 4,4 mikron ile 5,5 mikron arasında değişmektedir. Birincil, iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlar 4 mikron ile 55 mikron arasında değişen boyutlarda, sıvı fazın gaz faza oranının fazla olduğu ve gaz fazın sıvı faza oranının fazla olduğu, elipsoidal ve uzamış şekillerde izlenmiştir. Analize uygun olan birincil iki

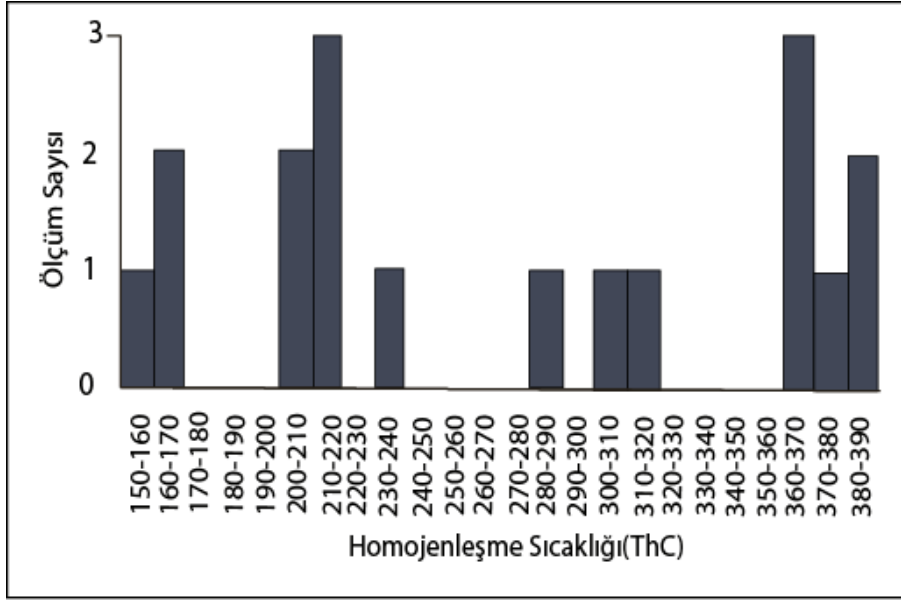
fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümler sonucu elde edilen homojenleşme sıcaklığı (T_h °C), son buz ergime derecesi (T_{ICM} °C), tuzluluk (% NaCl eşdeğeri) ve yoğunluk (g/cm^3) değerleri tabloda verilmiştir. Mikrotermometrik çalışmalar sırasında ısıtma işlemleri sırasında iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda sıvı faza veya gaz faza doğru homojenleşme olduğu tespit edilmiştir. Tablo 7.2' de söz konusu örneğe ait, homojenleşme yani oluşum sıcaklık değerleri, tuzluluk, yoğunluk ve son buz ergime sıcaklık değerleri görülmektedir.

Tablo 7,2'ye göre yapılan histogramda homojenleşme sıcaklıklarının 390 °C ile 150 °C arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 7.2). Son buz ergime derecesi -0,1 °C olan ve bunlara karşılık gelen ve Bodnar (1993)' in eşitliği [1] kullanılarak 2,1 % NaCl eşdeğerleri hesaplanan kapanımda, ısıtma sırasında 365 °C de örneğin dağılması nedeniyle analiz tamamlanamamıştır. Bu ölçüm dışında son buz ergime derecesi -0,7 °C; -1,1 °C; -1,2 °C, -1,3 °C; -1,5 °C olan ve bunlara karşılık gelen ve Bodnar (1993)'in eşitliği kullanılarak hesaplanan tuzluluk değerleri 1,2; 1,9; 2,1; 2,2 ve 2,6 % NaCl eşdeğerleri olarak bulunmuştur. Söz konusu kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı ölçümleri tespit edilememiştir. Örnekte, tuzluluklar % 1,2 ile 4,7 NaCl eşdeğeri arasında, yoğunluklar ise 0.48 ile 0.93 g/cm^3 arasında değişmektedir.

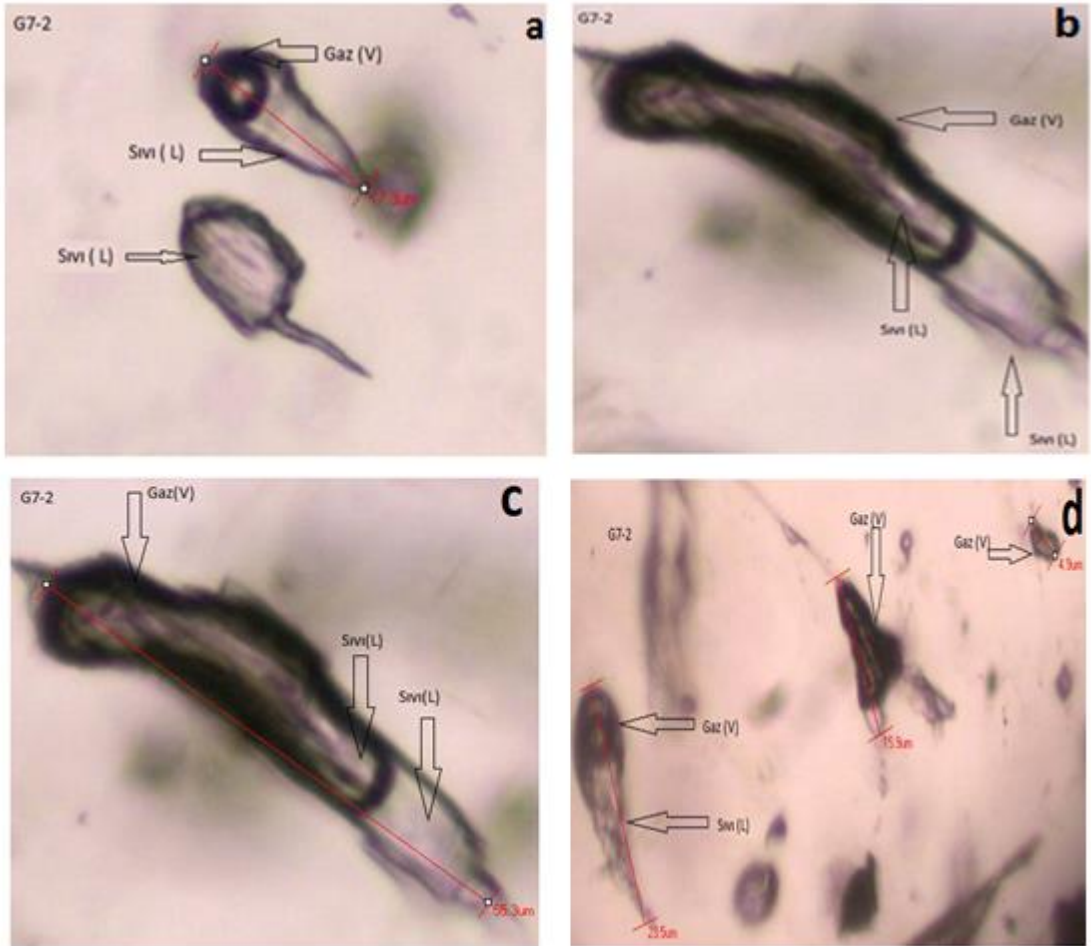
G 10D nolu örnekte 0,08-0,8 mm arasında değişen tane boyunda ve çoğunlukla basınç ikizli kalsit mineralleri ile 0,08-0,1 mm arasında değişen tane boyunda kuvars mineralleri izlenmiştir. Kalsitler mat ve yarı mat olup iri taneli kalsitler içinde 2,5 mikrondan küçük tek fazlı (gaz), tek fazlı (sıvı) ve iki fazlı (sıvı+sıvı) kapanımlar tespit edilmiştir (Şekil 7.3,7.4). İki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda, çok küçük boyutlu oldukları için analiz yapılamamıştır. Mikrotermometrik ölçüme uygun olan sadece iki adet iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım kuvarslar içerisinde belirlenmiş ve oluşum sıcaklıkları 385 ila 390 °C olarak belirlenmiştir.

Tablo 7.2. G7-2 nolu örneğe ait sıvı kapanımların mikrotermometrik analiz sonuçları (L: Sıvı faz; V: Gaz faz).

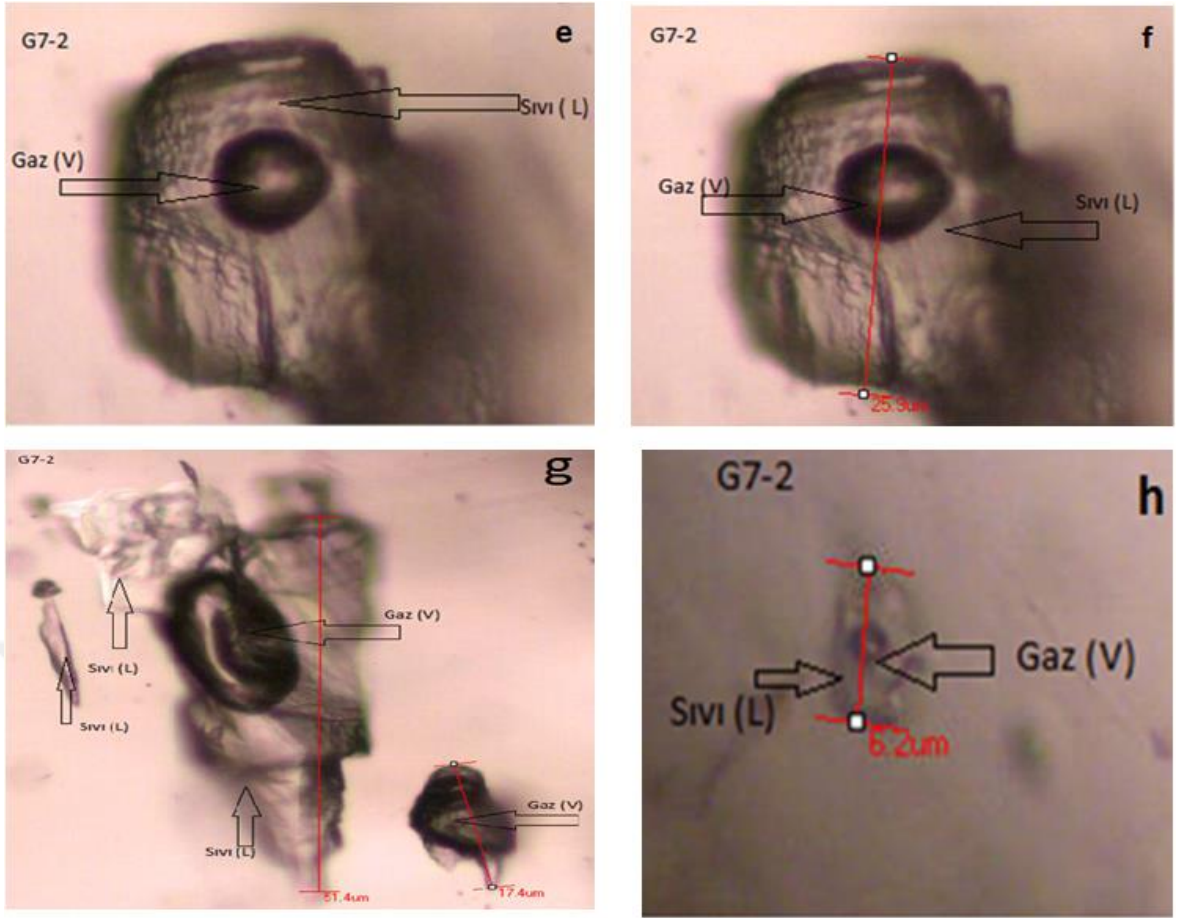
Homojenleşme sıcaklığı (Th°C)	Bileşen	Faz	Son buz ergime derecesi (T _{ICM} °C)	Tuzluluk (%NaCl eşdeğeri)	Yoğunluk (g/cm ³)
389	H ₂ O	L+V (V>L)	-1	1,7	0,48
387	H ₂ O	L+V (V>L)	-0,9	1,6	0,48
372	H ₂ O	L+V (L>V)	-0,9	1,6	0,52
367	H ₂ O	L+V (L>V)	-2,5	4,2	0,6
366	H ₂ O	L+V (L>V)	-2,5	4,2	0,6
365	H ₂ O	L+V (L>V)	-0,8	1,4	0,54
310	H ₂ O	L+V (L>V)			
303	H ₂ O	L+V (L>V)	-1	1,7	0,7
289	H ₂ O	L+V (L>V)	-1,2	2,1	0,74
236	H ₂ O	L+V (L>V)	-1,1	1,9	0,83
218	H ₂ O	L+V (L>V)	-0,9	1,6	0,85
216	H ₂ O	L+V (L>V)			
213	H ₂ O	L+V (L>V)	-1,1	1,9	0,86
203	H ₂ O	L+V (L>V)			
202	H ₂ O	L+V (L>V)	-0,8	1,4	0,87
168	H ₂ O	L+V (L>V)	-0,6	1,1	0,91
160	H ₂ O	L+V (L>V)	-0,7	1,2	0,92
158	H ₂ O	L+V (L>V)	-2,4	4	0,93



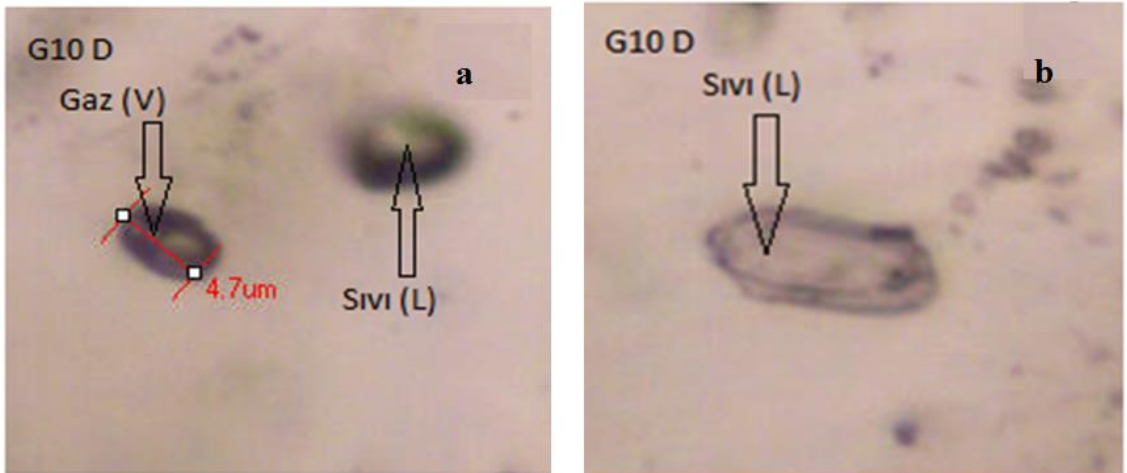
Şekil 7.2. G-7 nolu örneğe ait sıcaklık-ölçüm sayısı grafiği.



Şekil 7.3. G7-2 nolu aragonitlere ait ikincil sıvı kapanım görüntüleri a: $L > V$ ve tek sıvıfazlı kapanım, b: $V > L$ sıvı kapanımlar c: iki sıvı fazlı kapanım, d: tek fazlı gaz kapanım, $V > L$ ve $L > V$ kapanımlar.



Şekil 7.4. G7-2 nolu aragonitlere ait birincil sıvı kapanım görüntüleri. e: $L > V$ kapanım, f: aynı kapanımın ölçeklendirilmiş görünümü g: İki sıvı ve bir gaz fazdan oluşan kapanım ile sağ alt köşede $V > L$ kapanımlardan görünüm, h: $V < L$ kapanım görünümü.



Şekil 7.5. G10 D nolu kuvarsa ait birincil sıvı kapanımların görüntüsü. a: Tamamen gaz kapanım, b: İki sıvı fazlı kapanımdan görünüm.

G11B nolu örnekte ince taneli (0,1mm-0,9 mm), özşekilsiz, basınç ikizli mat kalsit kristalleri ile eser miktarda 0,1 mm-0,2 mm arasında değişen tane boyunda özşekilsiz

kuvars kristalleri bulunmaktadır. Kalsit kristalleri içinde az miktarda 1,3 mikrondan küçük kapanımlar mevcut olup bu kapanımların türleri optik olarak belirlenememiştir. Kuvarlarda 2,5-3 mikron boyutlarındaki tek fazlı (sıvı) kapanımlar yuvarlağımsı şekillerdedir. Eser miktarda yaklaşık 2 mikron büyüklüğünde, yuvarlağımsı şekillerde tek fazlı (gaz) kapanım izlenmiştir. Oluşum sıcaklıkları 375 ila 380 °C olarak belirlenmiştir. İnce taneli kalsit kristallerinden oluşan örnekte ölçüm yapılabilecek iki fazlı (sıvı+gaz) kapanım tespit edilmemiştir.

G11C nolu örnek, mat/yarı mat kalsit kristalleri (0,08-1,2 mm arasında değişen tane boylarında, basınç ikizli) içeren örnekte 2 mikrondan küçük, çok miktarda tek fazlı (sıvı) saçınımlı, düzensiz şekilli veya köşeli birincil kapanımlar izlenmiştir. Kalsitlerde, eser miktarda köşeli ve elipsoidal şekillerde, 3,5 mikron ile 8,8 mikron arasında değişen boyutlarda iki fazlı (sıvı+gaz) birincil kapanımlar tespit edilmiştir. Sıvı fazın gaz faza oranının fazla olduğu bu kapanımlarda yapılan mikrotermometrik ölçümlerde homojenleşme sıcaklıkları (Th) 259 °C, 203 °C ve 165 °C, homojenleşme sıcaklığı (Th) ölçülen kapanımlarda yapılan son buz ergime derecesi (Th°C) -1,3 °C ; -3,0 °C ve - 4 °C, bunlara karşılık gelen ve Bodnar (1993)' in eşitliği kullanılarak hesaplanan % NaCl eşdeğerleri 2,2; 5,0 ve 6,5 hesaplanan yoğunluk (g/cm³) değerleri 0,80 g/cm³, 0,90 g/cm³ ve 0,94 g/cm³ olarak bulunmuştur. Bu ölçümler dışında -0,9 °C; -1,9 °C ve -5,3 °C son buz ergime derecesi (T_{ICM}°C) ölçülen kapanımların tuzlulukları 1,6; 3,2 ve 8,3 % NaCl eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Bu kapanımlarda homojenleşme sıcaklığı ölçümü yapılamamıştır. Elde edilen tüm veriler Tablo 7,3'de verilmiştir.

Tablo 7.3 G11C nolu örneğe ait sıvı kapanımların mikrotermometrik analiz sonuçları.

Homojenleşme sıcaklığı (Th°C)	Sistem	Faz	Son buz ergime derecesi (T _{ICM} °C)	Tuzluluk (%NaCl eşdeğeri)	Yoğunluk (g/cm ³)
259	H ₂ O	L>V	-1,3	2,2	0,80
203	H ₂ O	L>V	-3,0	5	0,90
165	H ₂ O	L>V	-4	6,5	0,94
-	H ₂ O	L>V	-0,9	1,6	-
-	H ₂ O	L>V	-1,9	3,2	-
-	H ₂ O	L>V	-5,3	8,3	-

G11D kodlu örnekte, ince tane boyunda (ortalama tane boyu 0,08 mm) mat kuvars mineralleri içeren örnek sıvı kapanım çalışmasının yapılabilmesi için uygun nitelikte olmadığından mikrotermometrik analizler yapılamamıştır.

8. DURAYLI İZOTOP ÇALIŞMALARI

Keban Bindirme zonu boyunca alınan örneklerin $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ ve aşağıdaki eşitliklerinden (2 ve 3; Faure, 1986) yararlanılarak hesaplanmış $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ ve $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ değerleri Tablo 8.1'de görülmektedir.

$$1000\ln \alpha_{\text{i (H}_2\text{O)}} = 10^6 A/(T^2) + B \quad [2]$$

$$1000\ln \alpha_{\text{i (CO}_2)}} = 10^6 A/(T^2) + B \quad [3]$$

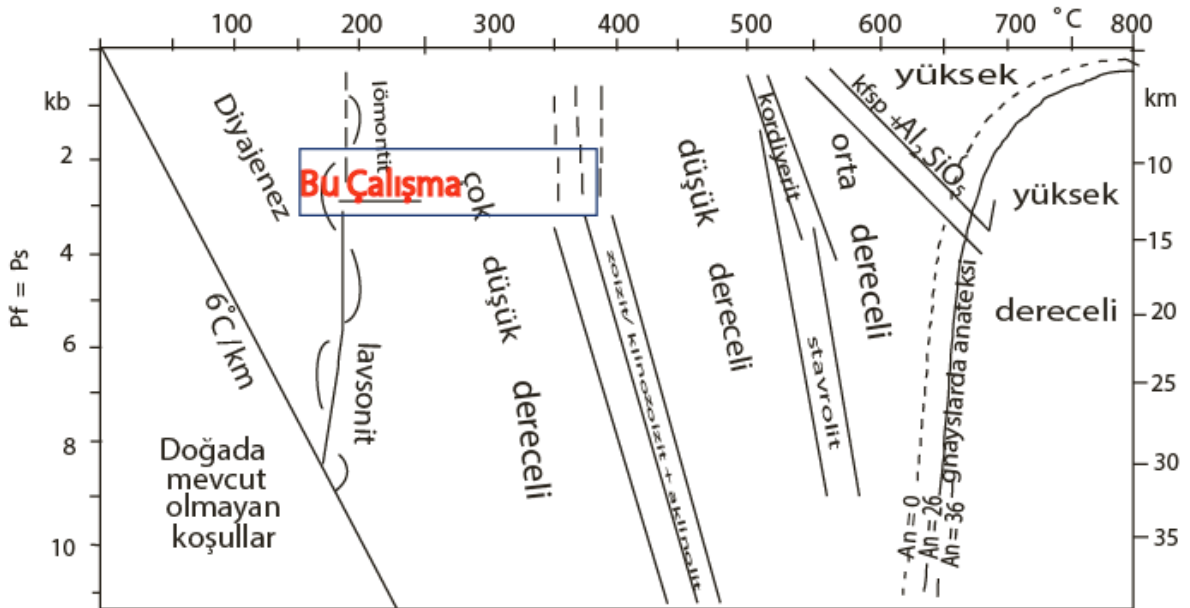
Tablo 8.1. Örneklere (G7-2, G10-D, G6-2, G11B,G11C, G11D) ait duraylı izotop analiz sonuçları.

Örnek Kodu	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$
%				
G7-2	-7,4	21,5	24,36	3,91
G10c	2,6	20,1	22,95	13,91
G10d	2,9	19,3	22,16	14,21
G11b	3,2	19,5	22,36	14,51
G11d	-	19,8	22,36	-

G7 nolu aragonit, örneğinde $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 7,4 , $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 21,5 ‰ , $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 24,36 ve $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 3,91 ‰ olarak belirlenmiştir. G10 c, d ve G11 d nolu örneklerdeki kalsitlerde $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 2,6 ila 3,2, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 19,5 ila 20,1 ‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 22,16 ila 22,95 ve $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 13,91 ila 14,51 ‰ arasında değişmektedir. G11 d kuvars örneğinde ise $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 19,8 ‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 22,36 olarak belirlenmiştir.

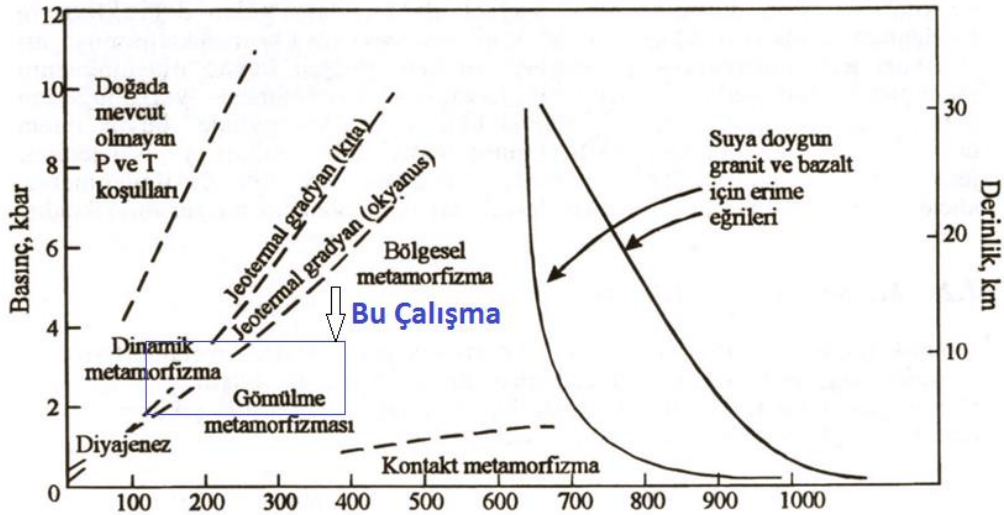
9. ÇALIŞMA ALANININ METAMORFİZMA KOŞULLARI

Metamorfizmanın olduğu hemen her yerde mineral tanelerinin sınırları boyunca ya da kayacın gözeneklerinde değişen miktarlarda su ve karbondioksit (CO_2) bulunmaktadır. Çözünmüş durumdaki iyonları içeren bu akışkanlar, kimyasal tepkimeleri hızlandırarak metamorfizma etkisini artırmaktadır. Susuz koşullarda birçok mineral çok yavaş biçimde tepkime verirken çok az miktarda olsa bile ortama sıvı girdiğinde, temelde iyonlar akışkanın içinde kolayca hareket ettiklerinden tepkime hızları artar ve böylece kimyasal tepkimeler ve yeni minerallerin oluşumu da çoğalır. Bindirme zonları boyunca alınan kayaç örneklerindeki sıvı kapanımlarda, ölçülen sıcaklık ve yoğunluk değerleri yapısal olarak bu zayıf zonlar ile dengedir. Örneğin tavan ve taban bloku arasındaki ısı farkı nedeniyle, elde edilen ölçümler yardımıyla bu bloklar ve metamorfizma koşulları belirlenebilir (Rowe, 2009). Çalışma alanından alınan örneklerde yapılan sıvı kapanım çalışmalarından elde edilen oluşum sıcaklık değerleri, tuzluluk ve yoğunluk değerleri dikkate alınarak belirlenen basınç değerleri Brown ve Lamb (1989)'a göre iki fazlı (LVA) sıvı kapanım verilerine göre çizilen izokorlar dikkate alınarak belirlenmiştir. Söz konusu izokorlar Selleck ve Zangrilli (2001)'de Hudson Bindirme Zonu oluşum koşullarının belirlenmesi için kullanılmıştır. Keban Bindirme Zonuna ait kalsit, kuvars ve aragonitlerin basınç değerleri bu izokorlar dikkate alınarak 2-4 Kb basınç aralığında olup, çok düşük derece metamorfizma alanında yer aldıkları görülmektedir (Şekil, 9.1).



Şekil 9.1. Örneklerin metamorfizma koşulları içerisindeki dağılımı (Grubenmann ve Niggli 1924; Winkler, 1974).

Kalender (2000) tarafından Keban Metamorfitleeri'nin rekristalize kireçtaşlarından alınan kalsitlerde birincil kapanımlardan, elde edilen oluşum sıcaklık değeri ortalama 196 °C ve % 23 NaCl eşdeğeri tuzluluk değerlerine sahip olduğu belirtilmektedir. Önceki çalışma ve Keban Bindirme Zonundan alınan kalsitlerden elde edilen oluşum sıcaklık değerleri (165-390 °C) kıtasal jeotermal gradyan alanı içerisinde kısmen yer almakta olup, düşük tuzluluk değerleri farklı kaynaklı sıvı karışımlarının olduğunu göstermektedir. Ancak, yüksek sıcaklık değerleri, diyajenez koşulları dışında, çalışılan minerallerden elde edilen verilerin, dinamik ve gömülme metamorfizma sınırları içerisinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 9.2). Bu koşullar, jeotermal gradyanın maksimum 10-12 km derinliğe karşılık gelebilen fiziksel ortamı işaret ettiğini göstermektedir.



Şekil 9.2. Örneklerin metamorfizma koşulları içerisindeki dağılımı, diyagram Winkler 1974'den alınmıştır.

Sıvı kapanım çalışmaları ile elde edilen veriler ışığında, oluşum sıcaklığı, basınç ve derinlik verileri dikkate alındığında Keban Bindirme zonu üzerinde yani Keban Metamorfitleeri ile Elazığ Magmatitleri dokanağında yeralan, çalışma alanı içerisinde Üst Kratase yaşlı Elazığ Magmatitleri'nin bazik bileşimli kayalar; epidotların metamorfizması sonucu oluşan zeolitlerin varlığına işaret etmektedir (Şekil 9.3). Ancak, andezitlerin varlığı, söz konusu zonda Fe^{3+} içeriğini artırmaktadır. Cho vd. (1986) tarafından elde edilen deneysel veriler zeolit oluşumunun üst duraylılık sınırını $P=1,1\pm0,5$ kb and $T=190\pm30$ °C olarak belirlemiştir. Ancak metamorfik alan gradyanı üzerinde bazik kayaların kimyasal içeriklerinin de etkili olabileceğinden dolayı zeolit-pumpellyit

sınırının kısmen değişiklik gösterebileceğini söylemek mümkündür. Nitsch (1971) 2,5+1,0 Kb su basıncı altında reaksiyon dengesine göre;

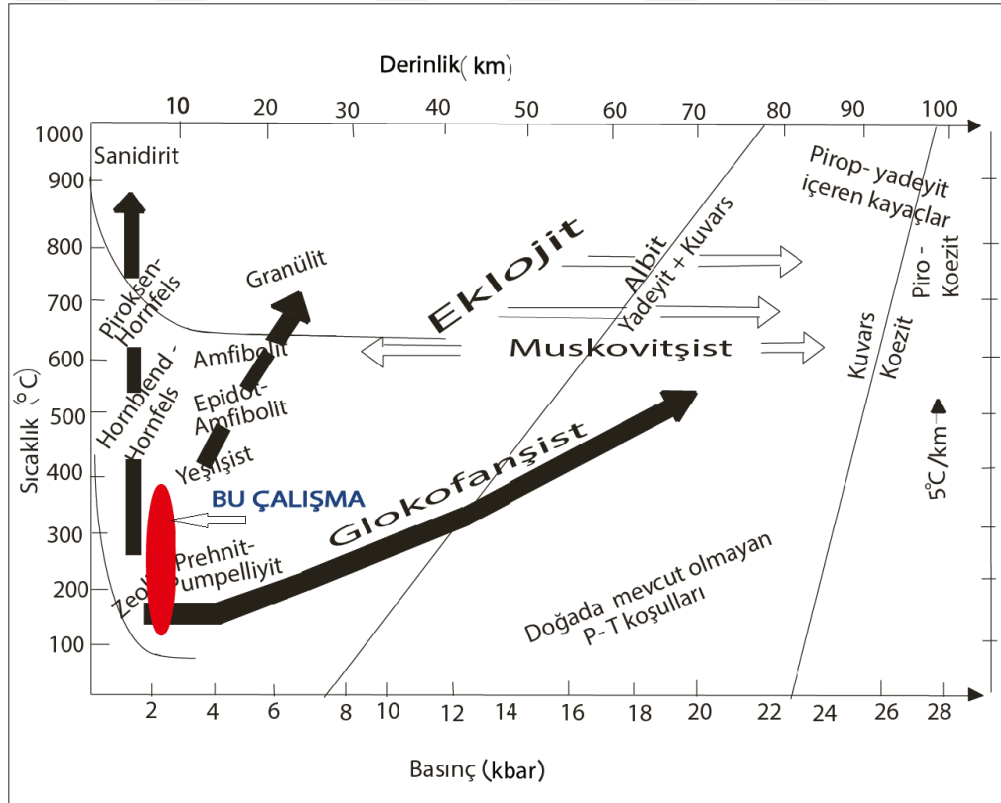
$$2,5 \text{ Kb ve } 345 \pm 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$4 \text{ Kb ve } 350 \pm 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$7 \text{ Kb ve } 370 \pm 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Basınç sıcaklık koşullarını belirlemiştir. Aynı yazara göre, 2,5 Kb basınç koşulları altında Pumpellyit + Kuvars= Prehnit + Klinozoisit + Klorit ve H₂O

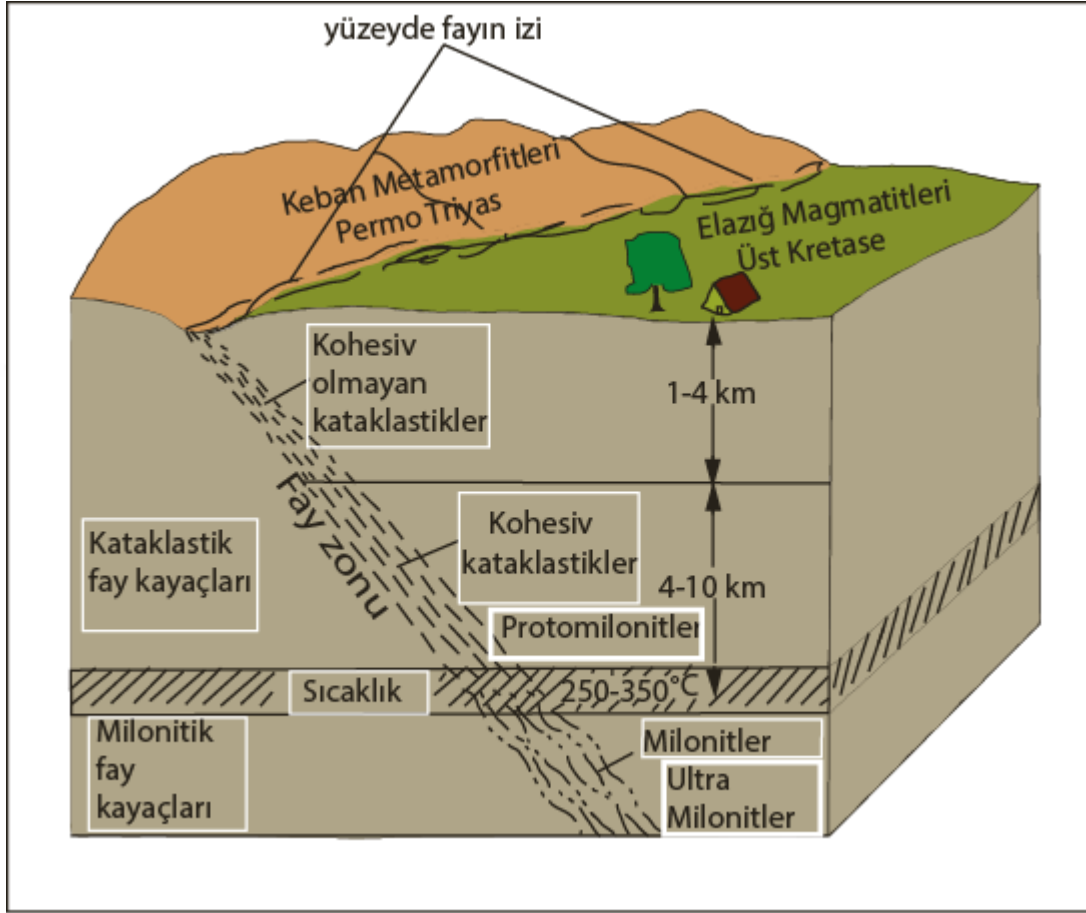
Pumpellyit oluşumlarının ise çok düşük metamorfizma koşullarına işaret ettiği gösterilmektedir. Çalışma alanından elde edilen örneklerdeki oluşum sıcaklık değerleri her iki alan içerisinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 9.3).



Şekil 9.3. Örneklerin derinlik- basınç grafiğindeki dağılımı (Grubenmann ve Niggli 1924; Winkler, 1974).

Şekil 9.4 Dinamik (dislokasyon) metamorfizma oluşum koşullarını göstermektedir. Çalışma alanında yer alan Keban Bindirme Zonu kalsit ve aragonitlerde ölçülen oluşum sıcaklık değerleri 158 ila 389 °C bindirme zonu içerisinde kohesiv kataklastiklerin altında bulunan milonitik zonu işaret etmektedir. Bu sıcaklık değerleri aynı zamanda basınç ve derinlik değerleri ile uyumlu olup, Keban Bindirme zonu metamorfizma koşullarını

yansıtmaktadır. Keban Bindirme Zonundan alınan örneklerden, elde edilen sıvı kapanım verileri, Brodie ve Rutter (1985)'e göre yüksek basınç düşük sıcaklık koşullarına karşılık gelen, kayaç bileşimlerinin değişmediği daha çok dokusal değişikliklerin meydana geldiği, dinamik metamorfizma koşulları ve milonitik zona işaret etmektedir.



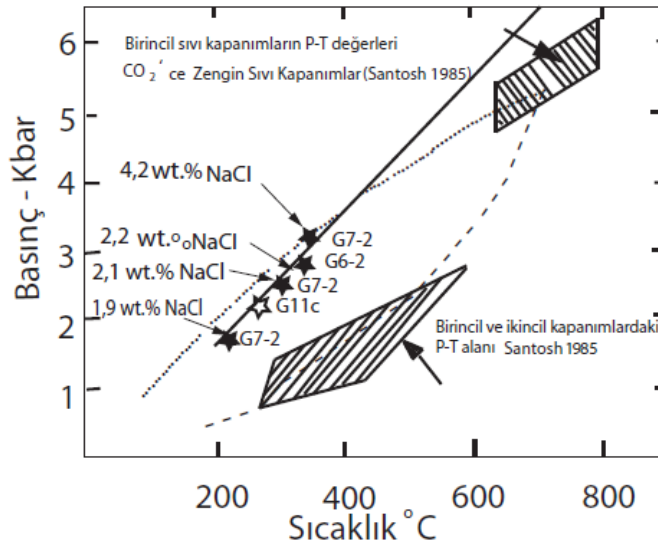
Şekil 9.4. Bindirme fayı boyunca oluşabilecek metamorfizma koşulları Cooper ve Norris (2011); Abers vd. (1997) ve Abers, (2009)' dan değiştirilerek çizilmiştir.

10. TARTIŞMA

Çalışma alanından elde edilen sıvı kapanım analiz sonuçları ve duraylı izotop analiz sonuçları bu bölümde literatür kapsamında tartışılacaktır.

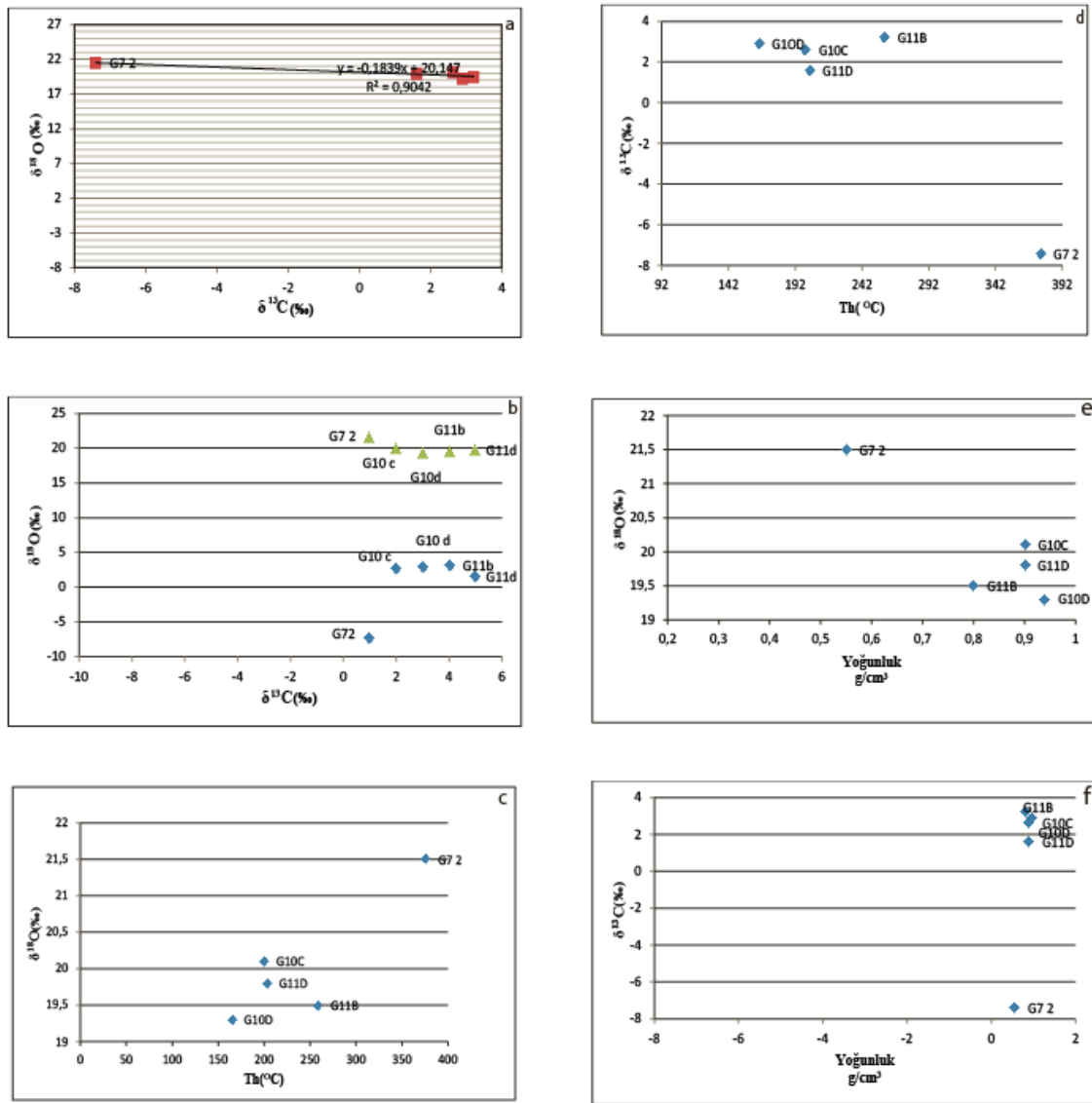
10.1. Sıvı Kapanım ve İzotop Jeokimyası

Şekil 10.1 Santosh (1985) tarafından % 60 H₂O ve % 40 CO₂ içeren ve yoğunlukları $d = 0,66 \text{ gr/cm}^3$ metamorfizma koşullarındaki sıvı kapanımların metamorfik inklüzyon alanları içerisinde, çalışma alanına ait örnekleri (☆) göstermektedir. Sıvı kapanım çalışmaları sonucu elde edilen veriler Santosh (1985) tarafından belirlenen kesik çizgiler ile çizilen alan içerisinde yer almaktadır. Bu alan aynı yazar ve Brown ve Lamb (1989) tarafından, daha üst seviyelerdeki düşük sıcaklık alanları olarak belirtilmiştir. Bu nedenle Keban Bindirme Zonuna ait örneklerin, daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi düşük derece metamorfizma koşullarını yansıttığı anlaşılmaktadır. Brown ve Lamb (1989)'a göre bu metamorfizma koşulları, retrograd basınç-sıcaklık (P-T) koşulları ile açıklanabilir. Aynı yazarlar, retrograd P-T alanının sıcaklık eksenine doğru konveks bir alan oluşturabileceğini % 60 ve 80'in üzerinde H₂O içeren kapanımların bu alan içerisinde yer alabileceğini vurgulamışlardır. Ancak yine de yoğunlukları 0,4 ila 0,66 gr/cm³ olan kapanımlara ait verilerin bu grafik ile yorumlanabileceği belirtilmektedir.



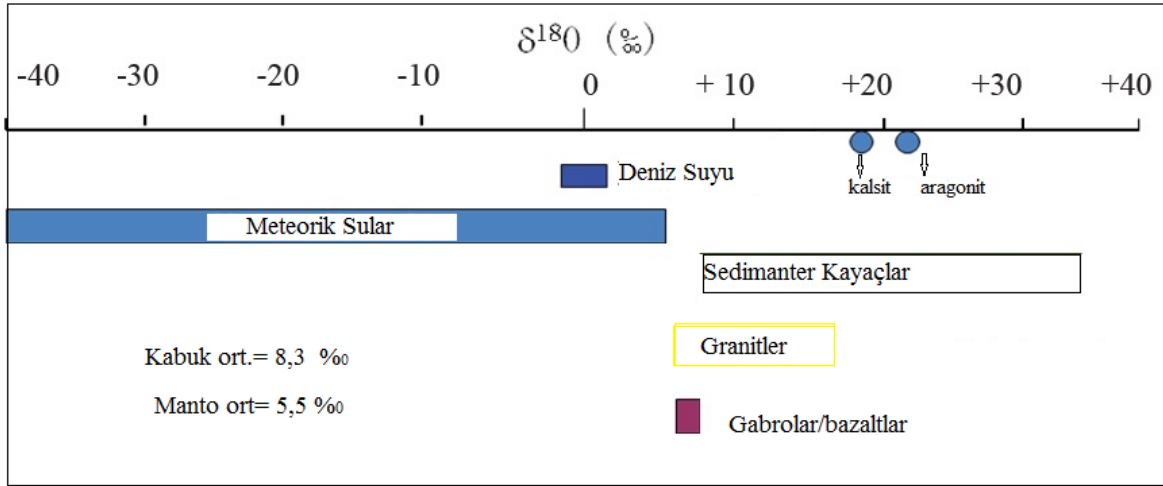
Şekil 10.1. Santosh (1985) tarafından % 60 H₂O ve % 40 CO₂ içeren ve yoğunlukları $d = 0,66 \text{ gr/cm}^3$ granulit fasiyesi metamorfizma koşullarındaki sıvı kapanımların metamorfik inklüzyon alanları içerisinde çalışma alanına ait örnekler (☆) yer almamaktadır (Bowers ve Helgeson, 1985).

G-7 nolu aragonit, örneğinde $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ -7,4 ‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 21,‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 24,36 ve $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 3,91‰ olarak belirlenmiştir. G10 c, d nolu örneklerdeki kalsitlerde $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 2,6 ila 3,2 ‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 19,5 ila 20,1 ‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 22,16 ila 22,95 ve $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 13,91 ila 14,51‰ arasında değişmektedir. G11d kuvars örneğinde ise $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 19,8‰ ve $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 22,36‰ olarak belirlenmiştir. Şekil 10.2'de çalışma alanından alınan örneklere ait $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ - $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$; $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ - yoğunluk (d); $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ Th (°C) ve $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ - yoğunluk (d) aralarındaki ilişkiyi gösteren diyagramlar görülmektedir. Veri sayısının azlığı diyagramların sağlıklı değerlendirilmesine olanak tanımamaktadır. Ancak kapanımlardaki gaz hacmi (CO_2) arttıkça, yoğunluğun azaldığı, karşılaştırmalarda lognormal bir ilişkinin varlığı gözlenmektedir.



Şekil 10.2. Örneklere ait $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ - $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$; $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ - yoğunluk (d); $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ Th (°C) ve $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ - yoğunluk (d) diyagramları.

Metamorfitlerin'den alınan rekrystalize kireçtaşı örneklerinde, kalsitlerde yapılan $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ ve $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ bileşimlerinin ortalama +1,6 ‰ ve 27,3 ‰ olarak belirlenmiştir. Bindirme zonundan alınan kalsit örneklerinde, ağır karbon içeriği artmış ancak ağır oksijen içeriğinin azalmış olduğu görülmektedir. G11d nolu örnek Elazığ Magmatitleri ile dokanak oluşturduğundan karbon izotopik bileşim oranı düşmektedir. Bu durum, bindirme zonu boyunca metamorfik kayaç içerisindeki su sirkülasyonunun karbonun izotopik bileşiminde fazla değişiklik olmadığını ancak su kaynağının değişmesi ve farklı kaynaklı suların karışımı nedeniyle ağır oksijenin azalmış olabileceğine işaret etmektedir.



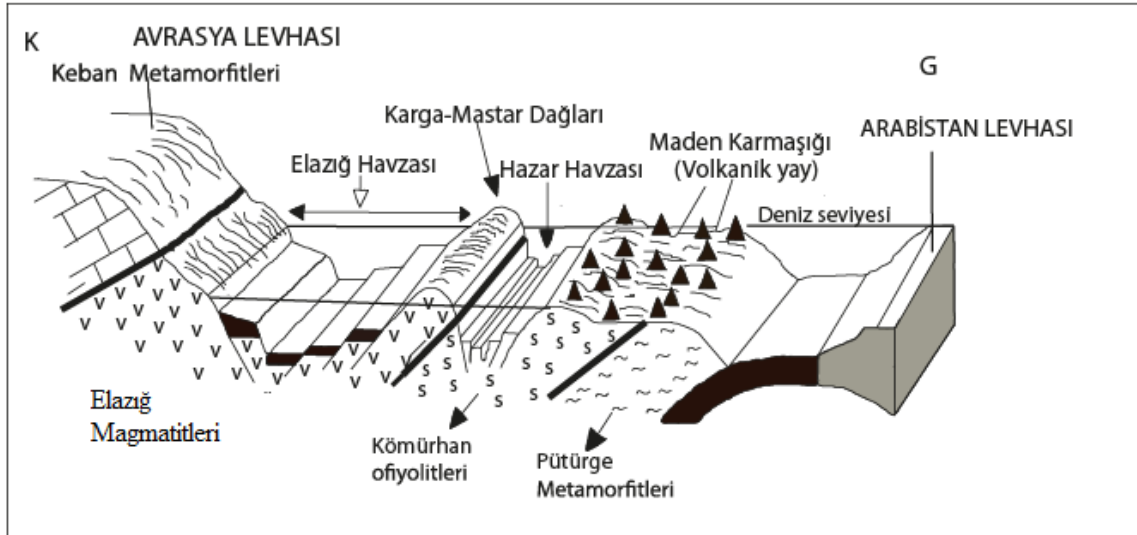
Şekil 10.4. Farklı jeokimyasal çevrelerdeki $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ izotop bileşim oranları Sheppard (1986)'dan değiştirilerek alınmıştır. ● : Kalsitlerdeki $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ izotop bileşim oranları.

10.2. Bindirmenin Yapısal Evrimi

Elazığ ilinin yaklaşık 30 km. KB'sında bulunan inceleme alanı, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı içerisinde yer alan Doğu Toroslarda bulunmaktadır. Bu kuşak, güney Tetis okyanusunun Kretase-Miyosen'de kapanmasını izleyen süreçte Afro-Arap-Avrasya levhalarının çarpışması sonucunda oluşmuştur (Parlak, 2006; Rızaoğlu vd., 2009). Doğu-batı uzanımlı bu orojenik kuşağın üç farklı zondan oluştuğu belirtilir (Yılmaz, 1990, 1993; Yılmaz vd., 1993). Bu zonlardan birini oluşturan ve alt ve üst nap zonu olarak ayrılan kuşağın (Yılmaz, 1993), alt nap zonunun ofiyolitik birimleri, üst nap zonunun ise Malatya Keban Metamorfik masifleri oluşturduğu kabul edilir (Ketin, 1983; Yılmaz, 1993; Rızaoğlu vd., 2004). Elazığ bölgesinde en önemli bölgesel büyüklükteki kırıklı (Doğu Anadolu Fay Hattı) yapı haricinde daha birçok kırıklı yapılar vardır. Elazığ yakın civarında çok sayıda bindirme faylarının gelişmiş olduğu görülmektedir (Tatar, 1986). Şekil 10.5. Keban Metamorfitleri ile Elazığ Magmatitleri arasında yer alan bindirme zonu

görülmektedir. Arabistan Levhası ile Avrasya Levhası arasında güneyden kuzeye doğru, Maden Karmaşığı- Pütürge Metamorfikleri, Elazığ Magmatitleri ile Kömürhan Ofiyolitleri ve Elazığ Magmatitleri ile Keban Metamorfikleri arasında oluşan bindirme zonları görülmektedir. Bu kesit içerisinde Hazar Havzası, Mastar Dağları ve Elazığ Havzası yer almaktadır. Bunun başlıca nedeni bu bölgenin Üst Kretase'den beri sürekli bir sıkışma rejimi altında kalmasıdır. Bu rejimi oluşturan en önemli neden de Arabistan plakasının Avrasya plakası altına dalması ve onun yaklaşık kuzeye doğru sıkıştırmasıdır (Şekil 10.5). Keban karbonatları büyük bir olasılıkla Turoniyen-Alt Mestrihtiyen zaman aralığında metamorfize olmuşlardır. Granitik kayaçlarla olan yapısal uyumluluklar göz önüne alındığında, bu aralığın, Konyasiyen-Alt Mestrihtiyene kadar çıkabileceği varsayılabilir. Alt Mestrihtiyen, bölge tektonik stiline tamamen değiştiği bir dönemdir. Çünkü çalışma alanının yakın çevresinde kıvrımlı Sağdıçlar Formasyonu çökellerini, Harami Formasyonu karbonatları tamamen farklı bir şekilde ve oldukça yakın konumla örtmektedirler (Asutay ve Turan, 1986).

Keban Bindirme zonu boyunca alınan örneklerden elde edilen veriler, yardımıyla belirlenen sıcaklık ve basınç koşullarının, KB 'ya doğru arttığına işaret etmektedir.



Şekil 10.5. Çalışma alanındaki birimlerin jeolojik görünümü (Yazgan, 1984; Aktaş ve Robertson, 1984).

11. SONUÇLAR

Keban Bindirme Zonu boyunca, kuvvetli polarizasyonların ve basınç ikizlenmelerinin görüldüğü ikincil kuvars, kalsit ve aragonitlerde yapılan sıvı kapanım ve duraylı izotop çalışmaları sonucunda;

1. Oluşum sıcaklık değerleri 158 ila 389 °C, son buz ergime sıcaklığı, -0,1 ila -5,3 °C ve bu verilere göre hesaplanan tuzluluk değerleri % 1,1 ila 8,3 NaCl eşdeğeri aralığındadır. Sıvı kapanımlarda belirlenen yoğunluk değerleri 0,48 ila 0,94 gr/cm³ aralığında olup, kapanımlardaki gaz hacmi (CO₂) arttıkça, yoğunluğun azaldığı gözlenmektedir.
2. $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ değerleri kalsit örneklerinde +1,6 ila + 3,2 Aralığında değişmekte olup, aragonit örneklerinde $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ değerleri -7,4 olarak belirlenmiştir. $\delta^{18}\text{O}$ izotop bileşim değerleri 19,3 ila 21,5 Aralığında değişmektedir. Bu durumda aragonitlerin, kalsitlerin oluşumunu tamamladıktan sonra daha düşük sıcaklıktaki ağır oksijence zengin sular tarafından oluşmuş olabileceğine işaret etmektedir.
3. Keban Bindirme Zonu'na ait minerallerin oluşumunda etkili olan basıncın, çeşitli izokorlar dikkate alınarak 2-4 Kb basınç aralığında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sıcaklık ve basınç değerleri, düşük dereceli dinamik (dislokasyon) metamorfizma koşullarını işaret etmektedir. Bu koşullar ancak retrograd basınç-sıcaklık (P-T) koşulları ile açıklanabilir.
4. Keban Bindirme zonun'dan alınan örneklerden, elde edilen sıvı kapanım verileri ve belirlenen basınç koşulları yüksek basınç, düşük sıcaklık koşullarına karşılık geldiği ve kayaç bileşimlerinin değişmediğini daha çok dokusal değişikliklerin meydana geldiği, dinamik metamorfizma koşulları ve milonitik zona işaret etmektedir.
5. Keban Metamorfitleri ile Elazığ Magmatitleri arasında yer alan bindirme zonu, Üst Kretase'den beri sürekli bir sıkışma rejimi altında kalmasından dolayı oluşmuş olup, bu rejimi oluşturan en önemli nedenin ise, Arabistan plakasının Avrasya plakası altına dalması ve onu yaklaşık kuzeye doğru sıkıştırmasıdır.
6. Bu çalışma ile KD-GB doğrultulu Keban Bindirme zonu boyunca alınan örneklerden elde edilen oluşum sıcaklık değerleri 158 °C ile 389 °C ve basınç koşullarının da sıcaklıkla doğru orantılı olarak KB 'ya doğru arttığını söylemek mümkündür.

12. KAYNAKLAR

- Abers, G.A., Mutter, C.Z. ve Fang, J.,** 1997. Shallow dips of normal faults during rapid extension: Earthquakes in the Woodlark–D’Entrecasteaux rift system, Papua New Guinea. *J. Geophys. Res., Solid Earth* 102, 15301–15317.
- Abers, G.A.,** 2009. Slip on shallow-dipping normal faults. *Geology* 37, 767–768.
- Akgül, B.,** 1987. Keban yöresi metamorfik kayaçlarının petroğrafik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. F.Ü. Fen Bil. Enst., 60s.(Yayımlanmamış).
- Akgül, B.,** 1993. Piran köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaçların petroğrafik ve petrolojik özellikleri, Doktora Tezi, Fırat Üniv. Fen Bil. Enst., 125s
- Akgül, M.,** 1991. Baskil (Elazığ) Granitoyidi’nin petroğrafik ve petrolojik özellikleri, *Yerbilimleri (Geosound)*, 18, 67 -78.
- Akıncı, Ö., Acar, E. ve Tüfekçi, Ş.,** 1977. Keban Pb- Zn madeni ön çalışma planı MTA(Yayımlanmamış). 68s. Ankara.
- Aktaş, G., ve Robertson, A. H. F.,** 1984. The Maden Complex, SE Turkey: Evolution of the a Neo-Tethyan Active Magrin, In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.). *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 375-402.
- Aktürk, A.,** 1985. Çatak Narlı yöresinin Stratigrafisi ve tektoniği. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Ens, Elazığ (Yayımlanmamış).
- Aksoy, E.,** 1991. Van Şehri Doğu–Kuzeydoğu yöresinin stratigrafisi. In: Yetiş, C. (Ed.), *Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik–Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana*, pp. 1–10.
- Aksoy, E.,** 1993. Elazığ batı ve güneyinin genel jeolojik özellikleri. *Türk Yerbil. Derg.*, 1, 1, 113-123.
- Altunbey, M.,** 1996. Tuzbaşı- Karaburun- Ayazpınarı (Pertek- Tunceli) yöresindeki demir cevherleşmelerinin jeolojisi ve kökeni, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 186 s. Elazığ (Yayımlanmamış).
- Altunbey, M., ve Çelebi, H.,** 1997a. Karatburun (Pertek- Tunceli) yöresinin jeolojisi ve demir cevherleşmeleri. *Türkiye jeoloji Bülteni* -42, 26.
- Asutay, H.J. ve Turan, M.,** 1986. Doğu Toroslar, Keban-Baskil (Elazığ) dolaylarının jeolojisi: MTA Rap. Ankara.
- Asutay, H.J.,** 1988. Baskil Elazığ çevresinin jeolojisi ve Baskil magmatitlerinin petrolojisi. *MTA Dergisi*, 107, 49-72, Ankara.

- Avşar, N.,** 1983. Elazığ yakın kuzeybatısında stratigrafik ve mikropaleontolojik araştırmalar. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, Elazığ (Yayımlanmamış).
- Avcu, C.,** 2011. Kozluk Köyü (Keban- Elazığ) Çevresinin Jeolojisi. Tasarım 2 Proje Tezi . Selçuk Üniversitesi (Yayımlanmamış).
- Balçık, A., Tüfekçi, M. Ş., Koyuncu, M. ve Ulutürk, Y.,** 1978. Keban madeni, Derebaca ve Fırat ocağı geliştirme raporu: MTA Maden Etüt ve Arama Dairesi Rap., 1581 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Baykal, F. ve Erentöz, C.,** 1966. “1:500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Sivas Paftası İzahatnamesi”. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Enstitüsü Yayınları, Ankara, Türkiye,
- Bingöl, A. F.,** 1982. Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaçların petrografik ve petrolojik incelemesi, Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, 1, 9-21.
- Bingöl, A. F.,** 1984. Geology of the Elazığ area in the eastern Taurus region, in Proceedings of International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 26-29 September, pp. 209-216, Eds. Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C., MTA, Ankara.
- Bingöl, A. F. ve Aydoğdu, S.,** 1994. Dutköy (Elazığ) yöresi Magmatit kayaçlarının Petrografik ve jeokimyasal özellikleri. Ç.Ü. Mim. Fak., 15. Sempozyum tebliğleri, 199-213.
- Bingöl, A. F. ve Beyarslan, M.,** 1996. Elazığ Magmatitleri'nin jeokimyası ve petrolojisi. (Korkmaz, S., Akçay M. editörler), 30. Yıl Sempozyumu bildirileri, KTÜ, 208-227, Trabzon.
- Bowers, T. S., ve Helgeson H. C.,** 1985. Fortran programs for generating fluid inclusion isochores and fugacity coefficients for the system H₂O-CO₂-NaCl at high pressures and temperatures. Computers Geosci. 1, 203-213.
- Bölücek, C.** 1995. Baskil Magmatitleri ile ilişkili cevherleşmelerin jeokimyasal prospeksiyonu. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 186 s (Yayımlanmamıştır).
- Brodie, K.H., ve Rutter, E.H.,** 1985. On the relationship between deformation and metamorphism with special to the behaviour of the basic rocks in metamorphic reactions (Ed. A.B. Thompson and D.C. Rubie. Advances in Physical Geochemistry, 4, 138-179.

- Brown, P., ve Lamb, W.,** 1989. P-V-T properties of fluids in the system H₂O-CO₂-NaCl; new graphical presentations and implications for fluid inclusion studies; *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 53, 1209 – 1221.
- Cho, M., Liou, J.G. ve Maruyama, S.,** 1986. Transition from the Zeolite to Prehnite-Pumpellyite Facies in the Karmutsen Metabasites, Vancouver Island, British Columbia. *J Petrology*. 27 (2), 467-494.
- Cooper, Alan, F. ve Norris, Richard J.,** 2011. November Inverted metamorphic sequences in Alpine fault mylonites produced by oblique shear within a plate boundary fault zone, New Zealand *Geology*, 39 (11), 1023-1026.
- Çalık, A. ve Öngen, S.,** 2000. İ.Ü.Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar-İstanbul, İstanbul Üniv.Müh.Fak.Yerbilimleri Dergisi.13,(12),1-14.
- Çelebi, H.,** 1997. Keban Elazığ simli kurşun yatağı batı Fırat sahası gümüşlü mangan cevherlerinin jeokimyası. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 40(1), 19-36, 1997.
- Çetindağ, B.,** 1985. Palu-Kovancılar Elazığ dolayının Hidrojeoloji incelemesi. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 117 s. (Yayımlanmamış), Elazığ.
- Dirim, M.S., Koçak, N., Yiğit, L., Kançın, N. ve Esen, K.,** 1985. Keban Fırat batı yakası Mn, Ag, Pb, Zn, Au cevherleşmesi ve 1984 yılı arama çalışmaları .Etibank Raporu, 1985/3 (Yayımlanmamış).52s.
- Faure, G.,** 1986. Principles of isotope geology, 2nd ed, John Wiley & Sons, New York, 589 pp.
- Grubenmann, U. ve Niggli P.,** 1924. Die Gesteinsmetamorphose, vol. 1. Borntraeger, Berlin, 539 pp. Ü. 200 s. (Yayımlanmamış).
- Güdücü, A.,** 1996. Karakaş (Baskil/ Elazığ) Çevresinin Jeolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. F. Ü. Fen. Bil. Enst., 111s (Yayımlanmamış).
- Hanelçi, Ş.,** 1989. Keban-Elazığ civarı eski imalat paşaları ve Au-Ag açısından önemi. Etibank Maden Arama Dairesi Başkanlığı. Ankara, 30s.
- Hanelçi, Ş.,** 1991. Zeryan Dere-Siftil Tepe Keban-Elazığ Metalojenisinin incelenmesi, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi.
- Hempton, R. M.,** 1984. Results of detailed mapping near lake Hazar (Eastern Taurus Mountains): Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M.C., ed., *Geology of the Taurus Belt Proceedings*, 223-228.

- Hempton, R. M. ve Savcı, G.R.,** 1982. Petrological and structural features of the Elazığ Komplex Bull. Geol. Soc. Turkey, 25/2, 143-150.
- Herece, E., Akay, E., Küçümen, Ö. ve Sarıaslan, M.,** 1992. Elazığ-Sivrice- Palu dolaylarının jeolojisi. MTA Raporu, Rapor No, 9634 (Yayımlanmamış).
- Hilbert, R.,** 1979. PVT-Daten von Wasser und von w& Natriumchlorid-lösungen serigen bis 8733,4000 bar und 25 Gewichtsprozent NaCl. Ph.D.dissertation, Universität Karlsruhe, 2 12~.
- İnceöz, M.,** 1994. Harput Elazığ yakın kuzeyi ve doğusunun jeolojik özellikleri, Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kalender, L.,** 2000. Keban Dere (Keban-Elazığ Doğu Fırat Bölgesi Cu cevherleşmelerinin jeolojisi kökeni ve ekonomik önemi. F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi (Yayımlanmamış), 110 s .
- Kalender, L. ve Hanelçi, Ş.,** 2001. Mineralogical and Geochemical Features of Au, Ag, Pb, Zn Mineralizations in Keban (Elazığ) Wastes. Geological Bulletin of Turkey, Volume 44, Number 2, August .
- Kalender, L.,** 2011. Oxygen, carbon and sulphur isotope studies in the Keban Pb–Zn deposits, eastern Turkey: An approach on the origin of hydrothermal fluids. Journal of African Earth Sciences. 59, 341-348.
- Karakuş, T.,** 1999. Baskil (Elazığ) Yakın Batısının Jeolojisi. Bitirme Ödevi. F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.(Yayımlanmamış).
- Ketin, İ.,** 1983. Türkiye jeolojisine genel bir bakış, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 595, İstanbul.
- Kineş, T.,** 1969. The geology and ore mineralization of the Keban area, eastern Turkey. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, 213s, (Yayımlanmamış).
- Kineş, T.,** 1971. The Geology and eore Mineralization in the Keban Area, E Turkey. Distertation, Durham University, Durham, Englang.
- Kipman, E.** 1976. Keban'ın Jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. Doçentlik tezi, İst. Üniv
- Kipman, E.,** 1981. Keban'ın jeolojisi ve Keban şaryajı. İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi, 1(1-2), 75-81.
- Kipman, E.,** 1982. Keban Volkanitlerinin Petrolojisi. İstanbul Yerbilimleri Mecmuası, 2, 203-230,
- Köksoy, M.,** 1975. Keban madeni dolayındaki jeokimyasal sızıntı anomalileri. TJK Bült. 18, 5-2.

- Kumbasar, L.**, 1964. Keban Bölgesindeki cevherleşmelerin petrografik ve metalojenik etüdü İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi-Doktora Tezi.
- Kürüm, S.**, 1987. Keban ilçe merkezi çevresinin tektonik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elâzığ, Türkiye.
- Maucher, A.**, 1937 . Keban maden zuhuratı hakkında mineralojik rapor. MTA Derleme no.406 Ankara.
- Naz, H.**, 1979. Elazığ-Palu dolayının jeolojisi. TPAO rapor no, 1360, (yayımlanmamış).
- Nitsch, K. H.**, 1971. Stabilitätsbeziehungen von Prehnit- und Pumpellyit-haltigen Paragenesen. Contr, Mineral. Petrology, 30, 240-260.
- Oelsner, K.**, 1938. Keban madeni hakkında rapor. Etibank Maden Arama Mües. Kütüphanesi Ankara.
- Ohmoto, H., Rye, R.O.**, 1979. Isotope of sulfur and carbon. In: Geochemistry of Hydrothermal deposits. Edited by H.L. Barnes, John Wiley and Sons. New York, N.Y., pp. 509-567.
- Özgül, N.**, 1976. Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Tür. Jeol. Kur. Bült., 19, 1, 65-78.
- Özgül, N. ve Turşucu, A.**, 1984. Stratigraphy of the Mesozoic carbonate sequence of the Munzur Mountains (Eastern Taurus). In: Tekeli O. ve Gncüoğlu, M.C., eds., Geology of the Taurus Belt. Ankara, 223-228.
- Özkul, M.** 1982. Güneyçayırı (Elazığ) bölgesinin sedimantolojisi: Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Fak., 34s.
- Özkul, M.**, 1988. Elazığ batısında Kırkgeçit Formasyonu üzerinde sedimantolojik incelemeler. Doktora tezi (Yayımlanmamış), F.Ü. Fen Bil. Enst., 186s.
- Özkul, M. ve Üsenmez, S.**, 1986. Elazığ kuzey dogusunda derin deniz Konglomeralarının sedimantolojik incelenmesi. G.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 1, 2, 53-57.
- Öztunalı, Ö.**, 1989. Keban Maden Sahaları durum tespit raporları 1985- 1989.
- Parlak, O.**, 2006. Geodynamic significance of granitoid magmatism in southeast Anatolia: geochemical and geochronological evidence from Göksun-Afşin Kahramanmaraş, Turkey region. Int JEarth Sci 95, 609–627.
- Perinçek, D.**, 1979. The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya region. Guide Book, TJK Yayını, 3-33.
- Perinçek, D. ve Özkaya, İ.**, 1981. Arabistan Levhası kuzey kenarının evrimi, H.Ü. Yerbilimleri, 8, 91-101.

- Poyraz, N.**, 1988. İspendere- Kömürhan Malatya ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış).
- Rızaoğlu, T., Parlak, O. ve İşler, F.**, 2004. Geochemistry and tectonic setting of the Kömürhan ophiolite in southeast Anatolia. 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology. 14-20 April 2004, Thessaloniki- Greece, Proceedings, p285.
- Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V. ve İşler, F.**, 2006. Nature and significance of Late Cretaceous ophiolitic rocks and its relation to the Baskil granitoid in Elazığ region, SE Turkey. Special Publications, Geol Soc 260: 327–350.
- Rızaoğlu, T., Parlak, O., ve İşler, F** 2008. An example for the volcanic section of the intraoceanic subduction zone type ophiolite (Kömürhan ophiolite) from the southeast Anatolia (Elazığ-Turkey). 8th International Scientific Conference on Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental protection (SGEM-2008), 16-20 June 2008, Albena Complex-Bulgaria.
- Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., Koller, F., Hames, W.E., Billor, Z.**, 2009. Andean Type Active Margin Formation in the Eastern Taurides: Geochemical and Geochronological Evidence from the Baskil Granitoid, SE Turkey, Tectonophysics 473,188-207.
- Robertson, A.H.F.**, 1998. Mesozoic –Tertiary tectonic evolution of the Easternmost Mediterranean area; integration of marine and land evidence. In: Robertson, A.H.F., Emeis, K.C., Richter, K.-C., Camerlenghi, A. (Eds.), Proc. Ocean Drill. Program: Sci. Results, vol. 160, pp. 723 – 782.
- Roedder, E.**, 1967a. Fluid inclusions as samples of ore fluids. In: Barnes, H.L. _Ed. Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits.1st edn. Holt, Rinehart and Winston, New York, pp.515–574.
- Roedder, E.**, 1967b. Environment of deposition of stratiform_Mississippi Valley-type. ore deposits, from studies of fluid inclusions. Soc. Econ. Geol., Monograph 3, 349–362.
- Roedder, E.**, 1970. Application of an improved crushing microscope stage to studies of the gases in fluid inclusions. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 50, 41–58.
- Roedder, E.**, 1971. Fluid inclusion studies on the porphyry-type ore deposits at Bingham, Utah, Butte, Montana, and Climax, Colorado. Econ. Geol. 66, 98–120.

- Roedder, E.,** 1976. Fluid inclusion evidence on the genesis of ores in sedimentary and volcanic rocks. In: Wolf, K.H. _Ed., Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits; I. Principles and general studies, Geochemical Studies, vol. 2, Elsevier, New York, pp. 67–110.
- Roedder, E.,** 1977a. Fluid inclusions as tools in mineral exploration. *Econ. Geol.* 72, 503–525.
- Roedder, E.,** 1977b. Changes in ore fluid with time, from fluid inclusion studies at Creede, Colorado. Problems of Ore Deposition. 4th IAGOD Symposium, Varna, Bulgariapp. 179–185.
- Roedder, E., Bodnar, R.J.,** 1980. Geologic pressure detennination from fluid inclusion studies. *Annual Review of Earth and Planetary Science* 8. 263- 301.
- Roedder, E.,** 1984. Fluid inclusions, *Reviews in Mineralogy*, vol. 13. Book Crafters. Inc. Michigan. P. 644.
- Roedder, E. ve Bodnar, R.J.,** 1997. Fluid inclusion studies of hy- drothermal ore deposits. In: Barnes, H.L. _Ed., *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*. Wiley, New York, pp. 657–697.
- Rowe, C.D., Meneghini, F., ve Moore, J.C.,** 2009. Fluid-rich damage zone of an ancient out-of-sequence thrust, Kodiak Islands, Alaska, *Tectonics*, 28, 1-20.
- Rye R.O, Hall, WE, Ohmoto, H.,** 1974. Carbon, Hydrogen and Sulfur isotope study of the Derwin lead- Silver- zinc deposit, southern California *Econ Geal* 69-468-481.
- Santosh, M.,** 1985. Fluid evolution characteristics and piezothermic array of south Indian chamockites. *Geology* 13,361-363.
- Seeliger, T.C., Pernicka, E. Wagner, G.A., Begeman, E, Schmitt-Strecker, S., Eibner, C., Öztunah, Ö. ve Baranyi, L.,** 1985. Archo-metalurgischeuntersue- hungen ni Nord-und Ostanatolien. 32. Jahbuch des Römisch. Germanischen Zentralmuseums, Mainz, 597-659,0
- Selleck, B. ve Zangrilli, P.,** 2001. Fluid Inclusion And Stable Isotope Constraints On Temperature And Pressure Of Vein Formation;Hudson Valleyfold-Thrust Belt, Catskill, N.Y.Northeastern Geology and Environmental Sciences,v.23,no.1
- Sheppard, SMF.,** 1986. Characterization and isotopic variations in natural waters, In: *Stable isotopes in high temperature geological processes*. Rew Mineral 16; 165-183.

- Sirel, E., Metin, S. ve Sözeri, B.,** 1975. Palu (KD Elazığ) denizci Oligosen'inin stratigrafisi ve mikropaleontolojisi. *TJ.K.Bill.*, 18(2), 175-180.
- Sorkhabi, R. ve Tsuji, Y.,** 2005. Geochemical Signatures of Fluid Flow in Thrust Sheets: Fluid-inclusion and Stable Isotope Studies of Calcite Veins in Western Wyoming. *Faults, fluid flow, and petroleum traps: AAPG Memoir 85*, p.251-267.
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kut, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E. ve Naz, H.,** 1985. Elazığ-Hazar- Palu alanının jeolojisi. *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi*, 29, 83-191.
- Tatar, Y.,** 1986. Elazığ çevresinde Fırat havzasının jeolojisi ve yeraltı zenginlikleri sempozyumu, bildiri özetleri: FÜ Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl., 4-5., Elazığ.
- Tatar, Y.,** 1988. Arazi uygulamaları klavuzu Fırat Üniversitesi jeoloji Mühendisliği ders notları sayfa 1-75.
- Tuna, E.,** 1979. Elazığ- Palu-Pertek dolayının jeolojisi. TPAO Arsiv Rapor no, 1363. (Yayımlanmamış).
- Turan, M.,** 1984. Baskil-Aydınlar (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 185s.
- Turan, M. ve Bingöl, A.F.,** 1991. Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektono-stratigrafik özellikleri. *Ahmet ACAR Jeol. Semp. Bild.*, 211-227.
- Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, A. F.,** 1993. Doğu Toroslar'ın jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri'nin 25.yılı sempozyumu, Bildiriler, 15-18 Kasım, Ankara.
- Türkmen, İ. ve Esen, N.,** 1997. Şelf, Kanyon Ve Havza Düzlüğü Kompleksinin Fasiyes Özellikleri: Kırkgeçit Formasyonu (Orta Eosen-Oligosen), Elazığ Çevresi, Türkiye, Fırat Üniversitesi. *Fen Ve Mühendislik Dergisi* 9 (2), 107-123.
- Türkmen, İ., İnceöz, M., Aksoy, E. ve Kaya, M.,** 2001. Elazığ Yöresinin Eosen Stratigrafisi ve Paleocoğrafyası ile ilgili Yeni Bulgular. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, S: 24, s: 81-95 Ankara
- Tolun, N.,** 1955. Elazığ, Keban, Çemişgezek ve Pertek Bölgesinin Jeolojik Etüdü. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Ankara, Türkiye, 2227,
- Ulutan, B.,** 1987. Etibank Raporu. Etibank Matbaası Ankara. 96-98.

- Winkler, H.G.F.**, 1974. Petrogenesis of metamorphic rocks, 3rd ed. Springer, Berlin, 320 pp
- Yazgan, E.**, 1981. Dogu Toroslarda etkin bir paleo-kıta kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen), Malatya-Elazığ, Dogu Anadolu. *Yerbilimleri*, 7, 83-104.
- Yazgan, E. ve Asutay, H.J.** 1981. Definition of structural units located between Arabian platform and Munzur Mountains and their significance in the geodynamic evolution of the area 35th Congr. Geol. Soc. Turkey, Abstracts, 44-45.
- Yazgan, E.**, 1983. A geotraverse between the Arabian Platform and the Munzur Nappes. Int. Symp. on the geology of the Taurus Belt, Field Guide Book, 199-208, Ankara.
- Yazgan, E.**, 1984. Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region (Malatya- Elazığ area, Turkey). (In Tekeli, O. and Göncüoğlu, M. C., eds.) Int. Symp. On the Geology of the Taurus Belt., proceedings, 199-208.
- Yılmaz, Y.**, 1990. Comparison of young volcanic associations of western and eastern Anatolia formed under a compressional regime: a review. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44, 69-87.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M. ve Genç, Ş.C.**, 1992. Güneydoğu metamorfik masiflerinin kökeni. *Tür. 9. Petrol Kongr. Bild.*, 296-306.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E. ve Genç, Ş.C.**, 1993. Ophiolitic and metamorphic assemblages of Southeast Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic belt. *Tectonics*, 12,5, 1280-1297.
- Zisermann, A.**, 1969. Geological and Mining Study of Keban Maden. Etibank Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. 123s.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Elazığ'da doğdum. İlköğretim ve lise eğitimimi Elazığ'da tamamladım. 2010 yılında Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandım ve 2013 yılında mezun oldum.

