T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEBAN (ELAZIĞ) CİVARINDAKİ METAMORFİTLERİN YAPISAL ANALİZİ VE TEKTONİK EVRİMİ

114397

Ali KAYA

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

114397

DOKTORA TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ
2001

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEBAN (ELAZIĞ) CİVARINDAKİ METAMORFİTLERİN YAPISAL ANALİZİ VE TEKTONİK EVRİMİ

Ali KAYA

DOKTORA TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez, 15 / 02 / 2001 Tarihinde, Aşağıda Belirtilen Jüri Tarafından Oybirliği İle Başarılı Olarak Değerlendirilmiştir.

(İmza)	(İmza)	(İmza)
Danışman	Üye	Üye
Doç.Dr. Mehmet TURAN	Prof. Dr. Burhan ERDOĞAN	Doç.Dr. Ercan AKSOY

ÖZET

Doktora Tezi

KEBAN (ELAZIĞ) CİVARINDAKİ METAMORFİTLERİN YAPISAL ANALİZİ VE TEKTONİK EVRİMİ

Ali KAYA

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
2000, Sayfa:133

İnceleme alanı, Doğu Toroslar üzerindeki Elazığ ilinin 45 km batısında yer alan, Keban ilçesi civarında yaklaşık 300 km^2 lik bir alan kapsar.

Bu çalışmanın amacı; yoğun tektonizmadan dolayı oldukça karmaşık hale gelmiş olan Keban metamorfitlerinin jeolojisinin ve geçirmiş olduğu tektonik evrimin aydınlatılmasına yöneliktir. Bunun için, inceleme alanında yüzeylenen metamorfitlerden ve örtü birimlerinden oldukça fazla sayıda düzlemsel ve çizgisel yapıların duruşları ölçülmüştür. Bu ölçüler haritalara işlenmiş ve kontur diyagramlarıyla da analiz edilmişlerdir. Paleontolojik, petrografik ve mikrotektonik çalışmalar için çok sayıdaki kayaç örneği derlenmiş ve incelenmiştir. Elde edilen bütün bu verilerin birlikte değerlendirilmesiyle de Keban metamorfitlerinin stratigrafisi, diğer birimlerle olan ilişkileri, deformasyon doğrultuları ve tarihçeleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

İnceleme alanındaki en yaşlı birim, Keban metamorfitlerinin tabanında yer alan Erken Permiyen yaşlı Arapgir rekristalize kireçtaşlarıdır. Bunların üzerine uyumlu bir şekilde Geç Permiyen yaşlı Nimri formasyonu gelmektedir. Kalkşist, tabakalı dolomitik kireçtaşı ve kristalize kireçtaşlarıyla temsil olunan bu formasyon, Permo-Triyas yaşlı Keban mermerlerine tedrici geçiş göstermektedir. Kesintisiz olarak birbirinin devamı şeklinde gözlenen bu üç formasyon, sığ deniz ortamı koşullarında çökelmişlerdir.

Keban mermerlerinin üzerine uyumlu olarak Geç Triyas yaşlı Delimehmet formasyonu gelmektedir. Bu formasyon çalışma alanında, her yerde Keban mermerlerinin üzerinde görülmektedir. Delimehmet formasyonu, kırıntılıların hakim

olduğu metadiyabaz arakatkılı bir fliş karakteristiği göstermekdedir. Hareketli ve kısmen derin deniz ortamında çökelmiştir.

Geç Kretase'de Neo-Tetis okyanusunun güney kolunun kapanmaya başlamasıyla ilişkili olarak, Keban metamorfitleri kıvrımlanmış (F1,F2 kıvrımları) ve aynı zamanda da metamorfize olmuşlardır.

Çalışma alanının doğusunda yüzeyliyen Erken Triyas-Geç Kretase yaşlı Munzur kireçtaşları, Keban metamorfitleri üzerinde tektonik, Elazığ mağmatitlerinin Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi ile intrüzif dokanaklı olarak bulunmaktadır. Bunlar bugünkü konumlarına Santoniyen sonrasında, KD'dan GB'ya doğru yaklaşık 40-50 km kadar sürüklenerek gelmişlerdir.

Keban metamorfitlerinin örtü birimlerini ise yaşlıdan gence sırası ile; Erken Paleosen yaşlı Kuşçular formasyonu, Tanesiyen-Lütesiyen yaşlı Seske Formasyonu, Lütesiyen-Geç Oligosen yaşlı Kırkgeçit formasyonu, Akitaniyen yaşlı Alibonca formasyonu, Geç Miyosen yaşlı Karabakır formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner (?) yaşlı Hamurlu formasyonu oluşturur. Santoniyen-Kampaniyen yaşlı Elazığ Mağmatitleri ve üzerindeki Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen yaşlı Sağdıçlar formasyonu Keban metamorfitleriyle tektonik ilişkilidir. Geç Kretase-Paleosen yaşlı Keban mağmatitleri ise kendisinden yaşlı bütün birimleri kesmektedir. Ayrıca, inceleme alanının yakın kuzeyinde Keban metamorfitleri ile Munzur kireçtaşları arasındaki bindirme düzlemi Keban magmatitleri tarafından kesilmiştir.

Keban metamorfitleri, Alpin orojenezine bağlı olarak en az üç evreli bir kıvrımlanma geçirmişlerdir. Bu deformasyon fazlarının doğrultuları yaşlıdan gence doğru sırası ile yaklaşık olarak şöyledir: D-B, K-G ve KD-GB dır. D-B doğrultulu deformasyon fazı aynı zamanda yeşilşist fasiyesinde metamorfizma da oluşturmuştur. Genç tektonik hareketlerden de etkilenen bölgede, Orta Miyosen veya sonrasında KD-GB ve KB-GD doğrultulu blok faylanmalar (Soğanlı fayı) ile birlikte K-G / KD-GB doğrultulu ters fay bileşeni de olan, doğrultu atımlı sağ yanal bir fay gelişmiştir (Kırklar fayı). Bu fay daha güneydeki, yaklaşık D-B doğrultulu bir bindirme fayına dönüşmektedir (Hor Bindirmesi).

Anahtar Kelimeler : Keban metamorfitleri, çok evreli kıvrımlanma, jeolojik evrim, yapısal analiz, blok faylanma.

ABSTRACT

PhD Thesis

STRUCTURAL ANALYSIS AND TECTONIC EVOLUTION
OF THE METAMORPHITES IN THE KEBAN (ELAZIĞ)VICINITY

Ali KAYA

Fırat University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geology Engineering
2000, Page :133

The study area includes an area about 300 km^2 around Keban town situated in the west of Elazığ on the Eastern Taurus Region with a distance of 45 km far from Elazığ. The aim of this study is to investigate geological features and tectonic evolution of Keban metamorphites which are rather complex due to intensive tectonic activities. Directed to this purpose, a systematic measuring of linear and planar structures in the metamorphites and cover units which outcrop in the study area was carried out. The measured orientations were plotted and represented on maps and analysed in terms of contour diagrams. Many rock samples were examined for paleontological, petrographical and microtectonical purposes. Depending on the information and the data obtained from above studies, Stratigraphy of Keban metamorphites, its relation with the other units and directions and tectonic evolution of the stresses were tried to evaluated.

The oldest unit in the study area is Early Permian aged Arapgir recrystallised limestones which is placing in the base of Keban metamorphites. These units are overlain conformably by Late Permian aged Nimri formation. This formation which is composed of calc-schist, bedded dolomitic limestone and crystallised limestones is shown gradually transition to the Permian–Triassic Keban marbles. These three units which are following each other uninterrupted, deposited in shallow marine environments.

Keban marbles are overlain conformably by Late Triassic aged Delimehmet formation. This formation is shown over of Keban marbles everywhere in the study

area. Delimehmet formation is indicated flysh characteristic and predominated by clastics with metadiabase intercalations. It is deposited in an active and partially deep marine environment.

In relation with closing of south branch of Neo-Tethyan Ocean the Keban metamorphites were folded (F1, F2 folds) and also metamorphised during a period Late Cretaceous.

The Munzur limestones which are Late Triassic–Late Cretaceous aged and are outcropping in the east of the study area overlie Keban metamorphites with a tectonic contact and Ulupınar quartz diorite unit of Elazığ magmatics with an intrusive contact. These limestones were come thrusted from NE to SW approximately 40 – 50 km to their present condition, after Santonian.

The cover units of Keban metamorphitesorderly from older to younger are; Early Paleocene aged Kuşçular formation, Thanetian–Lutetian aged Seske formation, Lutetian–Late Oligocene aged Kırgeçit formation, Aquitanian aged Alibonca formation, Late Miocene aged Karabakır formation, and Plio–Quaternary (?) aged Hamurlu formation. The contact of Santonian–Campanian aged Elazığ magmatics and its overlying Late Campanian–Early Maestrichtian aged Sağdıçlar formation with Keban metamorphites has tectonic relation. The Late Cretaceous–Paleocene aged Keban magmatics cut all of the older units. In addition, plane of thrust which is between Keban metamorphites and Munzur limestones, is cutted by Keban magmatics.

The Keban metamorphites where folded at least in three stages, depending on Alpin Orogeny. The strike of these deformation phases, orderly from older to younger are; E–W, N–S and NE–SW. The E–W striking deformation phase also produced a metamorphism in greenschist facies. In the study area which were affected from late tectonic activities, Middle Miocene or younger aged blocky faults (Soğanlı Fault) that strike about NE–SW and NW–SE and a right-strike slip fault with a thrust fault combination (Kırklar fault) that strikes about N–S / NE–SW were developed. This fault is converted into overthrust fault which is approximately an E-W strike in the south (Hor Overthrust Fault).

Key Words : The Metamorphites of Keban, Superposed Folds, Geologic Evolution, Structural analysis, block-faulting.

ÖNSÖZ

"Keban (Elazığ) Civarındaki Metamorfitlerin Yapısal Analizi ve Tektonik Evrimi" konulu bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde 1996-2000 yılları arasında doktora tezi olarak hazırlanmış ve Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Araştırmayı maddi açıdan destekleyen Fırat Üniversitesi Rektörlüğü Araştırma Fonu Müdürlüğü'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalar arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olarak üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarına 1996 yaz aylarında başlanmış ve 2000 yılına kadar devam edilmiştir. Laboratuvar ve büro çalışmaları ise 1996 – 2000 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.

Gerek çalışma alanının seçimi ve gerekse çalışmanın yürütülmesinin her aşamasında değerli katkı ve yönlendirici önerilerinden yararlandığım tez danışmanı sayın hocam Doç.Dr. Mehmet TURAN'a çok teşekkür ederim.

Tez arazisindeki jeolojik problemleri yerinde görerek, problemlerin çözümü için hem arazi çalışmalarında hem de tez yazım esnasında önemli katkı ve yönlendirici önerilerinden çok faydalandığım, Dokuz Eylül Üniversitesi'nde Öğretim üyesi sayın hocam Prof. Dr. Burhan ERDOĞAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamın her aşamasında çok değerli yardım ve katkılarını gördüğüm Selçuk Üniversitesi'nde öğretim üyesi sayın Yrd.Doç.Dr. Yaşar EREN'e ve tezdeki haritaların bilgisayarla çiziminde çok büyük yardımlarını gördüğüm, kıymetli arkadaşım Yrd.Doç.Dr. Zülfü GÜROCAK'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mağmatik ve metamorfik petrografik kesitleri inceleyen sayın hocam Prof. Dr. A. Feyzi BİNGÖL'e, Yrd.Doç.Dr. Melahat BEYARSLAN'a ve Yrd.Doç.Dr. Emin ERDEM'e şükranlarımı sunarım.

Paleontolojik kesitleri inceleyen bölümümüz öğretim üyelerinden sayın Yrd. Doç.Dr. Meral KAYA'ya ve Çukurova Üniversitesi'nde öğretim üyesi sayın hocam Prof. Dr. Niyazi AVŞAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

İnce kesitlerin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen bölümümüz laboratuvar teknisyeni sayın Fuat İSTEK'e çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa no

ÖZET II

ABSTRACT IV

ÖNSÖZ VI

İÇİNDEKİLER VII

ŞEKİLLER LİSTESİ X

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ XIII

TABLOLAR LİSTESİ XVI

EKLER LİSTESİ XVII

SİMGELER XVIII

1. GİRİŞ 1

1.1. Çalışmanın Amacı 1

1.2. Yöntem 3

1.3. Coğrafik Durum 3

1.4. Önceki Çalışmalar 6

2. STRATİGRAFİ VE PETROGRAFİ

2.1. Keban Metamorfitleri 16

2.1.1. Arapgir Rekristalize Kireçtaşları (Pak) 21

2.1.2. Nimri Formasyonu 23

2.1.2.1. Gözenekli Kireçtaşı Üyesi (Png) 24

2.1.2.2. Kalkşist Üyesi (Pnk) 26

2.1.2.3. Zeryandere Tabakalı Dolomitik Kireçtaşı Üyesi (Pnz) 29

2.1.2.4. Sarımağaratepe Kristalize Kireçtaşı Üyesi (Pns) 30

2.1.2.5. Akbabatepe Masif Dolomitik Kireçtaşı Üyesi (Pna) 31

2.1.3. Keban Mermeri (PTrk) 33

2.1.4. Delimehmet Formasyonu 41

2.1.4.1. Söğütlü Metakonglomera Üyesi (Trds) 42

2.1.4.2. Kudikan Fillit, Klorit-serizitşist Üyesi (Trdk) 47

2.1.4.3. Taşkonak Olistolitleri (Trdt) 52

2.1.4.4. Emirosmandağı Kalkşist Üyesi (Trde) 54

2.1.4.5. Süleymanlı Kristalize Kiretaşı Üyesi (TRsü) 55
2.1.4.6. Bahçeli Metadiyabaz Üyesi (TRdb).....56
2.2. Munzur Kireçtaşları (TRK).....61
2.3. Elazığ Mağmatitleri 66
2.3.1. Melilan Dasit Üyesi (Kem).....67
2.3.2. Aslanlı Tonalit Üyesi (Kea).....68
2.3.3. Ulupınar Kuvarslı-diyorit Üyesi (Keu).....68
2.3.4. Yaşarlı Bazalt, Andezit Üyesi (Key).....69
2.4. Sağdıçlar Formasyonu (Ks).....70
2.5. Keban Mağmatitleri (Kk).....72
2.6. Kuşçular Formasyonu 74
2.6.1. Hasantaşkayalığı Çakıltaşı Üyesi (Tkuh).....75
2.6.2. Örenyaka Kristalize Kireçtaşı Üyesi (Tkuö).....77
2.7. Seske Formasyonu (Ts).....79
2.8. Kırkgeçit Formasyonu (Tkg).....80
2.9. Alibonca Formasyonu (Ta).....82
2.10. Karabakır Formasyonu 83
2.10.1. Bayındır Tüf üyesi (Tkb).....84
2.10.2. Denizli Konglomera Üyesi (Tkd).....85
2.10.3. Kaşdüzü Gölsel Kireçtaşı Üyesi (Tkk).....85
2.11. Hamurlu Formasyonu (TQh).....85
Taraça (Qtr).....86
Yamaç Molozu (Qym).....86
Alüvyon (Qal).....87
3. METAMORFİZMA.....88
4. YAPISAL JEOLOJİ 91
4.1.Kıvrımlar.....91
4.1.2. Genç Tektonik Döneme İlişkin Yapılar 109
4.2. Kırıklar 110
4.2.1. Damarlar 110
4.2.2. Faylar 110
4.2.2.1. Bindirmeler.....110

4.2.2.2. Doğrultu Atımlı Faylar 111
4.2.2.2.1. Kırklar Fayı 111
4.2.2.3. Eğim Atımlı Faylar.....113
4.2.2.3.1. Soğanlı Fayı 113
4.2.3. Çatlaklar.....115
5. JEOLOJİK EVRİM 120
6. SONUÇLAR.....126
KAYNAKLAR.....128

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. İnceleme alanının da içinde yer aldığı bölgenin Özgül'e (1976) göre tektonik konumu 2

Şekil 1.2. Çalışma alanının yer bulduru haritası 4

Şekil 2.1. İnceleme alanının 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası 17

Şekil 2.2. Keban metamorfitlerinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti 18

Şekil 2.3. İnceleme alanındaki örtü kayaçlarının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti 19

Şekil 2.4. İnceleme alanının doğusundaki kısmının genelleştirilmiş tektono-stratigrafik dikme kesiti 20

Şekil 2.5. Keban mermerleri ile Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları arasındaki stratigrafik ilişkiyi gösteren enine kesit 35

Şekil 2.6. Keban mermerleri ile altında bulunan Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşlarının birlikte kıvrımlanmasıyla ortaya çıkan tektonik dokanağın şematik kesiti 38

Şekil 2.7. Farklı sıcaklıklarda gelişen, kalsitlerdeki deformasyon ikizlerinin şematik diyagramı 41

Şekil 2.8. Keban mermerleri ile Söğütlü metakonglomera üyesi arasındaki stratigrafik ilişkiyi gösterir enine kesit 46

Şekil 2.9. Keban mermerleri ile Söğütlü metakonglomera ve Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyeleri arasındaki stratigrafik ilişkiyi gösterir enine kesit. 46

Şekil 2.10. Milonitik bir zonun geometrisi ve terminolojisini gösteren şematik diyagram ve bir çoğu yaygın olan kayma yönü göstergeleri 51

Şekil 2.11. Sal tepedeki Munzur kireçtaşlarının Delimehmet formasyonu (Keban metamorfitleri) üzerindeki tektonik duruşunu gösteren jeolojik enine kesit 64

Şekil 4.1. Arapgir kireçtaşlarından alınan S_0 // S_1 ölçülerine göre hazırlanmış kontur diyagramı 92

Şekil 4.2. Nimri köyü-Fırat nehrinin batı yakasındaki Nimri formasyonundan alınan tabakalanma (So) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı 92

Şekil 4.3. Nimri köyü-Fırat nehrinin batı yakasındaki Nimri formasyonundan alınan klivajlanma (S1) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı 93

Şekil 4.4. Nimri köyü-Fırat nehrinin batı tarafındaki Nimri formasyonundan alınan mesoskopik kıvrım ekseni (B1, B2) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı 93

Şekil 4.5. Halan mahallesi İle Zeryandere arasındaki alandan alınan So // S1 ölçülerine göre yapılan kontur diyagramları 94

Şekil 4.6. Halan mahallesi ile Zeryandere arasındaki alanda yüzeylenen Nimri formasyonundan alınan kıvrım ekseni (B) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı 95

Şekil 4.7. Halan mahallesi ile Zeryandere arasındaki alanda yüzeylenen Nimri formasyonundan alınan kıvrım ekseni (B) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı 96

Şekil 4.8. Gogodere mahallesi yakınındaki devrik bir kıvrımdan alınan So // S1 ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı 97

Şekil 4.9. Çalık köyü (Kişkişikkaya T.-Kırmızıtaş T) civarından alınan klivaj (S1) ölçülerine göre yapılmış kontur diyagramı. 103

Şekil 4.10. Çalık köyü (Kişkişikkaya T.-Kırmızıtaş T) civarından alınan kıvrım ekseni (B) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı 103

Şekil 4.11. Kişkişikkaya T.-Uysal T.-Hırsız T.-Delimehmet T. Civarından alınan yapraklanma (S1) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı 104

Şekil 4.12. Kudikan-Çevrekaya-Bahçeli-Süleymanlı-Soğanlı köyleri civarındaki Delimehmet formasyonundan alınan yapraklanma (S1) ölçüsüne göre yapılan kontur diyagramı 105

Şekil 4.13. Kudikan-Çevrekaya-Bahçeli-Süleymanlı-Soğanlı köyleri civarındaki Delimehmet formasyonundan alınan buruşma lineasyonu (L) ölçüsüne göre yapılan kontur diyagramı 105

Şekil 4.14. Kudikan-Çevrekaya-Bahçeli-Süleymanlı-Soğanlı köyleri civarındaki Delimehmet formasyonundan alınan kıvrım eksen yönelimi (B) ölçüsüne göre yapılan kontur diyagramı 106

Şekil 4.15. Kıvrım girişim modellerinin 3 boyutlu olarak çizilen 4 ana tipi 107

Şekil 4.16. İki boyutlu olarak çizilen kıvrım girişim modellerinin başlıca tipleri 107

Şekil 4.17. Sağdıçlar formasyonundan alınan tabakalanma (So) ölçülerine göre yapılmış kontur diyagramı 109

Şekil 4.18. Kuşçular formasyonuna ait çakıltaşlarından alınan tabakalama (So) ölçülerine göre yapılmış kontur diyagramı 110

Şekil 4.19. Mermerlerden alınan çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı 117

Şekil 4.20. Gogodere mahallesi yakınındaki Nimri formasyonundan alınan yaşlı çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı 117

Şekil 4.21. Gogodere mahallesi yakınındaki Nimri formasyonundan alınan genç çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı 118

Şekil 4.22. Zimanki T., Geli T ve Keban Baraj Gölü batı sahilindeki Delimehmet formasyonundan alınan çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı. 118

Şekil 4.23. Çalık köyü yakınlarındaki Delimehmet formasyonundan alınan çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı 119

Şekil 4.24. Kuşçular formasyonu Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesinden alınan çatlak ölçülerine göre hazırlanan gül diyagramı 119

Şekil 5.1a, b, c. Keban metamorfitlerinin Erken Permiyen-Erken Kretase zaman aralığında geçirmiş oldukları tektonik evrimi gösteren model kesit..... 121

Şekil 5.2a, b, c. İnceleme alanının, Santoniyen-Erken Kampaniyen arasında geçirmiş olduğu tektonik evrimi gösteren kesitler 123

Şekil 5.3a, b, c. İnceleme alanının, Geç Kampaniyen –Lütesiyen arasında geçirmiş olduğu tektonik evrimi gösteren kesitler 124

Şekil 5.4a, b, c. İnceleme alanının Orta Eosen-Geç Miyosen arasında geçirmiş olduğu tektonik evrimi gösteren kesitler 125

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Sayfa No

Foto 1.1. Çalışma alanı ve yakın çevresinin 1/500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'ndaki görünümü 2

Foto 1.2. İnceleme alanındaki en büyük yerleşim yeri olan Keban ilçesi ile Keban Barajı'nın uzaktan görünüşü..... 6

Foto 2.1. Arapgir rekristalize kireçtaşları ile Nimri formasyonunun kalkşist üyesi arasındaki stratigrafik ilişki 21

Foto 2.2. Arapgir rekristalize kireçtaşlarının yakından görünüşü 22

Foto 2.3. Arapgir rekristalize kireçtaşlarının mikroskop altındaki görüntüsü 23

Foto 2.4. Gözenekli kireçtaşı üyesinin, Fırat nehri batı yamacındaki uzaktan görünüşü ... 24

Foto 2.5. Gözenekli kireçtaşlarının yakından görünüşü 25

Foto 2.6. Gözenekli kireçtaşlarının mikroskopik görüntüsü..... 25

Foto 2.7. Gogodere mahallesindeki yatık izoklinal kıvrımlı kalkşistlerin uzaktan görünüşü 27

Foto 2.8. Kalkşist üyesinin üste doğru Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşı üyesine tedrici geçişi 27

Foto 2.9. Kalkşistlerin mikroskoptaki görünümü 28

Foto 2.10. Tabakalı kristalize kireçtaşlarının yakından görünüşü 30

Foto 2.11. Sarımağaratepe kristalize kireçtaşlarının mikroskopik görüntüsü..... 31

Foto 2.12. Akbabatepe dolomitik kireçtaşı üyesinin mikroskop görüntüsü 32

Foto 2.13. Keban mermerlerinin karşıdan görünüşü 34

Foto 2.14. Keban mermerleri (PTRk) ile Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları (Pnz) arasındaki stratigrafik ilişkinin görünümü 35

Foto 2.15. Keban mermerlerinin tabanına yakın kısımlardaki dolomit ara seviyelerinin görünümü 36

Foto 2.16. Keban mermeri (PTRk) ile altında bulunan Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları (Pnz) arasındaki dokanağın görüntüsü 37

Foto 2.17. Keban mermerinin (PTRk), Keban metamorfitlerinin diğer formasyonlarıyla olan ilişkisinin uzaktan görüntüsü..... 37

Foto 2.18. Cadekaya tepeden alınan Keban mermerlerinin mikroskopik görüntüsü 39

Foto 2.19. Karakalekayalığı tepedeki Keban mermerlerinin mikroskopik görüntüsü..... 39

Foto 2.20. Bağneli dağındaki mermerlerin mikroskopik görüntüsü 40

Foto 2.21. Söğütlü metakonglomeralarının yakından görünüşü..... 43

Foto 2.22. Metakuvarsitlerin görünümü ve diğer birimlerle olan konumu 44

Foto 2.23. Metakuvarsitlerin mikroskopik görünümü 45
Foto 2.24. Metasilttaşlarının mikroskopik görüntüsü 47
Foto 2.25. Siftil tepedeki siltli, karbonatlı kloritşistlerin yakından görünüşü 48
Foto 2.26. Fillitlerin mikroskopik görüntüsü 49
Foto 2.27. Fillitlerin mikroskopik görüntüsü 50
Foto 2.28. Fillitik-milonitik bir kayacın ve içindeki kayma yönü göstergelerinin mikroskopik görünümü 50
Foto 2.29. Taşkonak mahallesi civarındaki Taşkonak olistolitlerinin genel görünümü.. 52
Foto 2.30. Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesi içine yerleşmiş olan Taşkonak olistolit üyesine ait bir olistolitin yakından görünüşü 53
Foto 2.31. Emirosmandağı kalkşist üyesinin arazideki genel görünümü 54
Foto 2.32. Süleymanlı kristalize kireçtaşı üyesinin yakından görünüşü 55
Foto 2.33. Süleymanlı kristalize kireçtaşı üyesinin mikroskopik görüntüsü 56
Foto 2.34. Metadiyabazların karşıdan görünümü 57
Foto 2.35. Metadiyabazların yakından görünümü 58
Foto 2.36. Karlık tepeden alınan metadiyabazın mikroskopik görüntüsü 58
Foto 2.37. fillite dönüşmüş Taktak köyü metadiyabazının mikroskobik görüntüsü 59
Foto 2.38. Mandıra köyü metadiyabazından alınan örneğin mikroskobik görüntüsü 60
Foto 2.39. Munzur kireçtaşlarının, Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi üzerindeki duruşunun uzaktan görünüşü 62
Foto 2.40. Munzur kireçtaşlarının, Keban metamorfitleri üzerindeki tektonik duruşunun yakından görünüşü 62
Foto 2.41. Munzur kireçtaşlarının, Keban metamorfitleri üzerindeki tektonik duruşunun görünümü 63
Foto 2.42. Munzur kristalize kireçtaşlarının mikroskopik görünümü 63
Foto 2.43. Kuvarslı diyoritlerin ve içerisindeki koyu yeşil renkli lamprofir dayklarının karşıdan görünümü. 68
Foto 2.44. Kuvarslı diyoritin mikroskopik görünümü 69
Foto 2.45. Sağdıçlar formasyonunun arazideki görünümü 70
Foto 2.46. Sağdıçlar formasyonuna ait çamurtaşlarındaki plantik foraminiferlerin mikroskop altındaki görünüşü 71
Foto 2.47. Keban magmatitlerinin yakından görünüşü 73
Foto 2.48. Keban magmatitlerinin mikroskopik görüntüsü 74
Foto 2.49. Kuşçular formasyonunun Keban Metamorfitleri üzerindeki konumu 75
Foto 2.50. Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesinin uzaktan görünümü 76

Foto 2.51. Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesinin yakından görünümü 76
Foto 2.52. Örenyaka masif kristalize kireçtaşı üyesinin görünüşü 78
Foto 2.53.Örenyaka masif kristalize kireçtaşı üyesinin mikroskopik görünümü 78
Foto 2.54. Kırkgeçit formasyonunun en tabanında yer alan kumlu-kireçli-killi, köşeli çakıltaşlarının yakından görünümü..... 80
Foto 2.55. Alibonca Formasyonunun genel görünümü 83
Foto 2.56. Bayındır tüfit üyesinin görünümü 84
Foto 2.57. Denizli konglomera üyesinin yakından görünüşü 85
Foto 4.1. Nimri formasyonunda gelişmiş devrik kıvrımın görünüşü 97
Foto 4.2. Nimri formasyonunda gözlenen çok evreli kıvrımlanmaya uğramış yatık kıvrımlar..... 98
Foto 4.3. Gogoderedeki Nimri formasyonun yatık izoklinal bir kıvrımın yakından görünüşü 98
Foto 4.4. Yatay eksen düzlemi klivajlarının yakından görünüşü 99
Foto 4.5. Yatay eksen klivajları ile düşey So // S1'ler arasındaki ilişkinin görünüşü 99
Foto 4.6. Folyasyonlar arası yalınmış kıvrımlardan bir görüntü..... 100
Foto 4.7. Yahyalı köyü yakınlarında gözlenen monoklinal kinkbantların görünüşü 101
Foto 4.8. Üç değişik doğrultuda etkili olmuş deformasyon fazlarının oluşturduğu mikro monoklinal kink bantlarının mikroskopik görüntüleri..... 102
Foto 4.9. Delimehmet formasyonunda gelişmiş Tip-1 kıvrımının görünümü 108
Foto 4.10. Delimehmet formasyonunun kumlu karbonatlarında gelişen Tip-1 kıvrımı ve kıvrım eksenlerine paralel gelişen S1 x S2 ve S1 x S3 ara kesit lineasyonları 108
Foto 4.11. Kırklar fayının uzaktan görünüşü..... 112
Foto 4.12. Kırklar fayının, fay düzleminin yakından görünüşü 113
Foto 4.13. Keban mermeri ile Delimehmet formasyonu arasındaki normal fayın görünümü 114
Foto 4.14. Keban mermeri ile Delimehmet formasyonu arasındaki normal fayın yakından görünüşü 114
Foto 4.15. Kalsit dolgulu yaşlı çatlakların görünümü 116
Foto 4.16. Kumlu kireçtaşlarında gelişen genç çatlaklar boyunca karstlaşma. 116

YÜKSEKÖĞRETİM KURU...
DOKÜMANTASYON MERK...

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

No

Tablo 3.1. Keban metamorfitlerine ait kayaçlarda belirlenen metamorfik mineraller.....88

EKLER LİSTESİ

EK-1. Keban (Elazığ) Civarının 1/25 000 Ölçekli Jeoloji Haritası

EK-2. Keban (Elazığ) Civarının 1/25 000 Ölçekli Yapısal Haritası-1

EK-3. Keban (Elazığ) Civarının 1/25 000 Ölçekli Yapısal Haritası-2

SİMGELER

Qal : Alüvyon

Qym : Yamaç molozu

Qtr : Taraça

TQh : Hamurlu Formasyonu

Tkk : Kaşdüzü gölsel kireçtaşı Üyesi .....(Karabakır Formasyonu)

Tkd : Denizli çakıltaşı üyesi .....(" ")

Tkb :Bayındır tüf üyesi .....(" ")

Ta : Alibonca Formasyonu

Tkg : Kırkgeçit Formasyonu

Ts : Seske Formasyonu

Tkuõ : Örenyaka masif kristalize kireçtaşı üyesi .....(Kuşçular Formasyonu)

Tkuh : Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesi.....(" ")

Kk : Keban Mağmatitleri

Ks : Sağdıçlar Formasyonu

Kem : Melilan dasit üyesi .....(Elazığ Mağmatitleri)

Kea : Aslanlı tonalit üyesi.....(" ")

Key : Yaşarlı bazalt, andezit üyesi .....(" ")

Keu: Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi.....(" ")

TrKm: Munzur kireçtaşları

Trdb: Bahçeli Metadiyabazı.....(Delimehmet Formasyonu)

Trdsü: Süleymanlı kristalize kireçtaşı üyesi.....(" ")

Trde: Emirosmandağı kalkşist üyesi.....(" ")

Trdt: Taşkonak olistolitleri.....(" ")

Trdk: Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesi.....(" ")

Trds: Söğütlü metakonglomera üyesi.....(" ")

PTrk: Keban mermeri

Pna: Akbabatepe masif dolomitik kireçtaşı üyesi .....(Nimri Formasyonu)

Pns : Sarımağaratepe kristalize kireçtaşı üyesi.....(" ")

Pnz: Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşı üyesi.....(" ")

Png: Gözenekli kristalize kireçtaşı.....(" ")

Pnk: Kalkşist üyesi.....(" ")

Pak: Arapgir rekristalize kireçtaşı

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Çalışma alanı olarak seçilen Keban yöresinde, tarihsel dönemlerden (M.Ö. 2000-3000 yılları) beri polimetalik maden yataklarının işletildiği bilinmektedir. Keban yöresi hem 18. yüzyıldan yakın bir tarihe kadar (1985'e kadar) simli kurşun ve diğer polimetalik cevher yataklarının işletilmesinden, hem Keban barajının mühendislik sorunları nedeniyle, hem de bölgesel jeolojik problemlerin çözülebileceği kilit sayılabilecek bir yer konumunda olması nedeniyle yerli ve yabancı bir çok yerbilimci tarafından incelenmiştir.

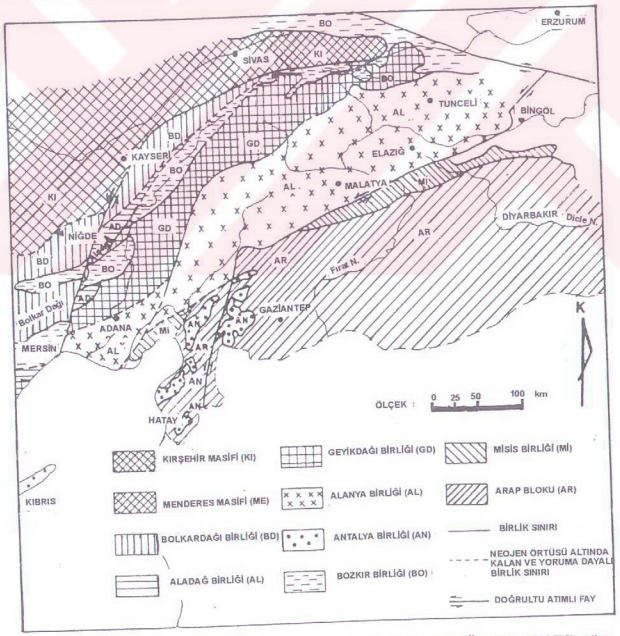
Ancak, aynı yerde çalışan bu araştırmacıların bulgularında çoğunlukla bir paralellik gözlenememiştir. Özellikle Keban mermerlerinin konumu ve yaşı hakkında değişik görüşler ileri sürülmüş, Keban metamorfitlerine ait formasyonların birbirleriyle olan stratigrafik ilişkilerine de fazla değinilmemiştir. Ayrıca bu kadar yoğun çalışmalara sahne olan bu bölgede, bugüne kadar gerek mesoskopik gerekse mikroskopik ölçekte detaylı bir yapısal jeoloji çalışması gerçekleştirilememiştir.

Bu çalışma ile Keban (Elazığ) çevresinde yüzeylenen Permo-Triyas yaşlı Keban metamorfitlerinin sedimantolojik, petrografik, paleontolojik ve ayrıntılı yapısal özellikleri incelenerek bu masife ait formasyonların birbirleriyle olan stratigrafik ve tektonik konumları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarıyla elde edilen bulguların ışığında, bölgeyi etkileyen deformasyonların doğrultu ve tarihçeleri ortaya konularak Keban metamorfitlerinin oluşumundan günümüze kadar geçirmiş olduğu tektonik evrim açıklanmaya çalışılmıştır. Aynı zamanda, inceleme bölgesinde gözlenen örtü birimleri için de benzer işlemler yapılmış ve bunların da yaşları, oluşum ortamları, diğer birimlerle olan stratigrafik ve tektonik konumları, geçirmiş oldukları deformasyon fazları ve tektonik evrimleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Keban civarında yüzeylenen bu metamorfik kayaçlar 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritasında; Paleozoyik-metamorfik (Pcr); Permo-Karbonifer (Pk) ve Mermer (Mr) olarak ayırtlanmıştır (Foto1.1). Toros kuşağında detaylı çalışmalar yapan Özgül (1976), Doğu Torosların Keban civarında yüzeylenen bu metamorfitlerini Alanya Birliği'ne dahil etmiştir (şekil 1.1).



Foto 1.1. Çalışma alanı ve yakın çevresinin 1/500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'ndaki görünümü. Paleozoyik-metamorfik (Pcr), Permo-Karbonifer (Pk) ve mermer (Mr) olarak ayıtlanmıştır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının da içinde yer aldığı bölgenin Özgül'e (1976) göre tektonik konumu.

1.2. Yöntem

Bu çalışmada, yaklaşık 300 km^2 lik bir alanın 1/25 000 ölçekli jeoloji ve yapısal haritaları hazırlanmıştır. Çalışmalarda Hope marka Brunton tipi pusula kullanılmıştır.

Keban metamorfitlerinin jeolojik evriminin açıklanabilmesi için seçilen gözlem noktalarında görülebilen her türlü birincil ve ikincil düzlemsel ve çizgisel yapılar ölçülerek, özellikleri incelenmiştir. Birimlerin stratigrafisi, metamorfizması ve yapısal özelliklerinin ortaya konulması amacıyla uygun görülen yerlerden örnekler toplanıp bunlardan mikroskopik incelemeler için ince kesitler hazırlanmıştır.

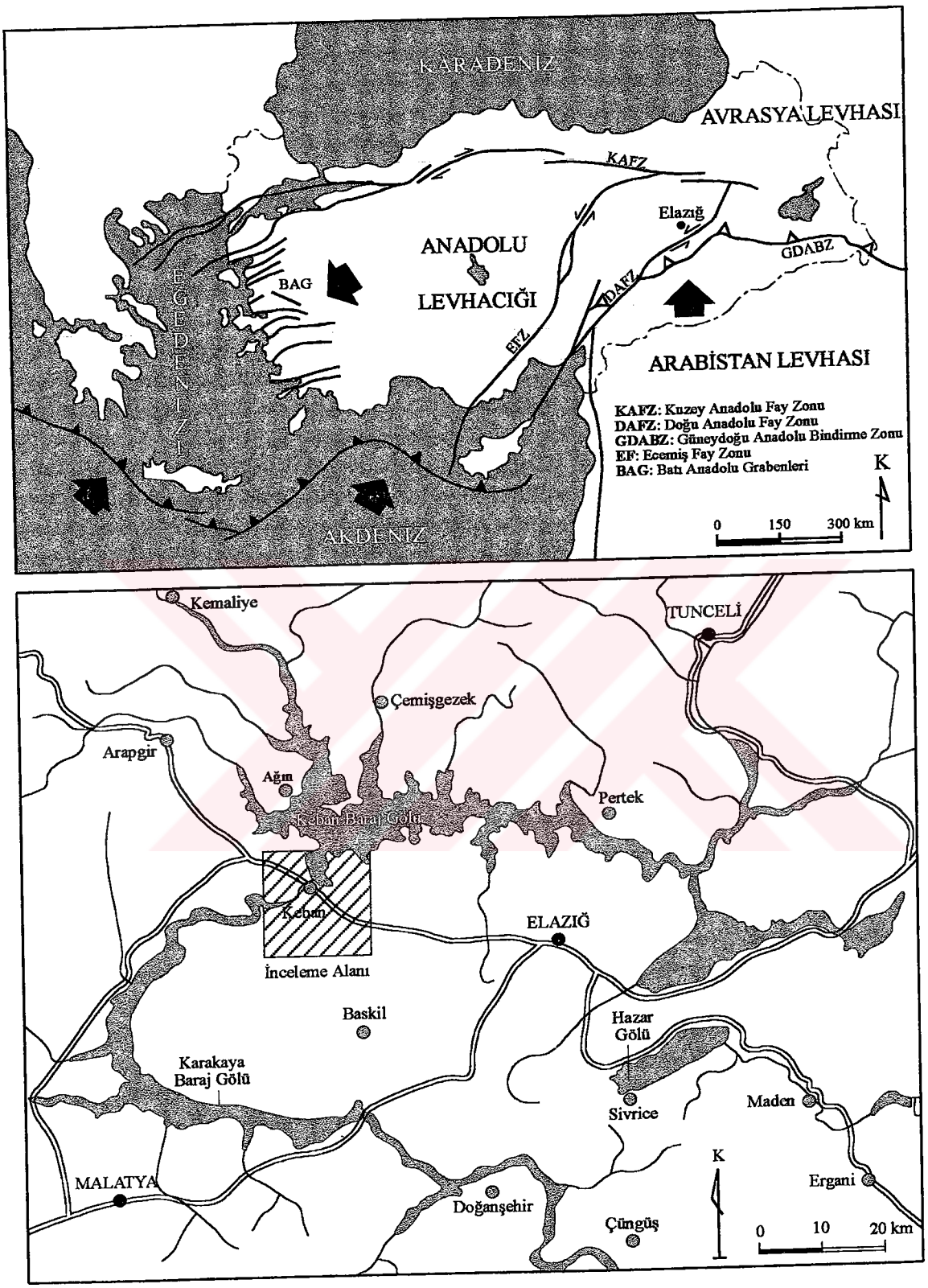
Çalışma alanı, değişik doğrultulardaki deformasyonların etkisi altında kaldığı için burada gözlenen birimlerin düzlemsel ve çizgisel yapılarının duruşlarında ve tektonik gidişlerinde de sapmalar olmaktadır. Bu anlamda, birbirleriyle benzerlik gösteren alanlar harita üzerinde as alanlara bölünüp, her bir asalana ait yapısal veriler alt-yarı küre izdüşüm diyagramları (Schmidt ağı) kullanılarak ayrı ayrı konturlandırılıp analitik olarak değerlendirilmiştir.

Yapısal veriler, Kontur 3.01v. paket programı kullanılarak bilgisayar ortamında çizilip değerlendirilmiştir. Yapısal değerlendirme ve yorumlamalar, Turner ve Weiss (1963), Ramsay (1967), Fry (1984), Passchier ve Simpson (1986), Mc Clay (1987), Ramsay ve Huber (1987,1989), Marshak ve Gautam (1988), Price ve Cosgrove (1990), Robert ve Hatcher (1990), Hanmer ve Passchier (1991), Rowland ve Duebendorfer (1994), Passchier ve Trouw (1996), Davis ve Reynolds (1996) ve daha bir çok yazar tarafından ortaya konulan mesoskopik ve mikroskopik yapısal analiz ilkelerine göre hazırlanmış değişik kitap ve makalelerden yararlanılarak yapılmıştır.

Arazi çalışmaları esnasında, arazide yüzeyleyen tüm birimlerden (yaklaşık 200 civarında) paleontolojik, petrografik ve mikrotektonik amaçlı normal ve yönlü örnekler alınarak incelemeler yapılmıştır.

1.3. Coğrafik Durum

İnceleme alanı Elazığ'ın 45 km batısında yer almaktadır. 1/25 000 ölçekli Malatya K41-a3, K41-b4, K41-c1, K41-d2 paftalarında yer alan inceleme alanı yaklaşık 300 km^2 lik bir alana yayılmaktadır (şekil 1.2.).



Şekil 1.2. Çalışma alanının yer bulduru haritası

Çalışma alanındaki önemli yerleşim birimleri; Keban ilçesi ve Keban'a bağlı Bayındır, Pınarlar (Nimri), Yahyalı, Söğütlü, Sağdıçlar, Ulupınar, Taşkesen, Mandıra, Çalık, Süleymanlı, Bademli, Kuşçu, Bahçeli, Örenyaka, Kudikan, Gökbelen ve Hamurlu köyleri ile Gogodere, Kurubekir, Taşkonak, Kırklar, Orta, Melilan, Kurşunkaya, Yaşarlı ve Aslanlı mahalleleridir. Keban ilçesi ve Keban Barajı inceleme alanının merkezine yakın kuzeyinde bulunmaktadır (Foto 1.2.).

İnceleme alanının morfolojik olarak en yüksek yerini Karcıkziyareti T. (1949m) oluştururken en düşük seviyesini ise, Fırat nehri (638m) oluşturur. Keban Baraj Gölü'nün maximum su kotu ise 845 m. dir. Bu yüksek kot farklılıklarından dolayı çalışma alanı morfolojik olarak oldukça engebelidir.

Çalışma alanındaki önemli yükseltiler; Karcıkziyareti T. (1949m), Kartal T. (1875 m.), Gelintaş T. (1820 m.), Hasantaşkayalığı T. (1645m.), Pirşeyh Hasangazi Zerraki Ziyareti T. (1645 m.), Akbaba T. (1438 m.), Hasbordo T. (1372 m.), Kırklarziyareti T. (1319 m.), Sarılımağara T. (1255m.), Kişkişikkaya T. (1155 m.), Karakalekayalığı T. (1418m.), Bağneli Dağı (1384m.) ve Emirosman Dağı (1068 m.) dır.

Yöredeki en önemli sulu dereler; Keban dere (çayı), Gogo dere, Delimehmet deresi ve Karamağara deredir. Zeryan dere, Küllümağara dere ve Keçiağıl dere önemli kuru derelerdendir. Bölgenin ana drenaj ağını oluşturan bu derelerin hepsi Fırat Nehri'ne dökülmektedir.

Önceleri tipik karasal iklimin yaşandığı bölgede, özellikle Keban Barajı'nın ve daha sonda da Karakaya Barajı'nın yapılmasından sonra iklim karakteri kısmen değişmiştir. Kış ayları eskisi gibi soğuk ve kar yağışlı geçmemektedir. Hava ılık, yağışlar ise genellikle yağmur şeklindedir. Bitki örtüsünün yok denecek kadar az olduğu bölgede topoğrafyanın çok engebeli olmasından dolayı tarım arazisi de çok sınırlıdır. 1980' lerin başında Etibank Simli Kurşun İşletmesinin kapatılmasıyla birlikte yöre sosyal canlılığını kaybetmiştir. Halkın geçim kaynağı sınırlı alanlarda yaptıkları tarım ve kendi evlerinin ihtiyacını karşılayacak boyuttaki hayvancılıktır.

Çalışma alanına ulaşım çok kolaydır. Çalışma alanının doğusunda Keban ilçesini Elazığ'a, batısında ise Keban'ı Malatya iline, Arapgir ve Ağın ilçelerine bağlayan asfalt karayolu geçmektedir. Bu karayollarından ayrılan stabilize yollarla da inceleme alanının hemen hemen her yerine ulaşım mümkün olmaktadır.



Foto 1.2. İnceleme alanındaki en büyük yerleşim yeri olan Keban ilçesi ile Keban Barajı'nın uzaktan görünüşü.

1.3. Önceki Çalışmalar

Alp-Himalaya orojenik kuşağı içinde yer alan ülkemiz, bir takım tektonik birliklere bölünmüştür (Ketin,1966). Torosların doğu kısmında yer alan inceleme alanı; gerek çok eskilerden beri işletilen Keban madeninden, gerek Keban Barajı'ndan ve gerekse jeolojik olarak, Arabistan levhası ile Anadolu levhasının çarpışma bölgesine yakın bir yerde olmasından dolayı bir çok araştırmacının inceleme ve araştırma yaptığı bir saha olmuştur.

Keban, çok eski zamanlardan beri bilinen bir madencilik yöresidir. Bu nedenle bölgedeki ilk jeolojik çalışmalar da doğal olarak bu yöredeki madenlerin daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

Keban madeni ile ilgili çalışmalarda bulunan en eski araştırmacılar sırasıyla;

Fischbach (1900) ve Maucher (1937), raporlarında Keban kurşun madeniyle ilgili olarak cevherleşme ve mineralizasyon hakkında bilgi vermişlerdir.

Kovenko (1938), bantlı kireçtaşı, yeşil-gri renkli kalkşist ve mermerlerden meydana gelen metamorfik serinin tabanında mermerlerin bulunduğunu belirtmiştir.

Oelsner (1938), ise bu metamorfik seriyi, altta kristalize kireçtaşları üstte de şistler olmak üzere ikiye ayırmıştır.

Borchert (1952), metamorfik serinin, kalkerlişist ve fillit - mermer olmak üzere iki seviyeden meydana geldiğini belirterek; masif mermerleri, fillitler arasında ara katkılar olarak benimsemiş ve Alpin tipi kıvrımlanma hareketlerinin cevherleşmeden önce meydana geldiğini ifade etmiştir.

Sağıroğlu (1952), iki defa orojenez etkisinde kalan bölgedeki şistlerin üzerinde kireçtaşlarının varlığından sözetmiştir.

Tolun (1955), Keban maden yatağının 1/5.000'lik jeoloji haritasını yaparak metamorfik serinin yaşlıdan gence doğru; mikaşist, kalkşist, serizitlişist ve mermer diziliminden meydana geldiğini belirterek kıvrımlı yapının Paleozoyik'te kazanıldığını belirtmiştir.

Gawlik (1958) ise bu kristalin seriyi, üç farklı seviyeye ayırarak altta grovak tipindeki şistler ve mikalı kalkşistler, bunların üstünde kristalize kireçtaşları ve en üstte de fillitler şeklinde sıralamışdır.

Baykal ve Erintöz (1966), 1/500 000 ölçekli Sivas paftasının komplikasyonunu yaparak bölgenin jeolojisini genel olarak açıklamıştır.

Kineş (1969), Keban Metamorfik masifinin kalkşist, dolomitik mermer, fillat ve mermer ünitelerinden oluştuğunu belirterek bu sahanın Malatya-Keban antiklinalinin kuzey uzantısında yer aldığından sözetmiştir. Bu devrik antiklinalin ekseninin KD-GB doğrultusunda uzandığını ve bu antiklinale tesir eden değişik doğrultulardaki hareketler nedeniyle de K-G, D-B ve KD-GB doğrultulu kıvrımlanma ve faylanmaların geliştiğini belirtmiştir. Ayrıca, Paleosen yaşlı kuvars siyenit porfirlerin, metasedimentlerin içine yerleştiğinden de sözetmiştir.

Zisermann (1969), harita bazında daha ayrıntılı çalışmalar yaparak istifi yaşlıdan gence doğru; kalkşist, mermer ve fillit şeklinde sıralamıştır. Yazar, Üst formasyon dediği fillitlerin içinde gelişen, mesoskopik ölçekteki kıvrımları inceleyerek bunların birkaç kıvrımlanma fazı geçirdiklerine işaret etmiştir. Ayrıca, kırıklar ile cevher yerleşimleri arasındaki ilişkileri de incelemiştir.

Elektrik İşleri Etüd İdaresi (E.İ.E.İ.) jeologlarının (1972)'de yayınladıkları raporlarında, bölgenin stratigrafisi alttan üste doğru aşağıdaki şekilde verilmiştir;

Nimri formasyonu; kireçtaşı-dolomit ve şist ardalanmasından oluştuğunu belirttikleri bu formasyonun, taban kısımlarında yoğunlaşan kireçtaşlarının ise *Arapgir kireçtaşları* olabileceğinden sözedilmiştir. Birim, formasyon olarak ilk defa bu çalışmada adlandırılmıştır.

Keban mermeri; beyaz, pembemsi ve açık gri renklerde görülen karstik boşluklu birimin yaşının ise Paleozoyik olduğunu kabul etmişlerdir. Yine önceki araştırmacıların kristalize kireçtaşı veya mermer olarak adlandırdıkları birim, ilk defa bu çalışmada formasyon olarak nitelendirilerek Keban mermeri olarak adlandırılmıştır.

Bostanlı konglomerası; bu birim daha önceki araştırmacılar tarafından Üst şist veya fillit diye isimlendirilen birimin taban konglomerası için verilmiş ve Keban mermerinin üzerinde transgresif olarak bulunduğu kabul edilmiştir. Bileşenleri kireçtaşı-mermer, yersel kuvars ve kuvarsit çakılları olup, bunlar mikaşistlerden oluşan bir hamur malzemesi içinde şistoziteye paralel olarak uzamışlardır.

Delimehmet formasyonu; kloritli mikaşist, serizitli şist, amfibolşist, kalkşist ve mermer mercekleri içeren, bu formasyonun da Paleozoyik yaşlı olduğu belirtilmiştir. Bu formasyon adlaması da yine ilk defa bu çalışmada verilmiş olup, eskiden Üst şist veya fillit olarak isimlendirilen birim için kullanılmıştır.

Sal Kireçtaşı Üyesi; Delimehmet formasyonunun içindeki mermer mercekleri için kullanılmış bir isimdir.

Sağdıçlar formasyonu; mağmatik kökenli yeşil renkli kumtaşı, konglomera, krem renkli kireçtaşı ve Geç Kretase'nin radyolaryalı kırmızı kireçtaşı ardalanmasından meydana gelen bir fliş olduğu belirtilmiştir.

Kuşçu Konglomerası; kireçtaşı ve mağmatit çakıllarından oluşan karbonat çimentolu bu birimin, Paleosen–Eosen yaşlı olduğu kabul edilmiştir. Birim ilk olarak bu çalışmada isimlendirilmiştir.

Seko Formasyonu; kireçtaşı, kumtaşı marn ve konglomera ardalanmasından oluşan birimin Eosen-Oligosen yaşlı olduğu belirtilmiştir.

Mağmatik kayaçlar haritada gösterilmiş, ancak herhangi bir ayırıma gidilmemiştir.

Özgül (1976,1981), Toros kuşağı boyunca çalışan araştırmacı Keban, Arapgir, Kemaliye, Kemah, Tunceli ve Ovacık'ı da içine alan geniş bir sahada ayrıntılı jeolojik çalışmalar yapmıştır. Yazar, Keban civarında yaptığı araştırmalarda Keban

Metamorfitleri'ni Alanya birliğine dahil etmiştir (şekil1.1). Şelf türü karbonat ve kırıntılılardan meydana geldiğini belirttiği bu birliğin yaşını da Paleozoyik–Mesozoyik (Triyas?) olarak vermiştir. Tersiyer öncesi kaya birimleri için, özgün stratigrafi, metamorfizma ve yapısal özellikleriyle birbirinden farklı ortam koşullarını yansıtan üç ayrı topluluktan sözetmiştir. Birbiriyle tektonik dokanaklı olan bu toplulukların her birinin ayrı bir tektono-stratigrafik birim özelliğinde olduğunu vurgulayarak bu toplulukları yaygın olarak yüzeyledikleri yerlerin coğrafik isimleriyle; "*Keban Birliği*", "*Munzur Kireçtaşı*" ve "*Ovacık Birliği*" şeklinde isimlendirmiştir.

Keban Birliği'nin, Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı şelf türü kırıntılı ve karbonatlı kaya kökenli metamorfitlerden oluştuğunu belirterek yaşlıdan gence doğru; Balkırı Grubu (Yoncayolu formasyonu, Çay Deresi kireçtaşı, Alıçlı formasyonu, Kale Tepesi kireçtaşı), Kemaliye formasyonu ve Gözerek formasyonu şeklinde ayırmıştır.

Yazar, Balkırı Grubu'na ait Yoncayolu formasyonunun, Permiyen ya da daha yaşlı yeşilşist fasiyesinde metamorfize olan ileri derecede kristalleşmiş kireçtaşı ve dolomit ara katkılarıyla birlikte metadiyabaz dayklarını da içeren serizitli-muskovitli-kuvarslı kalkşistlerden oluştuğunu belirtmiştir. Yoncayolu formasyonunun üzerinde uyumlu olarak durduğunu belirttiği, fosil içeriği ile Orta-Geç Permiyen yaşlı olduğu tespit edilmiş olan Çay Deresi kireçtaşlarının ise sığ ve sıcak su ortamlarını yansıtan orta-kalın tabakalanmalı, koyu kül renkli, ileri derecede rekristalize olmuş kireçtaşları ve açık kül renkli dolotaşlarından oluştuğunu belirtmektedir. Çay Deresi kireçtaşlarının, üzerlerinde yer alan Erken Triyas (?) yaşlı Alıçlı formasyonuna her yerde stramatolitli, laminalı kireçtaşlarıyla uyumlu bir şekilde geçtiğinden sözetmektedir. Rekristalize kireçtaşı arakatkılı ve metadiyabaz dayklarını da içeren kloritşistlerden oluşmuş Alıçlı formasyonunun, sığ ortam (gel-git düzlüğü) koşullarını yansıttığı görüşündedir. Balkırı Grubu'nun en üst birimini oluşturan Kale Tepesi kireçtaşının ise tümüyle rekristalize olmuş açık-koyu kül ve beyaz renkli, orta- kalın tabakalanmalı, Geç Triyas+Liyas – Senomaniyen yaşını veren fosil içerikli neritik karbonatlardan oluştuğunu belirtmiştir.

Yazar, Munzur Kireçtaşları'nın, tümüyle şelf türü neritik karbonatlardan (algli ve resifal kireçtaşlarından) oluştuğunu belirtip, bununla beraber formasyonun orta düzeylerinin oolitik kireçtaşları, üst düzeylerinin ise pelajik kireçtaşları içerdiğinden söz etmektedir. Geç Triyas-Kampaniyen yaşlı, kalın ve kesintisiz bir seri olduğunu belirttiği formasyonu altı üyeye ayırmıştır. Yazar, bölgenin diğer birlikleri ile tektonik dokanaklı

olan ve kendine özgü kaya türü ve stratigrafi özellikleri ile diğer birliklerden ayrılan bu kalın karbonat istifin tek başına bir tektono-stratigrafik birim oluşturduğunu belirtmektedir. Çökelme süresince ortam koşullarında önemli değişiklik ve kesiklikler göstermediğinden, geniş bir zaman aralığını kapsamasına karşın, tek bir kaya stratigrafi birimi (Munzur Kireçtaşı) adı altında adlandırılmıştır. Munzur kireçtaşlarının, Keban Birliği'ne ait Senoniyen yaşlı Kemaliye formasyonu üzerine (muhtemelen Geç Kampaniyen-Alt Maastrihtiyen zaman aralığında) tektonik olarak yerleştiğini belirtmiştir.

Araştırmacı, Ovacık Birliği'nin ise; Permiyen, Triyas, Jura ve Kretase yaşlı bloklar içeren Eriç ofiyolitli karışığı ile onu transgresif olarak örten Maastrihtiyen yaşlı, başlıca kumtaşı, miltaşı ve şeyl ardalanmasından oluşan çakıltaşı, kireçtaşı ara tabakalı Çolaklar formasyonu ve en üstte de Maastrihtiyen+Paleosen yaşlı resifal kireçtaşlarından oluşan Arıkaya kireçtaşı biriminden meydana geldiğini belirtmektedir.

Özgül (1981), Keban Birliği'ne ait Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen yaşlı Kemaliye formasyonunda da hafif bir metamorfizmanın görüldüğüne dikkat çekerek, birliğin metamorfizma yaşının Erken Maastrihtiyen olabileceğini belirtmektedir. Özgül'e göre (2000, sözlü görüşme), Munzur kireçtaşlarının metamorfizması ve deformasyonu, Keban Birliği'nin metamorfizması ve deformasyonu ile aynı yaştadır (Geç Kretase).

Kipman (1976,1981), Keban civarında yaptığı çalışmalarda, Keban metamorfitlerini yaşlıdan gence doğru; mermer, rekristalize kireçtaşı-kalkşist ve metakonglomera–kalkfillit şeklinde üç ayrı formasyona ayırmıştır. Rekristalize kireçtaşı –kalkşist formasyonunda ilk defa fosil bularak, birime Permiyen yaşını vermiştir. Araştırmacı, mermerlerin yaşının Permo-Karbonifer, metakonglomera–kalkfillit formasyonunun yaşının da Triyas olduğunu belirtmiştir. Bu metamorfik topluluğun bölgesel metamorfizma yaşının ise Jura-Erken Kretase olabileceğini ileri sürmüştür.

Balçık ve diğerleri (1978), Keban metamorfitlerini, rejyonal ve kontak metamorfitler olarak ikiye ayırmışlardır. Rejyonal metamorfitleri alttan üste doğru; Nimri formasyonu, Keban mermeri ve Delimehmet formasyonu şeklinde sıralamışlardır. Nimri formasyonunun en altında görülen siyah renkli, dolomitik karakterli, kriptokristalen özellikteki Arapgir kireçtaşı üyesi ile bu formasyonunun ince bantlar halinde grafit ve serizit içeren beyaz-sarı renkli kalkşistleri arasında hem

yanal hem de düşey doğrultuda geçişler olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, kalkşistler içerisinde izlenen dolomitik karakterdeki, kriptokristalen kireçtaşı seviyeleri "Nimri kireçtaşı üyesi" olarak adlandırılmış ve bu üyenin, güneye doğru siyahlaşarak tabakalanmasının belirginleştiğinden sözedilmişdir. Keban mermerinin, Nimri formasyonu üzerinde uyumsuz olarak durduğunu da belirtmişlerdir. Delimehmet formasyonunun ise, tabanda metakonglomera ile başlayıp üste doğru kalkfillitlere geçiş gösterdiğinden sözederek, taban çakıltaşlarının arazide devamlı izlenememesinin nedenini, çakıltaşının genellikle hareketli olan çökelme ortamının çukur yerlerini doldurmasıyla açıklamışlardır. Kötü boylanmış ve eliptik olan bu çakılların Arapkir kireçtaşı, Keban mermeri ve az olarak da Nimri formasyonunun kırıntılarından oluştuğunu belirtmişlerdir. Mağmatik kayalarla kontak oluşturan saf karbonatlı kayaların rekristalize olup, şeker dokulu mermerleri oluştururken killi karbonatlı kayaların ise skarn minerallerini oluşturduklarını ifade etmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar, Hersiniyen orojenezinin Platin fazı ile hem Üst şistlerin (Delimehmet Formasyonu) oluştuğunu, hem de doğrultuları KD-GB olan kıvrımların meydana geldiğinden söz etmişlerdir.

Perinçek (1980), Palu (Elazığ) yakınındaki metamorfik kayaları, Bitlis metamorfitlerine dahil ederek yaptığı çalışmasında, metabazalt ve metadiyabazdan oluşan mağma kayalarının, Geç Triyas (Noriyen) yaşlı sedimenter istiflerle birincil ilişkili ve yaşıt olduğunu saptamıştır. Bu sedimenter istifin ise kristalize kireçtaşı, mermer, silisleşmiş şeyl, radyolarit, radyolaryalı sileksit, serizit-klorit şist, glokofanşist, metakuvarsit ve metatüfler ile temsil edildiğini belirterek metabazalt ile girik bulunan kristalize kireçtaşlarında Megalodont fosillerini bulmuştur. Yazar, bu çalışma ile Bitlis metamorfitlerinde ilk kez Geç Triyas yaşlı, volkanik katkılı sedimenter bir istifin varlığını kesin olarak ortaya koymuştur. Noriyen yaşlı bu istifin oluşumunu ise, Arabistan kıtası ile Anadolu kıtası arasındaki okyanusun Geç Triyas'ta açılmaya başlamasıyla ilişkilendirerek, riftleşme olayının başlangıcında gelişen blok faylanma ile oluşmuş derin bir çanağın içinde çökeldiğini belirtmiştir.

Yazgan (1981, 1983, 1984), Pütürge-Malatya-Elazığ-Baskil ve Keban dolaylarında yaptığı araştırmalarda, bölgenin jeotektonik evrimini, levha tektoniği kuramı kapsamında yorumlamaya çalışmıştır. Araştırmacı, bölgede kuzeyden güneye doğru, biri Geç Kretase'de Yüksekova Karmaşığını; diğeri Orta Eosen'de Maden

Karmaşığını meydana getiren iki aktif kıta kenarının etkin olduğunu ileri sürmüştür. Araştırmacı, bölgede güneyden kuzeye doğru üst üste Pütürge, Elazığ ve Keban–Malatya naplarının varlığını kabul etmektedir.

Bingöl (1982, 1984, 1988), Elazığ-Pertek–Kovancılar arasında yaptığı araştırmalarda, Yüksekova Karmaşığı'na ait mağmatik kayaçların petrografik özeliklerini inceleyerek, bu kayaçların bulunduğu jeotektonik ortamı açıklamaya çalışmıştır. Araştırmacı toleyitik ve kalkalkalen kayaçlardan oluşan birimin, kuzeye doğru bir yitim zonunda kısmen okyanusal kabuk, kısmen de kıta kenarı üzerinde gelişmiş yay mağmatizması ürünleri olduğunu belirtmiştir.

Bingöl ve Aydoğdu (1994), Dutluköy (Baskil-Elazığ) çevresinde yüzeyleyen Elazığ mağmatitlerinin; diyorit, tonalit, granodiyorit, monzodiyorit, kuvars monzodiyorit ve granitten; yüzey kayaçlarının ise bazaltik andezit, andezit ve dasit lav akıntıları ile andezitik piroklastitlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar Elazığ mağmatitlerini, Geç Kretase başlangıcından itibaren kuzeye doğru dalan bir levhanın üzerinde gelişmiş ada yayı malzemesi şeklinde yorumlayarak, Guleman ofiyolitlerinin batıdaki uzantısı olarak kabul ettikleri Kömürhan metaofiyolitlerinin metamorfizmasına neden olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Hempton ve Savcı (1982), Sivrice–Elazığ arasında yaptıkları çalışmada Yüksekova Karmaşığı'nın ensimatik bir ada yayı ürünü olduğu görüşünü savunmuşlardır.

Turan ve Bingöl (1991), Elazığ çevresinde yüzeyleyen Geç Kretase yaşlı mağmatitleri, Yüksekova Karmaşığı adı altında inceleyerek bunların, gabrodan granite kadar değişen derinlik kayaçları; bazalt, andezit ve piroklastitlerden oluşan yüzey kayaçlarıyla volkano-tortulları içerdiğini belirterek, bunların kısmen okyanus kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişmiş yay mağmatizması ürünleri olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Turan (1984), Baskil- Aydınlar (Elazığ) civarında yaptığı araştırmada, Keban metamorfitlerinin mermer ve rekristalize kireçtaşlarıyla temsil olunan, düşük derecede metamorfize olmuş platform tipi karbonatlardan oluştuğunu belirtmiştir. Otokton ve allokton tip olarak iki konumda bulunan metamorfitlerin, olasılıkla Jura-Erken Kretase arasında metamorfizmaya uğradığını ifade etmiştir. Araştırmacı, çalışma sahasında gözlenen Senoniyen yaşlı Yüksekova Karmaşığı için, tümüyle aktif bir kıta kenarında, fazla kalın olmayan kıtasal kabuk ile kısmen de okyanus kabuğu üzerinde meydana

gelen ve adayayı ürünlerini içerdiğini ve bu karmaşığın, Neotetis'in güney kolunun kapanmasıyla oluştuğunu ileri sürmüştür. Bölgede Hersiniyen ve Alpin dağ oluşum hareketlerinin etken olduğunu, jeolojik süreç içerisinde en büyük basınç doğrultusunun da yaklaşık KB-GD doğrultusunda çalıştığını belirterek, bunun Arabistan levhasının, yaklaşık K-G doğrultusunda kuzeye doğru bağıl hareketinden kaynaklandığını söylemiştir.

Asutay (1985, 1988), Baskil, Keban yörelerinde yaptığı çalışmalarda Keban metamorfitlerini, kontak ve rejyonal olmak üzere ikiye ayırarak, kontak metamorfizma zonlarının Baskil graniti ile Keban metamorfitlerinin arasında geliştiğini belirtmiştir. Düşük dereceli metamorfizmanın (yeşilşist) kuvars-albit-klorit subfasiyesinde olduğunu belirttiği Keban metamorfitlerinin, ilksel kayacının da karbonatlı kumtaşı olabileceğini ileri sürmüştür. Üst şistlerin içinde yaygın metabazik türde kayaların varlığından bahsederek, ince taneli kayaçlarla iri taneli (metakonglomeralar) kayaçların ardalanmasıyla oluşan bu birimi, aktif kıta kenarlarının karakteristik birimlerinden olan, "vahşi fliş" olarak tanımlamıştır. Yazar, Baskil granitinin kıta kenarı mağmatizmasının özelliklerini sergilediğini savunarak, bunların büyük bir olasılıkla Arap platformu ile Keban levhası arasında var olan bir okyanus kabuğunun kuzeye doğru, Keban levhasının altına dalmasıyla geliştiğini varsaymaktadır. Bu meyanda siyenitlerden oluşan Keban mağmatitlerini ise, Baskil mağmatitlerinin derinlik kayaçları içinde, en son yerleşen kuvars monzonitlerin, daha kuzeydeki uzantıları şeklinde yorumlamıştır. Araştırmacı, Keban metamorfitlerindeki büyük asimetrik kıvrımların kıvrım eksenleri ile Baskil graniti içinde yerleşmiş olan diyabaz dayklarının yönlerinin (KKD) birbirine uyumlu olduğundan yola çıkarak, Keban karbonatlarının metamorfizmasının, büyük bir olasılıkla Turoniyen-Alt Maastrihtiyen zaman aralığında, Baskil granitleriyle ilişkili olarak gerçekleştiği kanısına varmıştır.

Yazar, Keban metamorfitlerinin, özellikle bölgenin en aktif yapısal hareketlerine sahne olan Miyosen'de kırılarak, daha genç birimlerin üzerine itildiğini belirtmektedir. Kuşçular formasyonu ve Kırkgeçit formasyonlarında da detaylı çalışmalar yapan araştırmacı, Kuşçular formasyonunu Orta Paleosen (Tanesiyen) yaşlı alüvyon yelpazesi olarak yorumlarken, Kırkgeçit formasyonunun ise Orta Eosen–Orta Oligosen yaşlı, fliş fasiyesinde gelişen bir birim olduğunu belirtmiştir.

Hanelçi (1991, 1996), Keban metamorfitlerinin alttan üste doğru; kalkşist ve serizitli–klorit şistlerden oluştuğundan sözederek kalkşist üyesinin, kalkşistlerle yanal ve düşey yönde geçişler gösteren gözenekli kireçtaşı, dolomit, laminalı kireçtaşı ve tabakalı kristalize kireçtaşlarından oluştuğunu belirtmiştir. Serizit-klorit şistlerin de kalkşist üyesi ile yanal ve düşey yönde geçişli olduğunu belirterek, serizit-klorit şistlerin içindeki metatürbiditlerin ve Permo-Karbonifer öncesi yaşlı olistolitlerin varlığından sözetmiştir.

Yılmaz ve diğerleri (1992), Keban (Elazığ) kurşun-çinko cevherleşmelerinin kökeni ile ilişkili olarak mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar yaparak buradaki cevherleşmeye, Permiyen yaşlı birimlerin içindeki metadiyabazların neden olabileceğine dikkat çekmişlerdir. Araştırmacılar, bu çalışmada Keban metamorfitlerinin de alttan üste doğru; Nimri formasyonu, Keban mermeri ve Delimehmet formasyonu şeklinde dizildiğini kabul etmişlerdir.

Sağıroğlu (1992), Pertek-Demürek (Tunceli) civarında yaptığı çalışmada kuvarslı diyorit sokulumunun, Keban metamorfitlerinin Yüksekova karmaşığı üzerine bindirmesinden sonra gelişip bu iki birimi de kestiğini belirtmiştir.

Aksoy (1993), Elazığ'ın yakın çevresinde yaptığı çalışmada, burada yüzeylenen mermerlerin, Permo-Triyas yaşlı Keban metamorfitlerine ait olup, bunların allokton konumlu olduklarından bahsetmiştir. Araştırmacı, Keban metamorfitlerinin Geç Kretase sonrasında güneye doğru sürüklenip Yüksekova karmaşığı üzerine bindirdiğini belirterek bu bindirme örtüsünün daha sonraki tektonik olaylarla aşınıp parçalandığını ve geriye bugünkü yüksek tepeleri oluşturan kliplerin kaldığını ileri sürmüştür. Yazar, bu bindirmeyi oluşturan basınç gerilmesinin doğrultusunun yaklaşık KB-GD olduğunu belirterek, bu doğrultunun bölgenin tektonik evrimiyle uyumlu olduğunu savunmuştur.

Kürüm (1987), Keban ilçe merkezi civarında yaptığı çalışmada Keban metamorfitlerinin; Permo-Karbonifer yaşlı mermer, Permiyen yaşlı kalkşist ve Triyas yaşlı kalkfillitlerden oluştuğunu kabul ederek Jura-Geç Kretase'de de metamorfize olduklarından sözetmiştir. Bununla birlikte mermerlerin doğudan batıya doğru itilerek hem kalkşistlere (Keban ilçesi yakını) bindirdiğini, hem de çalışma alanının doğusunda, batıdan doğuya doğru bindirdiğini belirtmektedir.

Akgül (1987), Keban yöresinde yaptığı çalışmada Permo-Triyas yaşlı olduğunu kabul ettiği Keban metamorfitlerini yaşlıdan gence doğru; rekristalize kireçtaşı-kalkşist,

mermer ve metakonglomera-kalkfillit olmak üzere üç formasyona ayırarak; metakonglomera-kalkfillit formasyonunun mermerler üzerinde uyumsuz olarak durduğunu kabul etmiştir. Keban metamorfitlerini oluşturan birimlerdeki mineral topluluğunun, esas olarak, kalsit+kuvars+serizit+grafit+klorit+albit' den oluştuğunu belirterek bu mineral topluluğunun, yeşilşist fasiyesinin düşük derecelerinde geliştiğinden sözetmiştir. Metamorfizmaya ise, Keban biriminin güneyinde bulunan okyanusun, Geç Kretase'deki kuzeye doğru dalmaya başlaması olayının neden olduğu kanısına varmıştır.

Akgül ve Bingöl (1997), Piran Köyü (Keban) çevresinde yapmış oldukları çalışmada Keban metamorfitlerinin, kalkfillit ve mermerlerden meydana geldiğini belirtmişlerdir. Mermer litolojisindeki birim ile Elazığ mağmatitlerinin diyorit grubu kayaçları arasındaki dokanağın intrüzif olduğundan ve bu dokanak boyunca her iki birim içerisinde skarnlaşmanın meydana geldiğinden sözetmişlerdir. Metamorfitlerin en üstündeki kalkfillit formasyonunun ise Elazığ mağmatitlerini tektonik olarak üzerlediğini savunmuşlardır.

Araştırmacılar, Elazığ magmatitlerinin gabro, diyorit, tonalit ve granodiyorit bileşimli derinlik; mikrotonalit, aplit ve lamprofir bileşimli yarı derinlik; bazalt, bazaltik andezit, andezit ve dasit bileşimli yüzey kayaçlarıyla temsil edildiğini belirterek, magmatik kayaçların birbirini izleyen üç farklı evrede yerleştiklerini ileri sürmüşlerdir. Buna göre birinci evrede; bazik plütonik ve volkanik kayaçlar, ikinci evrede; asit plütonik ve volkanik kayaçlar, üçüncü evrede ise; artık mağmadan türeyen aplit ve lamprofirlerin oluştuğundan sözederek, çalışma alanındaki mağmatik kayaçların düşük–K toleyit karakterli ada yayı mağmatizması ürünleri olduğunu belirtmiştir.

Çelebi (1997), Keban (Elazığ) batı fırat gümüşlü mangan cevherlerini jeokimyasal açıdan inceleyerek bunların eksalatif sedimanter yataklar şeklinde oluştuğunu savunmuştur. İnceleme alanındaki Keban metamorfitlerinin Permo-Karbonifer yaşlı olduğundan da sözederek bunları mermer, kalkşist ve kloritşistler şeklinde ayırmıştır.

2. STRATİGRAFİ VE PETROGRAFİ

Çalışma alanı, Paleozoyik-Mesozoyik'e ait karbonatlı epimetamorfik kayaçlar ile bunları yer yer örten Tersiyer ve Kuvaterner çökellerinden meydana gelmiştir. Bu kayaçları siyenomonzonitik, siyenitik karakterdeki mağmatik damarlar keser (Şekil 2.1, şekil 2.2, şekil 2.3 ve şekil 2.4).

Keban, Torid tektonik kuşağının Doğu Toroslar kesiminde yer alır ve bu kuşağa özgü jeolojik özellikler gösterir.

İnceleme alanındaki en yaşlı birim, Permo-Triyas yaşlı Keban metamorfitleridir. Çalışma alanının doğusunda Geç Triyas-Geç Kretase yaşlı Munzur kireçtaşları görülmektedir. Birim Keban metamorfitleri üzerinde tektonik, Elazığ mağmatitlerinin Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi ile intrüzif dokanaklı olarak durmaktadır.

Yine çalışma alanının doğusunda gözlenen Elazığ magmatitleri, Santoniyen-Kampaniyen yaşlı olup Keban Metamorfitleri ile tektonik dokanaklıdır.

Elazığ mağmatitlerinin üzerinde ise Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen yaşlı Sağdıçlar formasyonu uyumlu olarak durmaktadır. Geç Kretase-Paleosen yaşlı Keban mağmatitleri, kendinden yaşlı bütün birimleri kesmiştir.

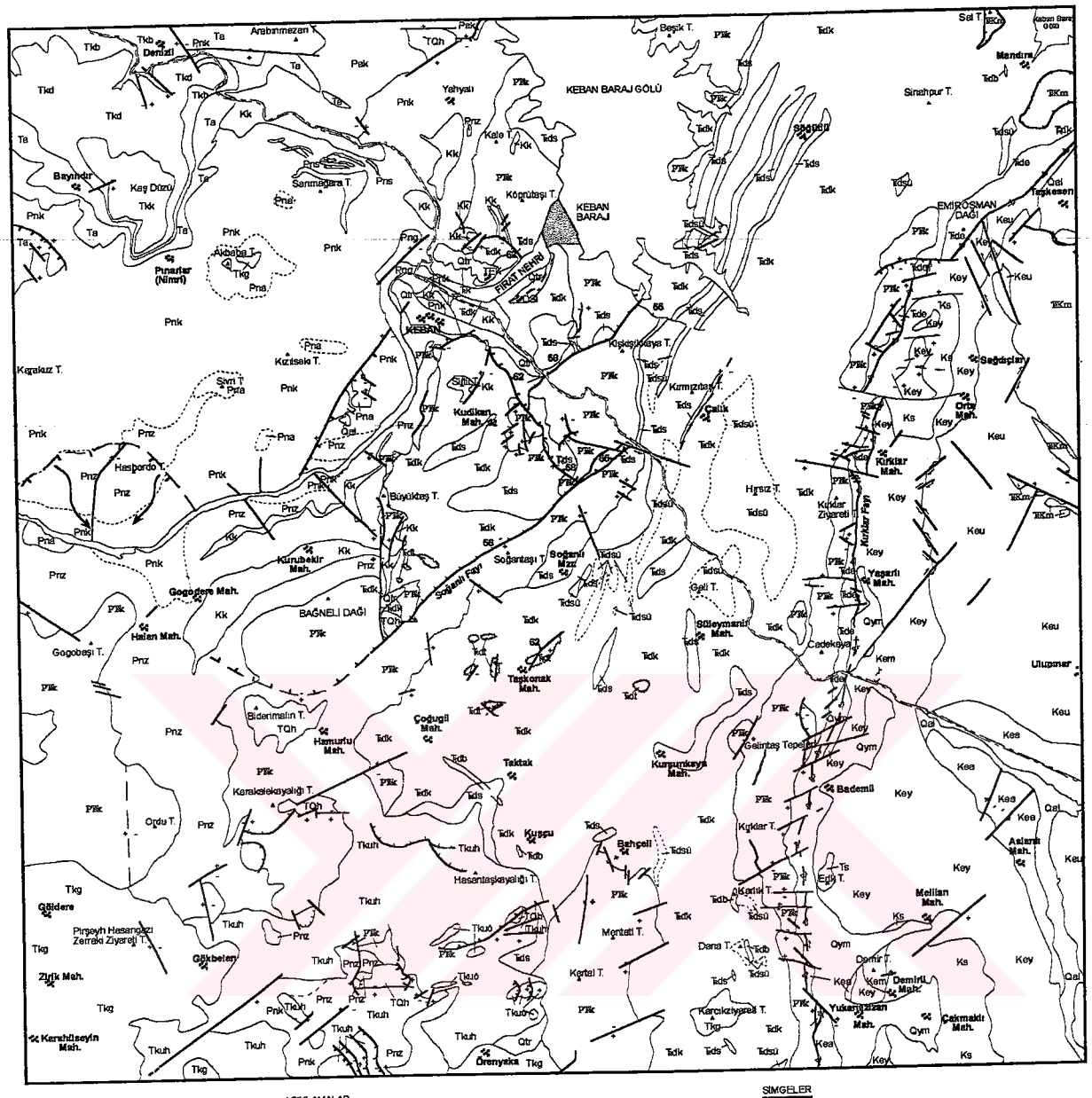
Keban Metamorfitleri üzerinde yer alan örtü kayaları ise yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanmaktadır: Alüvyal yelpaze karakterinde gelişmiş olan Alt Paleosen yaşlı Kuşçular formasyonu, Tanesiyen-Lütesiyen yaşlı Seske formasyonu, Lütesiyen-Geç Oligosen yaşlı Kırkgeçit formasyonu, Akitaniyen yaşlı Alibonca formasyonu, Geç Miyosen yaşlı Karabakır formasyonu, Pliyo-Kuvaterner (?) yaşlı Hamurlu formasyonu ve taraça-yamaç molozu-alüvyonlardan oluşan güncel çökellerdir.

2.1. Keban Metamorfitleri (Permo-Triyas)

Keban metamorfitleri, ilk defa Özgül (1976) tarafından adlandırılarak Alanya Birliği'ne dahil edilmiştir.

Keban metamorfik kayaçları, başlıca bölgesel metamorfizma ürünlerinden oluşmuştur. Kontak metamorfik kayaç toplulukları, Keban metamorfitlerinin, Keban magmatitleri

KEBAN (ELAZIĞ) CİVARININ JEOLOJİ HARİTASI



AÇIKLAMALAR

Qal	Alüvyon	KUVATERNER
Qym	Yamaç molozu	
Qtr	Teraça	
TQh	Hamurlu formasyonu - PLİYO-KUVATERNER	
Tkk	Kaşdüzü gölsel kireçtaşı üyesi	ÜST MİYOSEN
Tkd	Denizli çakıltaşı üyesi	
Tkb	Bayındır tüf üyesi	
Ta	Alibonca Formasyonu - AKİTANİYEN	
Tkg	Kırkgeçit Formasyonu - LÜTESİYEN - ÜST OLİGOSEN	
Ts	Seske Formasyonu -TANESİYEN - LÜTESİYEN	
Tkuö	Örenyaka masif kristalize kireçtaşı üyesi	ALT PALEOSEN
Tkuh	Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesi	
Kk	Keban Mağmatitleri - ÜST KRETASE - PALEOSEN	
Ks	Sağdıçlar Formasyonu - ÜST KAMPANİYEN - ALT MAASTRİHTİYEN	
Kem	Melilan dasit üyesi	SANTONİYEN - KAMPANİYEN
Kea	Aslanlı tonalit üyesi	
Key	Yaşarlı bazalt üyesi	
Keu	Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi	

KEBAN METAMORFİTLERİ

tkm	Murizur kireçtaşları - ÜST TRİYAS - ÜST KRETASE	
Tdb	Bahçeli metadiyabazı	DELİMEHMET FORMASYONU
Tdsü	Süleymanlı kristalize kireçtaşı üyesi	
Tds	Emirosmandağı kalkşist üyesi	ÜST TRİYAS
Tdt	Taşkonak olistolitleri	
Tdk	Kudiken filit, klorit-serizit şist üyesi	
Tds	Söğütlü metakonglomera üyesi	
Pzk	Keban mermeri - PERMO-TRİYAS	
Pna	Akbabatepe masif dolomitik kireçtaşı üyesi	NİMRİ FORMASYONU
Pns	Sarımağaratepe kristalize kireçtaşı üyesi	ÜST PERMİYEN
Pnz	Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşı üyesi	
Png	Gözenekli kristalize kireçtaşı üyesi	
Pnk	Kalkşist üyesi	
Pak	Arapgir rekristalize kireçtaşları - ALT PERMİYEN	

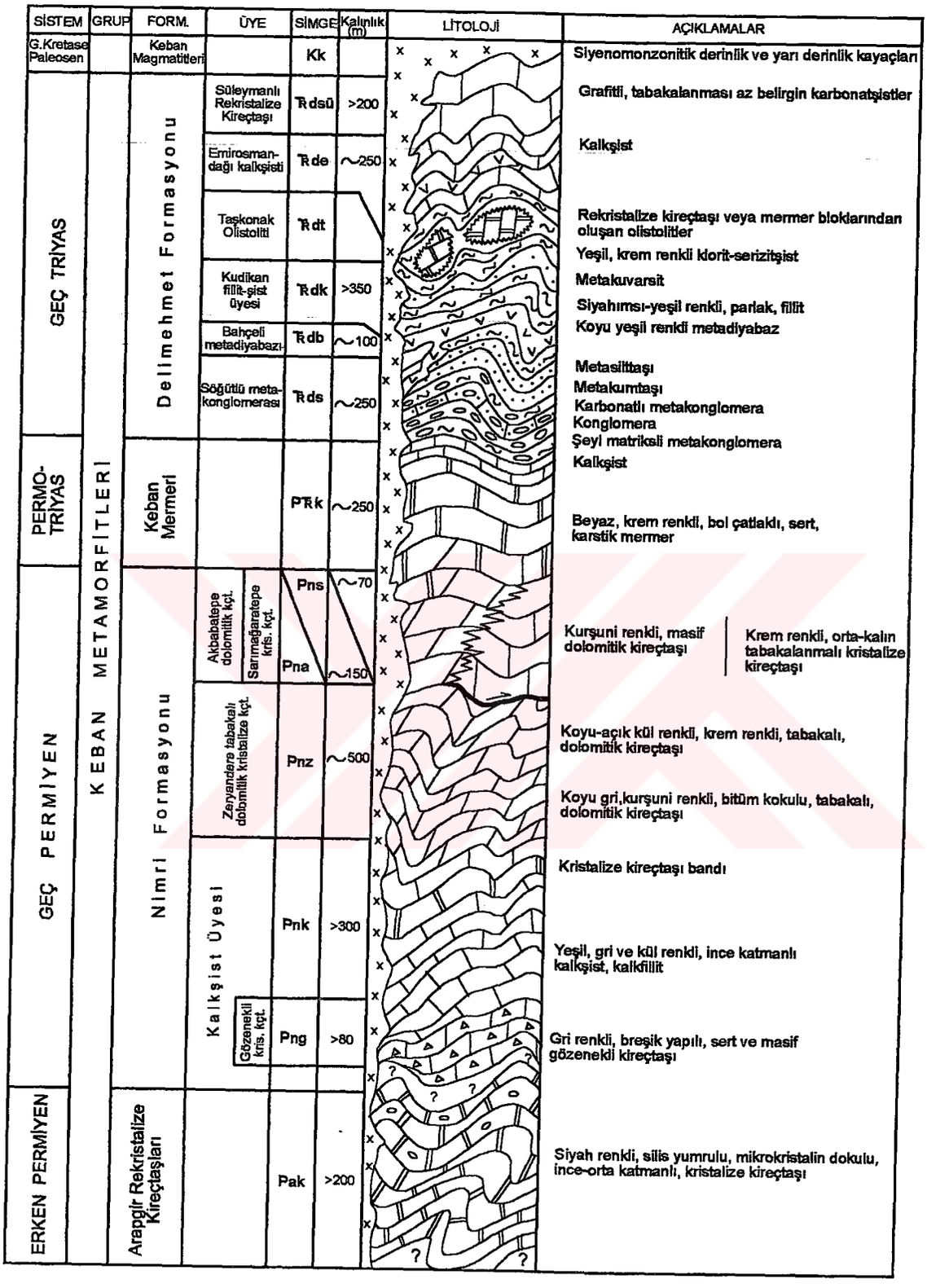
SİMGELER

- Formasyon sınırı
- Doğrultu atımlı fay
- Yüksek açılı ters fay bileşeni olan, doğrultu atımlı fay
- Eğim atımlı normal fay
- Düşey fay
- Bindirme fayı
- Olasılı bindirme fayı
- Örtülü fay
- Geçişli sınır
- Olistolit sınırı
- Tektonik dokunak
- Olasılı fay
- Heyelan
- Yerleşim yeri
- Kuru ve sulu dere
- Tepe

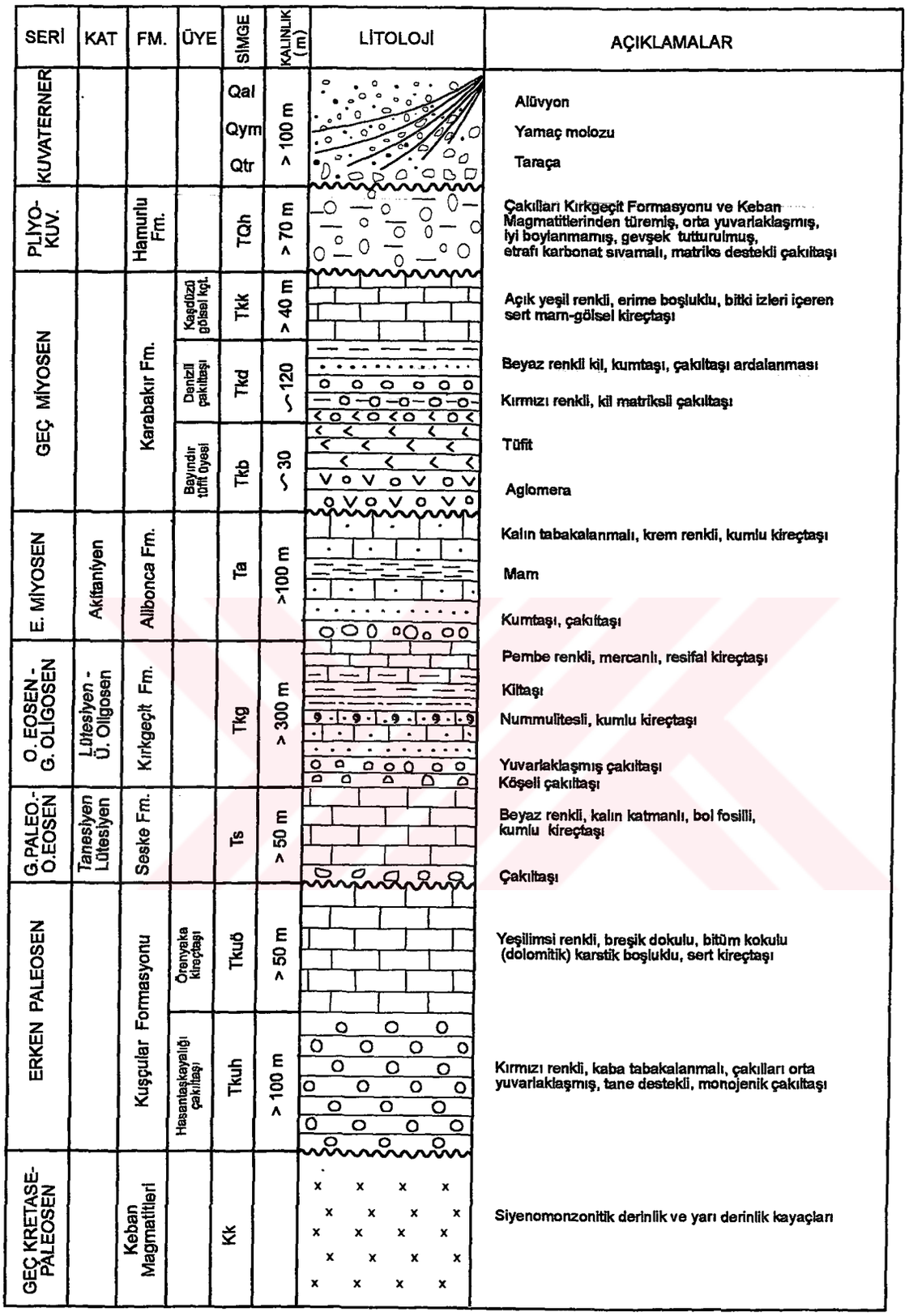
K

0 500 1000 m

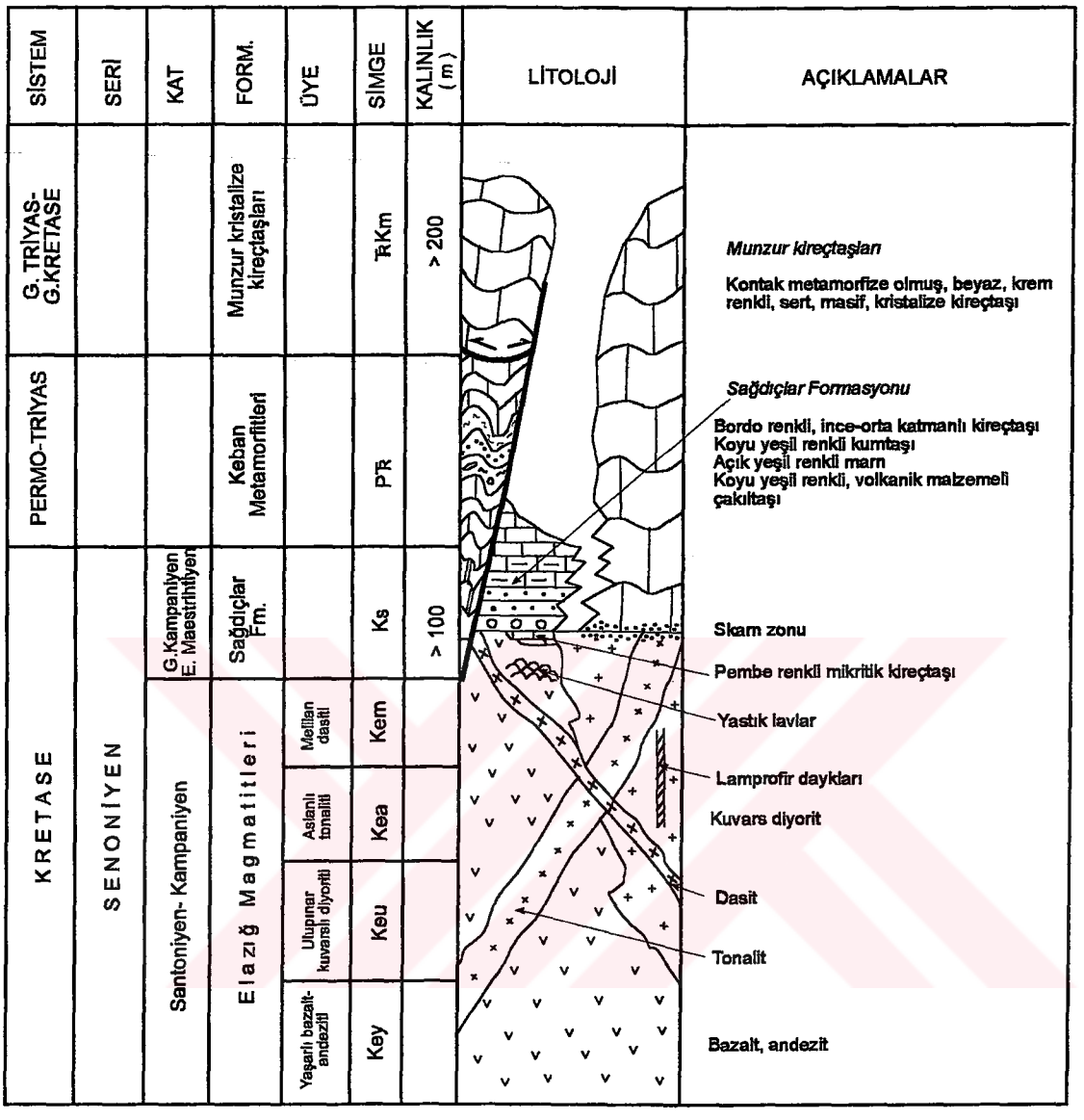
Şekil 2.1. İnceleme alanının 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası



Şekil 2.2. Keban metamorfitlerinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz)



Şekil 2.3. İnceleme alanındaki örtü kayaçlarının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz)



Şekil 2.4. İnceleme alanının doğusundaki kısmının genelleştirilmiş tektono-stratigrafik kesiti (ölçeksiz).

ve Elazığ magmatitlerine ait derinlik ve yarı derinlik kayaçları ile dokanak oluşturduğu alanlarda gözlenir. Keban metamorfitleri formasyon mertebesinde dört birime ayrılmıştır. Stratigrafik olarak birbiriyle uyumlu olan bu formasyonlar yaşlıdan gence doğru sırasıyla; Erken Permiyen yaşlı Arapgir rekristalize kireçtaşları, Geç Permiyen yaşlı Nimri formasyonu, Permo-Triyas yaşlı Keban mermeri ve Geç Triyas yaşlı Delimehmet formasyonundan oluşmaktadır.

2.1.1. Arapgir Rekristalize Kireçtaşları (Erken Permiyen, Pak)

Keban Metamorfitleri'nin en tabanında yer alır. Üzerinde bulunan Nimri formasyonunun kalkşist üyesine çok keskin ve uyumlu bir geçiş yapar (Foto.2.1). İnceleme alanının KB'sında yüzeyleyen birim, batıya ve kuzeye doğru genişleyerek yayılır. Ayrıca, inceleme alanının GB'sındaki Gogo derenin Fırat nehri ile birleşme yerine çok yakın bir yerde vadi tabanında, Nimri formasyonunun kalkşist üyesinin altında, çok küçük bir alanda yüzeyleyen, çatlakları kalsit dolgulu, siyah renkli rekristalize kireçtaşlarının da Arapgir rekristalize kireçtaşlarına ait olduğu tahmin edilmektedir. Belirgin bir tabakalanma sunan bu birimde, tabakalanma ile klivaj düzlemleri birbirine pareleldir (Foto.2.2). Saybaşı sırtının GB yamacında KKD-GGB doğrultulu küçük kıvrım eksenleri (F1, F2) gelişmiştir ki, bunların senklinallere karşılık gelenleri Karamağara dereye ulaşan küçük dereleri oluşturur (EK-3). Siyah renkli, bu mikrokristalin özellik sunan bu rekristalize kireçtaşları, kuvarsit yumruları da içermektedir.

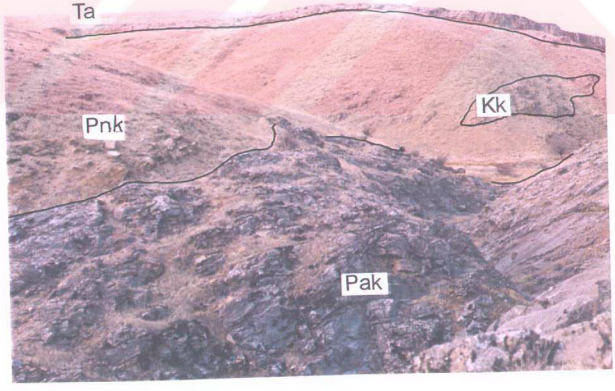


Foto 2.1. Arapgir rekristalize kireçtaşları (Pak) ile Nimri Formasyonunun kalkşist üyesi (Pnk) ve Alibonca Formasyonu (Ta) arasındaki stratigrafik ilişki. Arabınmezarı T.'nin yaklaşık 800 m. G-GB'sı. Bakış yönü G'den K'e doğrudur.

Mikroskop altında, tabakalanmaya paralel çok iyi klivaj gösteren kayaç, mikrokristalin özelliktedir. Kayaç tamamen kalsitten oluşmuştur (Foto.2.3).

Arapgir rekristalize kireçtaşlarında fosil bulunamamıştır. Bu nedenle de birime yaş verecek kesin bir veri yoktur. Ancak, üzerinde uyumlu olarak bulunan Nimri formasyonunun yaşı Geç Permiyen olduğundan göreceli olarak bu birimin yaşı Erken Permiyen kabul edilebilir.



Foto 2.2. Arapgir rekristalize kireçtaşlarının yakından görünüşü. Arabınmezarı T.'nin yaklaşık 800 m. G'i. Bakış yönü G'den K'e doğrudur.

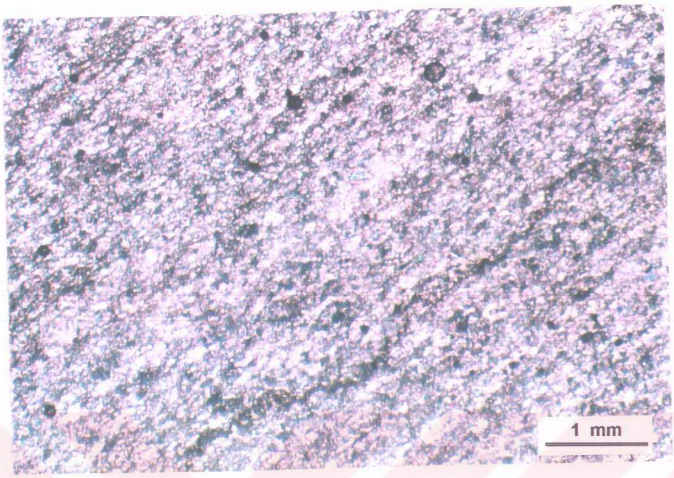


Foto 2.3. Arapgir rekristalize kireçtaşlarının mikroskop altındaki görüntüsü. Ç.N. x32.

2.1.2. Nimri Formasyonu (Geç Permiyen)

Arapgir rekristalize kireçtaşlarının üzerinde uyumlu olarak duran Nimri formasyonu başlıca 5 üyeye ayrılmıştır. İnceleme alanının batısında, geniş alanlarda yüzeylemeler sunar. Nimri formasyonu; Fırat nehrinin batısında, Nimri ve Yahyalı köyleri ile Sarımağara T., Akbaba T., Kızılseki T., Sivri T. ve Hasbordo T.'lerinin Fırat nehrine bakan doğu yamaçlarında yüzeylerken, Fırat nehrinin doğusunda ise, nehre paralel bir şekilde GB'ya doğru genişleyerek devam eder. Ayrıca Gogo dere boyunca güneye doğru yaklaşık 10 km. kadar izlenir.

Kipman (1976), başlıca kireçtaşı-dolomitik kireçtaşı arakatkılı mikaşist ve kalkşistlerden oluşan bu birimi üyelere ayırmaksızın, kristalize kireçtaşı-kalkşist formasyonu olarak tanımlamış ve tabakalı dolomitik kireçtaşlarının yoğun olarak gözlendiği Zeryan derede *Glomospira, Ammodiscus* ve *Hemigordius* gibi fosil türlerini tanımladığını belirtmiştir.

2.1.2.1. Gözenekli Kireçtaşı Üyesi (Png)

Fırat nehri üzerindeki Keban köprüsünün batısında yüzeyleyen bu birim, güneye doğru Fırat nehrine paralel olarak yaklaşık 1 km. kadar uzanmaktadır. Birim, karşı tarafta da (Fırat nehrinin doğusu), KD-GB doğrultulu düşey bir faydan dolayı nehir seviyesinde, kalkşistlerin altında küçük bir alanda yüzlek vermektedir (EK-1, Foto 2.4).

Kalkşist üyesinin altında görülen birim, kirli beyaz, sarımsı bej renkli, masif, breşik yapılı, çok sert ve gözenekli bir yapı sunar (Foto.2.5). Gözenekli kireçtaşlarıyla kalkşistlerin kontağına yakın kesimlerinde jipsli seviyeler bulunmaktadır (Ek-1). Gözenekli kireçtaşlarının da bünyesinde muhtemelen daha önceden var olan jipsler, Fırat nehrinin suları tarafından eritilerek ortamdan uzaklaştırılmıştır. Sonuçta jipslerin bıraktığı boşluklar, kireçtaşlarına gözenekli bir yapı kazandırmıştır. İnceleme alanının KB'sında, kalkşistlerin altında yüzeyliyen Arapkir kireçtaşlarıyla litolojik bir benzerliği yoktur. Arapgir rekristalize kireçtaşlarıyla gözenekli kireçtaşları arasındaki stratigrafik ilişki, beraber görülmedikleri için anlaşılamamıştır.

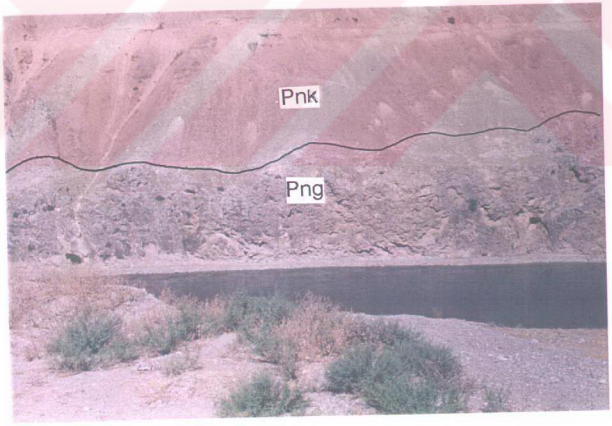


Foto 2.4. Gözenekli kireçtaşı üyesinin, Fırat nehri batı yamacındaki uzaktan görünüşü. Bakış yönü D' dan B' ya doğrudur.



Foto 2.5. Gözenekli kireçtaşlarının yakından görünüşü.

Mikroskop altında da gözenekli yapısı görülen birimin, gözeneklerinin cidarlarında ikincil kalsitler oluşmuştur. Tamamen kalsitten oluşan kayacın kalsitleri, mikroskopta ayırt edilemeyecek kadar küçük, mikrokristalin özelliktedir (Foto.2.6).

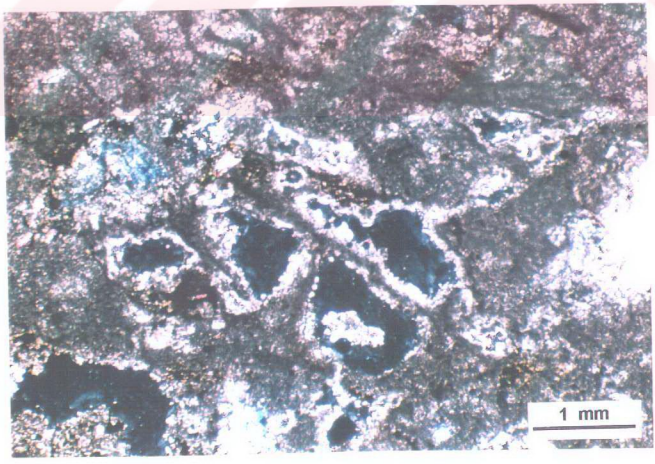


Foto 2.6. Gözenekli kireçtaşlarının mikroskopik görüntüsü (Ç.N. x 32 büyütmeli).

2.1.2.2. Kalkşist Üyesi (Pnk)

Fırat Nehri'nin batı tarafında oldukça geniş yüzeylemeler vermektedir. Özellikle Akbaba T.'nin alt seviyeleri tamamen bu kayaçlardan meydana gelmiştir. Fırat nehrinin doğu tarafında ise Asker T. ile Cezaevi Üstü T. arasında ve Keban dere ağzından güneye doğru Fırat nehri boyunca uzanarak Kurubekir mahallesi ve Gogodere mahallesi yakınlarında oldukça geniş bir alanda yüzeylenirler (Foto.2.7).

Üye, düşük derecede yeşilşist fasiyesinde metamorfize olmuş kalkşistler ile rekristalize kireçtaşı bant ve merceklerinin ardalanmasından oluşur. Kalkşist beyaz ve sarımsı, klorit ve grafit içeriğine bağlı olarak grimsi yeşil renkli, sert, dayanımlı ve bol çatlaklıdır.

Birim, çok belirgin bir şistozite sunar. İlksel tabakalanma izlenebilir ve genellikle şistoziteye paraleldir. Birimin üst seviyelerine doğru dolomitleşme artmaktadır (Foto.2.8).

Yapılan petrografik incelemelerde görülen mineral parajenezleri :

Kalsit + muskovit + kuvars + klorit + grafit + albit

şeklindedir. Genellikle granolepidoblastik dokuda gelişmiş olan kalkşistlerdeki kalsit kristallerinde deformasyon lamelleri ve şistozite yönünde uzama gözlenmektedir.

Keban ilçe merkezinin KB'sındaki Asker tepesinin güney yamacından alınan örneğin mikroskopik incelemesi sonucu kayacı oluşturan minerallerin çokluk sırasına göre ;

kalsit + serizit + grafit + albit + epidot + klorit + zonlu granat + fedspat

minerallerinden oluştuğu ve kayacın granolepidoblastik doku gösteren kalkşist/kalkfillit olduğu tesbit edilmiştir (Foto 2.9). Buradaki kalsitler, pretektonik konumlu, yaklaşık eş boy taneli ve poligonal dokuludurlar. Kalsitlerin birbirleriyle olan sınırlarındaki açıları yaklaşık 120° civarındadır. Kristaller uzun eksenleri boyunca şistoziteye paralel olarak dizilmişlerdir.

Grafitler, şistozite düzlemlerine paralel, opak saçaklar halinde ve genellikle serizitlerle birlikte kalsit seviyelerinin arasında bulunmaktadırlar. Serizit kristalleri iki farklı durumda gözlenmektedir. Bunların çoğunluğu grafitlerle birlikte şistozite düzlemi içerisinde yer alırken, diğer bir kısmı da plajiyoklasların bozuşmaları ile bunların içerisinde ikincil mineral halindedirler.

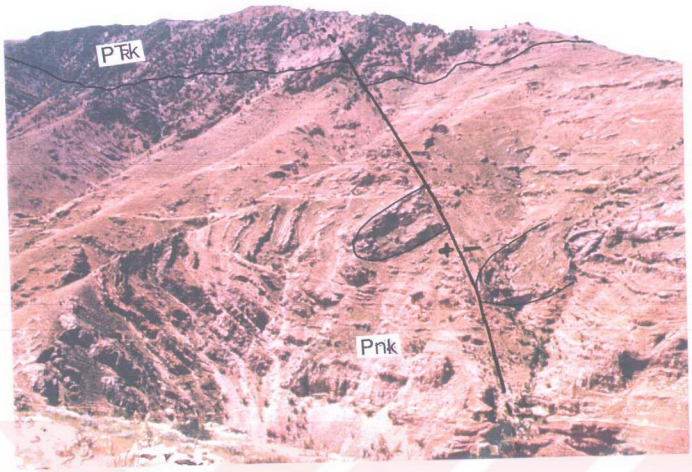


Foto 2.7. Gogodere mahallesindeki yatık izoklinal kıvrımlı kalkşistlerin (Pnk) uzaktan görünüşü. Bakış K' den G' e doğrudur. Üstteki birim Keban mermeridir (PTRk).



Foto 2.8. Hasbordo T.'nin doğu yamacının alt seviyelerinde gözlenen kalkşist üyesinin (Pnk) üste doğru Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşı üyesine (Pnz) tedrici geçişi. Bakış B' ya doğrudur.

Plajiyoklaslar, kalsit taneleri arasında olup, hem karlsbat hem de albit-karlsbat karışık ikizi göstermektedirler. Sönme açılarının düşük olması, anortit oranlarının düşük olduğunu ve türlerinin de albit olabileceğini gösterir. Plajiyoklaslarda oluşan alterasyon sonucu serizitler gelişmiştir. Çoğunluğu öz şekilsiz bir kısmı da yarı öz şekillidir.

Epidotlar, çift nikolde birinci sıranın canlı renklerini gösteren özşekilsiz küçük kristaller halinde olup, tek nikolde çok açık yeşil pleokroizma gösterirler. Bunlar daha çok serizit ve grafit düzeylerinde görülmektedirler. Kloritler, çift nikolde kızıl kahve, gri renklidir. Tek nikolde yeşil renkli pleokroizma gösterirler.

Granatlar, yarı öz şekilli porfiroblastlar şeklinde olup, şistozite düzlemlerini keser durumdadırlar. Herhangi bir deformasyon izi taşımazlar. Şistozite düzlemleriyle uyumsuz oluşları bunların post tektonik olduğunu göstermektedir. Kuvars kristalleri de şistozite yönünde uzamışlardır. Bu üyenin ilksel kayacı olarak karbonatlı kumtaşı düşünülebilir. Parajenez itibariyle düşük dereceli metamorfizmanın kuvars-albit-klorit subfasiyesindedirler (Winkler,1979).

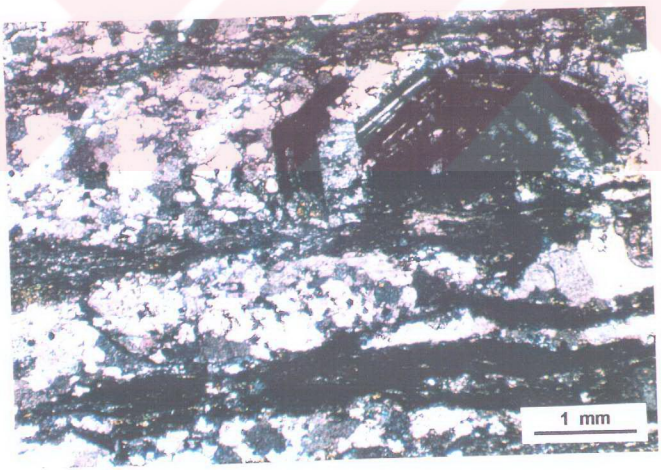


Foto 2.9. Kalkşistlerin mikroskoptaki görünümü (Ç.N. x 32 büyütmeli). Örnek, Keban ilçe merkezinin KB'sındaki tepeden (Asker tepesinin güney yamacından) alınmıştır. Ç.N. x32

2.1.2.3. Zeryandere Tabakalı Dolomitik Kireçtaşı Üyesi (Pnz)

İnceleme alanının batı ve güney batısındaki alanlarda yaygın olarak yüzeylenmektedir. Birim en iyi gözlendiği yerler Fırat nehrinin doğu ve güneyinde; Zeryan derenin Fırat nehrine yakın kısımları (yani Kurubekir mahallesinin KD'su ile Büyüktaş T.'nin batısı) ile Gogodere ve Halan mahallelerinin olduğu yerlerden Gökbelen köyünün yakınlarına kadar Gogo dere vadisi boyunca yüzeylenirler. Fırat nehrinin batısında ise Hasbordo T. ve Sivri T. civarlarında görünürler (Ek-1, Foto.2.10). Birim, inceleme alanında kuzeyden güneye doğru daha yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Şöyle ki, inceleme alanının kuzeyindeki Yahyalı köyü civarında küçük bir alanda, fazla kalın olmayan bir yüzeyleme sunarken, inceleme alanının güneyindeki Zeryandere dolaylarında çok yaygın ve kalın istifler sunmaktadır.

Koyu ve açık kül renkli, sarı ve bej renklerde görülüp, tabakalanma belirgindir. Bu birimin koyu ve açık kül renkli olan tabakalı kireçtaşları mikritik özellikte olup, mikroskop altında kristalleri ayırt edilememektedir. Bu mikritik özelliğinden dolayı birimin kıvrım eksen bölgelerinde, kıvrım eksen düzlemine paralel bir şekilde çok iyi eksen düzlemi klivajları (S2, S3) gelişmiştir. Bu klivajların aralıkları 2-3 cm den 15-20 cm ye kadar değişmektedir. Çekiçle vurulduğunda dolomitlere özgü bir bitüm kokusu çıkarmaları ve küp küp kırılma özellikleriyle arazide kolayca tanınırlar. Sarı ve bej renkli olanlarda ise kristaller belirgin olup, kül renkli olanlara nazaran daha sert yapılıdırlar.

Bazen, inkompotent özellikteki metapelitler de bu birimin kireçtaşlarıyla ara seviyeli olarak bulunabilmektedirler (Foto 2.10). Buradaki fotoğrafa dikkatle bakıldığında, dolomitik kireçtaşı tabakalarında klivajlanma ile tabaka düzlemi arasındaki açı yaklaşık 50° iken, metapelitlerde bu açı 30° ye düşmektedir. Bu klivaj kırınımı veya sapması olayında; kompotent özellik gösteren birimlerde klivajla tabakalanma arasındaki açı herzaman inkompotent özellik gösteren birimlerdekine göre daha yüksektir. Fotoğrafta görülen birimlerin tabakalanma-klivaj ilişkilerine bakılarak tabakaların normal olduğu, yani devrik veya ters dönmemiş olduğu söylenebilir.



Foto 2.10. Gogo dere içerisinde görülen tabakalı kristalize kireçtaşlarının yakından görünüşü. Halan Mahallesinin yaklaşık 1km. kadar kuzeyi. Bakış B'dan D'ya doğrudur.

2.1.2.4. Sarımağaratepe Kristalize Kireçtaşı Üyesi (Pns)

Bu birimin en iyi yüzeylediği yer, inceleme alanının KB'sındaki Sarımağara T.'nin doğu ve kuzey yamaçlarıdır (Ek-1). Sarı, bej renklerde görülen birim çok kalın tabakanmalı olup yaklaşık 1-2 m. kadar kalınlıktadır. Kristalize-rekristalize kireçtaşından oluşan birim, kalkşistlerin en üst seviyelerinde bulunmakta ve kenarlara doğru incelen mercek şeklinde bir geometri sunmaktadır. Çekiçle vurulduğunda az da olsa bitüm kokusu çıkmaktadır. Bu birim her yerde çökelmemiş olup, muhtemelen altında bulunan Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşlarıyla, üstünde bulunan Akbabatepe masif dolomitik kireçtaşları arasındaki geçişi temsil eder.

Mikroskopik olarak tamamen kalsitten oluşmuş olan bu rekristalize kireçtaşları, deformasyon lamelleri içeren granoblastik izogranüler ve heterogranüler dokularda görülebilmektedirler (Foto 2.11).

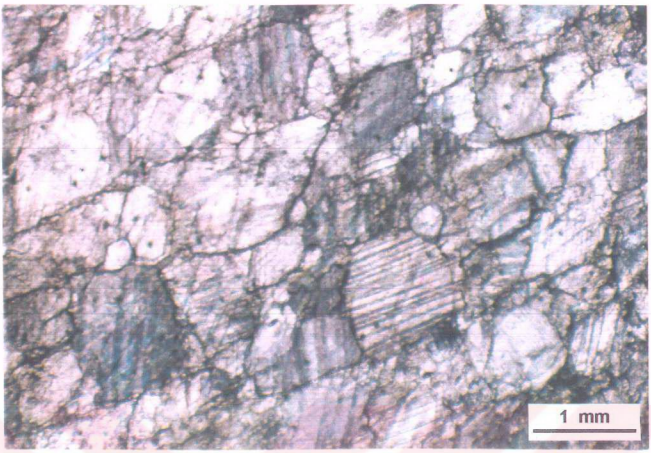


Foto 2.11. Sarımağaratepe kristalize kireçtaşlarının mikroskopik görüntüsü. (Ç.N. x 32).

2.1.2.5. Akbabatepe Masif Dolomitik Kristalize Kireçtaşı Üyesi (Pna)

Çalışma alanının batısında yeralan Akbaba T., Kızılseki T., Sivri T., Bağneli Dağı, Gogobaşı T. ve Ordu T. civarlarında gözlenir. Nimri formasyonunun en üst seviyesini oluşturan birim açık-koyu kurşuni renkli, masif ve dolomitik bir bileşime sahiptir. Foto 2.4 ve Foto 2.5' te görülen tepelerin en üst kısımları bu birimden oluşmaktadır.

Bu birim mikroskopik olarak, kalsit ve dolomitten oluşmakta ve kristalleri mikroskopta seçilemeyecek kadar küçük olup mikrokristalin bir özellik arzetmektedir. Ayrıca herhangi bir klivaj da görülmemektedir (Foto 2.12.).

Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları, düşey yönde tedrici olarak Akbabatepe masif dolomitik kireçtaşlarına geçmektedir. Tedrici geçişin en iyi gözlendiği yerlerden biri de Akbaba tepedir. Tepenin zirvesinde birim tamamen masif bir özellik kazanır. Bu durum, masif kesimin çökeldiği dönemdeki ortamın çok sakin ve oldukça duraylı olduğu göstermektedir.

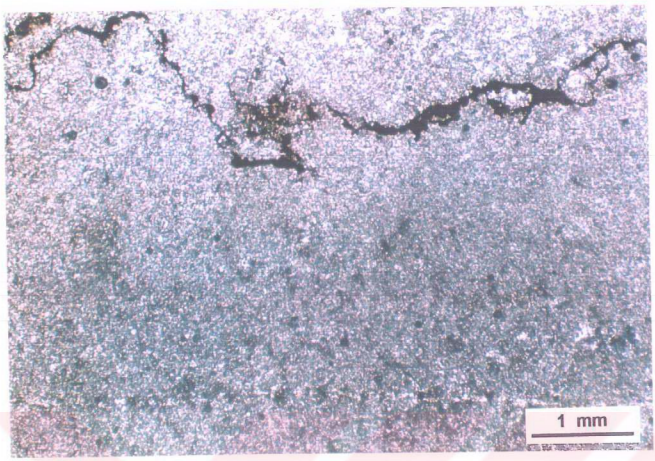


Foto 2.12. Akbabatepe dolomitik kireçtaşı üyesinin mikroskop görüntüsü (Ç.N. x 32).

Nimri formasyonundan alınan örneklerde herhangi bir fosil bulunamamıştır. Ancak, Kipman (1976,1981) Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları içerisinde *Glomospira, Ammodiscus* ve *Hemigordius* gibi fosil türlerini tesbit ederek, formasyonun yaşını Geç Permiyen olarak vermiştir.

Nimri formasyonu, Özgül'ün (1981), inceleme bölgesine yakın bir alanda yaptığı çalışmalarda, Keban Birliği'ne ait Balkırı grubunun en yaşlı birimi olarak tanımladığı Yoncayolu formasyonuyla litojik, stratigrafik ve petrografik olarak benzeşmektedir. Yazar, Keban bölgesine göre daha az metamorfik olan Yoncayolu formasyonunda da fosil bulamamış, ancak bu formasyonun, üzerinde uyumlu olarak bulunan Permiyen yaşlı Çay Deresi kireçtaşı birimine göre Permiyen yada daha yaşlı olabileceğini belirtmiştir.

Nimri Formasyonu, Göncüoğlu ve Turhan'ın (1984), Bitlis metamorfitlerinde yaptıkları çalışmada Mutki Grubu'nun bir formasyonu olarak ayırtladıkları Geç Permiyen yaşlı Malato kireçtaşlarıyla da litolojik, stratigrafik ve petrografik bir benzerlik gösterdiğinden, bu birimle de deneştirilebilir.

Yılmaz ve diğerleri (1992), Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı içerisinde Bitlis, Pötürge masifleri ile Keban, Malatya, Engizek, Binboğa metamorfitleri olarak

bilinen metamorfik toplulukların, litolojik ve stratigrafik olarak birbirlerine benzediğini, bu nedenle de bu masiflerin hepsinin, aslında büyük bir metamorfik birliğin parçaları olduğunu belirterek, bunların Geç Kretase-Erken Miyosen aralığındaki tektonik ve jeolojik olaylarla birbirinden ayrıldıklarını savunmuşlardır. Ayrıca, Güneydoğu Anadolu'daki bu metamorfik birliklerden Bitlis, Pötürge ve Engizek masiflerinin, Arap platformuna daha yakın konumda ve orojenik kuşağın güney cephesinde bulunurken Malatya, Keban ve Binboğa metamorfitlerinin ise daha kuzeyde bulunan yaklaşık doğu-batı gidişli kuşak boyunca mostra verdiklerini de belirtmişlerdir.

Araştırmacılar tarafından stratigrafik ve litolojik benzerlikleri belgelenen, bu metamorfik birlikler arasında deneştirmeler yapılabilir.

Buna göre, Nimri formasyonunun yaşı Geç Permiyen olarak kabul edilebilir.

2.1.3. **Keban Mermeri** (Permo-Triyas, PTRk)

Keban mermeri, inceleme alanında daha çok Fırat nehrinin doğusunda yüzeylenmektedir. Fırat nehrinin batısında, sadece Yahyalı köyünün yaklaşık 1km kadar doğusunda bulunan Kale T.'de gözlenirken; Fırat nehrinin doğusunda ise Keban ilçe merkezinin 1-2 km kadar doğusundaki Kişkişikkaya T., Söğütlü mahallesinin yaklaşık 1km kadar KB'sındaki Beşik T., ile Zeytinli T., Soğantaşı T., Karakalekayalığı T., Bağneli Dağı, Gogobaşı T., Ordu T., Kartal T. ile çalışma alanının doğu kısmında da kuzey-güney doğrultulu olarak kuzeyden güneye doğru sırasıyla; Kırklarziyareti T., Cadekaya T., Gelintaş T., Kırklar T. ve Siftil T.'nin batısında, olmak üzere çok geniş bir alanda yüzeylemektedir. Topografik olarak en yüksek yerleri oluşturmuşlardır. Keban Baraj aksı da bu birimin üzerine inşa edilmiştir. Keban mermeri adlandırması, ilk defa EİEİ jeologları (1972) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada da aynı isim benimsenmiştir.

Keban mermeri dış yüzeyi açık gri, taze kırık yüzeyi beyaz renkli, sert, dayanımlı, çatlaklı ve masif bir yapıya sahiptir (Foto 2.13). Ayrıca, bu mermerlerin en belirgin özelliklerinden biri de soğansı ayrışmaya benzer şekilde katman katman ayrılmasıdır. Muhtemelen bu yüzeyler pek belirgin olmayan tabakalanma düzlemlerine karşılık gelmektedir. Yine bu birimde, çok yoğun bir karstlaşmadan dolayı büyük mağaralar gelişmiştir. Mermerlerde gelişmiş olan bu karstik boşluklar içinde, yer yer kırmızı renkli, kıvrım eksenleri yaklaşık K-G doğrultulu olarak kıvrımlanmış, karbonatlı

çamurtaşları mevcuttur. Söz konusu kıvrımlı karbonatlı çamurtaşları, karstik boşluklar içinde sonradan oluşmuştur. Bu oluşuklar Geç Kretase'de, Erken Alpin orojeneziyle ilişkili kıvrımlanma hareketlerinin ilki olan D1 birinci deformasyon fazı ile K-G doğrultulu kıvrım eksenleri oluşturacak şekilde, D-B doğrultusunda sıkıştırılarak kıvrımlanmışlardır.



Foto 2.13. Keban mermerlerinin karşıdan görünüşü. Zeytinli tepenin GD yamacı. Bakış yönü D'dan B'ya doğrudur.

Keban mermeri, Nimri formasyonu üzerinde uyumlu olarak durmaktadır. Bu durum, en iyi Zeryan derenin Bağneli Dağı ile Büyüktaş tepe arasındaki kesiminde görülebilmektedir (Foto 2.4, şekil 2.5 ve Foto 2.14). Büyüktaş tepenin Zeryan dereye bakan GB yamacında, en üstte bulunan mermerler ile en altta, dere içinde yüzeyleyen koyu kül renkli Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları arasında, alttan üste doğru tedrici bir geçiş vardır. Buradaki tedrici geçiş; alt seviyelerdeki tabakalı, dolomitik, mikritik ve koyu renkli bir özellikten, üst seviyelere doğru masif ve dolomitik olmayan, kristalize ve açık renkli bir özelliğe geçiş şeklindedir. Bu iki birimin geçiş bölgesinde, dolomitik-kristalize kireçtaşları mevcut olup yukarıya doğru kristallenme artmaktadır. Bu özellik Bağneli Dağı'nda da aynı şekilde görülmektedir.

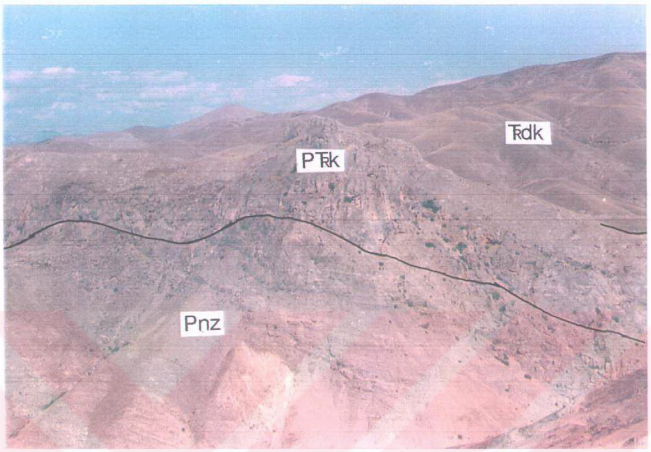
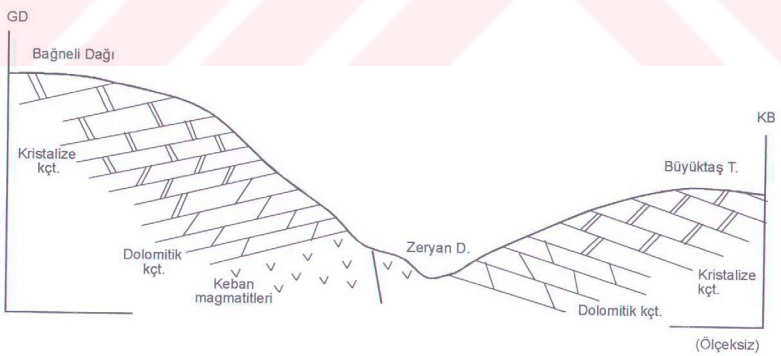


Foto 2.14. Büyüktaş tepenin, Zeryan dereye bakan GB yamacında üstteki Keban mermerleri (PTrk) ile atta bulunan Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları (Pnz) arasındaki stratigrafik ilişkinin görünümü. Bakış GB'dan KD'ya doğrudur.



Şekil 2.5. Keban mermerleri ile Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları arasındaki stratigrafik ilişkiyi gösteren enine kesit

Buna ilave olarak, Büyüktaş tepenin 200-300 m. kadar GD'sundaki Zeryan dere içerisinde yüzeyleyen mermerlerin, taban sınırına yakın kısımlarında, ara seviyeler halinde dolomitik kireçtaşı bantları gözlenmiştir (Foto 2.15). Bu durum, Keban mermerinin Nimri formasyonu üzerinde uyumlu olarak durduğunu ve çökelme sürecindeki devamlılığı belgelemesi açısından önemlidir.

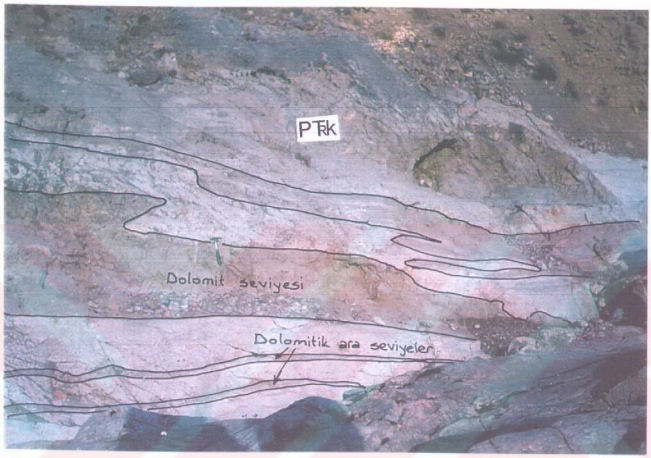


Foto 2.15. Keban mermerlerinin (PTrk) tabanına yakın kısımlardaki dolomit ara seviyelerinin görünümü. Zeryan dere içi, Büyüktaş tepenin güneyi. Bakış G'den K'e doğrudur.

Bununla beraber, buradaki mermerlerin devamı, yaklaşık 3 km kadar kuzeydeki Siftil tepenin Fırat nehrine bakan batı yamacında ise, küçük bir alanda alttaki Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları üzerine sürüklenmiş gibi durmaktadır (Foto 2.16 ve Foto 17). Buna benzer durumlar, inceleme alanının GB'sında bulunan Gogobaşı tepenin, Gogo dereye bakan doğu yamaçlarında ve ayrıca inceleme alanının kuzeyindeki Kale tepede de gözlenmiştir. Söz konusu yerlerdeki, Keban mermerlerinin taban kısımlarında görülen lokal sürüklenmelerin sebep olduğu ezilmiş zonlar, bazı eski çalışmacılar tarafından büyük bir bindirme veya şariyaj zonu olarak değerlendirilmiştir. Keban mermerlerinin, altlarında bulunan Geç Permiyen yaşlı Nimri formasyonuna bindirdiğini ve dolayısıyla Nimri formasyonundan daha yaşlı bir birim (Permo-Karbonifer) olduğunu düşünmelerine sebep olmuştur.

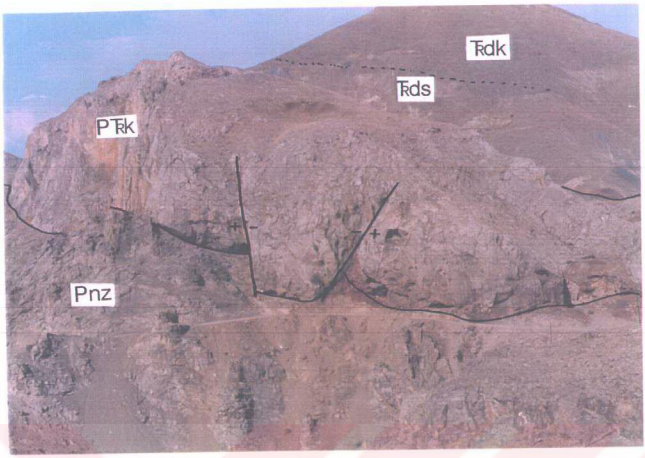


Foto 2.16. Keban mermeri (PTrk) ile altında bulunan Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları (Pnz) arasındaki dokanağın görüntüsü. Siftil tepenin Fırat nehrine bakan batı yamacı. Bakış GB'dan KD'ya doğrudur.

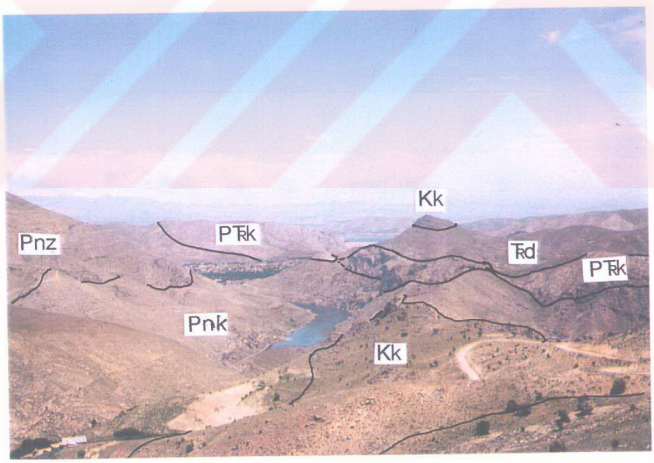
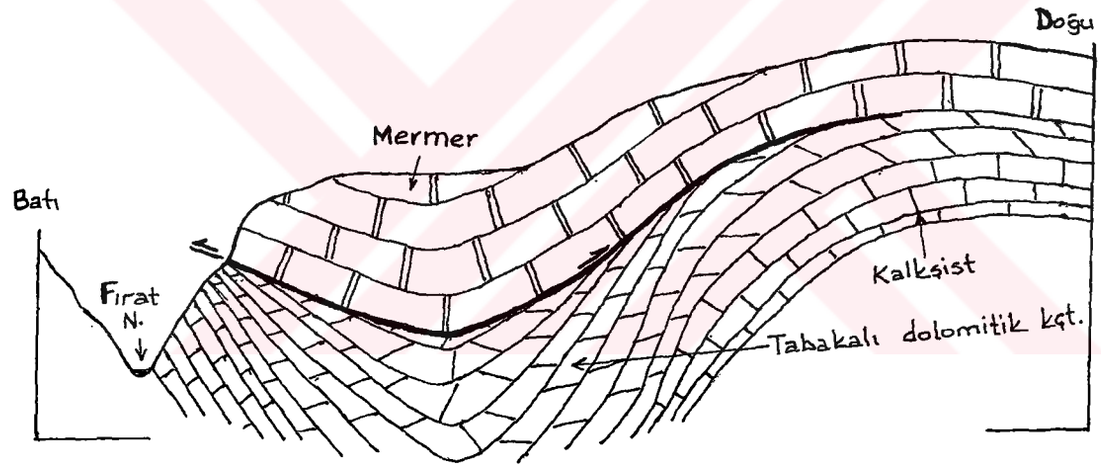


Foto 2.17. Keban mermerinin (PTrk), Keban metamorfitlerinin diğer formasyonlarıyla olan ilişkisinin uzaktan görüntüsü. Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları (Pnz), Keban magmatitleri (Kk), Kalkşist üyesi (Pnk), Delimehmet formasyonu (Trd). Bakış güneyden kuzeye doğrudur.

Buradaki durum aslında, EK-3'te de görülebileceği gibi bir kıvrımlanma olayı ile ilişkilidir. İnceleme alanındaki Keban metamorfitlerinde, yaklaşık KKD-GGB doğrultulu eksen gidişli F1, F2 kıvrımlarının özellikle senklinal kısımlarında görülen bu durum, kıvrımlanma esnasında, birimlerin göstermiş oldukları reolojik farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Yani alttaki birim, ince-orta tabakalanmalı olduğu için kolayca kıvrımlanabilirken, üstteki kalın ve masif mermerler, alttaki birimlerle uyumlu bir şekilde kıvrımlanamamışlardır. Bu nedenle kıvrım eksenlerinde, özellikle de senklinal içlerinde (küvetlerde) mermerler, alttaki Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları üzerinde biraz sürüklenmiştir (Şekil 2.6.).

Keban mermerlerinden alınan örneklerin mikroskopik incelemelerinde, mermerlerin dokusal özelliklerinin homojen olmadığı ve her zaman da mermer özelliğinde bulunmadığı görülmektedir. Yani, rekristalize kireçtaşı veya mermer-rekristalize kireçtaşı geçişini yansıtan özellikler de göstermektedirler.



Şekil 2.6. Keban mermerleri ile altında bulunan Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşlarının birlikte kıvrımlanmasıyla ortaya çıkan tektonik dokanağın şematik kesiti

Mermerlerde dokular düzenli, düzensiz, eş boy taneli-girift ve poligonal şekillerde olabilmektedirler. Bunun nedeni ise; mermerlerin farklı tektonik koşullarda oluşmasıdır. İnceleme alanında tektonik hatlara yakın yerlerde bulunan mermerler, heterogranoblastik dokulu ve kalsitler kristalleri girift bir yapı sunarlar (Foto 2.18). Magmatik intrüzyonların yakınındaki mermerler ise granoblastik dokulu ve eş boy taneli, deformasyon ikizli olup, kalsit kristalleri statik rekristalizasyondan dolayı poligonal bir şekilde gelişmişlerdir (Foto 2.19). Bu iki hattan da uzak kesimlerde

bulunan mermerlerdeki kristaller çok küçük olup, zor ayırt edilebilmektedirler (Foto 2.20).

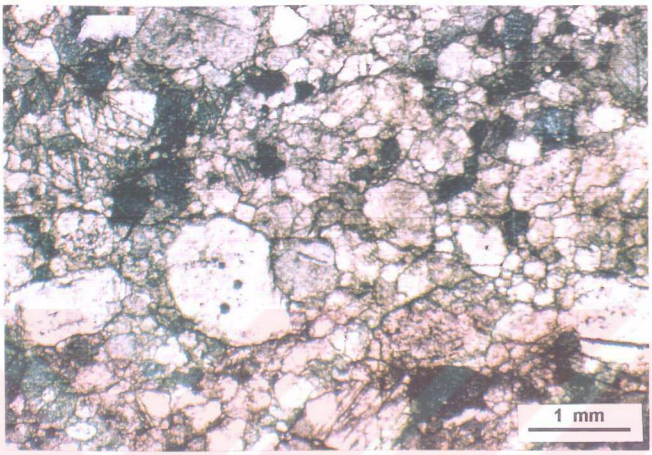


Foto 2.18. İnceleme alanının D'sundaki Cadekaya tepeden alınan Keban mermerlerinin mikroskopik görüntüsü. Ç.N.x32

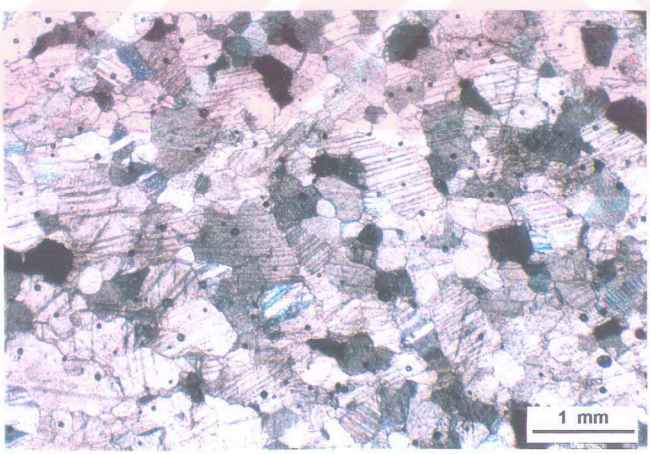


Foto 2.19. Karakalekayalığı tepedeki Keban mermerlerinin mikroskopik görüntüsü. Ç.N. x32

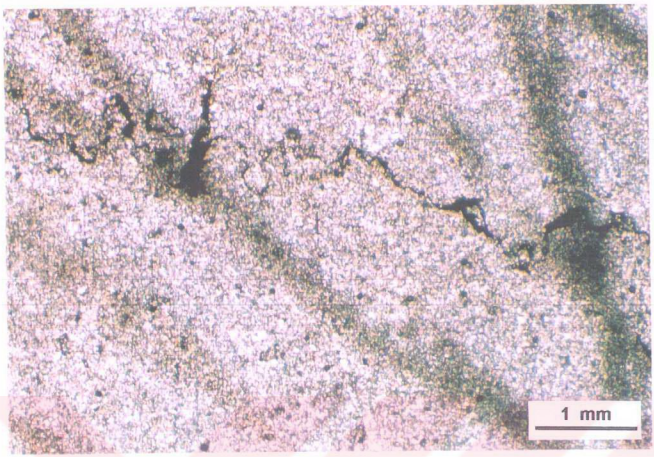
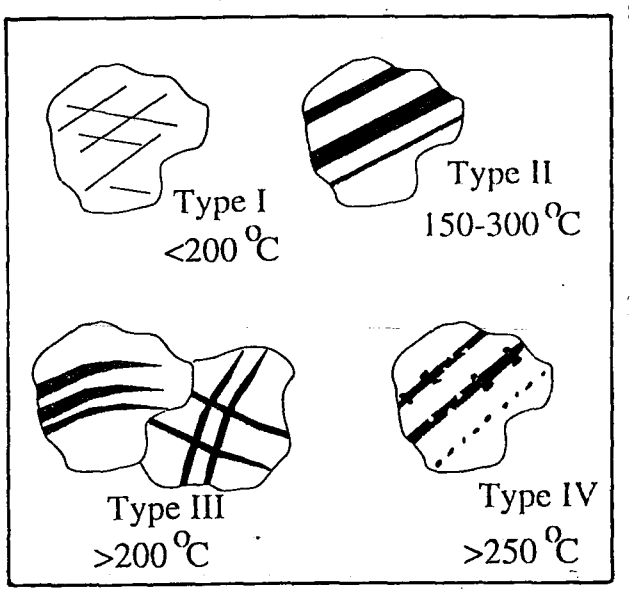


Foto 2.20. Bağneli Dağı'nın Zeryan dereye bakan doğu yamacındaki mermerlerin mikroskopik görüntüsü. Ç.N.x32.

Passchier ve Trouw (1996), dinamik rekristalizasyon ve deformasyon süresince, kalsit tanelerinin düzensiz ve girift bir yapı gösteren bir şekilde büyüdüklerini ve tane sınırlarındaki basıncın (enerjinin) azalmasıyla da tane sınırlarında bir alan küçülmesinin başladığını ve tanelerin poligonal şekle doğru dönüştüğünü belirtmişlerdir. Kalsitlerdeki deformasyon ikizleri, sıcaklığın etkisi sonucunda gelişmişlerdir. Burkhard (1993), kalsitlerde görülen deformasyon ikizlerini dört tipe ayırarak bunların hangi sıcaklık aralığında geliştiklerini belirtmiştir (Şekil 2.7). Bu sınıflamaya göre Keban mermerlerinde tip-1, tip-2 ve tip-3 ikizlenmeleri görülmekte olup, mermerlerin oluşum sıcaklığının 150-300 °C arasında değiştiği söylenebilir.

Ayrıca Keban mermerlerinin, Keban magmatitlerinin siyenit sokulumları ile kesildiği dokanaklarında skarnlaşmalar oluşmuştur. Mermerlerin, skarn zonlarına yakın kesimlerde daha iri kristalli olduğu gözlenmiştir. Keban mermeri, çalışma alanının doğusunda daha bariz olmak üzere, en üst düzeylerinde, düşey yönde tedrici olarak fazla kalın olmayan kalkşistlere geçmektedir.



Şekil 2.7. Farklı sıcaklıklarda gelişen, kalsitlerdeki deformasyon ikizlerinin şematik diyagramı (Burkhard,1993).

Keban mermerlerinde fosil bulunamadığı için, birime kesin yaş verilememiştir. Ancak, üzerinde düşey yönde tedrici geçişli bir şekilde uyumlu durduğu, Geç Permiyen yaşlı Nimri formasyonundan daha yaşlı olamaz. Keban mermerinin üzerine de aynı şekilde, uyumlu olarak Geç Triyas yaşlı Delimehmet formasyonu gelmektedir. Buna göre birimin yaşı; Nimri formasyonunun bir devamı olduğu için Geç Permiyen'in en üstü veya Permiyen-Triyas geçişinde (yani Permo-Triyas'da) çökelmiş olmalıdır. Birimin yaşı bu çalışmada Permo-Triyas olarak benimsenmiştir.

Özgül (1981), inceleme alanının yakın kuzeyinde yaptığı çalışmalarda Keban Birliği'nin bir birimi olarak ayırtladığı Çay Deresi kireçtaşları, çalışma alanımızdaki Keban mermerleriyle aynı litolojik ve stratigrafik özellikleri taşımaktadır. Yazar, bolca *Mizzia* ve fusulinid içeren bu birime Orta-Geç Permiyen yaşını vermiştir. Ayrıca, şelf türü neritik karbonatlardan oluşan ve *Mizzia'* lı (algli) bu birimin sığ, sıcak ve dalga enerjisinin düşük olduğu ortam koşullarında çökeldiğini de belirtmiştir.

2.1.4. Delimehmet Formasyonu. (Geç Triyas)

Bu formasyon çalışma alanında Keban ilçe merkezi, Söğütlü, Mandıra, Süleymanlı, Çalık, Kudikan, Bahçeli ve Kuşçu köyleri ile Taşkonak ve Çoğugil mahallelerinde yüzeylemektedir (EK-1). Keban metamorfitlerinin en üst birimini oluşturur. Formasyon, adını en iyi gözlendiği yer olan Delimehmet deresinden almıştır.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Bu formasyon adı ilk defa EİEİ jeologları (1972) tarafından kullanılmıştır. Bu çalışmada da aynı isim benimsenerek formasyon 6 üyeye ayrılıp incelenmiştir. Bu üyeler, tabandan tavana doğru sırasıyla ; Söğütlü metakonglomera üyesi, Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesi, Taşkonak olistolitleri, Emirosmandağı kalkşist üyesi, Süleymanlı kristalize kireçtaşı üyesi ve Bahçeli metadiyabazıdır (Şekil 2.2). Kırıntılıların hakim olduğu formasyon oldukça kıvrımlı bir yapıya sahiptir. Genellikle, arazide koyu renkli bir görüntü vererek, Keban metamorfitlerinin diğer formasyonlarına göre daha az engebeli bir topografya sunmaktadır.

2.1.4.1. Söğütlü Metakonglomera Üyesi (TRds)

En tipik yüzeylemelerini Söğütlü köyü yakınları, Kudikan mahallesi, Kuşçu köyü, Kişkişikkaya T., Soğanlı mezrası, Çalık köyü, ve Keban ilçe merkezine yakın Bezirgan dere ve DSİ sitesi civarlarında verirler. Metakonglomeralar inceleme alanınında, Söğütlü köyünün kuzeyindeki Gunç tepe ve Gunç dere civarlarından daha kuzeyde (Keban Baraj Gölü'ne kadar olan kesimde) görülmemektedirler (EK-1).

Bu üyenin ismi, EİEİ jeologları (1972) tarafından "Bostanlı konglomerası" olarak verilmiş ve üstlerinde bulunan fillitlerin taban konglomerası şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca, Keban mermerinin üzerinde transgresif olarak bulunduğunu kabul ettikleri birimin yaşının da Paleozoyik olduğunu belirtmişlerdir. Bostanlı konglomerası, adını Söğütlü köyünün 2-3 km batısındaki Bostanlı köyünden almıştır. Ancak, bu köy şimdi Keban Baraj Gölü'nün suları altında kaldığından dolayı bu çalışmada, en iyi gözlendiği yerlerden birisi de Söğütlü köyü olduğu için, birimin bu isim ile adlandırılması uygun görülmüştür.

Söğütlü metakonglomeraları, tabanda her yerde Keban mermeri üzerinde görülmektedir. Çoğulukla, metakonglomeralar doğrudan Keban mermerinin üzerine gelirken bazen de 1-2 m kalınlığında ince bir fillit seviyesinden sonra başlamaktadır. Bu durum Söğütlü köyünün 1 km KB'sındaki Gunç derede net bir şekilde görülmektedir.

Metakonglomera çakıllarının büyük bir bölümü Arapgir rekristalize kireçtaşlarından, az oranda Keban mermerlerinden ve çok az olarak da Nimri formasyonunun içindeki kireçtaşlarından türemişlerdir. Metakonglomeraların çakılları kötü boylanmalıdırlar öyle ki, çakılların çapları 1 mm'den, 15-20 cm'ye kadar

değişebilmektedir. Hatta, Zeytinli tepenin hemen doğusunda birimin çakıllarının çapları 50 cm'ye kadar çıkmaktadır. Yani ince kumdan, blok boyutuna kadar değişen düzensiz bir boylanma sergilerler. Metakonglomeraların çakılları, genellikle deformasyon etkisiyle uzamış ve eliptik biçimler kazanmışlardır (Foto.2.21).

Çakıllar matriks destekli olup, matriks ise klorit-serizitşistlerden oluşmaktadır. Matriksin metapelitik malzemeden oluşması ve daha da önemlisi metakonglomera ve matakumtaşlarının, formasyonunun üst seviyelerinde de ara seviyeler halinde tekrarlanmaları, bu birimin taban konglomerası olamayacağını gösterir. Çünkü bilindiği gibi, metapelitlerin ilksel kayaçları olan çamur veya killer, denizin karalardan uzak olan derin kısımlarında çökelirler. Bu nedenle de matriksi metapelit olan bu konglomeralar, Geç Permiyen sonrasındaki (muhtemelen Geç Triyas'ta) tektonik rejim değişikliğiyle gelişmiş olan, blok faylanmalarla ortamın aniden derinleştiğini gösterir. Fillit ve kloritşistlerin koyu yeşil rengi de, derin deniz fikrini desteklemektedir.



Foto 2.21. Söğütlü metakonglomeralarının yakından görünüşü. Delimehmet deresi.

Birimin kalınlığı ve çakılların tane boyları kuzeybatıdan güneydoğuya doğru gittikçe küçülmektedir. İnceleme alanının batısında iri çakıltaşları hatta bloklarla başlayan ve bir kaç yüz m kalınlığa kadar erişen birim, doğuda ise birkaç m kalınlığındaki metakuvarsitler ile temsil olunmaktadır. Bu metakuvarsitler; Kırklar fayının batı bloğunda kalan Keban metamorfitlerinin, Elazığ magmatitleriyle olan tektonik dokanağında, Sağdıçlar köyünün 1-2 km kadar batısından başlayarak (harita alanının bitimine kadar), yamaç molozları tarafından örtülmemiş kesimlerde çoğu zaman izlenebilmektedir (Foto 2.22).

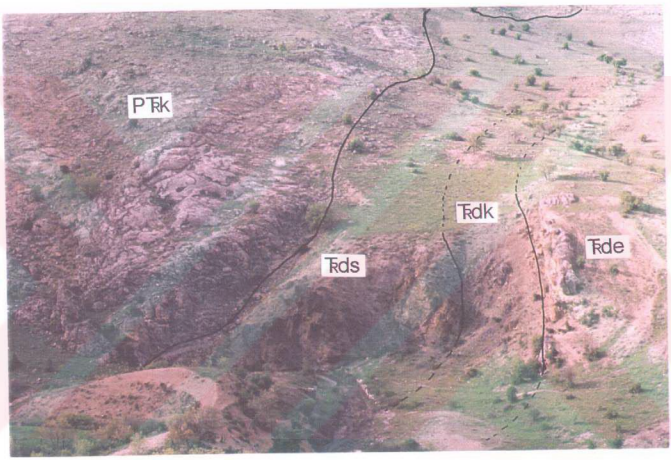


Foto 2.22. Sağdıçlar köyünün 1.5 km batısındaki Delimehmet deresinde, Kırklar fayının sınırına yakın bir yerde metakuvarsitlerin (metakonglomeraların doğudaki uzantıları) görünümü ve diğer birimlerle olan konumu. (PTrk,Keban mermeri; Trds, Söğütlü metakonglomera üyesi; Trdk, Kudikan fillit üyesi; Trde, Emirosmandağı kalkşist üyesi). Bakış G'den K'e doğrudur.

Metakuvarsitler, arazide koyu kahve renkli olup, yapılan petrografik incelemelerinde bunların % 95'ten fazla kuvars içerdikleri ve özşekilsiz oldukları görülmüştür. Tali mineral olarak zirkon ve opak mineraller içermektedir. Granoblastik dokulu olan kayacın tanelerinin, çok az da olsa bir yönlenme gösterdiği izlenmiştir (Foto 2.23).

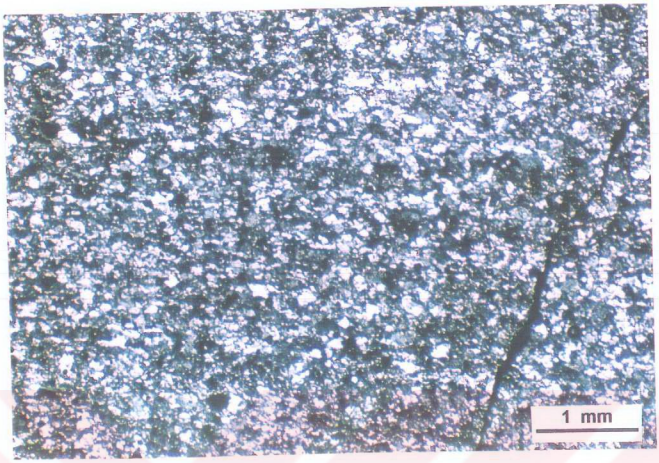
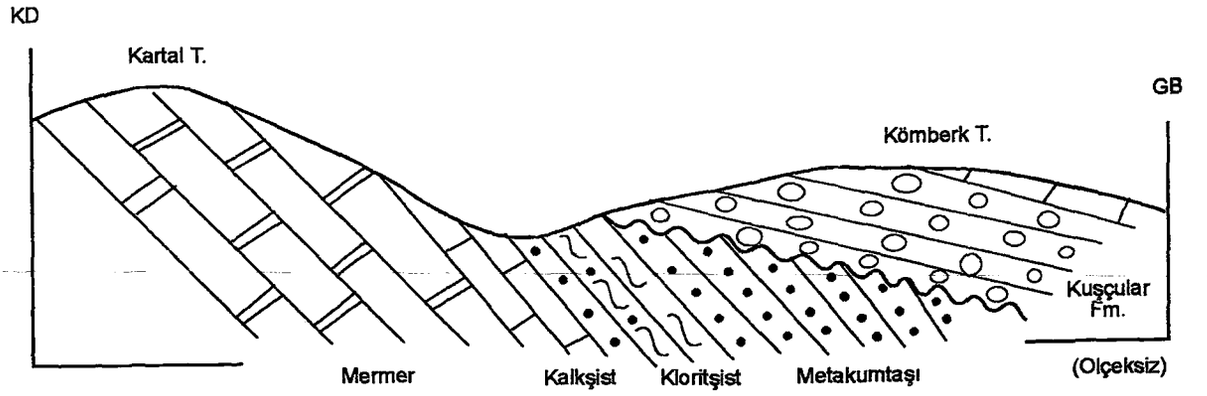


Foto 2.23. Söğütlü metakonglomera üyesi içinde gözlenen metakuvarsitlerin mikroskopik görünümü. Örnek, Cadekaya tepenin 500 m GD'sundaki Keban çayında yüzeylenen Kırklar fayının kontağından alınmıştır. Ç.N. x32

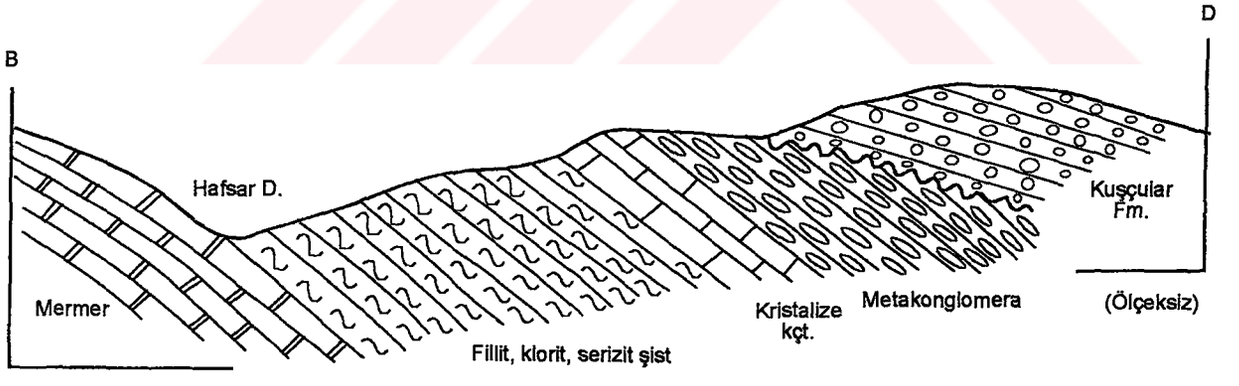
Metakonglomera çakılları şistozite düzlemlerine paralel konumda yassılaşmışlardır. Bunlar genellikle metapelitik matriks içerisinde kenarları ince, merkezine doğru kalınlaşan ince kenarlı bir merceğe benzemektedirler. Uzun eksenlerinin uzanımları yaklaşık KKD-GGB olarak ölçülmüştür. Bu doğrultu bölgeyi etkileyen ve birinci deformasyon fazıyla oluşmuş F1, F2 kıvrımlarıyla ilişkilidir. Ayrıca bu birimin içerisinde ara seviyeler halinde metakumtaşları ve metasilttaşları da gözlenmektedir.

Söğütlü metakonglomera üyesi, Keban mermerlerinin üzerinde yukarıya doğru tedrici geçişli olarak bulunur. Bu durumun en iyi gözlendiği yerlerden birisi inceleme alanının güneyindeki Kartal tepe civarıdır. Burada Keban mermerleri, üst seviyelerinden itibaren (bir çok yerde bu durum gözlenir) düşey yönde tedrici olarak kalkşiste geçmektedir. Kalkşistlerde aynı şekilde Söğütlü metakonglomera üyesinin kloritşistli metakumtaşı birimine geçmektedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Keban mermerleri ile Söğütlü metakonglomera üyesi arasındaki stratigrafik ilişkiyi gösterir enine kesit.

Metakonglomeralar her yerde mermerlerin üzerinde görülmeyebilirler. Çünkü birim her yerde çökelmemiş olup, daha ziyade paleotopoğrafyadaki çukurlukları doldurmuşlardır. Çökelme sürecindeki hareketli safhaları temsil eden metakonglomeralar yukarıya doğru, Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesinin ara seviyelerinde de tekrarlanmaktadır. Birimin görülmediği yerlerde Keban mermerlerinin üzerine doğrudan uyumlu olarak Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesi gelmektedir. Çoğugil mahallesinin 1 km güneyindeki Hafsar dere yakınlarında bu durum net olarak izlenmektedir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Keban mermerleri ile Söğütlü metakonglomera ve Kudikan fillit, klort-serizitşist üyeleri arasındaki stratigrafik ilişkiyi gösterir enine kesit.

Üyenin metasilttaşlarından alınan örneklerden yapılan ince kesitlerin incelenmesi sonucunda mineral topluluğunun;

kuvars + kalsit + klorit + muskovit + demir oksit

lerden oluşan, ancak kuvarsın diğer minerallere göre fazlaca olduğu ve granolepidoblastik dokuda geliştikleri gözlenmiştir (Foto 2.24). Bu fotoğraftaki kesit incelendiğinde; S_1 ve S_2 klivajları görülmektedir. S_1 klivajı mor renkli muskovit mineraline paralel olup fotoğrafin sol üst köşesinde sağ alt köşesine doğrudur. S_2 klivajı ise S_1 klivajını hafifce bükmüş veya kinkleştirmiştir. Muskovit ve klorit minerallerinde daha belirgin olmak üzere, fotoğrafin sol alt köşesinde yoğunlaşan kuvars ve kalsit tanelerinde de az da olsa belirgin olan bu yapı, fotoğrafin alt veya üst çizgisine paralel olacak şekilde merkezi kısmında daha belirgindir. Metasilttaşlarındaki S1 ve S2 klivajlarının varlığı, bunların farklı doğrultularda en az iki deformasyona uğradığını göstermektedir.

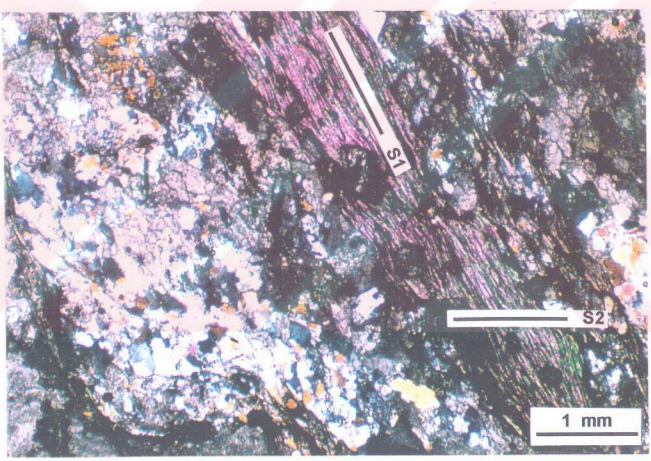


Foto 2.24. Metasilttaşlarının mikroskopik görüntüsü. Örnek Kudikan mahallesinin yakınından alınmıştır. Ç.N. x32 büyütmeli

2.1.4.2. Kudikan Fillit, Klorit-Serizitşist Üyesi (TRdk)

Delimehmet formasyonunun en yaygın üyesidir. En iyi gözlendiği yerler; Kudikan, Kurşunkaya ve Çoğugil mahalleleri, Kuşçu, Bahçeli, Süleymanlı ve Çalık köyleri ile Keban ilçe merkezinin yakınlarıdır (EK-1). Birim en iyi Kudikan mahallesi

civarında gözlendiği için bu isimle adlandırılarak üye düzeyinde ayrılıp incelenmiştir.

Arazide koyu kurşuni, yeşilimsi gri, siyah ve sarı renkleri, karşıdan bakıldığında ipek gibi parlayan cilalı görünümleri, çok iyi gelişmiş sleyti klivaj düzlemleri, bu düzlemler üzerinde bulunan buruşma lineasyonları ve yumuşak topoğrafyasıyla çok kolay ayırt edilebilen bir üyedir. Renk değişimleri kayacın içindeki kuvars, grafit, serizit ve klorit içeriğine bağlıdır.

Söğütlü metakonglomeralarıyla genellikle düşey yönde tedrici geçişli olup, bazende yanal geçişli olarak görülebilen birim, kuvars ve karbonatca zengin düzeyler içermektedir. Karbonatca zengin olan düzeyler biraz silt ve ince kum da içermektedir (Foto 2.25). Altında bulunan formasyon ve birimlere göre daha inkompotent özellikte olduklarından dolayı, deformasyonlar neticesinde daha fazla kıvrımlanmışlardır.



Foto 2.25. Siftil tepenin zirvesine yakın kesimlerinde gözlenen siltli, karbonatlı kloritşistlerin yakından görünüşü. Bakış G'den K'e doğrudur.

Birimin görüldüğü değişik yerlerden örnekler alınmış ve petrografik olarak incelenmiştir. Buna göre;

Siftil tepenin yaklaşık 1 km doğusundaki (Bezirgan dere ile Keban çayının birleşme yerine yakın) yerden alınan örneğin, mikroskopik incelenmesi neticesinde;

kuvars + serizit + epidot +muskovit + demir oksitler

den oluşmuş fillit olduğu görülmüştür. Kayacı oluşturan mineraller oldukça küçük ve eş boy taneli olup, granolepidoblastik dokulu, mükemmel bir şistoziteye (sleyti klivaj) sahiptir. Kuvarslar bantlar halinde, serizitlerin arasında şistoziteye paralel olarak dizilmişlerdir (Foto 2.26).

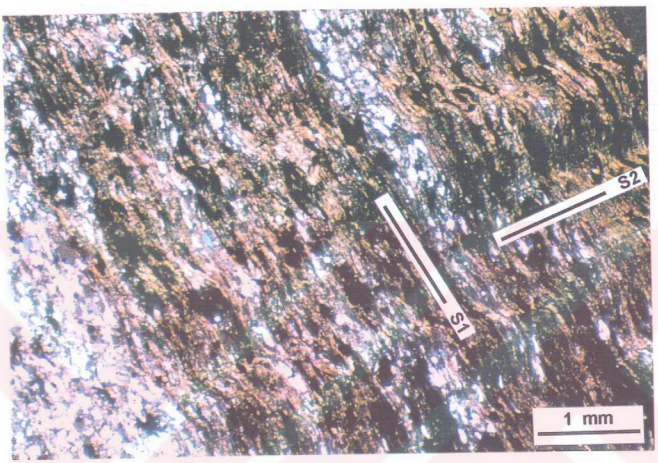


Foto 2.26. Fillitlerin mikroskopik görüntüsü. Örnek Siftil tepenin yaklaşık 1 km doğusundan alınmıştır alınmıştır. Ç.N. x32

Bezirgan derenin yaklaşık 700 m batısındaki küçük ormanlık tepeden alınan örnekler de Foto 2.26'nın alındığı yerdekilerle aynı özellikteki fillitlerdir (Foto 2.27). Burada da kuvarslar, serizitlerin arasında bantlar şeklinde durmaktadır. İnce kesit foroğrafin sağ üst köşesinden sol alta doğru uzanan koyu renkli kesimler kuvars bantlarıdır. Örnek mükemmel bir sleyti klivaj göstermektedir. Mineral topluluğu yukarıdaki örneğin aynısıdır.

Yine, Bezirgan dere yakınlarından bir de yönlü bir örnek alınarak, uzama (veya kayma) lineasyonuna paralel, şistoziteye dik bir şekilde kesilip, ince kesit yapılarak incelenmiştir. Bu inceleme neticesinde, kayacın granolepidoblastik dokuda ve kuvars-albit-fillit özelliğinde bir "milonitik" kayaç olduğu gözlenmiştir. Ancak bu örnekte

diğerlerinden farklı olarak kayaç içinde, kayma yönünü gösteren bazı nesneler mevcuttur (Foto 2.28).

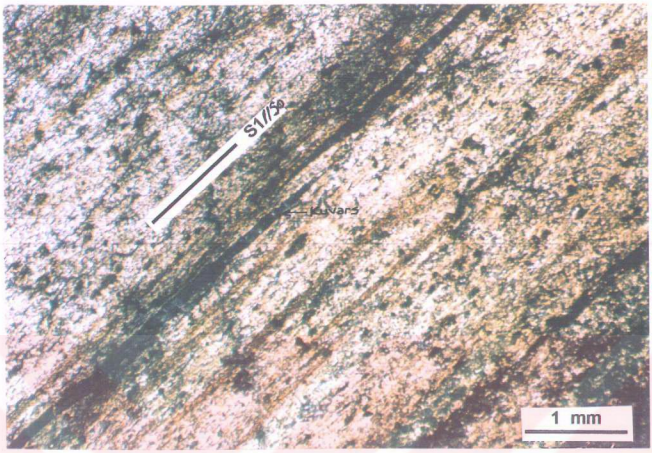
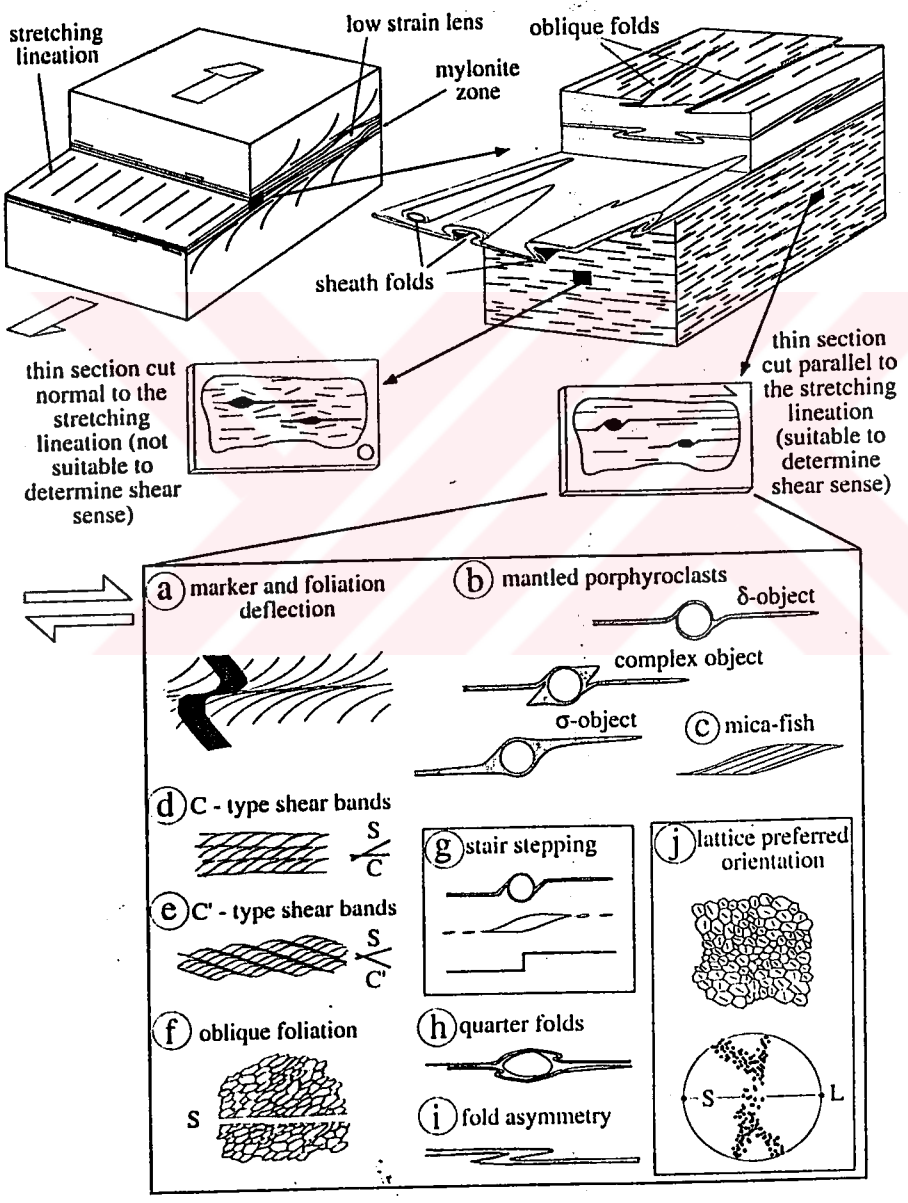


Foto 2.27. Fillitlerin mikroskopik görüntüsü. Örnek bezirgan derenin yaklaşık 700 m batısındaki küçük ormanlık tepeden alınmıştır. Ç.N. x32



Foto 2.28. Fillitik-milonitik bir kayacın ve içindeki kayma yönü göstergelerinin mikroskopik görünümü. Bezirgan derenin yaklaşık 800 m KB'sı. Ç.N. x32.

Bu yapılar, fotoğrafta da görüldüğü gibi sol yönlü kaymayı işaret etmektedirler. Bunlardan, fotoğrafin ortasındaki koyu kurşuni renkli,yuvarlak şekilli nesne, etrafi yeşil renkli klorit, epidot, muskovit gibi minerallerle sarılmış olan "σ-tipi" porfiroklast ve hemen bu porfiroklastın solunda görülen koyu kurşuni renkli, balığa benzeyen "mica-fish" yapısının her ikisi birden, sol yönlü kaymayı işaret etmektedir. Passchier ve Trouw (1996), bir milonitik zonun geometrisini ve terminolojisini tarif eden şematik bir diyagram üzerinde, çoğu yaygın olan kayma yönü göstergelerini de göstermişlerdir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Milonitik bir zonun geometrisi ve terminolojisini gösteren şematik diyagram ve bir çoğu yaygın olan kayma yönü göstergeleri (Passchier ve Trouw, 1996).

2.1.4.3. Taşkonak Olistolitleri (TRdt)

Bu üye, Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesi içine yerleşmiş olan olistolit özelliğindeki kristalize kireçtaşı-mermer bloklarından oluşmaktadır. En iyi gözlendiği yer, inceleme alanının yaklaşık ortasındaki Taşkonak mahallesi civarıdır (EK-1). Bu olistolitler, haritalanabilecek boyutta oldukları için ayrı bir üye olarak ayırtlanmış ve en iyi gözlendikleri Taşkonak mahallesine izafeten buranın ismiyle adlandırılmışlardır.

Olistolitlerin petrografik incelemeleri neticesinde bunların, kristalize kireçtaşı / mermer oldukları tesbit edilmiştir. Bu kristalize kireçtaşı blokları, içinde bulundukları Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesi ile yanal veya düşey yönde bir tedrici geçiş göstermeyip, tamamen bağımsız bir şekilde Kudikan fillit üyesi içinde yüzer vaziyettedir (Foto 2.29).



Foto 2.29. Taşkonak mahallesi civarındaki Taşkonak olistolitlerinin (TRdt) genel görünümü. Bakış GB'dan KD'ya doğrudur.

Bu kristalize kireçtaşı blokları ile fillit / kalkfillit birimlerinin dokanaklarında, ezilmeden dolayı bloğun etrafını sarar vaziyette yoğun bir yapraklanma mevcut olup, keskin bir sınır izlenmektedir (Foto 2.30). Bu durum, kristalize kireçtaşlarının olistolitler şeklinde çökelme havzasına geldiklerini göstermektedir. Bunlar, Keban

mermerlerinden koparak çökelme ortamına yerleşmiş olmalıdırlar. Ayrıca Taşkonak mahallesi civarlarında yüzeyleyen bazı mermer bloklarının kenarlarının faylı olduğu tesbit edilmiştir. Fay düzlemlerinin üzerindeki kayma çizik ve çentiklerinin incelenmesi sonucu fayların, ortalama 65° eğimli olan, normal faylar oldukları belirlenmiştir. Buradaki mermer/kristalize kireçtaşı blokları, olistolitlerden farklı olarak, altta bulunan Keban mermerlerinin normal faylarla yükselmesi sonucunda meydana çıkmışlardır. Bu faylanmalar, neotektonik dönemde gelişmiş, kabaca D-B doğrultulu olan genişleme tektoniği ile ilişkili olarak yaklaşık K-G doğrultulu normal faylardır.

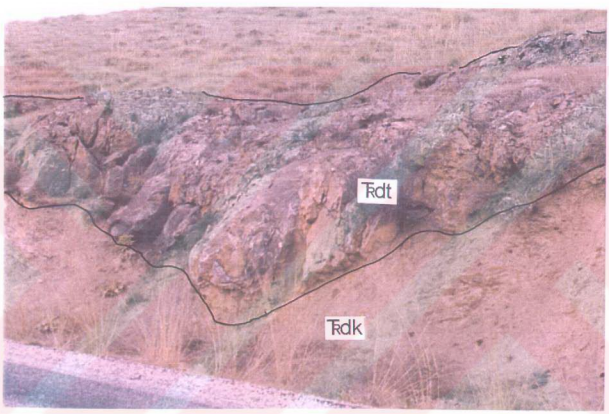


Foto 2.30. Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesi içine yerleşmiş olan Taşkonak olistolit üyesine ait bir olistolitin yakından görünüşü. Kargalıtaş T.'nin yaklaşık 500 m batısındaki yol yarması.

Bu olistolitlerin varlığı, Geç Triyas'ta Neo-Tetis okyanusunun güney kolunun açılmaya başlamasıyla ilişkilidir. Çünkü bu dönemde tektonik rejimin değişmesiyle birlikte, açılmaya bağlı olarak hareketli bir dönem başlamıştır (Şengör,1980; Şengör ve Yılmaz, 1983; Perinçek, 1980; Yazgan ve Chessex, 1991).

2.1.4.5. Emirosmandağı Kalkşist Üyesi (TRde)

Üye, Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesi üzerinde ve onlarla uyumlu olarak bulunan kalkşistlerden oluşmaktadır. Birimin en iyi yüzeylediği yerler; Emirosman Dağı, Cadekaya T.'nin hemen doğusu ile Yaşarlı mahallesi yakınlarıdır (EK-1) ve en iyi Emirosman Dağı'nda gözlendiğinden bu isimle adlandırlması uygun görülmüş ve üye düzeyinde ayırtlanmıştır.

Açık gri, kirli beyaz renklerde görülen bu kalkşistler, karbonat miktarlarının fazla olması nedeniyle sert ve yoğun bir yapıya sahiptirler. Kalkşistlerdeki tabakalanma izleri koyu-açık renkli mineral bantları içermeleri sayesinde, çok net olarak görülmekte olup, tabakalanmaya paralel bir şistozite gösterirler (Foto 2.31).

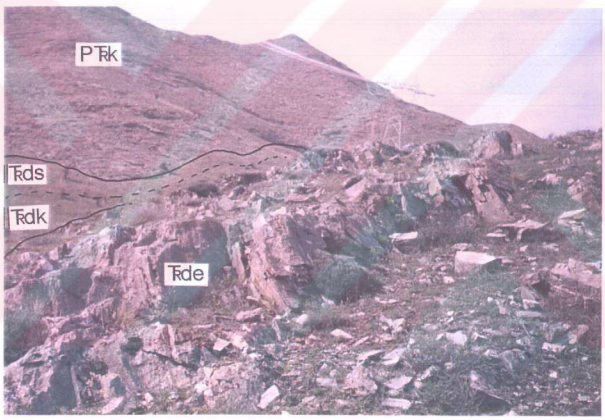


Foto 2.31. Emirosmandağı kalkşist üyesinin (TRde) arazideki genel görünümü. PTRk; Keban mermeri, TRds; Söğütlü metakonglomera üyesi, TRdk; Kudikan fillit üyesi Cadekaya tepenin yaklaşık 300 m doğusu. Bakış GD'dan KB'ya doğrudur.

Yaşarlı mahallesi yakınlarındaki yüzeylemelerde, Emirosmandağı kalkşist üyesinin alt düzeylerinde, çok ince bir şekilde görülen ve çoğu yerde topraklaşmış olan koyu kurşuni renkli Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesi bulunmaktadır. Bunların da altında, yine 5-10 m lik ince bir seviye halinde, Söğütlü metakonglomeralarına ait koyu

kahverenkli metakuvarsitler yer almaktadır. Buradaki (Cadekaya T.ve Kırklarziyareti T.) Keban mermerlerinin üzerinde bulunan, bu çok ince seviyelerdeki fillit ve metakuvarsitler aşındığı için çoğu yerde yamaç molozlarının altında kalmaktadır. Fillit ve metakuvarsitler, bu civarda haritalanamayacak kalınlıkta olduklarından haritaya işlenememişlerdir. Bunların mikroskopik incelemeleri neticesinde kayacın granolepidoblastik dokuda, yaklaşık % 80 civarında kalsit, % 20 civarında da muskovit, grafit ve klorit içeren kalkşistlerden oluştuğu belirlenmiştir.

2.1.4.5. Süleymanlı Kristalize Kireçtaşı Üyesi (TRdsü)

Üye, inceleme alanında, açık gri renkli, grafit içeriğine bağlı olarak da koyu, siyah renkli, bazı yerlerde masife yakın görünümlü, bazı yerlerde de tabakalanma ve şistozite sunan, kristalize kireçtaşı-kalkşist özelliğindedir (Foto 2.32). Birimin en iyi gözlenebildiği yer Süleymanlı mahallesi civarlarıdır. Geli tepe, Hırsız tepe, Çelikan tepe ile Soğanlı tepe ve civarlarında yüzeyleyen birim, Kudikan fillit, klorit-serizitşist üyesinin kalkfillitleriyle yanal ve düşey yönde geçişlidirler. Bu nedenle iki birimin sınırı, tam olarak ayırt edilememiş olup harita üzerinde de noktalı çizgilerle gösterilmiştir.



Foto 2.32. Süleymanlı kristalize kireçtaşı üyesinin yakından grünüşü. Geli tepenin yaklaşık 500 m KD'sundaki Keban-Elazığ yol yarması.

Üye en iyi Süleymanlı mahallesi yakınlarında görülüp ayırt edilebildiğinden, bu çalışmada Süleymanlı kristalize kireçtaşı üyesi olarak adlandırılmış ve Delimehmet formasyonunun bir üyesi olarak kabul edilmiştir. Birim üstten serbest yüzeylemelidir.

Birimden alınan örneklerin petrografik incelenmesi sonucunda bunları oluşturan mineral topluluklarının esas olarak kalsit + kuvars + grafitten oluştuğu gözlenmiştir. Kalsit düzeyleri mozayik dokuda gelişmiş olup kalsitlerin birbirleriyle olan tane sınırlarının açıları yaklaşık 120° civarındadır (Foto 2.33).

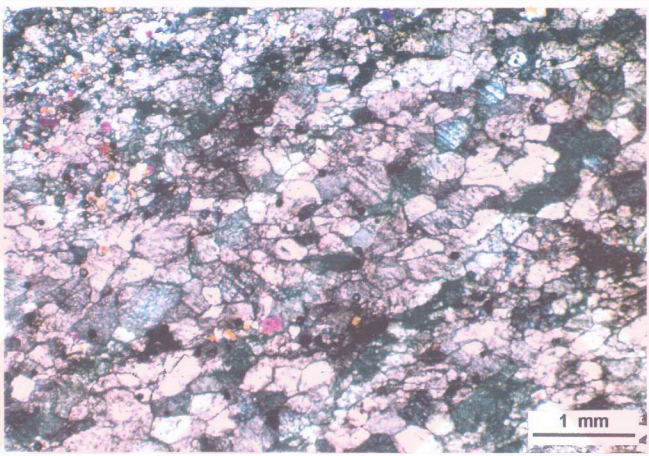


Foto 2.33. Süleymanlı kristalize kireçtaşı üyesinin mikroskopik görüntüsü. Örnek Geli tepenin yaklaşık 500 m KD'sundan alınmıştır. Ç.N. x32

2.1.4.6. Bahçeli Metadiyabaz Üyesi (TRdb)

İnceleme alanında metadiyabazlarla temsil edilen üye, en iyi yüzeylemelerini Bahçeli köyünün 1-2 km güneydoğusundaki Karlık tepe ile Dana tepede K-G doğrultulu yaklaşık 100 m kalınlığındaki dayklar şeklinde vermektedir. Bu dayklar birbirinin devamı gibi durmaktadırlar. Bir diğer yüzeyleme de Kuşçu ve Taktak köyleri ile Çoğugil mahallesi arasında da KB-GD doğrultulu bir dayk şeklinde uzanmaktadır.

Ayrıca, inceleme alanının kuzeydoğusundaki Mandıra köyünün yaklaşık 500 m batısında küçük bir alanda da yüzeylemektedir (EK-1).

Birim, en iyi yüzeylemesini Bahçeli köyü yakınındaki Karlık tepede vermesi nedeniyle, birime Bahçeli metadiyabaz üyesi adı verilmiştir. Burada, karşıdan bakıldığında dış yüzeyi siyah-koyu kahverenklidir (Foto 2.34). Yakından bakıldığında ise taze yüzeyi yeşil renkli ve yapraklanmalıdır (Foto 2.35). Birime ait yüzeylemelerden alınan örneklerin petrografik incelemeleri yapılmıştır. Karlık tepede görülen bu birimin mineral topluluğu

Amfibol + plajiyoklas + klinopiroksen + kuvars + alkali feldspat + opak mineral

şeklinde olup, porfiroblastik ve nematoblastik doku gösteren kayacın metadiyabaz olduğu belirlenmiştir.

Amfiboller özşekilli, yarı öz şekilli ve öz şekilsizdir ve kloritleşme gözlenmektedir. Klinopiroksenler karlsbat ikizine benzer ikizler gösterirler. Yer yer klinopiroksenlerde amfibole dönüşüm izlenmektedir. Alkali feldspatlarda ise serizitleşme ve karbonatlaşma görülmektedir (Foto 2.36).



Foto 2.34. Metadiyabazların karşıdan görünümü. Karlık Tepe. Bakış GB'dan KD'ya dogrudur.



Foto 2.35. Metadiyabazların yakından görünümü. Karlık Tepe. Bakış GB'dan KD'ya dogrudur

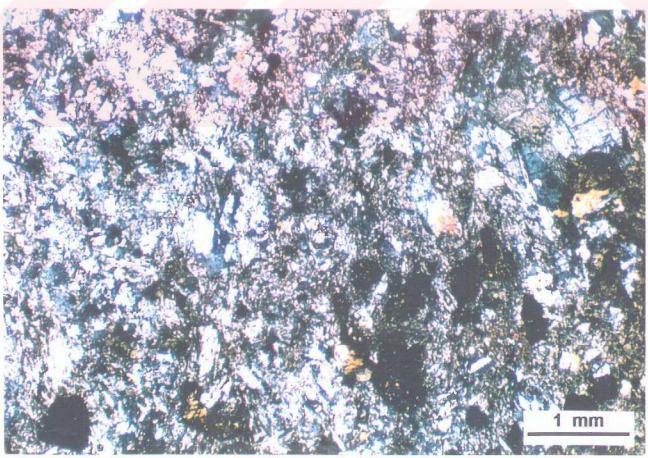


Foto 2.36. Karlık tepeden alınan metadiyabazın mikroskopik görüntüsü. Ç.N. x32

Kuşçu-Taktak-Çoğugil metadiyabaz daykından alınan örneklerin petrografik olarak incelenmesi sonucunda bu birimin mineral topluluğunun;

Plajiyoklas + amfibol + klorit + kuvars + biyotit

ten oluşan granolepidoblastik dokulu, fillitik bir kayaca dönüştüğü görülmüştür. Buradaki plajiyoklaslarda kapantılar mevcut olup, uzun prizmatik kristallerde deformasyon ikizleri gelişmiştir. Amfiboller kloritleşmiştir. Kuvarslar ise oldukça ince taneli olup şistozite doğrultusuna paralel mercekler halinde bulunabildiği gibi, ayrıca kloritler arasında da yer alabilmektedirler (Foto 2.37).

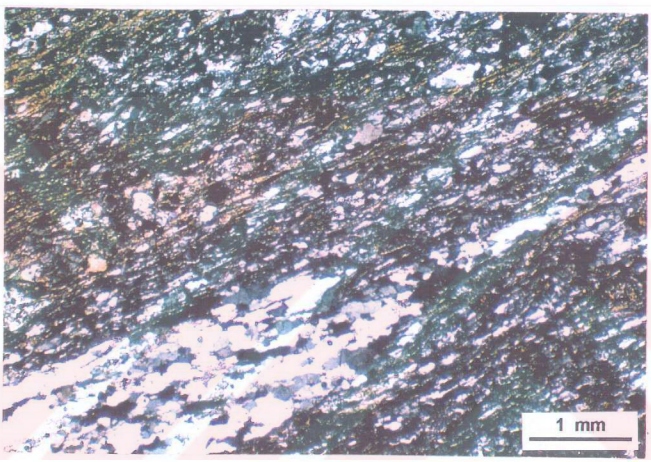


Foto 2.37. Taktak köyünün yaklaşık 1 km batısından alınan fillite dönüşmüş metadiyabazın mikroskobik görüntüsü. Ç.N. x32

Mandıra köyü yakınındaki metabazik dayktan alınan örneklerin petrografik olarak incelenmesi sonucu kayacı oluşturan mineral topluluğunun;

Amfibol (yeşil hornblend) + plajiyoklas + klorit + epidot

tan oluşan nematoblastik dokulu metadiyabaz olduğu görülmüştür. Bu birimde kayacın nematoblastik dokusunu oluşturan iğnemsi amfibol kristalleri yaygın olarak bulunan mineral grubunu oluştururken, bunların oluşturduğu şistoziteye aykırı duruşlu ve iğnemsi amfibollere göre nisbeten iri kristalli amfibol kristalleri de bulunmaktadır. Bunlar muhtemelen iki farklı oluşum (deformasyon) evresini temsil etmektedirler.

Plajiyoklaslar tamamen öz şekilsiz olup çoğunlukla alterasyona uğramışlardır. Bu alterasyon ürünleri ise genellikle serizitlerdir (Foto 2.38).

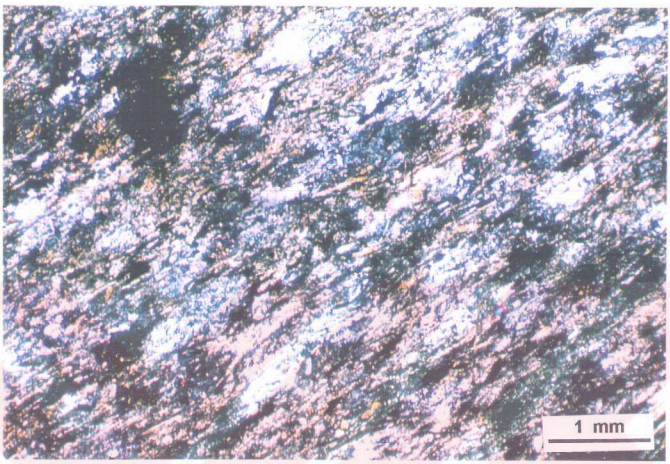


Foto 2.38. Mandıra köyü yakınındaki metadiyabazdan alınan örneğin mikroskobik görüntüsü. Ç.N. x32

Delimehmet formasyonunda fosil bulunamadığı için formasyonun yaşı kesin olarak verilememiştir. Ancak inceleme alanının doğusudaki Palu (Elazığ) yakınlarında Delimehmet formasyonu ile çok benzeşen; kristalize kireçtaşı, mermer, silisleşmiş şeyl, radyolarit, radyolaryalı sileksit, serizit-klorit şist, glokofanşist, metakuvarsit ve metatüfler ile temsil edildiğini belirttiği metasedimenter bir istiften bahseden Perinçek (1980), bu metamorfitleri Bitlis metamorfitlerine dahil ederek yaptığı çalışmasında, metabazalt ile girik bulunan kristalize kireçtaşlarında *Megalodont* fosillerini bularak birime Geç Triyas (Noriyen) yaşını vermiştir. Metabazalt ve metadiyabazdan oluşan magmatik kayaçların, Geç Triyas (Noriyen) yaşlı sedimenter istiflerle birincil ilişkili ve yaşıt olduğunu tesbit etmiştir. Noriyen yaşlı bu istifin oluşumunu ise, Arabistan kıtası ile Anadolu kıtası arasındaki okyanusun, Geç Triyas'ta açılmaya başlamasıyla ilişkilendirerek, riftleşme olayının başlangıcında gelişen blok faylanma ile oluşmuş derin bir çanağın içinde çökeldiğini belirtmiştir.

2.2. Munzur Kireçtaşları (Geç Triyas-Geç Kretase, TRKm)

Beyaz, sarı ve krem renklerinde görülen kalın, masif kristalize kireçtaşlarıyla temsil olunan birim, inceleme alanının kuzey bölümünün doğu sınırındaki Karagözziyareti tepesindeki yüzeylemesinde; Elazığ magmatitlerine ait Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi ile intrüzif dokanaklı iken, Mandıra köyünün yaklaşık 1 km kuzeyindeki Sal tepede ve Mandıra ile Taşkesen köylerinin arasında kalan bölgedeki (Datkaya tepe) yüzeylemelerde ise Delimehmet formasyonunun metadiyabaz, kalkfillit ve kalkşistleri üzerinde tektonik ilişkilidir (Ek-1, Foto 2.39, Foto 2.40, Foto 2.41, Şekil 2.4, Şekil 2.11).

Birimin, Delimehmet formasyonu ile tektonik ilişkisi özellikle Sal tepede çok net olarak görülmekte olup, bindirmenin dokanağında, ezilmeden kaynaklanan milonitik, breşik bir zon gelişmiştir. Bu tektonik dokanakta bindirme fay düzleminin duruşu (60/35) olarak ölçülmüştür (Foto 2.40, Şekil 2.11). Munzur kireçtaşlarının inceleme alanında Keban metamorfitleri üzerinde görüldüğü bir diğer yer, çalışma alanının KD'sundaki Datkaya tepedir. Burada Munzur kireçtaşları, Keban metamorfitlerinin, D-B doğrultulu ve eğimleri düşeye yakın olan Bahçeli metadiyabaz üyesi üzerinde, yaklaşık 35°'lik bir açıyla KD'ya doğru eğimli bir şekilde durmaktadır. Yapraklanmanın az da olsa belirgin olduğu yerlerde, Munzur kireçtaşlarının tabakalanmaya paralel şistozite gösterdiği tespit edilmiştir (Foto 2.41).

Çalışma alanında, Elazığ mağmatitlerinin Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi ile intrüzif dokanaklı olarak bulunan Munzur kireçtaşlarının dokanağında, kontak metamorfizma meydana gelmiştir. Kuvarslı diyorit intrüzyonunun sıcaklığından kaynaklanan bu metamorfizmayla, kontaktaki kristalize kireçtaşları metamorfize olarak yeniden kristallenmişlerdir. Birim, buradaki yüzeylemesinde kontaktan en üst seviyelerine kadar tamamen iri kristalli, masif bir özellik kazanmıştır. Metamorfizmanın etkisiyle yer yer olivin, granat, spinel ve manyetit gibi skarn mineralleri gelişmiş olup, piroksen hornfels fasiyesinde bir metamorfizmanın gerçekleştiği anlaşılmıştır. Kontağa yakın yerlerinden alınan örneklerin mikroskopik incelemelerinde bunların tamamen iri kalsit kristallerinden oluşmuş ve deformasyon ikizleri içeren granoblastik dokulu, mermerlerden oluştuğu görülmüştür (Foto 2.42).

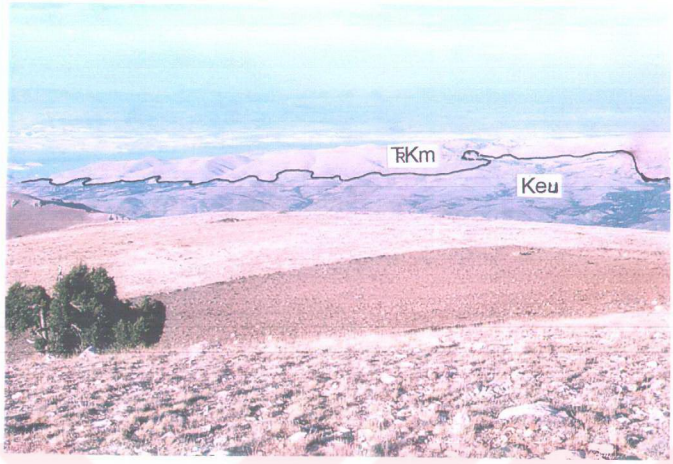


Foto 2.39. Munzur kireçtaşlarının (TrKm), Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi (Keu) üzerindeki duruşunun uzaktan görünüşü. Fotoğrafın sol tarafındaki yeşil görülen yer Sağdıçlar köyü, sağ tarafındaki yeşil alanın olduğu yer ise Ulupınar köyüdür. Karcıkziyareti tepeden bakılarak çekilen fotoğrafın, bakış yönü GB'dan KD'ya doğrudur.

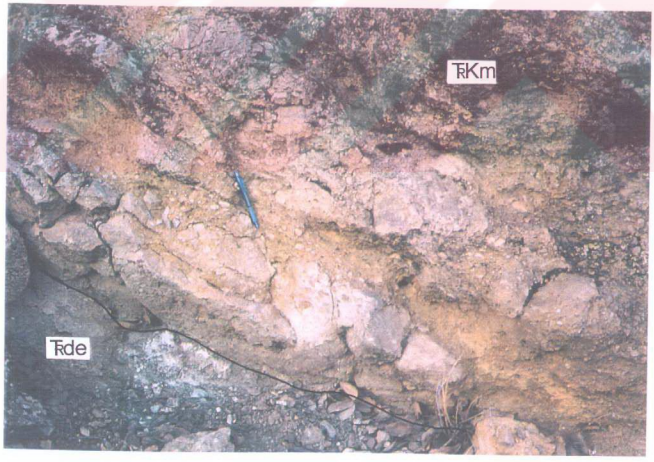


Foto 2.40. Munzur kireçtaşlarının, Keban metamorfitleri üzerindeki tektonik duruşunun yakından görünüşü. Bindirme düzleminde breşik , milonitik tabakalar gelişmiştir. Sal T. Bakış yaklaşık G'den K'e doğrudur. TrKm; Munzur kireçtaşı, Trde; Delimehmet formasyonu (Emirosmandağı kalkşist üyesi).

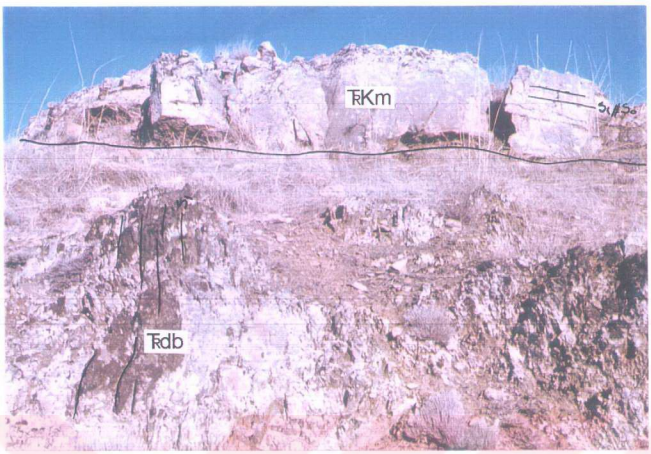


Foto 2.41. Munzur kireçtaşlarının Keban metamorfitleri üzerindeki tektonik duruşu. Datkaya T. TrKm; Munzur kireçtaşı, Trdb; Delimehmet formasyonu (Bahçeli metadiyabaz üyesi). Bakış yaklaşık KD'ya doğrudur.

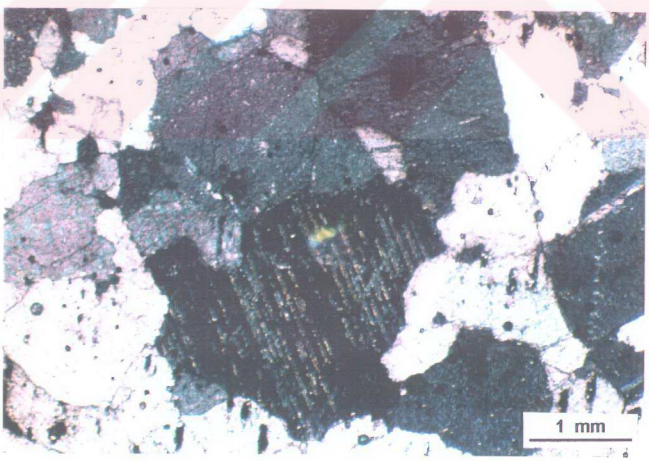
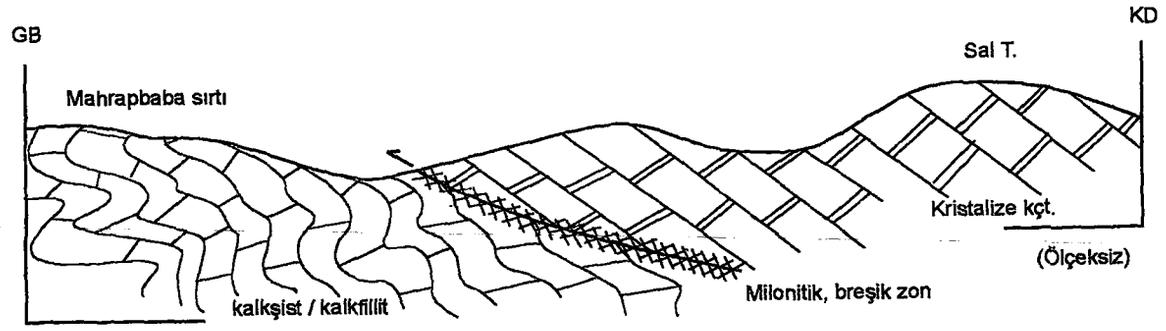


Foto 2.42. Munzur kristalize kireçtaşlarının mikroskopik görünümü. Örnek, Karagözziyareti tepenin yaklaşık 1 km kadar GB'sından alınmıştır. Ç.N. x32



Şekil 2.11. Sal tepedeki Munzur kireçtaşlarının Delimehmet formasyonu (Keban metamorfitleri) üzerindeki tektonik duruşunu gösteren jeolojik enine kesit.

Keban metamorfitleri üzerindeki, bu fay düzleminin duruşu, söz konusu birimin, nereden sürüklenerek geldiğinin anlaşılması bakımından oldukça önemli bir veridir. Buna göre, birimin inceleme alanının KD'sunda bulunan Tunceli dolaylarından bir yerden gelmiş olması gerekmektedir. Bu bağlamda, Özgül'ün (1976, 1978 ve 1981) bu yörelerde yapmış olduğu detaylı çalışmalar incelenmiş olup, araştırmacının "Munzur Kireçtaşları" diye adlandırıp birlik olarak tanımladığı, sadece karbonatlardan oluşan kalın, komprehensif serinin inceleme alanındaki kireçtaşı/mermer birimiyle olan litolojik benzerliği dikkat çekmiştir. Özgül (1976, 1978 ve 1981), Munzur Kireçtaşları'nın tümüyle şelf türü neritik karbonatlardan oluşan, Geç Triyas-Kampaniyen yaşlı, kalın ve kesintisiz bir seri olduğunu belirterek, bu kireçtaşlarını altı üyeye ayırmıştır.

Yazar, Triyas'tan Geç Kretase'ye kadar geniş bir zaman aralığını temsil eden Munzur kireçtaşlarının bu üyelerini yaşlıdan gence doğru Kurudere kireçtaşı, İnindere kireçtaşı, Salihli kireçtaşı, Ziyaretbaşı kireçtaşı, Kabataş kireçtaşı ve Ayıkayası kireçtaşı şeklinde sıralamıştır. Kurudere kireçtaşı üyesi, Geç Triyas (Ladiniyen- Resiyen)-Liyas yaş aralığını temsil eden krem renkli, açık kül renkli, orta-kalın tabakalanmalı algli ve neritik karbonatlardan oluşur. İnindere kireçtaşı üyesi Erken Dogger (Bajosiyen) yaşlı, açık kül renkli, kalın tabakalı, tümüyle oolitik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Salihli kireçtaşı üyesi Geç Dogger (Geç Batoniyen)-Geç Jura yaşlı, kül renkli, orta-kalın tabakalanmalı, alt düzeylerinde bol alg ve briyoza kapsayan mikrit ve biyomikrit türü kireçtaşlarından oluşup, üst düzeylerine doğru tabakalı çakmaklı kireçtaşı birimine geçmektedir. Ziyaretbaşı kireçtaşı üyesi Erken Kretase (Apsiyen-Albiyen) yaşlı, krem renkli ve açık kül renkli kalın tabakalı ya da masif olabilen, lamellibranş ve gastropod

fosilleri içeren mikrit ve biyomikrit özelliğindeki kireçtaşlarından oluşmaktadır. Munzur kireçtaşlarının en yaygın üyesi olup, Munzur Dağları'nın yüksekliklerini oluştururlar. Kabataş kireçtaşı üyesi Senomaniyen yaşlı, açık-koyu kül renkli, kalın tabakalı, bol rudist ve iri boy Orbitolina içeren, siyah-beyaz renkli resif kırıntıları kapsayan biyokalkaranit türündeki kireçtaşlarından oluşmaktadır. Ayıkayası kireçtaşı üyesi Erken Türoniyen-Geç Kampaniyen yaşlı olup, krem-kırmızı renkli, ince tabakalı ve çakmaktaşı ara tabakaları içeren pelajik kireçtaşı özelliğindeki birim Munzur kireçtaşlarının en üst üyesidir.

Munzur kireçtaşlarının, Keban Birliği'ne ait Senoniyen yaşlı Kemaliye formasyonu üzerine (muhtemelen Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen zaman aralığında) tektonik olarak yerleştiğini belirtmiştir.

Keban, Elazığ ve yakın çevresinde yüzeyleyen bu birimi birçok çalışmacı (Akgül, 1987, 1993, 1997; Aksoy, 1993, 1994; Aksoy ve diğ.,1996; Asutay 1985, 1988; Bingöl, 1982; Kürüm, 1987; Sağıroğlu, 1992; Turan ve Bingöl, 1991), "Keban metamorfitleri" veya "kontak metamorfik mermer" olarak isimlendirip çalışmışlardır.

Ancak bu çalışmada, birbirine çok yakın olarak yüzeyleyen bu iki birimin, litolojik ve stratigrafik olarak birbirine çok benzemediği görülmüştür. Şöyle ki, bu araştırmacılar birimi, Keban metamorfitlerinin bir parçası olarak kabul edip, Elazığ magmatitlerinin üzerine bindirdiğini belirtmektedirler. Bilindiği gibi Keban metamorfitleri sadece mermerlerden değil, bunun yanı sıra kalkşistlerden, kalkfillitlerden ve metabazik oluşuklar içeren kırıntılılar gibi litolojik olarak birbirinden çok farklı birimlerden oluşmaktadır. Bu nedenle, söz konusu birim eğer Keban metamorfitlerine ait olsaydı, bindirmeli olarak bulunduğu alanlarda, Keban metamorfitlerinin Nimri formasyonuna veya Delimehmet formasyonuna ait birimlerini de içerecekti. Halbuki, bu birim inceleme alanı ve yakın çevresinde yüzeylediği her yerde sadece karbonat litolojisinden oluşmaktadır. Birim, Elazığ magmatitlerinin üzerinde görülebildiği her yerde, yataya yakın veya düşük açılarla durmaktadır. İnceleme alanının kuzeydoğusunda da durum böyledir. Burada Keban metamorfitleri ile Elazığ mağmatitlerinin tektonik sınırındaki, Kırklar fayının fay düzlemi ortalama 80° lik yüksek bir açıyla KB'ya doğru eğimli iken, buranın 500-600 m doğusundaki Datkaya T. de yaklaşık 30° lik bir açıyla KD'ya doğru eğimlidir (Foto 2.41). Yani bu kireçtaşı / mermerlerin bindirmesi ile Kırklar fayının oluşumu farklı dönemler ve mekanizmalarla

gelişmiş olup, birbirleriyle oluşum zamanı ve mekanizması açısından bir ilişkileri yoktur.

Yukarıda anlatılan bu verilerin ışığı altında, söz konusu bu birimin, Keban metamorfitlerinden farklı bir birim olduğu ve bugünkü yerlerine K/KD'dan G/GB'ya doğru kilometrelerce (yaklaşık 40- 50 km kadar) sürüklenerek gelmiş Munzur kireçtaşlarının tektonik klipleri olduğu kabul edilmiştir.

Elazığ ilinin yakın batı ve güneyindeki Kekik T., Kızıldağ ve Meryem Dağı ile Baskil ilçesi yakın doğusunda, Elazığ magmatitlerinin üzerinde tektonik olarak duran mermer/kristalize kireçtaşları da Munzur kireçtaşlarının nap şeklinde yerleşmiş tektonik klipleridir. Kekik T., Kızıldağ ve Meryem Dağı'ndaki Elazığ magmatitlerinin andezit, bazalt ve diyabazca zengin kayaçları üzerinde yer alan Munzur kireçtaşları, granitik veya diyoritik kayaçlarca zengin olan kesimlerine göre daha küçük kristalli ve korunmuş ilksel tabakalanma ve şistozite düzlemlerine sahiptir. Buna rağmen inceleme alanındaki Ulupınar kuvarslı diyoritlerinin magma sıcaklığı çok daha fazla olduğundan, üzerlerinde bulunan Munzur kireçtaşlarını daha fazla kontak metamorfizmaya uğratarak bu birimi tamamen rekristalize edip, çok iri kristallerin oluşmasına sebep olmuşlardır.

2.3. Elazığ Magmatitleri (Geç Kretase)

İnceleme alanının doğu kesiminde, Taşkesen, Sağdıçlar, Ulupınar ve Bademli köyleri ile Aslanlı, Melilan ve Y. Azizan mahallelerinde ve yakın çevrelerinde yüzeylenmektedirler (EK-1).

Geç Kretase yaşlı bu birim, Elazığ ve çevresinde de çok geniş bir yayılıma sahiptir. Bir çok araştırmacı tarafından, değişik amaçlarla incelenen birim için Yüksekova karmaşığı (Perinçek, 1979a ve1979b; Yazgan, 1981; Bingöl, 1984, 1988; Turan, 1993), Baskil mağmatitleri veya Baskil granitoyidi (Asutay 1985, 1988; Yazgan, 1984, Yazgan ve Chessex,1991; Akgül, 1991), Elazığ mağmatitleri veya Elazığ volkanik karmaşığı (Hempton ve Savcı, 1982; Hempton, 1984; Bingöl ve Aydoğdu, 1994; Turan ve diğ..1995; Akgül ve Bingöl, 1997; Beyarslan,1997) gibi adlandırmalar yapılmıştır.

İnceleme alanındaki, Elazığ magmatitlerinin petrografik ve petrolojik özellikleri, Akgül (1993) ve Akgül ve Bingöl (1997) tarafından ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu

çalışmada magmatitlerin petrografik, petrolojik ve diğer özelliklerinin tanımlanmasında Akgül (1993) ve Akgül ve Bingöl (1997)'den faydalanılmıştır.

Akgül ve Bingöl (1997), Elazığ mağmatitlerinin gabro, diyorit, tonalit ve granodiyorit bileşimli derinlik; mikrotonalit, aplit ve lamprofir bileşimli yarı derinlik; bazalt, bazaltik andezit, andezit ve dasit bileşimli yüzey kayaçlarıyla temsil edildiğini belirterek magmatik kayaçların birbirini izleyen üç farklı evrede yerleştiklerini ileri sürmüşlerdir. Buna göre birinci evrede; bazik plütonik ve volkanik kayaçlar, ikinci evrede; asit plütonik ve volkanik kayaçlar, üçüncü evrede ise; artık mağmadan türeyen aplit ve lamprofirlerin oluştuğundan sözederek, çalışma alanındaki mağmatik kayaçların düşük–K'lu toleyit karakterli ada yayı mağmatizması ürünleri olduğunu belirtmiştir.

Bu çalışmada, arazide birbirlerinden renk farklılığıyla kolayca ayırt edilebilen birimlerin sınırları, hava fotoğraflarından da faydalanılarak ayrılıp haritalanmıştır. Birimler arazide ayrılıp haritalanabildiğinden dolayı stratigrafik adlama kurallarına uygun olarak, en iyi gözlendiği yerlerin isimleriyle adlandırılıp üyelere ayrılmıştır. Bu üyeler; Melilan dasit üyesi, Aslanlı tonalit üyesi, Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi ve Yaşarlı bazalt-andezit üyesi olmak üzere dörde ayrılmıştır.

2.3.1. Melilan Dasit üyesi (Kem)

Üyenin en iyi yüzeylediği yer, inceleme alanının GB'sındaki Melilan mahallesinin1 km kadar GB'sındaki Demir tepe ve Yaşarlı mahallesinin 1,5 km güneyinde Keban-Elazığ yol yarmasının civarlarıdır. Ancak, burada birimin rengi, Yaşarlı bazalt-andezit üyesinin rengine yakın bir koyulukta olduğundan sınırı tam olarak ayrılamamıştır. Buradan alınan örneğin mikroskopik incelenmesi neticesinde; kayacın mikroporfirik dokulu, plajiyoklas ve kuvarstan oluşan, dasit olduğu görülmüştür. Buradaki plajiyoklaslar, öz ve yarı öz şekilli, albit ve karlsbat ikizi gösteren, hamur malzemesi içinde hem küçük kristaller hem de fenokristaller halinde izlenirler. Kuvarslar ise; şekilsiz ve yarı öz şekilli olup, fenokristaller ve küçük kristaller halinde görülebilmektedirler.

2.3.2. Aslanlı Tonalit Üyesi (Kea)

Üye en iyi inceleme alanının güneydoğusundaki Aslanlı mahallesi yakınlarında yüzeyleme vermektedir (EK-1). Burada Piran çayına paralel bir vaziyette dere içinde yüzeyler. Açık renkli olmasından dolayı çok koyu renkli Yaşarlı bazalt-andezit üyesinden ve yine aralarındaki renk faklılığından dolayı Ulupınar kuvarslı diyorit üyesinden kolayca ayırt edilebilir. Bu üye, Ulupınar kuvarslı diyoritine göre biraz daha açık renklidir.

2.3.3. Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi (Keu)

Üye, Ulupınar köyü yakınlarında yüzeylenmektedir (EK-1). Buranın ismine izafeten bu isimle adlandırılmıştır. İnceleme alanında Elazığ mağmatitlerinin en yaygın üyesidir. Gri renk tonlarında görülen birim, Munzur kireçtaşlarıyla intrüzif bir dokanak oluşturmaktadır. Bu üyenin içerisinde yer yer koyu yeşil-koyu kahverenkli lamprofir dayklarına da rastlanılır (Foto 2.43).

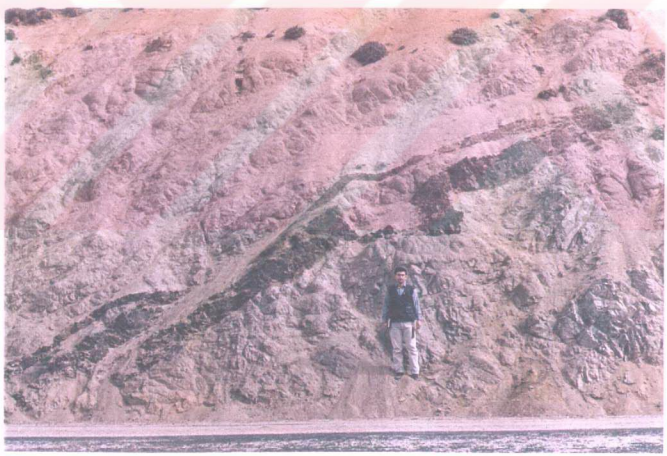


Foto 2.43. Keban-Elazığ yol yarmasında kuvarslı diyoritlerin ve içerisindeki koyu yeşil renkli lamprofir dayklarının karşıdan görünümü. Bakış GB'dan KD'ya doğrudur.

Bu üyeden alınan örneklerin petrografik incelenmesi sonucunda birimin;

Plajiyoklas + yeşil hornblend (amfibol) + kuvars + opak mineraller den oluşan subhedral-granüler dokulu kuvarslı diyorit olduğu belirlenmiştir (Foto 2.44).

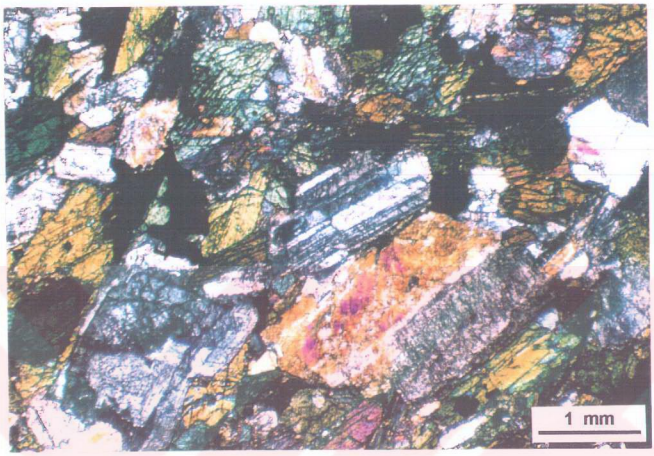


Foto 2.44. Sağdıçlar köyünün hemen doğusundan alınan kuvarslı diyoritin mikroskopik görünümü. Ç.N. x32

Buradaki plajiyoklaslar öz şekilli, yarı öz şekilli kristaller halinde olup, polisentetik ikizler göstermektedir. İrili ufaklı kristaller halinde bulunabilen plajiyoklaslarda serizitleşme ve karbonatlaşma gözlenmektedir. Amfiboller öz şekilli, yarı öz şekilli kristaller halinde olup, yeşil tonlarda bir pleokroizma gösterirler. Tek ve çift yönde dilinim izlenmekte olup, çift yönde birbiriyle 120° civarında açı yapan dilinimler görülür.

2.3.4. Yaşarlı Bazalt, Andezit Üyesi (Key)

Bu üyenin de en iyi yüzeylediği yer, inceleme alanının doğusundaki Yaşarlı mahallesi ve yakınlarıdır (EK-1). Bu nedenle bu isimle adlandırılıp üye olarak ayırtlanmıştır. Sağdıçlar köyünün batısında Sağdıçlar formasyonunun altında kalan birim, Emirosman dağının hemen doğusundan başlayıp K-G doğrultusunda inceleme

alanının en güneyine kadar takip edilebilir. Bu kesimlerde, Kırklar fayının yan yana getirdiği Keban metamorfitleri ile Elazığ mağmatitlerinin, tektonik dokanağını bu üye oluştumaktadır. Arazide koyu yeşil, koyu kahverengi ve siyah tonlarda gözlenen bu üyenin içerisinde yer yer yastık lavlara da rastlanılmaktadır.

2.4. Sağdıçlar Formasyonu (Geç Kampaniyen – Erken Maastrihtiyen, Ks)

İnceleme alanında sağdıçlar köyü ve Melilan mahallesinde yüzeylenir (EK-1). Birim ilk defa EİEİ jeologları (1972) tarafından, Sağdıçlar köyü civarında tanımlandığından bu isimle adlandırılmıştır. Sağdıçlar formasyonu, inceleme alanında Elazığ magmatitlerinin genellikle Yaşarlı bazalt-andezit üyesi üzerinde, uyumlu olarak durmaktadır. Birim en altta, Elazığ magmatitlerinin çoğunlukla, Yaşarlı bazalt-andezit üyesinden türemiş olan koyu yeşil –koyu kahve renkli iri taneli çakıltaşlarıyla başlar. Yukarıya doğru küçülen tane boylarıyla yeşil renkli kumtaşı-marn ardalanması devam eder (Foto 2.45). En üstte de kırmızı renkli radyolaryalı, ince-orta tabakalanmalı kireçtaşlarıyla son bulur.



Foto 2.45. Sağdıçlar formasyonunun arazideki görünümü. Melilan mahallesinin doğusundan geçen Melilan deresinin doğu yamacı. Bakış B'dan D'ya doğrudur.

Bu istifteki marnlar, ince-orta tabakalanmalı olup, yeşil renkli bu tabakaların ara seviyelerinde yer yer de kahve renkli ince bantlar görülür. Tabandaki çakıltaşlarında tabakalanma iyi gelişmemiş ve genellikle de topraklaşmış olduğundan, tabanlarında bulunan bazalt-andezitlerden ayırt edilmesi güçtür. Birimin ince taneli kumtaşı, marn ve kırmızı renkli kireçtaşı tabakalarının çoğu kesimlerinde bol miktarda planktik foraminifer fosilleri mevcuttur (Foto 2.46).

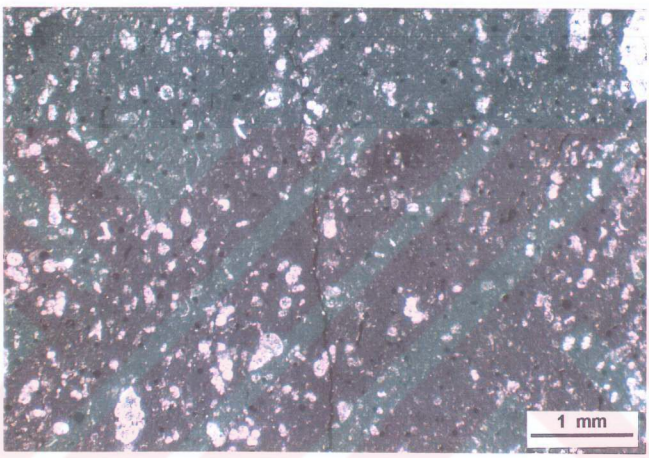


Foto 2.46. Sağdıçlar formasyonuna ait çamurtaşlarındaki planktik foraminiferlerin mikroskop altındaki görünüşü. Örnek, Sağdıçlar köyünün yaklaşık 1 km GB'sından alınmıştır.

Bu formasyondan derlenen örneklerde :

Globutruncana arca (Cushman)

Globutruncana lapparenti (Bolli)

Psendotextularia elegans (Rzehak)

Globutruncana bulloides (Vogler)

Globutruncana falsostuarti (Sigal)

Globutruncana sp.

Rosita fornicata (Plummer) (Determ; M. Kaya)

planktik fosilleri tesbit edilerek birime Geç Kampaniyen – Erken Maastrihtiyen yaşı verilmiştir.

Sağdıçlar formasyonu, hem içerdiği fosillerle hem de sunduğu litolojisiyle derin deniz ortamını yansıtmakta olup, Elazığ magmatitlerine ait derin deniz sedimentleridir.

2.5. Keban Magmatitleri (Geç Kretase – Paleosen, Kk)

Çalışma alanındaki Keban magmatitleri, siyenomonzonitik ve siyenitik özellikteki mikroporfirik dokulu, trakitlerden oluşmaktadır. Fırat nehrinin batısında, Yahyalı köyü civarında dayklar ve siller şeklinde gözlenir. Ayrıca Keban–Arapgir karayoluna paralel olarak, yaklaşık 200 m. kalınlıkta ve 2-3 km kadar uzunlukta, KB-GD doğrultusunda sil şeklinde gözlenir. Fırat nehrinin doğusunda ise Keban ilçe merkezinde, Siftil tepede dayklar şeklinde gözlenir. Kurşunkaya mahallesi yakınlarından başlayıp Fırat nehrine paralel bir şekilde, Kurubekir ve Gogodere mahallelerinden geçerek Gogo dereye kadar uzanan KD-GB doğrultulu, yaklaşık 4-5 km uzunluğunda ve 250 m ye kadar varabilen kalınlıklardaki magmatitler ise siller şeklindedir (EK-1).

Keban metamorfitlerini kesen bu birimin üzerine açılı uyumsuz olarak Erken Miyosen yaşlı Alibonca formasyonu gelmektedir. Kalkşist ve mermerler ile olan dokanaklarında granat ve epidot gibi kontak metamorfizma mineralleri izlenmektedir.

Magmanın gelişi, daha önce oluşmuş kırıklar ve metamorfitlerin folyasyon düzlemleri boyunca kontrol edilmiştir. Bu bakımdan sahadaki görünümleri dayk ve sill şeklinde olup, dayk kalınlıkları birkaç cm den birkaç 10 m ye kadar değişirken, siller 250 m ye kadar çıkabilmektedirler.

Genellikle topoğrafyada yüksek rölyefli olarak görülen Keban magmatitleri arazide pembe, sarı, kirli beyaz, açık kahve ve koyu kahve renklerinde gözlenir. Bu magmatitlerin içerisinde 3-5 cm ye varabilen büyüklüklerde, bazen ikizlenmeli de görülebilen iri sanidin ve ortoklas kristalleri mevcut olup, hemen hemen her yüzeylemede görülürler (Foto 2.47). Bazı yerlerde alterasyona uğrayarak serizitleşme, killeşme ve kloritleşmeye uğramışlardır.

Kipman (1981, 1982)'ye göre bu magmatitler dört tip ve dört fazda oluşmuştur. İlk fazda piroksen trakilatitleri oluşturan mağma enjekte olmuştur. Daha sonra oluşan piroksen–hornblend trakilatitler ise piroksen trakilatitleri kesmiştir. Trakilatitlerden

sonra, sırasıyla hornblend-biyotit trakit ve alkali trakit meydana gelmiştir. Araştırmacı bunların oluşum yaşının Geç Kretase-Paleosen zaman aralığında gerçekleştiğini belirtmiştir.

Asutay (1988), Baskil granitinin, kıta kenarı magmatizmasının özelliklerini sergilediğini savunarak, bunların büyük bir olasılıkla Arap platformu ile Keban levhası arasında var olan bir okyanus kabuğunun kuzeye doğru, Keban levhasının altına dalmasıyla geliştiğini varsaymaktadır. Bu bağlamda siyenitlerden oluşan Keban magmatitlerini ise Baskil magmatitlerinin derinlik kayaçları içinde, en son yerleşen kuvars monzonitlerin, daha kuzeydeki uzantıları şeklinde yorumlamıştır.

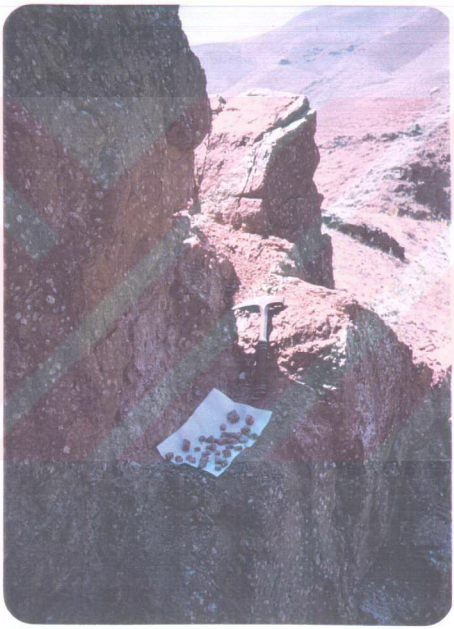


Foto 2.47. Karamağara derede yüzeylenen sil şeklindeki Keban magmatitlerinin yakından görünüşü. Bakış KB'dan GD'ya doğrudur.

Keban magmatitlerinden alınan örneklerin petrografik olarak incelenmesi sonucunda bunların; birincil mineral olarak sanidin, plajiyoklas, opak mineral ve çok az olarak da kuvarstan oluşan, karbonat ve serizit gibi ikincil mineraller de içeren mikroporfirik dokulu trakitlerden oluştuğu gözlenmiştir.

Sanidin kristalleri ince taneli hamur malzemesi içinde fenokristaller halinde bulunup öz şekilli, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz görülebilmektedirler. Plajiyoklaslarda serizitleşme, karbonatlaşma ve sosürütleşme oluşmuştur. Pertitik özellik sunan plajiyoklaslarda karlsbat ikizlenmesi gözlenir. Bazı kristallerde görülen alterasyon merkezden kenarlara doğru azalmaktadır (Foto 2.48).

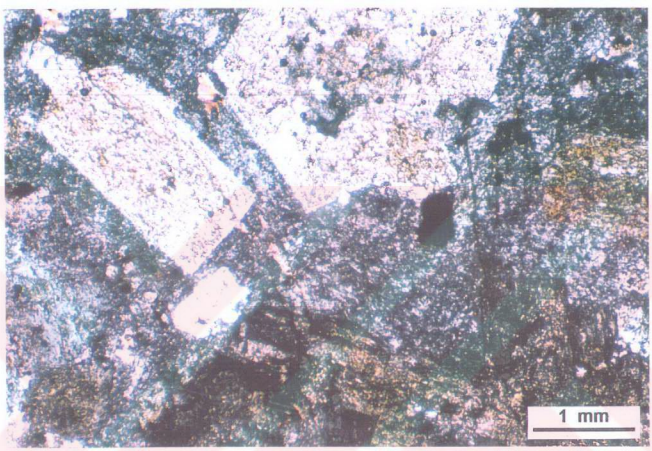


Foto 2.48. Keban mağmatitlerinin mikroskopik görüntüsü. Örnek Siftil tepeden alınmıştır. Ç.N. x32

2.6. Kuşçular Formasyonu (Erken Paleosen)

Kuşçular formasyonu, ilk defa EİEİ jeologları (1972) tarafından, Kuşçu köyünün yakınlarında tanımlanmış ve adlandırılmıştır. İlk defa bu çalışmada, Kuşçular formasyonunun çakıltaşları üzerinde, bunlarla uyumlu bir şekilde dolomitik, masif, kristalize kireçtaşlarının varlığı tesbit edilerek bu formasyon, çalışma alanında iki üyeye ayrılıp haritalanarak incelenmiştir. Bu üyeler alttan üste doğru; Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesi ve Örenyaka masif kristalize kireçtaşı üyesidir (Şekil 2.3). Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesi tamamen çakıltaşlarından oluşmuş olup Keban metamorfitleri üzerinde açılı uyumsuzlukla durmaktadır. Bu üyenin üzerinde ise uyumlu bir şekilde Örenyaka masif kristalize kireçtaşı üyesi bulunmaktadır (Foto 2.49).

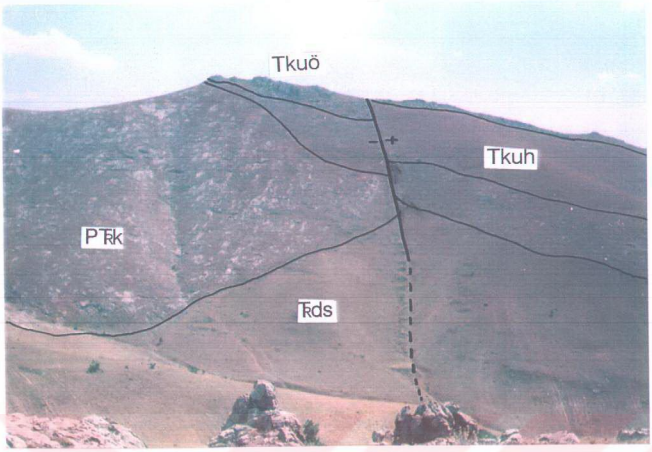


Foto 2.49. Kuşçular formasyonunun Keban Metamorfitleri üzerindeki konumu. PTrk, Keban mermeri; Trds, Söğütlü metakonglomeraları; Tkuh, Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesi; Tkuö, Örenyaka masif kristalize kireçtaşı üyesi. Hasantaşkayalığı tepenin yaklaşık 1 km GD'sundaki Kömberk tepe. Bakış KB'dan GD'ya doğrudur.

2.6.1. Hasantaşkayalığı Çakıltaşı Üyesi (Tkuh)

Birim tamamen kırmızı, kahverenkli çakıltaşlarından oluşmuştur. Yayılım itibariyle Keban metamorfitleri üzerinde en iyi gözlendiği yer Kuşçu köyünün güneyindeki Hasantaşkayalığı tepesi ve çevresi ile Örenyaka köyünün kuzeyi ve Gökbelen köyünün doğusundaki Gogo deredir (EK-1).

Üye, Keban metamorfitleri üzerinde açılı uyumsuz olarak durmaktadır. Kuşçular köyünün güneyinde Hasantaşkayalığı tepesinde bu birimin kalınlığı yaklaşık 150 m dolayındadır. Karşıdan bakıldığında tabakalanması belirgin olmayan masif görünümlü, koyu kahve-kırmızı renkli görünür (Foto 2.50).

Bu üye, çakılları tamamen Keban metamorfitlerinin kristalize kireçtaşları ve mermerlerinden türemiş olan monojenik özellikteki bir çakıltaşıdır. Koyu kahve-kırmızı renkli bir görünüm sunan birimin matriksi kum olup, çakılların çimentolanması oldukça sıkıdır. Yarı köşeli-yarı yuvarlaklaşmış, kötü boylanmalı, çakılların tane çapları 1-2 cm den 15-20 cm ye kadar değişmektedir (Foto 2.51).

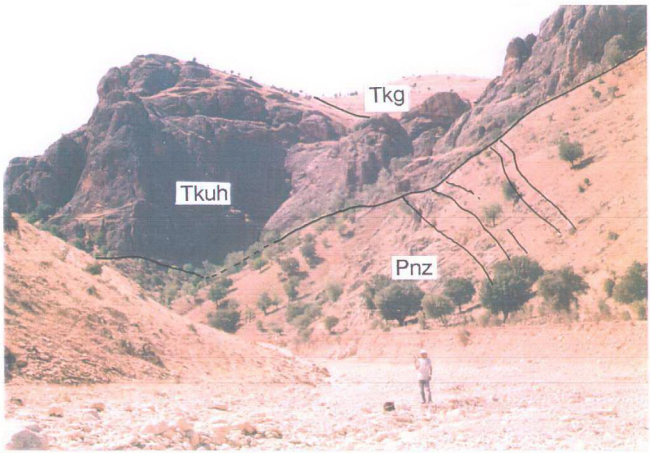


Foto 2.50. Kuşçular formasyonuna ait Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesinin uzaktan görünümü. Pnz; Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşları, Tkuh; Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesi, Tkg; Kırkgeçit Formasyonu. Gökbelen köyünün 1 km güney doğusundaki Gogo derenin içi. Bakış KB'dan GD'ya doğrudur.



Foto 2.51. Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesinin yakından görünümü. Hamurlu köyünün 1.5 km GD'sundaki Kanyıbilik Tepe.

Orta-çok kalın tabakalanma sunan çakıltaşlarının ara seviyelerinde, yer yer kırmızı-kahverenkli ince kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı düzeylerine de rastlanılmaktadır. Bu kumtaşlarında tabakalanma düzlemleri çok iyi gelişmiştir.

Çakıltaşlarının renginin kırmızılığı ise, çimento malzemesinin içerdiği düşük tenörlü demir ve mangan içeriğinden kaynaklanmaktadır (Balçık ve diğ., 1978).

Hakyemez ve Örçen (1982), bu birim ile aynı özellikleri taşıyan ve Malatya civarında da gözlenen birimi "Medik formasyonu" olarak adlamışlardır. Bu birime stratigrafik konumu ve kapsadığı kayaçlar gözetilerek Paleosen yaşını vererek birimi oluşturan çökellerin sedimantolojik özelliklerine göre bunların alüvyon yelpazesi ortamında çökeldiklerini belirtmişlerdir. MTA nın Akçadağ'da (Malatya) yaptığı sondajda, birimin kalınlığının 1400 m olduğu belirlenmiştir.

Turan ve Türkmen (1996), bu formasyon içinde yedi litofasiyes ayırt etmişlerdir.Yazarlar, tane boyu yukarıya doğru kabalaşan bu istifin; hızla dolan tektonik kontrollü bir havzada ilerleyen alüvyal yelpaze çökelleri olduğunu belirtmişlerdir.

2.6.2. Örenyaka Masif Kristalize Kireçtaşı Üyesi (Tkuö)

İnceleme alanının güneyindeki, Örenyaka köyünün kuzeyinde ve Kartal tepenin yaklaşık 1 km batısındaki batıya bakan sırtında, Kırmızıtaş tepede ve Kırmızıtaş tepenin yaklaşık 1 km kuzeyindeki tepelerde yüzeyleme verir (EK-1). Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesinin üzerinde uyumlu bir şekilde durmaktadır. Kalınlığı yaklaşık 80-100m. civarında olan bu birim masif, sert, bol çatlaklı, dolomitik, yeşilimsi gri renklidir (Foto 2.52). Birim üstten serbest yüzeylemeli olup fosil içermemektedir.

Bu üyeden alınan örneklerin, mikroskopik olarak incelenmesi neticesinde, bunların tamamen kalsitten oluşan mikrokristalin kireçtaşları olduğu belirlenmiştir (Foto 2.53).



Foto 2.52. Örenyaka masif kristalize kireçtaşı üyesinin görünüşü. Örenyaka köyünün yaklaşık 1 km. kuzeyi, Kartal T.'nin 700 m. batısı. Bakış G'den K'e doğrudur.

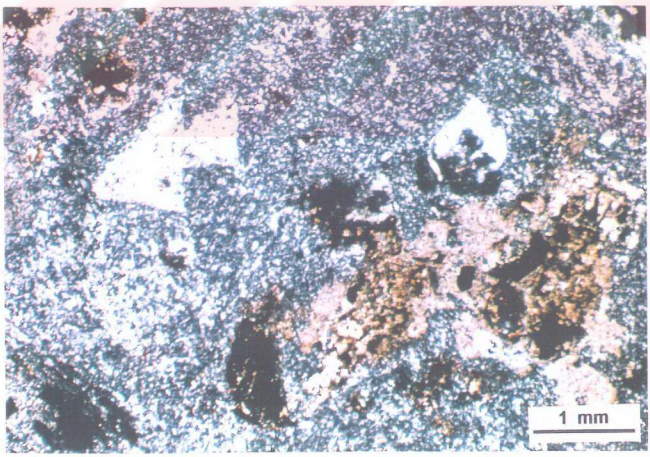


Foto 2.53.Örenyaka masif kristalize kireçtaşı üyesinin mikroskopik görünümü. Örnek, Kartal tepenin yaklaşık 750 m batısından alınmıştır. Ç.N. x32

Kuşçular formasyonu fosil içermediği için birimin yaşı, ancak göreceli olarak verilebilmektedir. Çalışma alanının dışında Maastrihtiyen yaşlı Harami Formasyonu'nun üstünde, Tanesiyen-Lütesiyen yaşlı Seske Formasyonu'nun altında görülen birim çalışma alanında ise, Keban metamorfitlerinin üstünde, Lütesiyen-Geç Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu'nun altında görülmektedir. Bu verilere göre birimin yaşı Erken Paleosen'dir.

2.7. Seske Formasyonu (Tanesiyen – Lütesiyen, Ts)

Birim ilk defa, Erdoğan (1975) tarafından Seske köyü (Gölbaşı) civarında tanımlanıp adlanmıştır.

İnceleme alanında sadece Bademli köyünün yaklaşık 1,5 km. güneyindeki Erik tepede görülür. Birim burada Elazığ magmatitlerinin üzerine, taban çakıltaşlarıyla oturmaktadır. Orta-iyi yuvarlaklaşmış olan çakıllar, Keban metamorfitlerinden ve Elazığ magmatitlerinden türemişlerdir. Bu taban konglomerasının üzerinde ise uyumlu olarak beyaz, açık gri renkli, tabakalanması belirsiz, 5-10 m kalınlığında, bol Assilina fosilli ve yer yer erime boşluklu kumlu kireçtaşları gelmektedir.

Bu formasyonun kireçtaşı biriminden derlenen örneklerde;

Asterigina sp.
Cuvillierina sireli İnan
Smoutina sp.
Miscellanea juliettae Leppig
Assilina yvettae Schaub
Assilina sp.
Nummulites formosus de la Harpe
Orbitoclypeaus douvillei (Schlumberger)
Miliolidae
Mercan
Alg (Determ; M. Kaya)

fosilleri bulunarak birime, Tanesiyen (Geç Paleosen) – Lütesiyen (Orta Eosen) yaşı verilmiştir.

2.8. Kırkgeçit Formasyonu (Lütesiyen – Geç Oligosen, Tkg)

Birim ilk defa Kırkgeçit bucağı (Van) yakınlarında TPAO jeologları tarafından (Perinçek.,1979) tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Kırkgeçit formasyonu inceleme alanında; Gökbelen ve Göldere köyleri, Zirik ve Karahüseyin mahalleleri, Pirhasanzerrakiziyareti T., Karcıkziyareti T. , Dana T. ve Akbaba T. de yüzeylemektedir (EK-1).

Çalışma alanında, birim tabanda kötü yuvarlaklaşmış, köşeli, karbonat çimentolu kırmızı renkli çakıltaşlarıyla başlayıp, yukarıya doğru giderek daha iyi boylanma ve yuvarlaklaşma gösteren, beyaz renkli, tane destekli çakıltaşlarına dönüşür (Foto 2.54). Üste doğru kumtaşı-kumlu kireçtaşı-kiltaşı-marn ardalanmasından sonra pembe, beyaz, krem renkli, mercanlı resifal kireçtaşlarıyla sona erer. Taban seviyelerindeki konglomeralar polijenik olup, Keban metamorfitleri ve Keban magmatitlerinden türemişlerdir. Kumlu kireçtaşı düzeylerinde bol miktarda Nummulit vardır. Keban metamofitleri ve Kuşçular formasyonu üzerinde uyumsuz olarak durup üstten serbest yüzeylemelidir.



Foto 2.54. Kırkgeçit formasyonunun en tabanında yer alan kumlu-kireçli-killi, köşeli çakıltaşları. Örenyaka köyünün 500 m doğusu.

İnceleme alanında formasyonun en iyi yüzeylendiği yer Pirhasanzerrakiziyareti tepesi olup, tabandan tavana kadar istifin tümü görülür.

Çalışma alanının daha çok GB'sında yayılım gösteren Kırkgeçit formasyonun yüzeylediği alanlarda, formasyon içerdiği kil-marn litolojisindeki fazlalık ve eğimin yüksek oluşu, bu yörelerde heyelanlara sebep olduğundan bu kesimlerde yeterli sayıda tabaka duruşu da ölçülememiştir.

Kırkgeçit Formasyonu'ndaki tabaka kalınlıkları ince-orta arasında değişir ve oldukça düzenli bir tabakalanma sunar. Çalışma alanın genellikle beyaz ve yeşilimsi-gri renkleri ile belirginleşen bu formasyon fliş karakterini yansıtmaktadır.

Kırkgeçit formasyonunun değişik yüzeylemelerinden alınan örneklerde aşağıdaki fosiller tesbit edilmiştir :

Fabiania cassis (Oppenheim)

Eorupertia magna (Le Calvez)

Gypsina sp.

Asterigerina rotula (Kaufmann)

Amphistegina sp.

Textularia sp.

Alveolina fusiformis (Sowerby)

Alveolina sp.

Praebulalveolina afyonica (Sirel ve Acar)

Peneroplis sp.

Orbitolites sp.

Linderina brugesi (Schlumberger)

Chapmanina gassinensis (silvestri)

Assilina exponens (Sowerby)

Heterostegina sp.

Nummulites beaumonti (d'Archiac ve Haime)

Nummulites perforatus (Montfort)

Nummulites sp.

Operculina sp.

Textularidae

Miliolidae

Rotaliidae
Discocyclina sp.
Bryozoa
Alg. (Determ; N. Avşar)

İnceleme alanında bulunan bu fosillere göre, birimin yaşı Orta Eosen (Orta Eosen'in üstü) – Priaboniyen (Geç Eosen) dir. Ancak, Elazığ çevresinde bu formasyon içerdiği fosil topluluğuna göre Geç Oligosen'e kadar çıkmaktadır (Turan,1984; Özkul,1988).

2.9. Alibonca Formasyonu (Akitaniyen, Ta)

İlk defa Soyutürk (1973) tarafından isimlendirilen formasyon, çalışma alanının batısındaki Bayındır, Pınarlar ve Denizli köyleri civarında yüzeylenmektedir (EK-1). İnceleme alanında Keban metamorfitleri ve Keban magmatitleri üzerinde açılı uyumsuzlukla durur. Alibonca formasyonu tabanda, kendisinden yaşlı tüm birimlerin çakıllarını içeren konglomeralarla başlar ve yukarı doğru kumtaşı, marn ve kalın tabakalı (5-6 m kalınlığında) kumlu ve bol fosilli sarı, pembemsi renkli kireçtaşları ile son bulur (Foto.2.55).

Keban–Arapgir karayolunun Taşkıran dereye ulaştığı yerden başlayan ve çalışma alanının dışına doğru (KB) genişleyerek devam eden bir yüzey görüntüsü verir.

Bu formasyondan derlenen örneklerde:
Nephrolepidina sp.
Lepidocyclina sp.
Miolepidocyclina sp.
Miogypsina globulina (Michelotti)
Miogypsina gunteri (Cole)
Miogypsina irregularis (Michelotti)
Miogypsina sp.
Miogypsinoides sp.
Bryozoa (Determ; M. Kaya)

fosillerine göre birime Akitaniyen (Erken Miyosen) yaşı verilmiştir.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

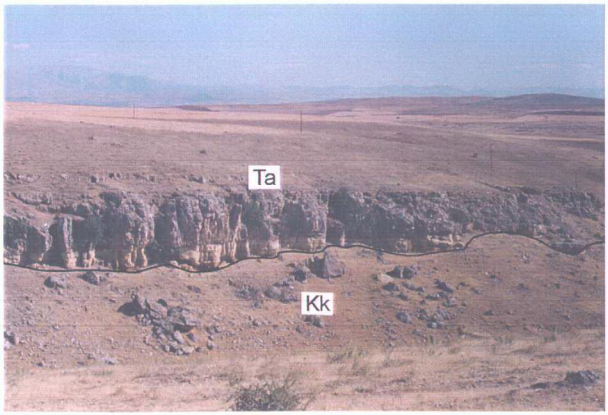


Foto 2.55. Alibonca Formasyonunun (Ta), Keban magmatitlerinin (Kk) üzerindeki uyumsuz duruşunun genel görünümü. Denizli köyünün yaklaşık 1 km GD'sundaki Karamağaradere.Bakış B'dan D'ya doğrudur

2.10. Karabakır Formasyonu (Geç Miyosen)

İnceleme alanında başlıca aglomera-tüf, konglomera ve gölsel kireçtaşları ile temsil edilen bu formasyon, Karabakır formasyonu olarak ilk defa Naz (1979) tarafından Karabakır köyü (Pertek-Tunceli) yakınlarında tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Karasal ortamı karakterize eden birimin yaşı Sirel ve diğ. (1975) tarafından Geç Miyosen olarak kabul edilmiştir.

İnceleme alanının KB'sında Denizli, Bayındır ve Pınarlar (Nimri) köyleri ile Kaşdüzü tepede izlenen Karabakır formasyonu, çalışma alanının dışına doğru genişleyerek yayılmaktadır (EK-1).

Karabakır formasyonu, çalışma alanında Alibonca formasyonu üzerinde uyumsuz olarak durmaktadır. İnceleme alanında Karabakır formasyonuna ait aglomera-tüf, konglomera ve gölsel kireçtaşları, arazide kolayca birbirlerinden ayrılabildikleri için, üye olarak ele alınıp incelenmişlerdir. Bu üyeler alttan üste doğru; Bayındır tüf üyesi, denizli konglomera üyesi ve Kaşdüzü gölsel kireçtaşı üyesidir.

2.10.1. Bayındır Tüfit Üyesi (Tkb)

İnceleme alanında, Bayındır ve Denizli köylerinin yakınlarında izlenirler. Aglomera-tüf ardalanmasından oluşan üye arazide gri, beyaz ve açık yeşil tonlarda görülürler. Aglomera-tüf ardalanmasından dolayı bantlı bir görünümleri vardır (Foto 2.56).



Foto 2.56. Keban-Arapgir karayolunun Denizli köyü güneyindeki yol yarmasında Bayındır tüf üyesinin görünümü.Bakış GD'dan KB'ya doğrudur.

Bayındır tüf üyesi altta Alibonca formasyonunun kalın tabakalı kumlu kireçtaşlarının üzerinde yatay bir şekilde bulunur. Bunların üzerine ise Denizli konglomera üyesi gelmektedir. Bunlarda ayrışma ve aşınma fazla olduğu için genellikle topraklaşmışlardır. Topoğrafyada düz alanları oluştururlar.

Bu üyenin tüflerinden alınan örneklerin mikroskopik olarak incelenmesi sonucunda bunların, plajiyoklas ve biyotitten oluştuğu ve çok az (yaklaşık % 3 civarında) kuvars içeren, vitroporfirik dokulu andezitik tüf olduğu belirlenmiştir. Burada plajiyoklaslar öz şekilli, yarı öz şekilli zonlu yapıda olup albit ve karlsbat ikizi gösterirler. Biyotitler özşekilli ve yarı özşekilli olup, açık kahveden koyu kahve rengine doğru bir pleokroizma gösterirler. Kuvarslar ise öz şekilsiz kristaller halindedir. Tüflerin andezitik olmasının nedeni, mağma bileşiminin farklılaşmasıyla ilişkilidir.

2.10.2. Denizli Konglomera Üyesi (Tkd)

Bu üye konglomeralarla temsil olunur. İnceleme alanında Denizli köyünün hemen güneyinde, Kaşdüzü tepenin kuzey yamaçlarında yaygın olarak yüzeylenir (EK-1). Konglomeralar kırmızı renkli tane destekli, yarı köşeli, kötü boylanmıştır (Foto 2.57). Birimin yüzeylendiği alanlar tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Üyenin üzerinde uyumlu olarak Kaşdüzü üyesi bulunmaktadır.



Foto 2.57. Denizli konglomera üyesinin yakından görünüşü. Cüke mevkiinin yaklaşık 500 m kuzeyi. Bakış B'dan D'ya doğrudur.

2.10.3. Kaşdüzü Gölsel Kireçtaşı Üyesi (Tkk)

Üye yeşilimsi gri , beyaz renklerde gözlenen, erime boşluklu, sert, kırılgan, fosilsiz, bitki parçaları içeren marn-gölsel kireçtaşı litolojisindedir. Çalışma alanında Kaşdüzü tepe tamamen bu birimden oluşmuştur.

2.11. Hamurlu Formasyonu (TQh)

Formasyon tamamen konglomeralardan oluşan bir litoloji sunar. Turan (1984), inceleme alanının yaklaşık 20-30 km GB'sında Aydınlar yöresinde (Baskil- Elazığ)

yaptığı çalışmada bu birimi "Pliyosen (?) konglomeraları" olarak tanımlamış ve konglomeraların karasal oluşuklar olduğunu belirtmiştir.

İnceleme alanında birimin en iyi yüzeylendiği yer Hamurlu mahallesi yakınlarındaki Viderimalın tepedir. Ayrıca Yahyalı köyünün yaklaşık 1km. kuzeyindeki Harmoşat tepe ve ayrıca Kuşçu ile Örenyaka köylerinin arasında kalan bölgedeki birkaç tepenin en üstünde küçük parçalar halinde bulunurlar. Yaklaşık 50-60m civarında bir kalınlığa sahip olan formasyon, gevşek tutturulmuş, kötü boylanmalı, matriks destekli, etrafi beyaz rekli karbonat sıvamalı çakıllardan oluşmaktadır. Tabakalanmanın olmadığı, masif görünüşlü bu birimin kapladığı alanlar, genellikle tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Çakılları Kırkgeçit formasyonundan ve Keban magmatitlerinden türemiş olan formasyonun matriksini ise beyaz renkli killi karbonatlar oluşturmaktadır. Formasyonun yaşı fosil içermediği için tam olarak tesbit edilememiştir. Ancak, karasal ortam koşullarını yansıtan bu formasyon, ne denizel ortamda çökelmiş olan Erken Miyosen yaşlı Alibonca formasyonuna ne de karasal ortam koşullarını karakterize eden Geç Miyosen yaşlı Karabakır formasyonuna benzemektedir. Geç Miyosen sonrasında, gölsel bir ortamda çökelen formasyonun yaşının, Pliyo-Kuvaterner olabileceği tahmin edilmektedir.

Taraçalar (Kuvaterner, Qtr)

İnceleme alanında Keban ilçe merkezinin, DSİ ve TEK sitelerinin kurulu olduğu alanlar ile Örenyaka köyünün doğusu ve Karamağara derenin her iki yamacında ve derelere paralel olacak şekilde gelişmişlerdir. Kahverengi-kırmızı tonlarında, gevşek çimentolu, tabakalanması belirsiz, küresel, yassı, az köşeli her türden çakıl ve az miktardaki kum, killi ve karbonatlı bir çimento ile bağlanmış genç oluşuklardır.

Yamaç Molozları (Qym)

Sıkılaşmış çakıl, toprak ve molozlardan meydana gelmiştir. İnceleme alanında,Kırklar fayının batı cephesinde, Bademli Köyü, Melilan ve Yukarıazizan mahallelerinin yakınındaki Keban metamorfitleri ile Elazığ mağmatitlerinin tektonik sınırına yakın yerlerde gelişmişlerdir.

Alüvyon (Qal)

Çoğunlukla tutturulmamış çakıl, kum, blok ve toprağımsı malzemeden oluşan alüvyonlar, daha ziyade akarsu vadilerinde ve bazı düzlüklerde görülür. Her türlü çakıl ve kum karışımından meydana gelmiştir.

İnceleme alanında en çok Piran çayında gelişmiş olup, burada kum ocakları olarak işletilmektedir.

3. METAMORFİZMA

Keban metamorfitlerine ait bütün birimler, bölgesel metamorfizma neticesinde tabakalanmaya paralel yapraklanma gösterirler. Bu metamorfik seriye ait kayaçlardaki ilksel tortul özellikler, çoğu yerde tanınabilmektedir. Yalnız, Keban mermeri ve Akbabatepe dolomitik kristalize kireçtaşının masif bir yapıya sahip olmasından dolayı, bu birimlerde ilksel tortul yapı izlerine çok nadir olarak rastlanılmaktadır. Keban metamorfitlerine ait kayaçlarda belirlenen metamorfik mineraller Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Keban metamorfitlerine ait kayaçlarda belirlenen metamorfik Mineraller

Mineraller	Kayaçlar		
	Metapelit-Metapsammitler	Metakarbonatlar	Metabazitler
Kuvars			
Kalsit			
Dolomit			
Klorit			
Serizit			
Muskovit			
Biyotit			
Epidot			
Grafit			
Trem. / Aktin.			
Yeşil hornb.			
Albit			
Klinopiroksen			
Alkali feldsp.			
Granat			
Opak mineral.			

Tablo 3.1'de, kalın sürekli çizgiler mineralin varlığını, kalın kesikli çizgiler ise mineralin gözlenmediğini göstermektedir. Tabloya göre, Keban metamorfitlerine ait kayaçlarının üst yeşilşist fasiyesinde (granat zonu) metamorfizmaya uğramış oldukları söylenebilir.

Keban metamorfitlerinin yapraklanma görülen bütün birimlerinde, yapraklanmanın tabakalanmaya paralel olması ve birimlerdeki yapraklanmanın da birbirlerine göre çok aykırı durmaması, bu birimlerin hepsinin aynı metamorfizma şartlarında ve tektonik süreç içinde geliştiğini gösterir.

Çok evreli deformasyona uğrayan bu birimlerde ikinci ve üçüncü deformasyon evreleriyle ilişkili mezoskopik yapılardan olan buruşma klivajlarının, petrografik olarak incelenmeleri neticesinde, bu deformasyon evrelerine metamorfizmanın eşlik etmediği görülmüştür. Zira eşlik etseydi, bu ikincil ve üçüncül klivajlanma düzlemlerine paralel sinkinematik olarak büyümüş metakristlere rastlanılacaktı.

İnceleme alanında metamorfizmanın yaşı ile ilgili olarak kesin bir şey söylemek zordur. Çünkü Keban metamorfitlerinin en genç birimi olan Geç Triyas yaşlı Delimehmet Formasyonu ile Geç Kretase arasında bölgede bir hiyatus mevcuttur. Buna göre metamorfizma, kabaca Triyas sonrası ile Geç Kretase arasında, yani Jura-Geç Kretase'de gerçekleşmiş olmalıdır.

Ancak, bölgenin jeotektonik evrimi gözönüne alındığında, Geç Kretase'de Neo-Tetis okyanusunun güney kolunun kuzeye doğru dalmaya başlamasıyla (Şengör ve Yılmaz, 1983; Yazgan ve Chessex,1991) ilişkili olarak gelişen magmatizma bölgedeki mevcut birimleri metamorfize etmiştir. Buradaki metamorfizmanın şiddeti güneyden kuzeye doğru azalmaktadır. İnceleme alanındaki Keban metamorfitlerinde görülen metamorfizma, daha kuzeyde yüzeyleyen Keban metamorfitleri ve Munzur kireçtaşlarına oranla daha fazla etkili olduğundan fosil görülememektedir. Buna karşın Özgül (1981), Munzur dağları'nda yaptığı çalışmada Keban Birliği ve Munzur kireçtaşları içerisinde metamorfizmadan çok az etkilenmiş bir çok yer tesbit ederek buralarda birimlere yaş verecek fazlaca, karakteristik fosiller tespit etmiştir.

Özgül (1981), inceleme alanının kuzeyindeki Munzur Dağları'nda yaptığı çalışmada, Keban Birliği'ne ait Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen yaşlı Kemaliye formasyonunda da hafif bir metamorfizmanın görüldüğüne dikkat çekerek, birliğin metamorfizma yaşının Erken Maastrihtiyen olabileceğini belirtmektedir. Özgül'e göre

(2000, sözlü görüşme), Munzur kireçtaşlarının metamorfizması ve deformasyonu, Keban Birliği'nin metamorfizması ve deformasyonu ile aynı yaştadır. Yani metamorfizma yaşı Geç Kretase'dir.

Kipman (1976,1981), Triyas ile Geç Kretase arasındaki çökelmezlik döneminde bölgenin yükselerek metamorfizmaya uğradığını belirterek, metamorfizmanın Jura-Erken Kretase'de meydana gelmiş olabileceğini vurgulamaktadır.

Turan (1984), Keban metamorfitlerinin otokton ve allokton olmak üzere iki konumda olup, olasılıkla Jura-Erken Kretase'de metamorfizmaya uğradığını belirtmiştir.

Yazgan (1984), Doğu Torosların jeodinamik evrimi için, levha tektoniği kuramına göre önerdiği modelde, Keban metamorfitlerinin metamorfizma yaşını Kampo-Maastrihtiyen olarak vermiştir.

Asutay (1985,1988), Keban metamorfitlerindeki büyük asimetrik kıvrımların kıvrım eksenleri ile Baskil graniti içinde yerleşmiş olan diyabaz dayklarının yönlerinin (KKD) birbirine uyumlu olmasından yola çıkarak, Keban karbonatlarını metamorfize eden olaya, Baskil granitlerinin oluşumunun neden olduğunu ileri sürmüştür. Bu nedenle de metamorfizmanın yaşının Turoniyen-Erken Maastrihtiyen zaman aralığında olabileceğini belirtmiştir.

4. YAPISAL JEOLOJİ

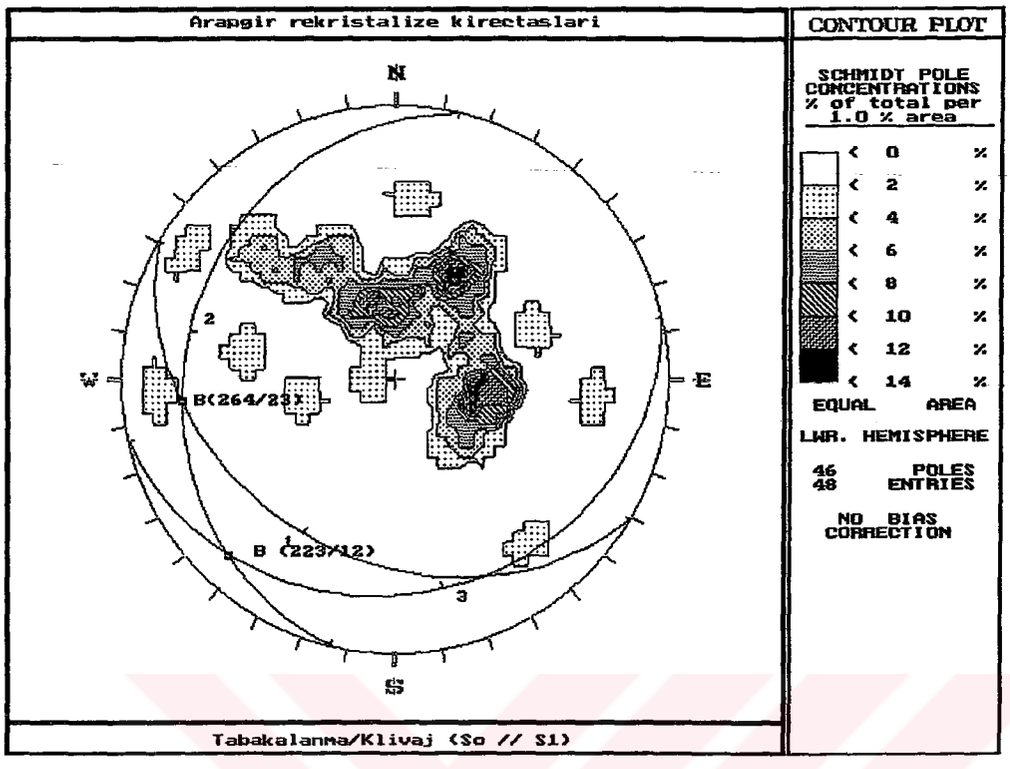
İnceleme alanı ve çevresinde yüzeylenen kayaçlar, tektonik hareketler neticesinde kıvrımlı, kırıklı ve bindirmeli bir yapı kazanmışlardır (Ek.1, 2 ve 3). İnceleme alanında yapılan çalışmalar, bu bölgede yüzeylenen kayaçların Alpin ve neo-tektonik dönemdeki hareketlerden etkilendiğini göstermiştir. Çünkü, Keban metamofitlerinin en genç birimi olan Geç Triyas yaşlı Delimehmet Formasyonu ile en yaşlı birimi olan, Permiyen yaşlı Nimri formasyonunun metamorfizma dereceleri, kıvrımlanma geometrileri ve kıvrım eksen gidişleri benzerdir. Ayrıca Erken Permiyen'den Geç Triyas'a kadar çökelen bu formasyonların, kesintisiz ve uyumlu bir şekilde birbirlerinin devamı olmaları, Keban metamorfitlerinin bütün formasyonlarının birlikte ve Geç Triyas sonrasında (Geç Kretase), yani Erken Alpin orojenik safhasında kıvrımlanıp metamorfize olduklarını gösterir.

4.1. Kıvrımlar

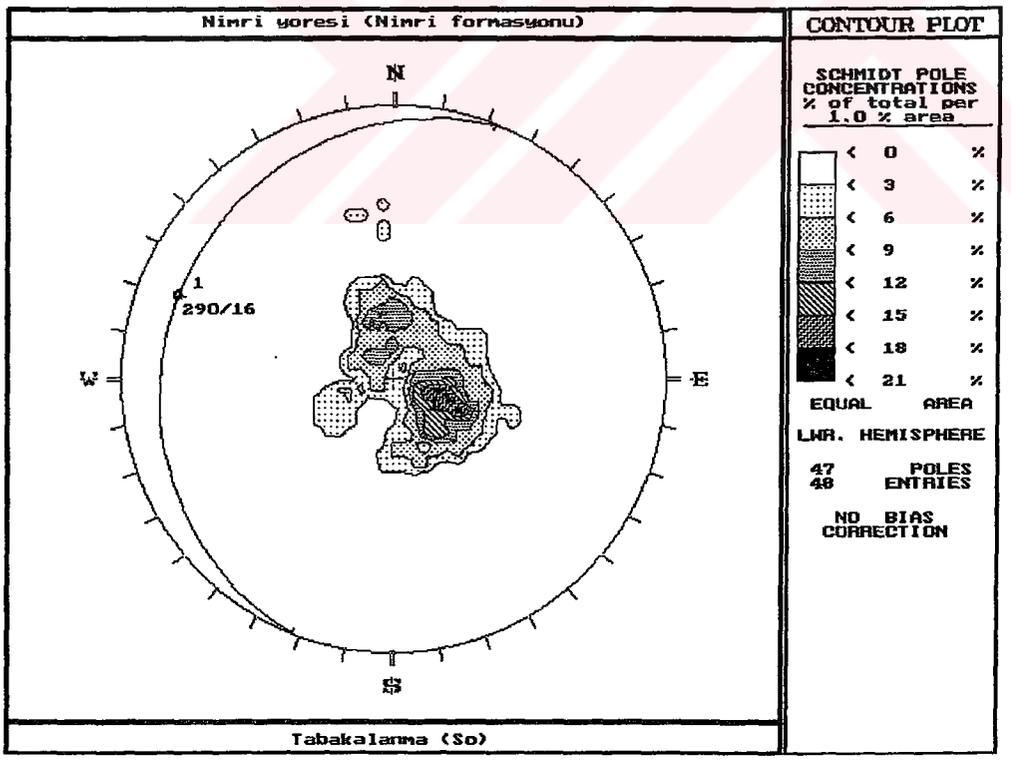
Keban metamorfitleri ilk deformasyonlarını (D1), Geç Kretase'de metamorfize oldukları zaman geçirdikleri için sadece Alpin orojenik hareketlerinden etkilenmişlerdir. Çünkü, Keban metamorfitlerine ait Nimri formasyonunun altında yer alan Arapgir rekristalize kireçtaşlarında yapraklanma tabakalanmaya paraleldir. Bu birimden alınan 48 adet yapraklanma (veya tabakalanma) ölçüsüne göre yapılan kontur diyagramında Arapgir rekristalize kireçtaşlarının önce KB-GD daha sonra da yaklaşık K-G doğrultulu bir sıkışmaya maruz kalıp kıvrımlanma geçirdikleri görülmektedir (Şekil 4.1). İlk kıvrımlanma doğrultusu birinci deformasyonun (D1) sonucunda gelişen F1, F2 kıvrımlarıyla, ikicisi ise, bölgeyi etkileyen ikinci deformasyon fazıyla (D2) gelişmiş olan F3 kıvrımlarıyla ilişkilidir. Birinci deformasyon fazında, tabakaların (So) kıvrımlanmasına klivajların (S1) oluşumu eşlik ettiğinden, bu fazda gelişen koaksiyal kıvrımlar için "F1, F2" kıvrımları terimi kullanılmıştır (EK-3).

Pınarlar (Nimri) yöresindeki, Nimri formasyonundan alınan tabakalanma (S_0), yapraklanma (S_1) ve kıvrım ekseni yönelimi (B1, B2) ölçülerine göre kontur diyagramları yapılmıştır (Şekil 4.2; 4.3 ve 4.4). Bu diyagramların sonuçlarına göre, bu alanda tabakalanmanın genel duruşu K10D, 16 KB olup (Şekil 4.2), sıkışma doğrultusu BKB-DGD'dur. Yine Nimri formasyonun yüzeylendiği Fırat nehrinin batı tarafında

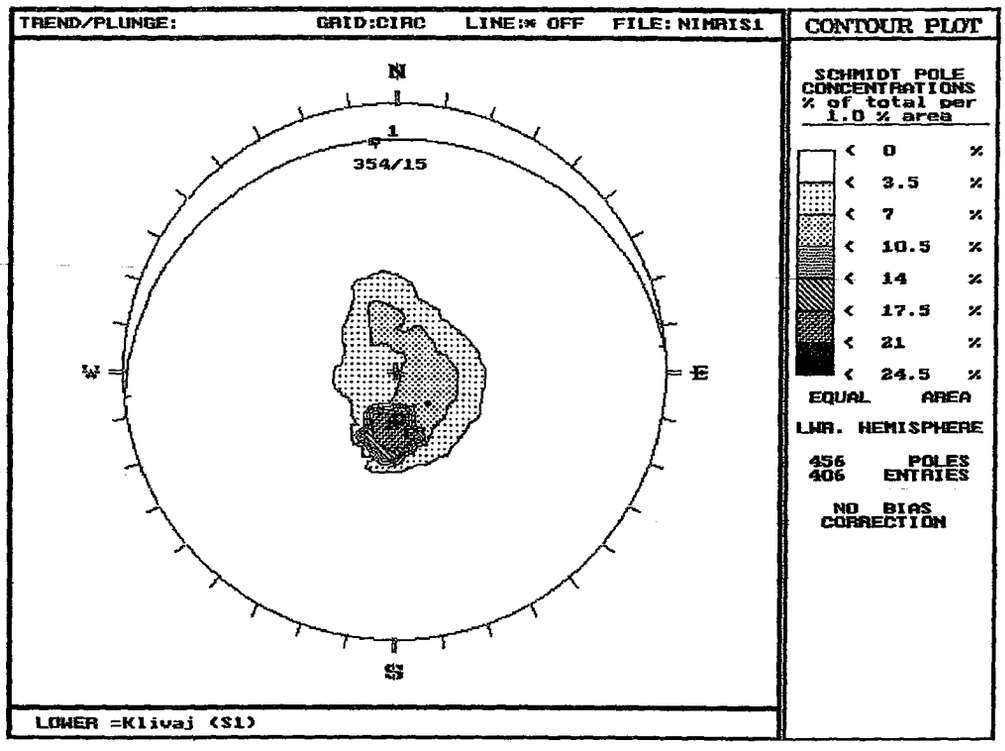
çok geniş bir alanı kapsayacak şekilde 456 adet klivaj ölçüsü kullanılarak yapılan diyagramda klivajlanmanın genel doğrultusu K86B, 15 KB dır (Şekil 4.3).



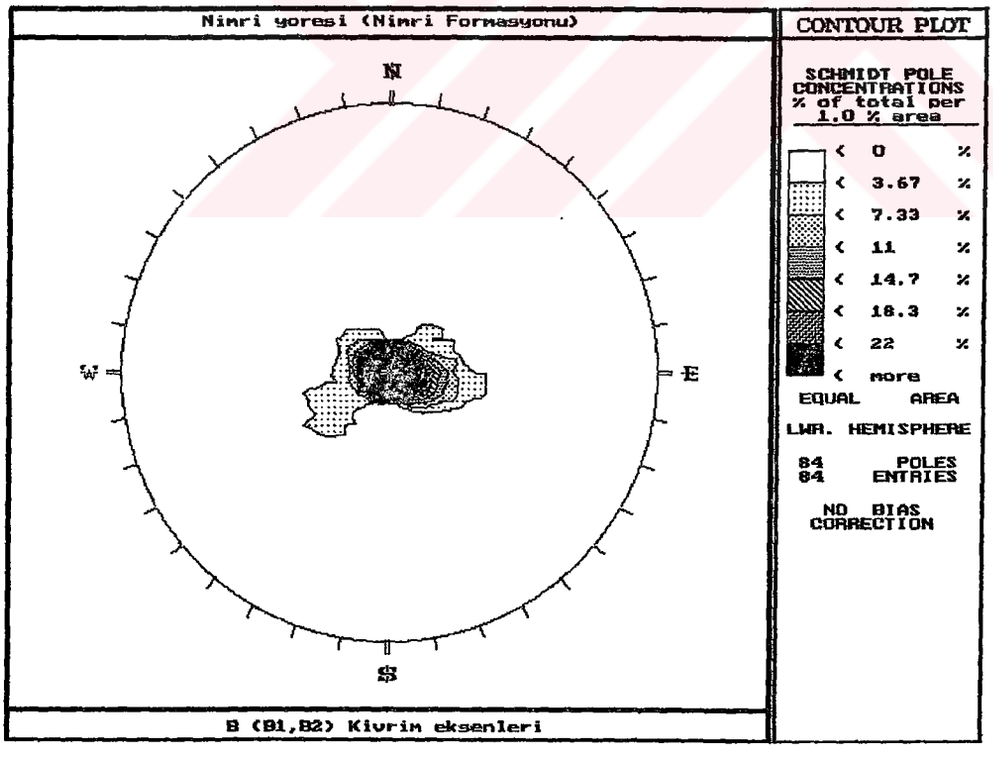
Şekil 4.1. Arapgir kireçtaşlarından alınan S_0 // S_1 ölçülerine göre hazırlanmış kontur diyagramı



Şekil 4.2. Nimri köyü-Fırat nehrinin batı yakasındaki Nimri formasyonundan alınan tabakalanma (So) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı



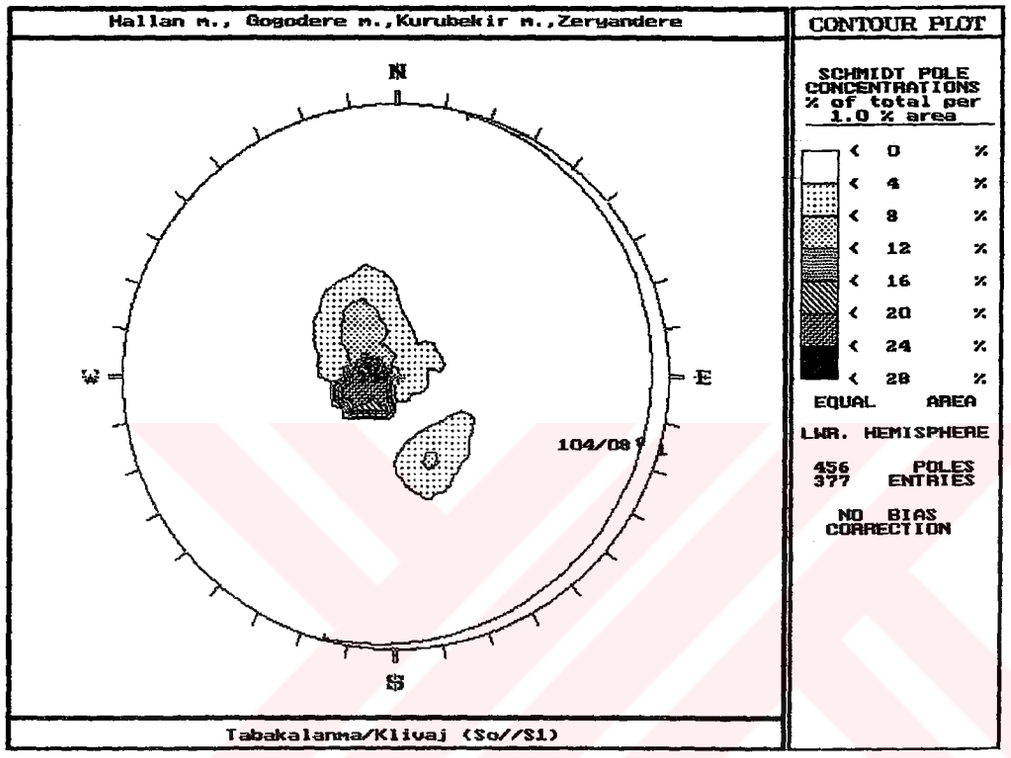
Şekil 4.3. Nimri köyü-Fırat nehrinin batı yakasındaki Nimri formasyonundan alınan klivajlanma (S1) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı



Şekil 4.4. Nimri köyü-Fırat nehrinin batı tarafındaki Nimri formasyonundan alınan mesoskopik kıvrım ekseni (B1, B2) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı.

Kıvrım eksen yönelimlerine (B1, B2) göre de yaklaşık KB-GD ve KD-GB doğrultulu sıkıştırmaların etkili olduğu görülmektedir (Şekil 4.4).

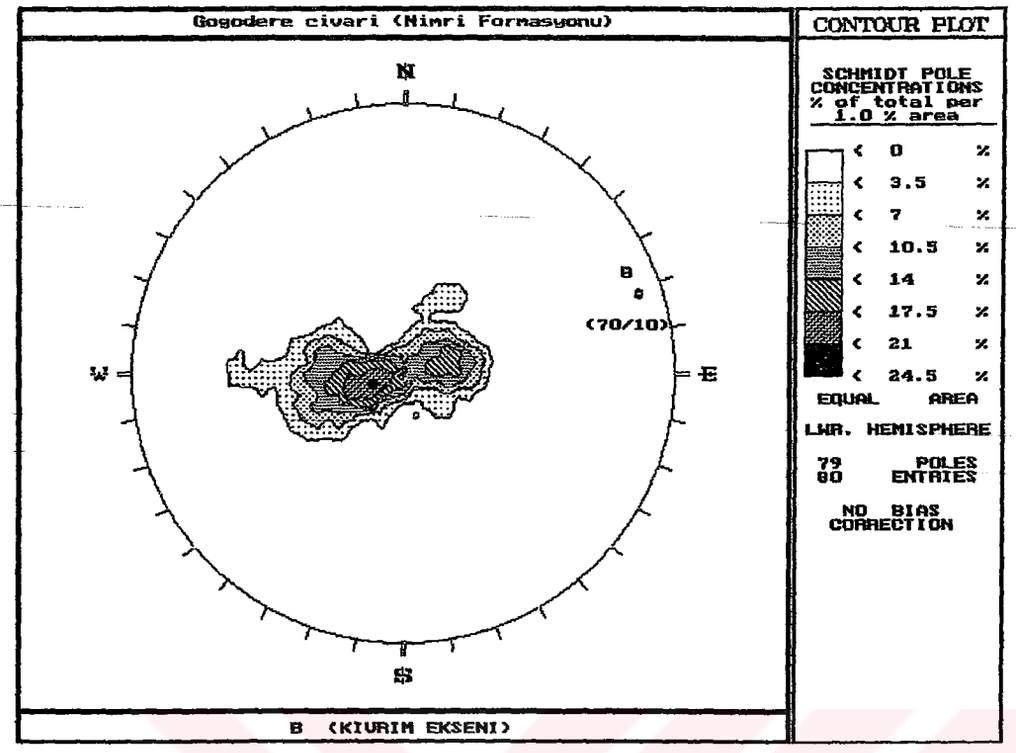
Halan m.- Gogodere m.- Kurubekir m.- Zeryandere civarında yüzeylenen Nimri formasyonundan alınan tabakalanma (So), yapraklanma (S1), kıvrım eksen yönelimlerine (B) ve eksen düzlemi klivajlarına (S2, S3) göre kontur diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 4.5; 4.6 ve 4.7).



Şekil 4.5. Halan mahallesi İle Zeryandere arasındaki alandan alınan So // S1 ölçülerine göre yapılan kontur diyagramları

Bu diyagramda kullanılan 400'e yakın ölçü Nimri formasyonunun kalkşist ve Zeryandere tabakalı dolomitik kireçtaşlarından alınmıştır. Bu alanda da diğer yerlerde olduğu gibi tabakalanma ve yapraklanma düzlemleri birbirine paraleldir. Sadece, kireçtaşı tabakalarının ara seviyelerinde bulunan pelitik şistlerde tabakalanma ile yapraklanma düzlemleri paralel değildir.

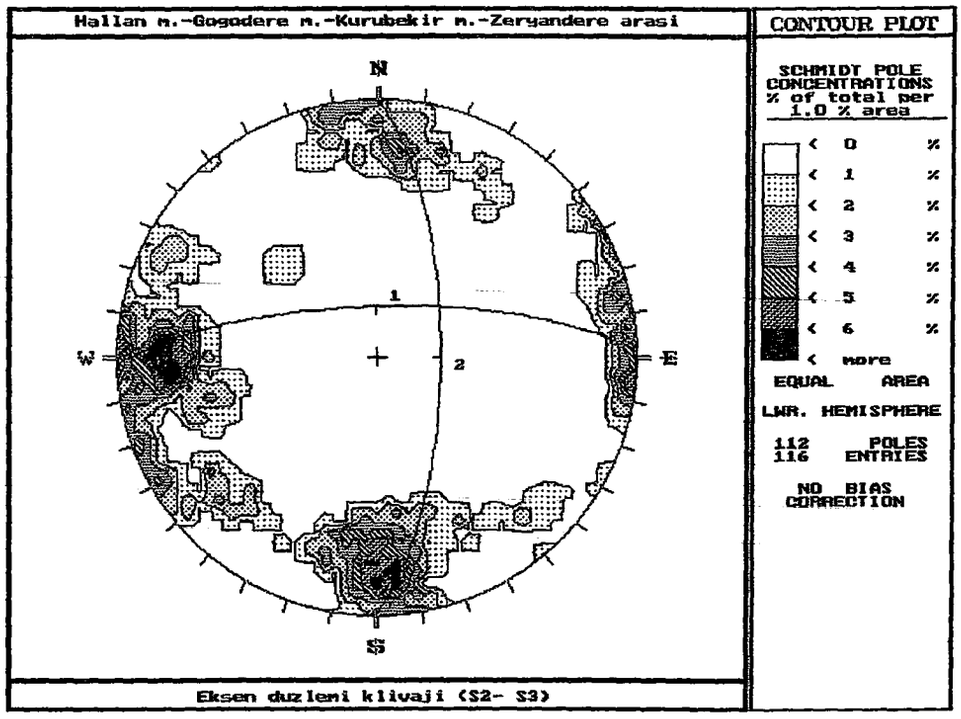
Şekil 4.5'teki diyagramda, ölçülerin alındığı bu alanlarda tabakalanmanın yataya çok yakın olup K14°D doğrultusunda ve 08° lik küçük bir açıyla GD'ya doğru eğimli oldukları görülmektedir. Diyagrama göre basınç doğrultusu BKB-DGD olup, kıvrım ekseni KKD-GGB'dır. İnceleme alanının bu kesimindeki kıvrımlar Fleuty (1964)'ün tanımlamasına göre yatık kıvrımlardır.



Şekil 4.6. Halan mahallesi ile Zeyrandere arasındaki alanda yüzeylenen Nimri formasyonundan alınan kıvrım ekseni (B) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı.

Şekil 4.6'daki diyagrama göre kıvrımın eksen yönelimi 70° yönünde olup dalımı 10° dir. Bu sonuç, kıvrımları oluşturan deformasyonun basınç doğrultusunun KKB-GGD olduğunu göstermektedir. Diyagramda kullanılan ölçülerin alındığı bölgede gelişen kıvrımlar, ikinci deformasyon fazı (D2) ile meydana gelen F3 kıvrımlarıdır.

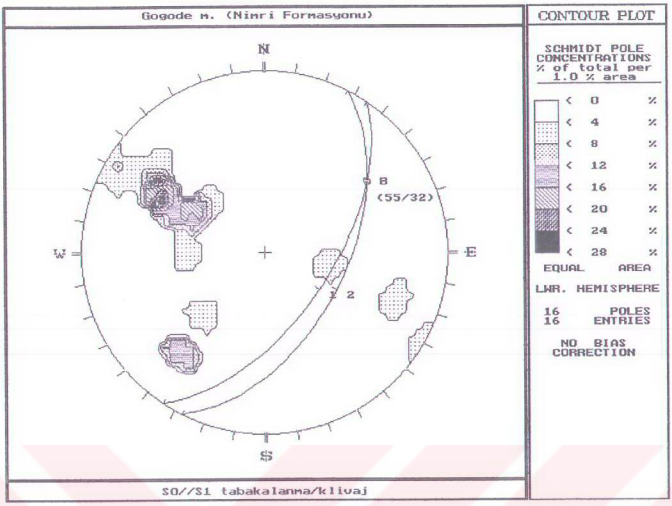
Şekil 4.5'de görülen tabakalanma ölçülerine göre yapılan diyagramda birinci deormasyon fazının (D1) etkisi görülüyorken, aynı alanlardan ölçülerek yapılan şekil 4.6 daki diyagramda ise, ikinci deformasyon fazının (D2) etkileri görülmektedir. Bunun nedeni, diyagramda kullanılan mesoskopik ölçekteki kıvrımların çok büyük bir çoğunlukla dolomitik kireçtaşları ve kalkşistlerin ara seviyelerinde bulunan pelitik şistlerde gelişmiş olmasındandır. Şöyle ki; pelitik şistler inkompotent olduğu için ikinci deformasyon, birinci deformasyonun izlerini kolayca silmiş ve geriye sadece ikinci deformasyon fazıyla oluşan yaklaşık D-B doğrultulu kıvrımlar kalmıştır.



Şekil 4.7. Halan mahallesi ile Zeryandere arasındaki alandan alınan S2, S3 ölçülerine göre yapılan kontur diyagramları

Şekil 4.7'deki diyagramda görüldüğü gibi eksen düzlemi klivajları birbirine dik iki yönde gelişmiştir. Bunları oluşturan basınç doğrultuları D-B ve K-G'dir. K-G doğrultulu S2 klivajları D1 deformasyonu ile oluşmuş F1,F2 kıvrımları ile, D-B doğrultulu S3 klivajları ise D2 deformasyon fazıyla oluşan F3 kıvrımları ile ilişkilidir. Bu bölgede genellikle yatık izoklinal kıvrımlar hakimdir (Foto 4.1; 4.2; 4.3; 4.5;).

Foto 4.1'deki kıvrımdan alınan So // S1 ölçülerine göre kontur diyagramı yapılmıştır (Şekil 4.8). Söz konusu kıvrımın iki kanadı da GD' ya doğru eğimlidirler. Kıvrım eksen yönü ise K55°D olup 32°'lik açıyla KD'ya doğru dalımlı devrik bir kıvrımdır (Şekil 4.8.). Bu kıvrım F1, F2 kıvrımıyla ilişkili D'ya-KD'ya doğru devrik bir kıvrımdır. Gogodere mahallesinden başlayıp Zeryandereye kadar takip edilebilir (EK-3).



Şekil 4.8. Gogodere mahallesi yakınındaki devrik bir kıvrımdan alınan So // S1 ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı.



Foto 4.1. Gogodere mahallesi yakınındaki Nimri formasyonunda gelişmiş devrik kıvrımın görünüşü. Bakış yönü yaklaşık güneyden kuzeye doğrudur.



Foto 4.2. Kurubekir mahallesi yakınındaki Sıfkirik T.nin Fırat nehri'ne bakan KB yamacındaki Nimri formasyonunda gözlenen çok evreli kıvrımlanmaya uğramış yatık kıvrımlar.



Foto 4.3. Gogoderedeki Nimri formasyonununda içinde yatık izoklinal bir kıvrımın yakından görünüşü.

Gogodere mahallesi civarındaki Gogo dere içerisinde, yatık kıvrımlanmalarla ilişkili olarak yatay konumlu eksen düzlemi klivajları ve folyasyonlar arası yalınmış kıvrımlar gelişmiştir (Foto 4.4; 4.5; 4.6).

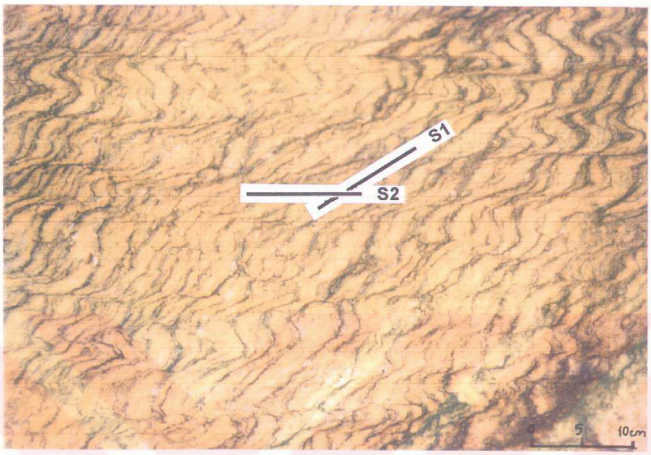


Foto 4.4. Yatay eksen düzlemi klivajlarının yakından görünüşü. Burada S-C yapısı gelişmiştir. Sağ üstten sol alta doğru uzanan çizgiler S1(S), yatay olanlar ise S2 klivajı (C). Gogo derenin Fırat nehrine birleşme yeri.

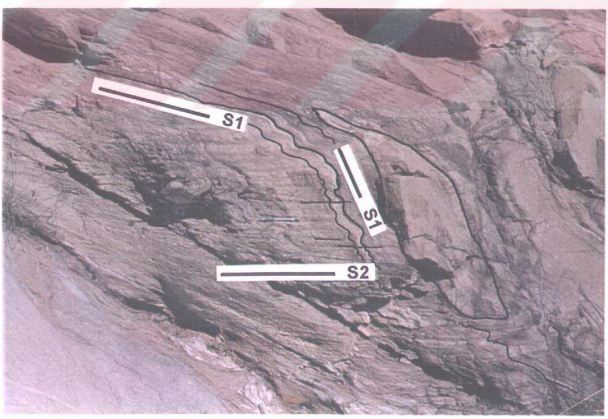


Foto 4.5. Yatay eksen düzlemi klivajları ile düşey tabakalanma // yapraklanmalar (So // S1) arasındaki ilişkinin görünüşü.

Foto 4.4'te görülen S-C yapısı milonit zonlarında ve kayma zonlarında görülür. Kaymanın hangi tarafa doğru olduğunu göstermeleri bakımından önemli bir kayma yönü göstergesidirler. Bu fotoğrafta kaymanın yönü, sağ yanaldır.



Foto 4.6. Folyasyonlar arası yalınmış kıvrımlardan bir görüntü. Gogo derenin Fırat nehri ile birleşme yeri.

Yukarıdaki fotoğraflarda görülen eksen düzlemi klivajlarının yatay duruşları, bu yapıların bulunduğu yerlerde yatık izoklinal kıvrımların varlığına işaret eder. Aynı şekilde, folyasyonlar arası yalınmış kıvrımların eksen bölgelerinin yatay duruşu da izoklinal yatık kıvrımların varlığına işaret eder.

Kinkbant yapılarına çalışma alanında çok dar alanlarda rastlanılmıştır. Yahyalı köyü civarında görülen kinkbantlar, Nimri formasyonuna ait kalkşistlerin arasındaki kloritce zengin pelitik seviyelerde gelişmiştir (Foto 4.7). Fotoğrafta sürekli, mavi ile gösterilen çizgiler kink ekseni olup, iki eksen arasındaki kanat ise kink bant olarak bilinir. Burada görülen, monoklinal kinkbanttır. Fotoğrafta kesikli mavi renkli çizgiler ise buruşma lineasyonları olup, kink bant eksenine dik gelişmiştir. Fotoğrafa dikkat edildiğinde, buruşma lineasyonlarının kink bantlar tarafından büküldüğü görülür. Bu durum, deformasyon tarihçesinin belirlenmesi açısından son derece önemli bir veri

oluşturmaktadır. Şöyle ki, deformasyonların oluşum sırasına göre; lineasyonları oluşturan deformasyonların önce, buruşma lineasyonlarını büken kink bantları oluşturan deformasyonların ise, daha sonra geliştiğini belgeler. İnceleme alanında buruşma lineasyonları, birinci deformasyon fazının (D1) oluşturduğu F1, F2 kıvrımları ile eşzamanlı olarak gelişip, bu kıvrımların eksenlerine paralel olarak izlenirler. Burada sonuç olarak; F1, F2 kıvrımlarını ve buruşma lineasyonlarını oluşturan birinci deformasyon fazının (D1) sıkışma doğrultusu yaklaşık olarak KB-GD' dur. Kink bantları oluşturan ikinci deformasyon fazının sıkışma doğrultusu ise yaklaşık KD-GB' dur. Bu doğrultu, F3 kıvrımlarını oluşturan ikinci deformasyon fazının (D2) doğrultusu ile paralellik sunmaktadır. Bu bakımdan kink batların da, F3 kıvrımlarıyla ilişkili yapılar olduğu söylenebilir. Harita ölçeğinde de durum böyledir (EK-3).

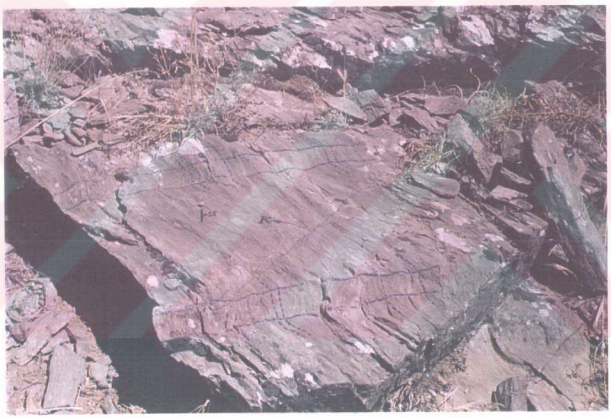


Foto 4.7. Yahyalı köyü yakınlarında gözlenen monoklinal kinkbantların görünüşü.

Yahyalı köyü yakınlarında, Nimri formasyonuna ait kalkşistlerin ara seviyelerindeki metapelitik zondan alınan bir örneğin, mikroskopik incelenmesinde üç (3) farklı doğrultuda gelişmiş ve birbirlerini etkilemiş, üç deformasyon fazını belgeleyen mikro kıvrımlar veya kinkler gözlenmiştir (Foto 4.8).

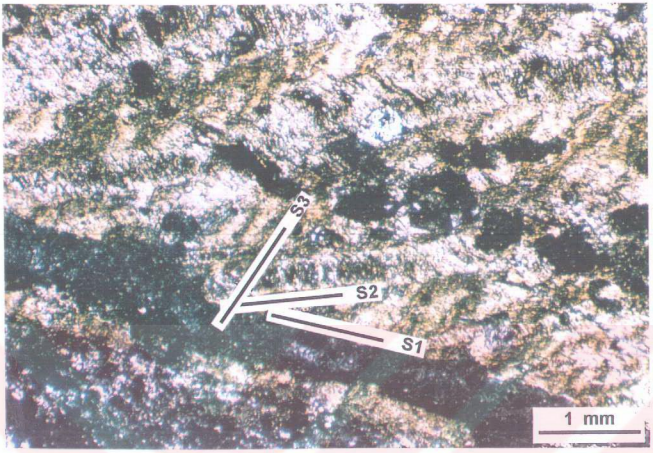
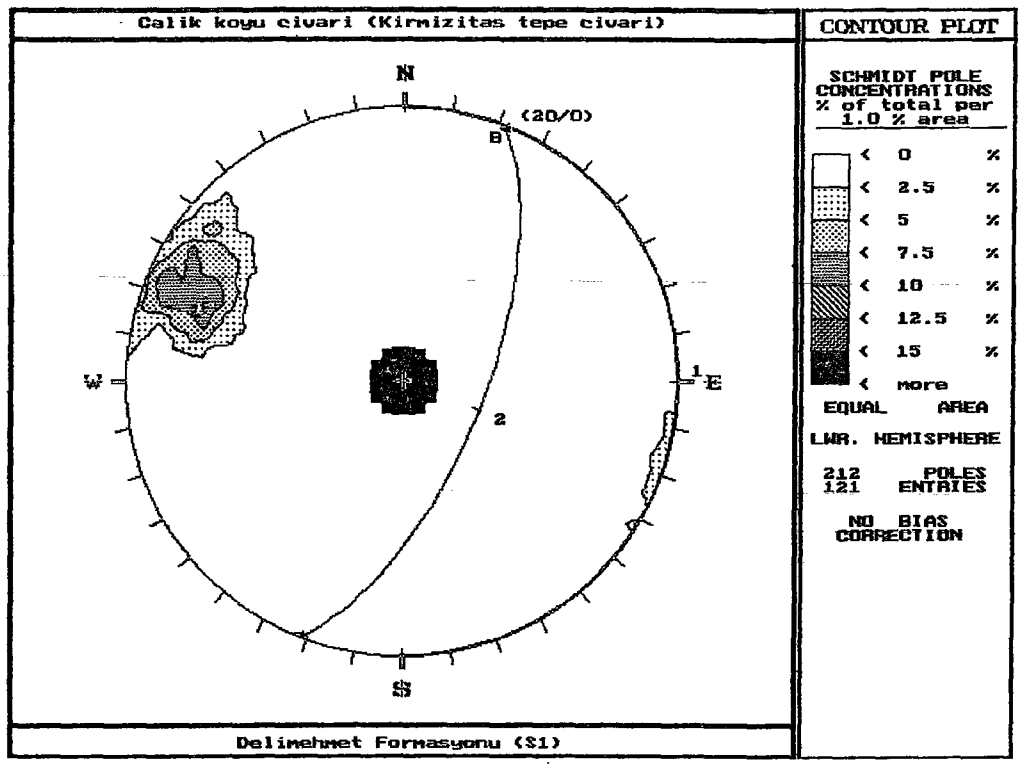


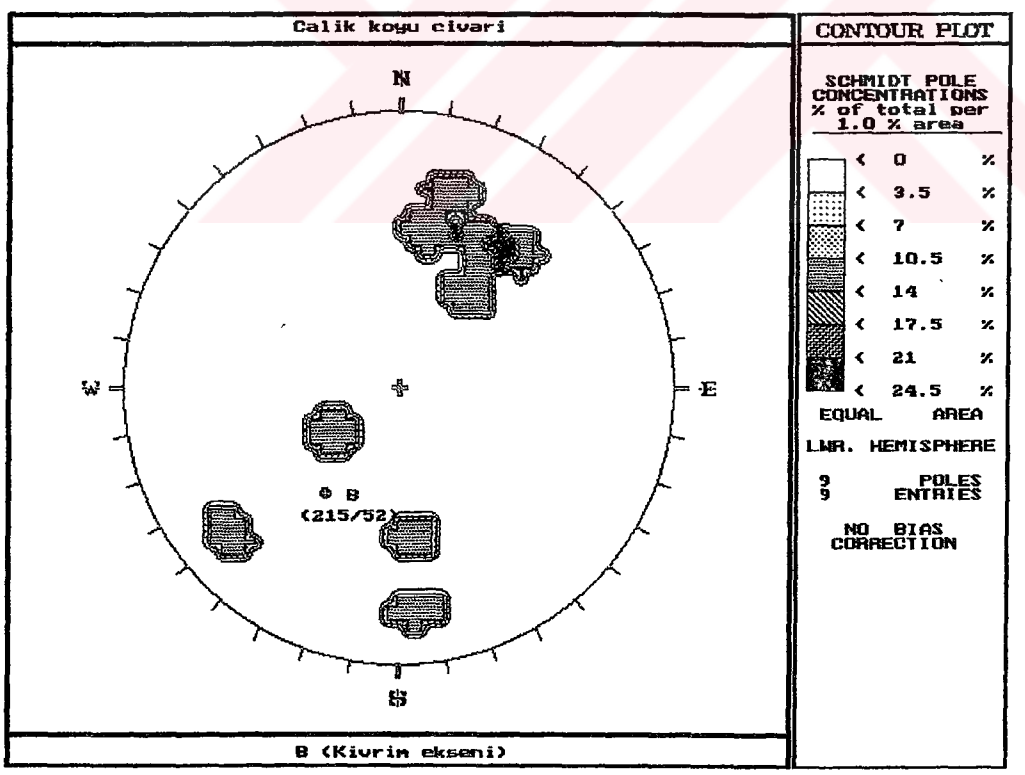
Foto 4.8. Üç değişik doğrultuda etkili olmuş deformasyon fazlarının oluşturduğu mikro monoklinal kink bantlarının, mikroskoptaki görünümleri. S1, D1 deformasyon fazı ile; S2, D2 deformasyon fazı ile; S3, D3 deformasyon fazı ile oluşmuştur. Ç.N. x32

İnceleme alanının doğusunda yüzeylenen Geç Triyas yaşlı Delimehmet formasyonundaki kıvrım yapılarının ve dolayısıyla deformasyon basınç doğrultularının ve tarihçesinin daha iyi anlaşılması amacıyla bu formasyonda görülen yapraklanma (S1), buruşma lineasyonu (L) ve kıvrım eksen yönelimi (B) gibi düzlemsel ve çizgisel yapılardan ölçüler alınarak değişik alanlar için, kontur diyagramları yapılmıştır.

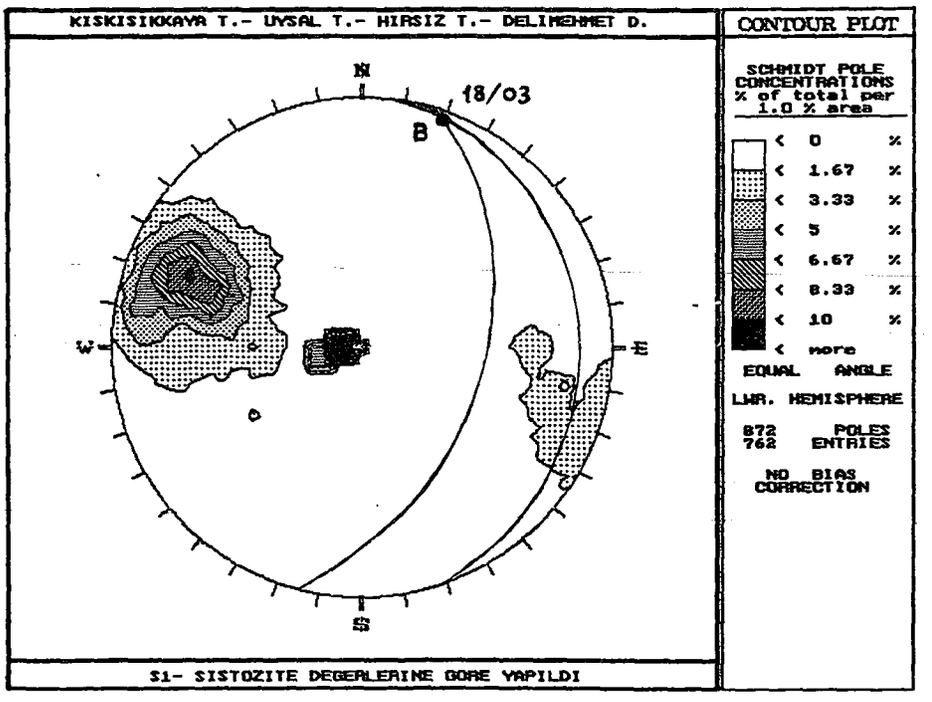
Çalık köyü (Kişkişikkaya T.-Kırmıtaş T.) civarındaki Delimehmet formasyonuna ait birimlerden alınan yapraklanma (S1) ve kıvrım eksen yönelimlerine (B) göre yapılan diyagramlarda, kıvrım eksen yönelimleri yaklaşık KKD-GGB olan, eksen düzlemleri ise yaklaşık DGD'ya eğimli asimetrik kıvrımlar gelişmiştir (Şekil 4.9; 4.10; 4.11 ve Ek-2,3). Bu kıvrımlar, D1 deformasyon fazı ile oluşmuş F1, F2 kıvrımları ile ilişkilidirler.



Şekil 4.9. Çalık köyü (Kişkişik T-Kırmızıtaş T.) civarından alınan klivaj (S1) ölçülerine göre yapılmış kontur diyagramı.

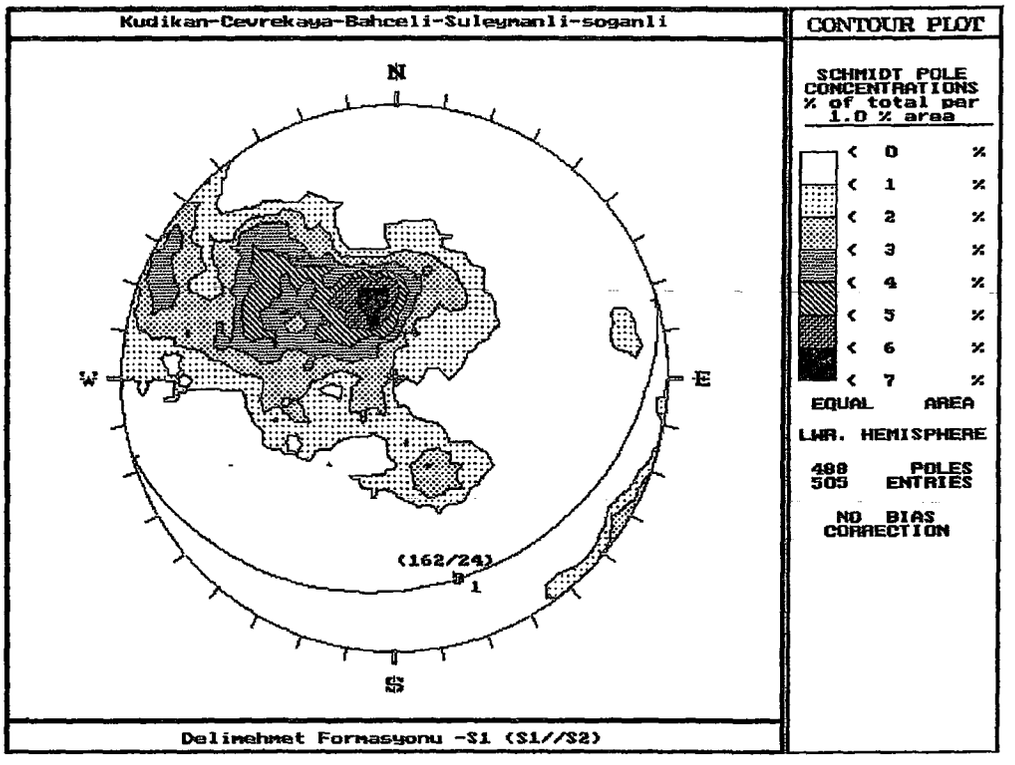


Şekil 4.10. Çalık köyü (Kişkişik T.-Kırmızıtaş T.) civarından alınan kıvrım ekseni (B) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı.

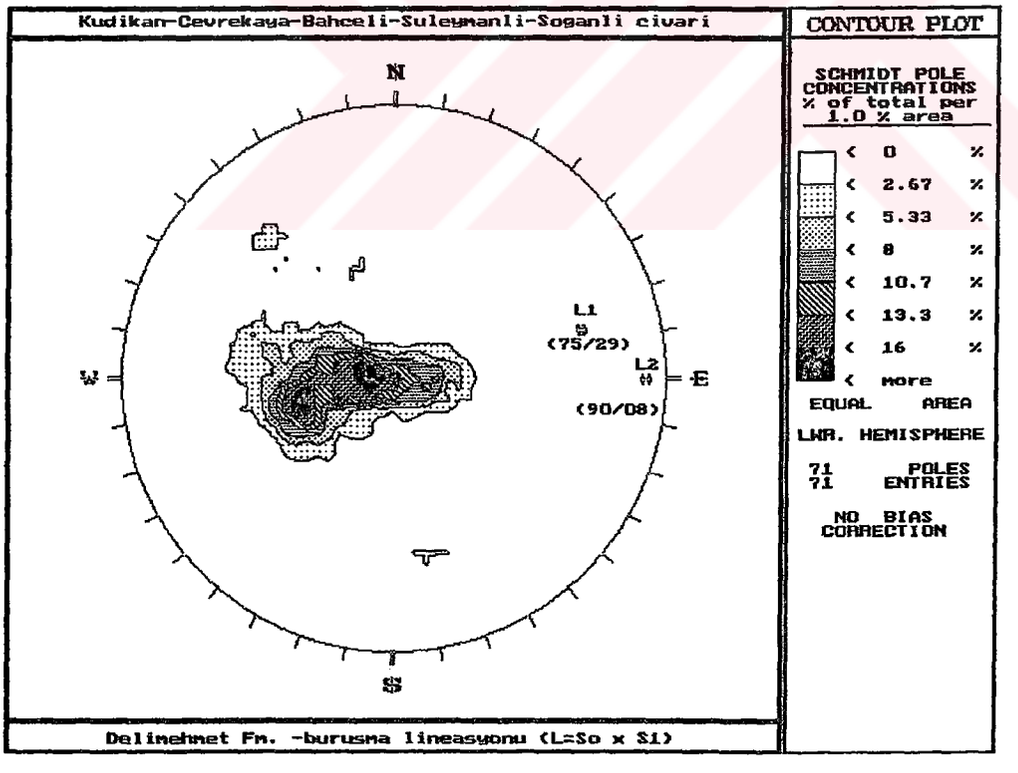


Şekil 4.11. Kişkişikkaya T.-Uysal T.-Hırsız T.-Delimehmet T. Civarından alınan yapraklanma (S1) ölçülerine göre yapılan kontur diyagramı

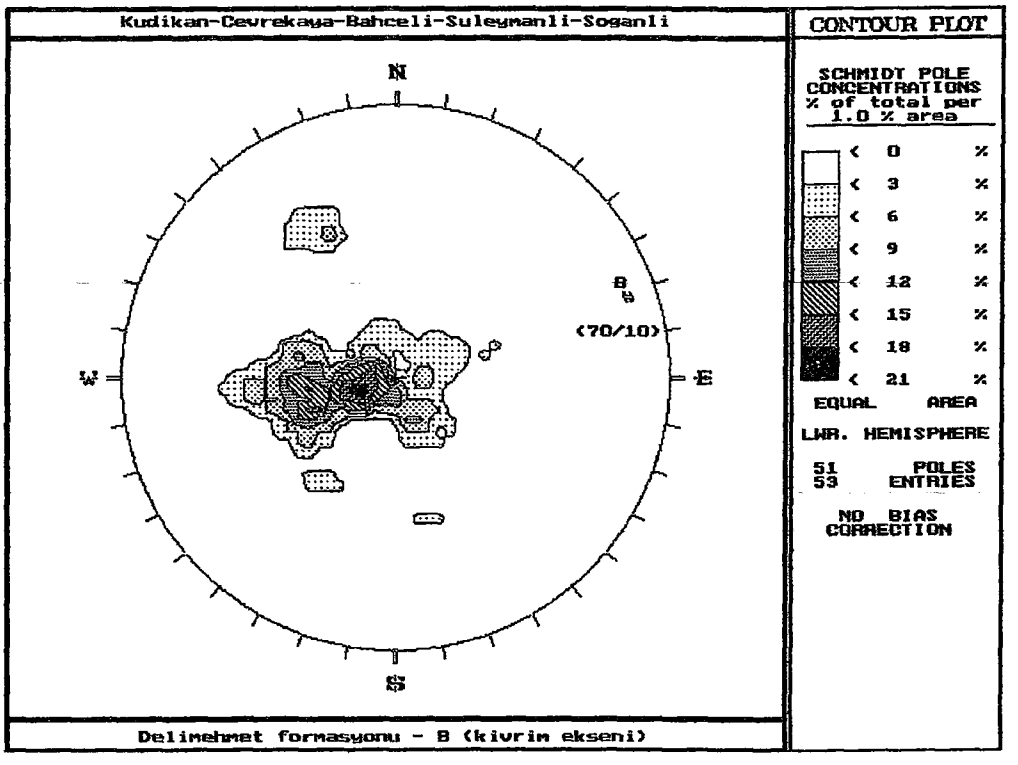
Kudikan-Çevrekaya-Bahçeli-Süleymanlı-Soğanlı köyleri civarından alınan yapraklanma (S1), buruşma lineasyonu (L) ve kıvrım eksen yönelimi (B) ölçülerine göre kontur diyagramları yapılmıştır (Şekil 4.12; 4.13; ve 4.14).



Şekil 4.12. Kudikan-Çevrekaya-Bahçeli-Süleymanlı-Soğanlı köyleri civarındaki Delimehmet formasyonundan alınan yapraklanma (S1) ölçüsüne göre yapılan kontur diyagramı



Şekil 4.13. Kudikan-Çevrekaya-Bahçeli-Süleymanlı-Soğanlı köyleri civarındaki Delimehmet formasyonundan alınan buruşma lineasyonu (L) ölçüsüne göre yapılan kontur diyagramı.

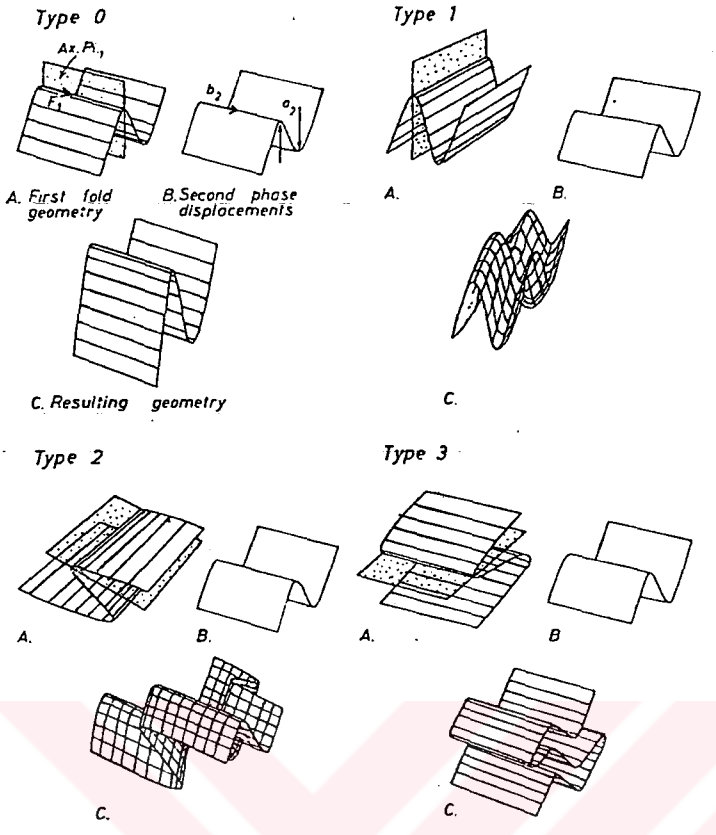


Şekil 4.14. Kudikan-Çevrekaya-Bahçeli-Süleymanlı-Soğanlı köyleri civarındaki Delimehmet formasyonundan alınan kıvrım eksen yönelimi (B) ölçüsüne göre yapılan kontur diyagramı.

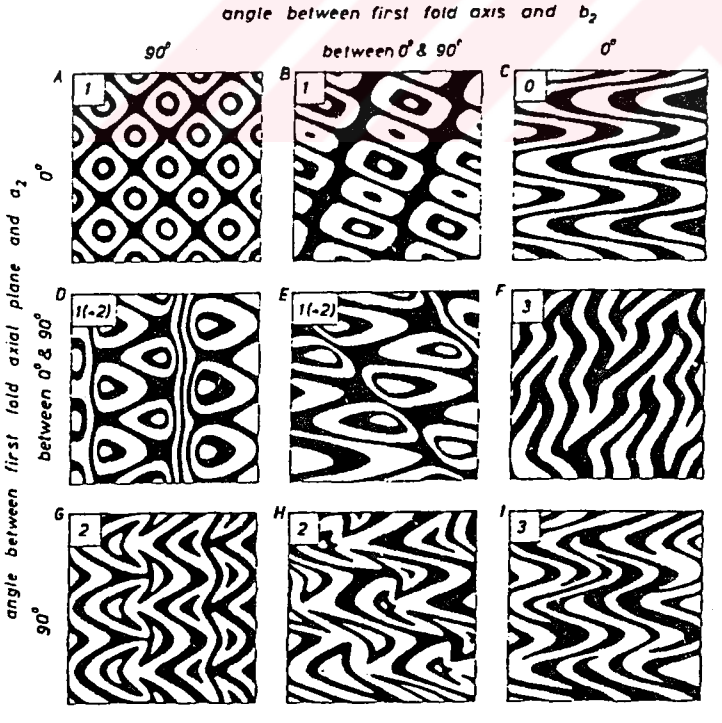
Şekil 4.12'deki yapraklanma (S1) ölçülerine göre yapılmış olan diyagramda, noktaların çok dağınık olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, ölçülerin alındığı bölgedeki kayaçların, değişik doğrultulardaki deformasyonlara maruz kalıp, yapraklanmaların değişik yönlere doğru eğimlenmesindendir. Bununla beraber şistozitenin genel doğrultusunun K70°D, eğiminin ise 24° GD olduğu da çok belirgindir. Ölçülerin alındığı bu bölgenin birden fazla deformasyona uğramış bir senklinoryum olduğu söylenebilir (EK-3). Buradaki sıkışma doğrultusunun ise, KKD-GGB olduğu diyagramdan anlaşılmaktadır.

Şekil 4.13'deki diyagramda ise L1 buruşma lineasyonlarının, K75°D'ya doğru 29° lik bir açıyla eğimli olduğu görülmektedir. Aynı diyagram üzerinde L2 lineasyonunun, D'ya doğru 08° gibi yataya yakın bir eğime sahip olduğu görülür. Lineasyonlara göre sıkışma doğrultusu KKB-GGD ve K-G doğrultuludur. Şekil 4.14'teki kıvrım eksen yönelimlerine (B) göre de yapılan diyagramdan, sıkışma doğrultusunun KKB-GGD olduğu anlaşılmaktadır.

F1, F2 kıvrımları ile F3 kıvrımlarının girişim yaptığı yerlerde Tip-1 ve Tip-2 kıvrımları oluşmuştur (Foto 4.9; 4.10 ve şekil 4.15; 4.16).



Şekil 4.15. Kıvrım girişim modellerinin 3 boyutlu olarak çizilen 4 ana tipi (Ramsay,1967)



Şekil 4.16. İki boyutlu olarak çizilen kıvrım girişim modellerinin başlıca tipleri (Ramsay,1967).

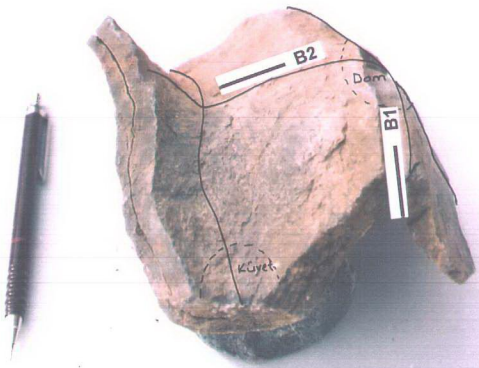


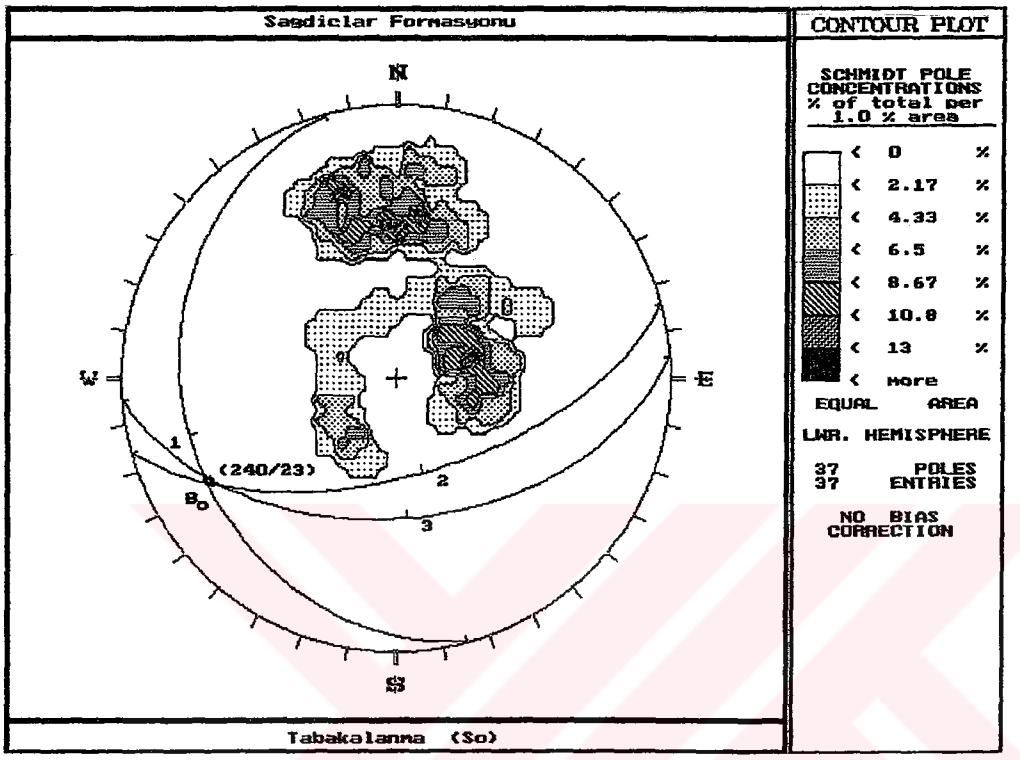
Foto 4.9. Delimehmet formasyonunda gelişmiş Tip-1 kıvrımının görünümü.



Foto 4.10. Delimehmet formasyonunun kumlu karbonatlarında gelişen Tip-1 kıvrımı ve kıvrım eksenlerine paralel gelişen S1 x S2 ve S1 x S3 ara kesit lineasyonları

4.1.2. Genç Tektonik Döneme İlişkin Yapılar

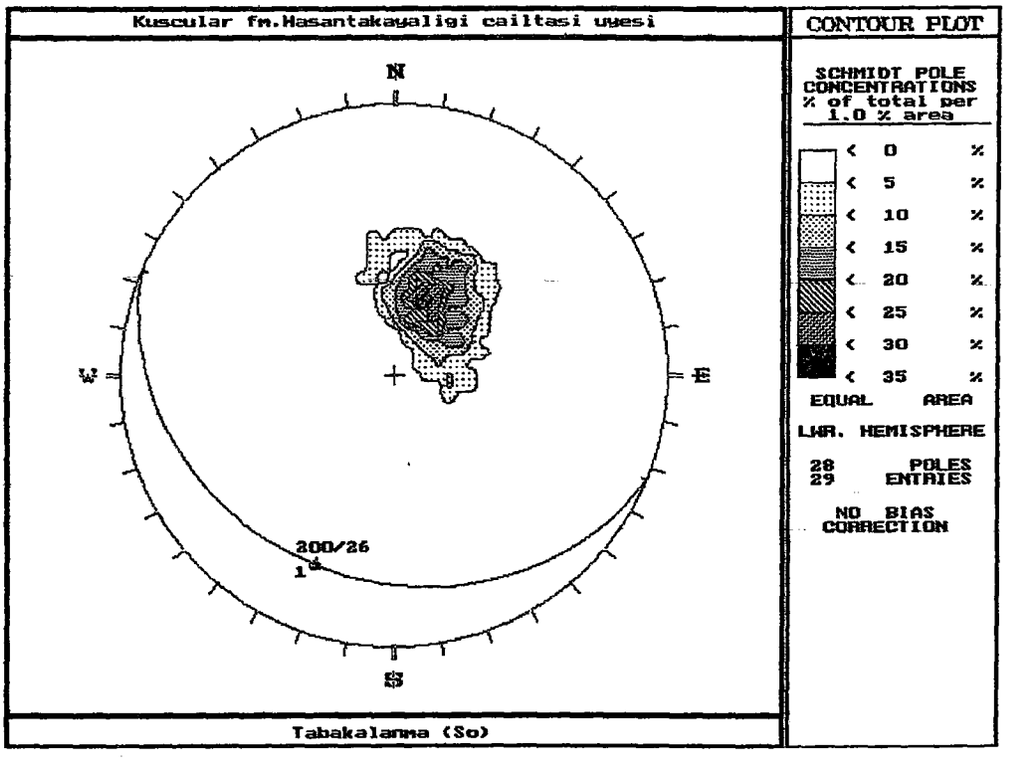
Bu döneme ait birimlerde kıvrımlanma yoktur. Bunlarda hafif ondüleli kıvrımlar gelişmiştir. Genç birimlerde sadece Geç Kampaniyen – Erken Maastrihtiyen yaşlı Sağdıçlar formasyonu hafifce kıvrımlanmıştır (Şekil 4.17 ve 4.18).



Şekil 4.17. Sağdıçlar formasyonundan alınan tabakalanma (So) ölçülerine göre yapılmış kontur diyagramı.

Sağdıçlar formasyonu KKB-GGD doğrultusunda sıkışmıştır. Kıvrım ekseni 23° lik bir açıyla yaklaşık GB'ya doğru dalımlıdır (240/23).

Alt Paleosen yaşlı Kuşçular formasyonu 25°'lik bir açıyla 200° yönünde eğimlenmiştir (Şekil 4.17). Kırkgeçit, Alibonca ve Karabakır formasyonlarında yaşlıdan gence doğru eğimlenme dereceleri de azalmaktadır. Bu birimlerde kıvrım tektoniğinden çok kırılma tektoniği hakimdir.



Şekil 4.18. Kuşçular formasyonuna ait çakıltaşlarından alınan tabakalama (So) ölçülerine göre yapılmış kontur diyagramı

4.2. Kırıklar

4.2.1. Damarlar

Özellikle Nimri formasyonunda çatlakların içi kalsit damarlarıyla doldurulmuştur. Keban magmatitlerine ait dayklar yaklaşık K-G doğrultuludur. Siller ise yapraklanmalara paralel olarak, yapraklanma düzlemlerinin arasına yerleşmişlerdir. Gogodere mahallesinden başlayıp KD'ya doğru uzanan silin genişliği 250 m., uzunluğu ise 4 km. kadar takip edilebilmektedir (Ek-1).

4.2.2. Faylar

4.2.2.1. Bindirmeler

İnceleme alanının kuzey doğusundaki Sal tepe ve Datkaya civarında, Munzur kireçtaşları kuzeydoğudan güneybatıya doğru Keban metamorfitlerine ait Delimehmet formasyonu üzerine bindirlerdir (Ek-1). Munzur kireçtaşlarının, inceleme alanında ve Elazığ civarlarında da tektonik klipler şeklinde bulunduğu ve oluşum yerleri olan Munzur Dağları'ndan kilometrelerce (yaklaşık 50 km) uzaklara sürüklendikleri göz önüne alınırsa, bu kırıklı yapının bindirmeden ziyade nap fayı olması gerekir.

4.2.2.2. Doğrultu Atımlı Faylar

Geç Kretase yaşlı Elazığ magmatitlerinin içerisinde, Yaşarlı bazalt, andezit üyesi ile Ulupınar kuvarslı diyorit üyesi arasındaki renk farklılıklarından dolayı kolayca görülebilen doğrultu atımlı faylar mevcuttur (EK-1). Bunlardan KD-GB doğrultulu olanlar sağ yönlü, KB-GD doğrultulu olanlar ise sol yönlü doğrultu atımlı faylardır. Bu faylar muhtemelen Erken Miyosen sonrası tektonizmayla oluşmuşlardır (EK-1).

4.2.2.2.1.Kırklar Fayı

Bu fay inceleme alanındaki en belirgin tektonik yapılardan birisidir. Geç Triyas yaşlı Delimehmet formasyonu ile Geç Kretase yaşlı Elazığ magmatitleri arasında gelişmiştir. Arazide düzgün bir hat boyunca izlenmektedir (Foto 4.11 ve EK-1,2,3). Bu fay küçük vadileri düz bir hat şeklinde geçerken büyük vadilerde hafif "V" ler yaparak karşıya geçer. Fay, ters fay bileşenli doğrultu atımlı bir faydır. Fay düzleminin eğimi Hisalek derede ve Taşkesen köyünün hemen güneyinde 80-85° olarak ölçülmüştür. Ayrıca kayma çizikleri ve çentikleri çok belirgin olan Hisalek deredeki yüzeylemede fayın doğrultu atımlı sol yönlü olduğu tesbit edilmiştir (Foto 4.12). Fayın atımı hakkında herhangi bir veri bulunamamıştır. Kırklar fayı, inceleme alanının yakın güneyinde Hor bindirme fayına dönüşmektedir. Hor bindirmesi ile Keban metamorfitleri, yaklaşık kuzeyden güneye doğru Kırkgeçit (Orta Eosen-Geç Oligosen) ve Alibonca (Akitaniyen) formasyonlarına bindirmektedir (Turan,1984). Bir başka deyişle Keban metamorfitleri güneydeki ön cephesinde, Hor bindirme fayı ile genç örtü birimleri üzerine yaklaşık kuzeyden güneye doğru bindirirken, doğu kenarında ise Kırklar fayı tarafından, ayrı bir tektonik birlik olan Elazığ magmatitleri ile yanyana gelmiştir. Buna göre Kırklar fayının yaşı, Hor bindirme fayının yaşıyla aynı olmalıdır (Akitaniyen sonrası).



Foto 4.11. Kırklar fayının uzaktan görünüşü. Bakış doğudan batıya doğrudur.
(PTrk; Keban mermeri, Trd; Delimehmet formasyonu, Ke; Elazığ magmatitleri)

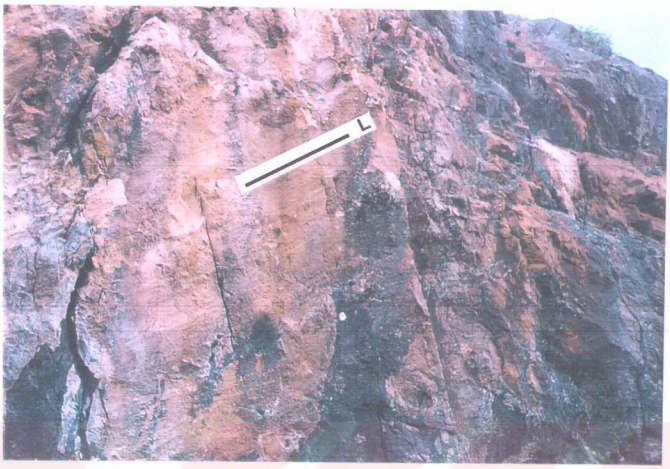


Foto 4.12. Kırklar fayının, fay düzleminin yakından görünüşü. Hisalek derenin batısı

4.2.2.3. Eğim Atımlı Faylar

4.2.2.3.1. Soğanlı Fayı

İnceleme alanındaki Soğanlı mezrasının yaklaşık 2,5 km kadar kuzeyindeki Keban-Elazığ karayolunun hemen güneyinden başlayıp, GB'ya doğru Zeytinli T., Soğantaş T.ve Kargalıtaş T.'lerinin batı yamaçlarından geçerek Bağneli Dağı'na ulaşır (EK-1). Fay düzlemi, KB'ya doğru ortalama 55-60°'lik bir eğime sahiptir. Normal fay özelliğindeki Soğanlı fayı ile Permo-Triyas yaşlı Keban mermeri ile Geç Triyas yaşlı Delimehmet formasyonu karşı karşıya gelmiştir. Buna benzer bir diğer fay da Keban ilçe merkezinin 1-2 km kadar doğusundaki Bezirgan dere boyunca gelişmiş olan GB-KD doğrultulu bu fay Kişkişikkaya T. ve Yağmur T.'den geçerek KD'ya doğru Keban Baraj Gölü'ne girer. Keban Barajı'ndaki su kaçaklarının çıkış noktasıbu fay üzerindeki Bezirgan dere ile Keban çayının kesişim yeridir. Fay düzlemi, KB'ya doğru ortalama 60° lik bir eğime sahip olup, kayma çizikleriyle belirlenen 110-115°'lik bir sapma açısı sunan, eğik atımlı bir normal fay özelliğindedir (Foto 4.13; 4.14).

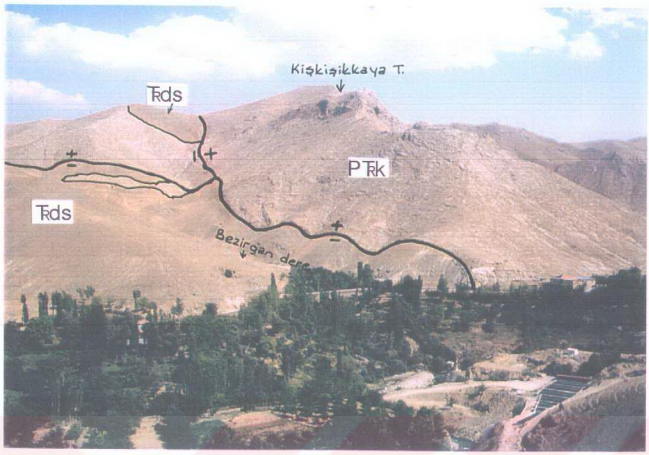


Foto 4.13. Bezirgan dereden geçen, Keban mermeri ile Delimehmet formasyonuna ait Söğütlü metakonglomera üyesi arasındaki normal fayın görünümü. Bakış yönü GB'dan KD'ya doğrudur.



Foto 4.14. Yukarıdaki fayın yakından görünüşü. Fay aynası üzerindeki kayma çiziklerinin sapma açısı 115°dir. Çekicin sapı yaklaşık düşeyi göstermektedir.

Soğanlı fayı, Bağneli Dağı'nın yaklaşık 1 km kadar doğusundaki Zeryan dere içerisinde gözlenen Pliyo-Kuvaterner (?) yaşlı Hamurlu formasyonunu düşey atıma uğratmıştır. Ayrıca, Yahyalı köyü kuzeyi ve Kuşçu köyü güneyinde yüzlek veren Hamurlu formasyonunda gelişmiş olan normal fayların doğrultusunun, Soğanlı fayının doğrultusu ile aynı oluşu, bu fayların benzer mekanizmayla oluşmuş, eş yaşlı faylar olduklarını göstermektedir. Bu fayların oluşum yaşları, Pliyo-Kuvaterner (?) yaşlı Hamurlu formasyonunu etkilediklerinden dolayı çok genç (Kuvaterner ?) olmalıdır. Kızılseki T.'nin GD'sundaki normal fay da aynı yaşlıdır. Bir başka deyişle inceleme alanındaki normal fayların hemen hemen hepsi Pliyo-Kuvaterner (?) veya sonrasında oluşmuşlardır.

4.2.3. Çatlaklar

İnceleme alanında etkili olan deformasyonların basınç doğrultularının ve oluşum zamanlarının aydınlatılmasına yönelik olarak, birimlerden ayrı ayrı sistematik bir şekilde alınan ölçülere göre çatlak doğrultusu gül diyagramları yapılmıştır. Bu çatlak gül diyagramları aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.19; 4.20; 4.21; 4.22; 4.23; 4.24). Nimri formasyonundaki yaşlı çatlaklar genellikle kalsit dolgulu olup genç çatlaklar ise dolgu olmaksızın aralıdır (Foto 4.15; 4.16).

Çatlak doğrultu gül diyagramlarında kullanılmak üzere, çalışma alanında yüzeyleyen birimlerdeki makaslama çatlakları, her formasyon için ayrı ayrı olmak kaydıyla sistematik olarak ölçülmüştür. Şekil 4.19'daki diyagrama göre Keban mermerlerindeki basınç doğrultusu yaklaşık KB-GD'dır. Şekil 4.20'de Nimri formasyonundaki kalkşistlerde gelişmiş yaşlı çatlakların basınç doğrultusu yaklaşık DKD-BGB olup, şekil 4.21'deki genç çatlaklara ait olanında ise yaklaşık DGD-BKB'dır. Delimehmet formasyonuna ait birimlerde ölçülen makaslama çatlaklarına göre; şekil 4.22'deki diyagramda yaklaşık DKD-BGB, şekil 4.23'deki diyagramda ise yaklaşık D-B'dır. Örtü kayaçlardan olan Erken Paleosen yaşlı Kuşcular formasyonuna ait şekil 4.24'deki diyagramda ise yaklaşık KKD-GGB'dır. İnceleme alanında yüzeyleyen gerek Keban metamorfitlerinden gerekse örtü birimlerden ölçülen makaslama çatlakları kullanılarak yapılmış çatlak doğrultusu gül diyagramlarının sonucuna göre; Bölgeyi sıkıştıran ilk deformasyon fazının doğrultusu yaklaşık D-B doğrultulu iken, daha sonra gelişen ikinci deformasyon fazının doğrultusu yaklaşık KD-



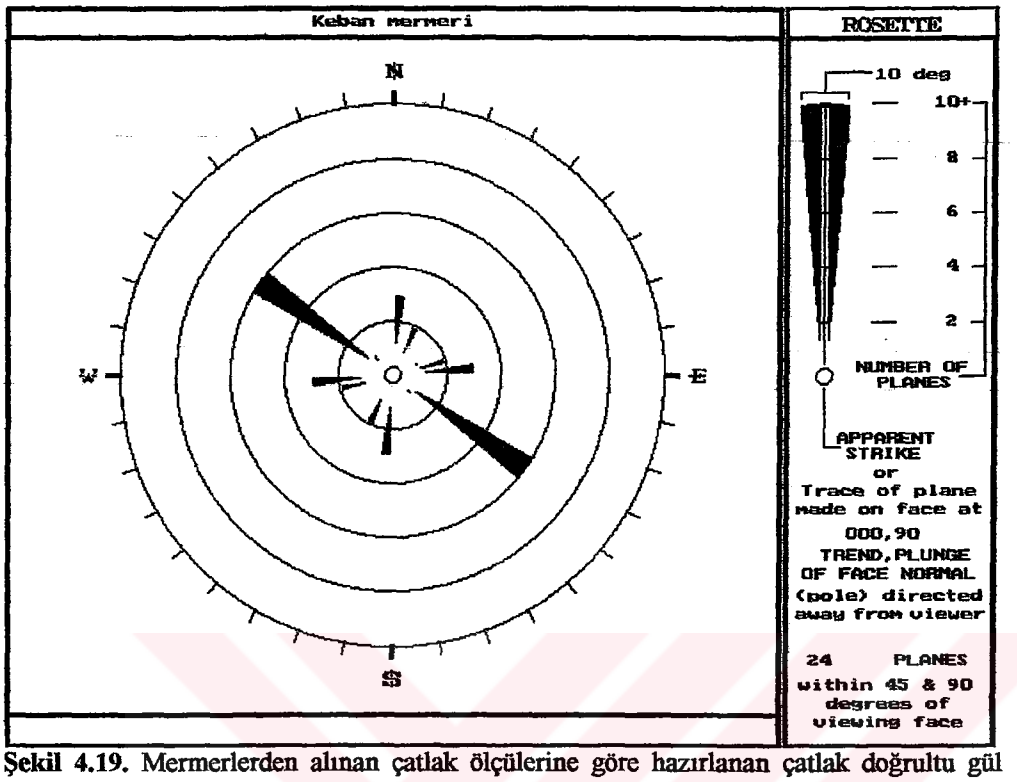
Foto 4.15. Kurubekir mahallesi yakınlarındaki kalsit dolgulu yaşlı çatlakların görünümü. Pusulanın aynası K'yi, çekicin sapı D'yu göstermektedir.



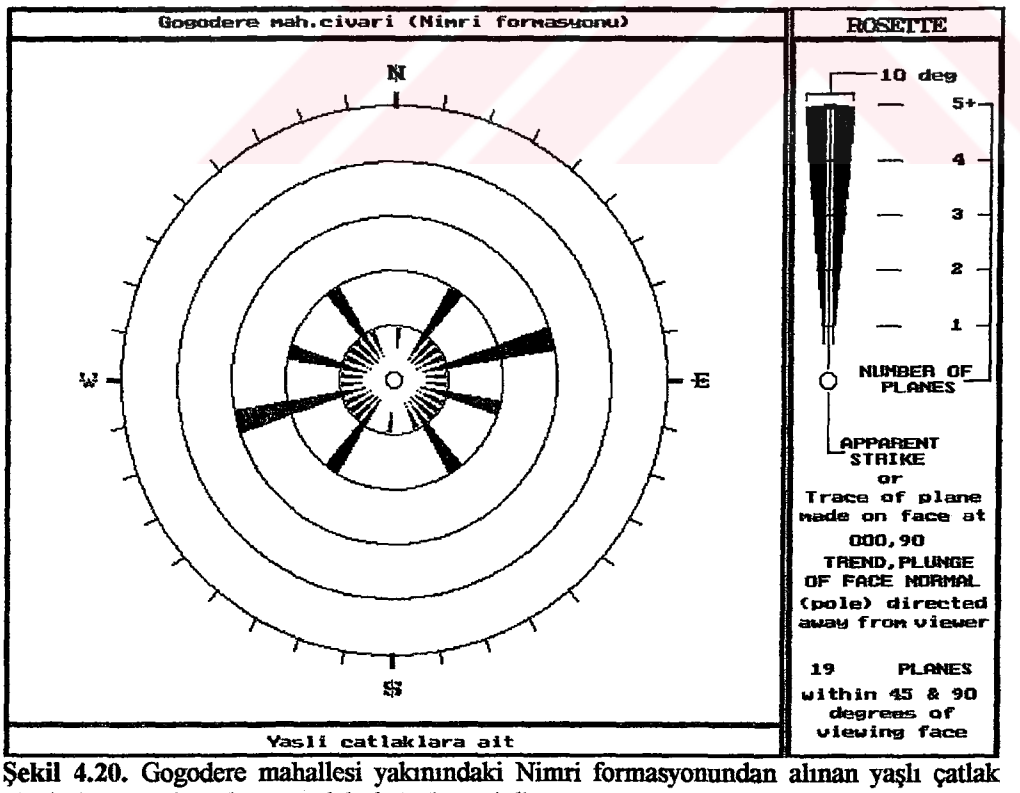
Foto 4.16. Akbaba T.'nin üstündeki Kırkgeçit formasyonuna ait kumlu kireçtaşlarında gelişen genç çatlaklar boyunca karstlaşma.

GB doğrultulu ve en genç örtü birimlerinde kırıklar şeklinde kendini gösteren üçüncü deformasyon fazının doğrultusu ise yaklaşık K-G doğrultuludur. Bu sonuçlara göre; bölgeyi etkileyen deformasyonların sıkıştırma doğrultularının, saat ibresinin tersi yönünde zaman içerisinde bir değişim gösterdiği görülmektedir. Şöyle ki, Önce D-B

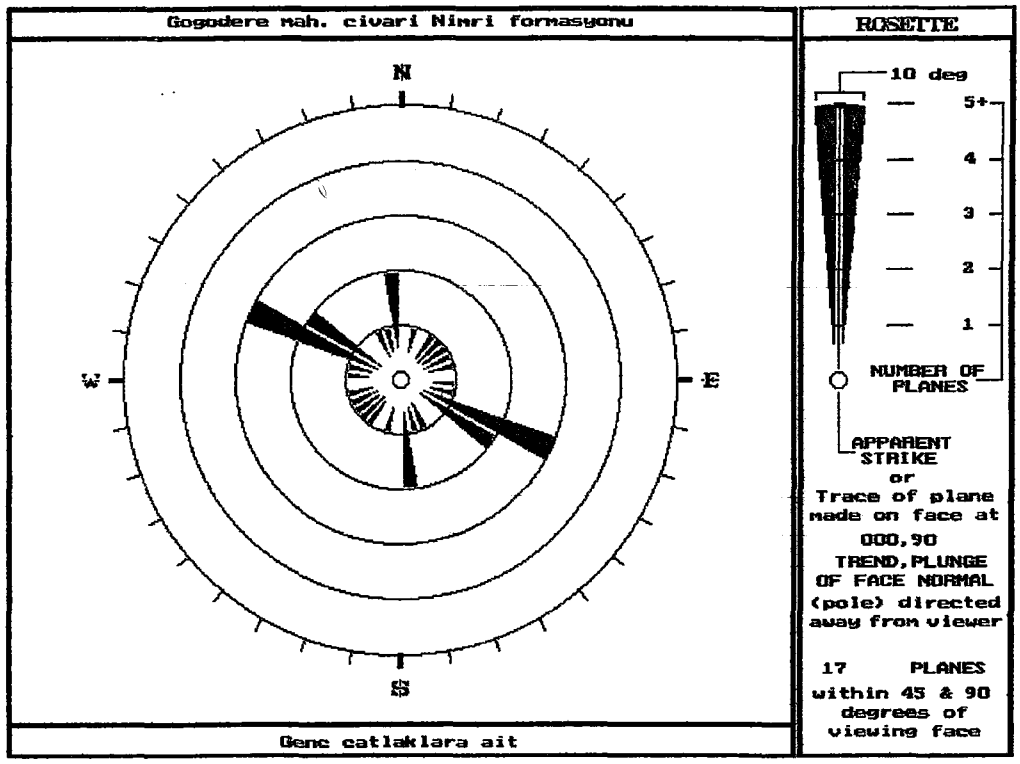
doğrultulu, daha sonra KD-GB doğrultulu ve en sonunda da K-G doğrultulu bir sıkıştırma doğrultusunun etkili olduğu söylenebilir.



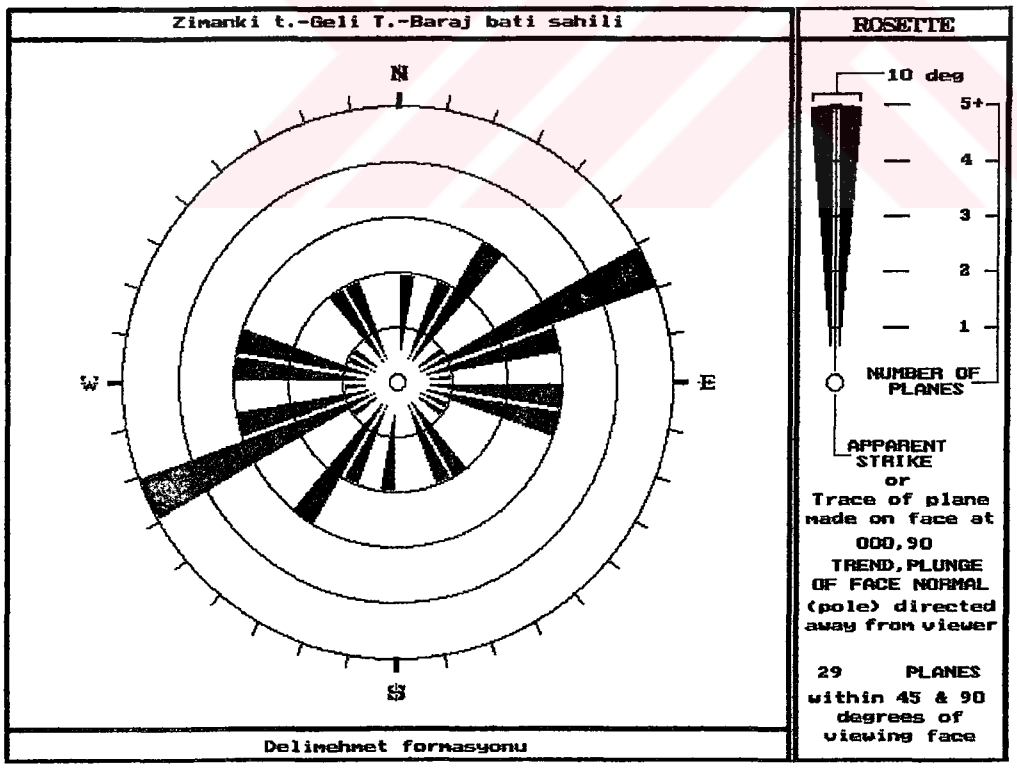
Şekil 4.19. Mermerlerden alınan çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı.



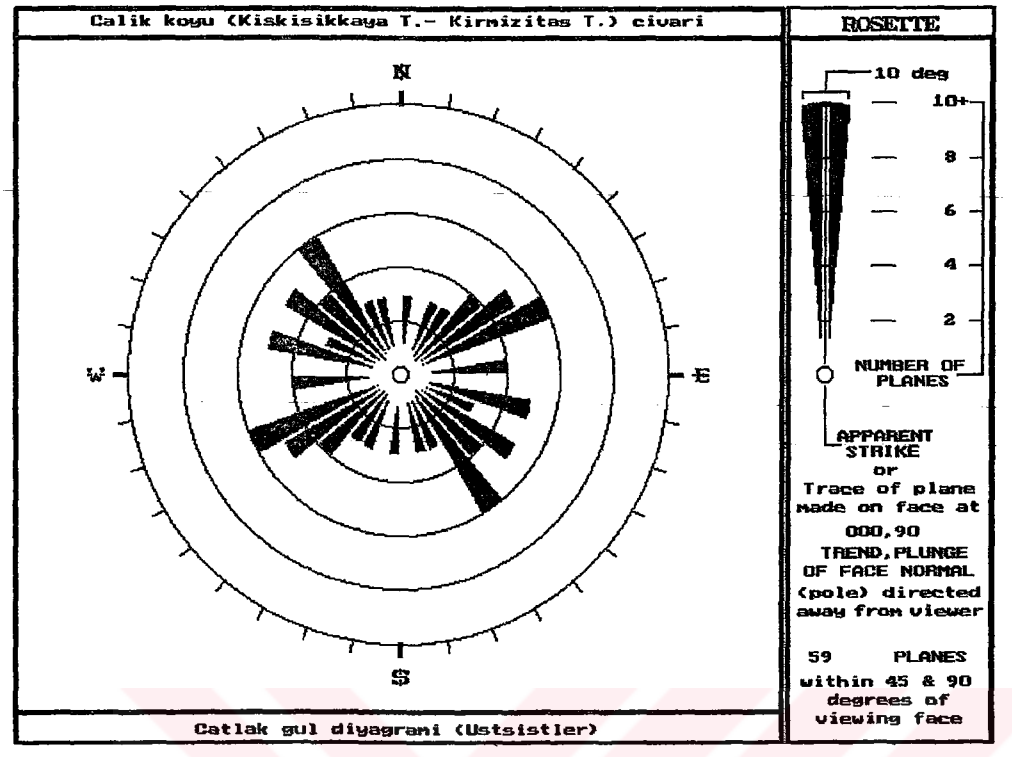
Şekil 4.20. Gogodere mahallesi yakınındaki Nimri formasyonundan alınan yaşlı çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı.



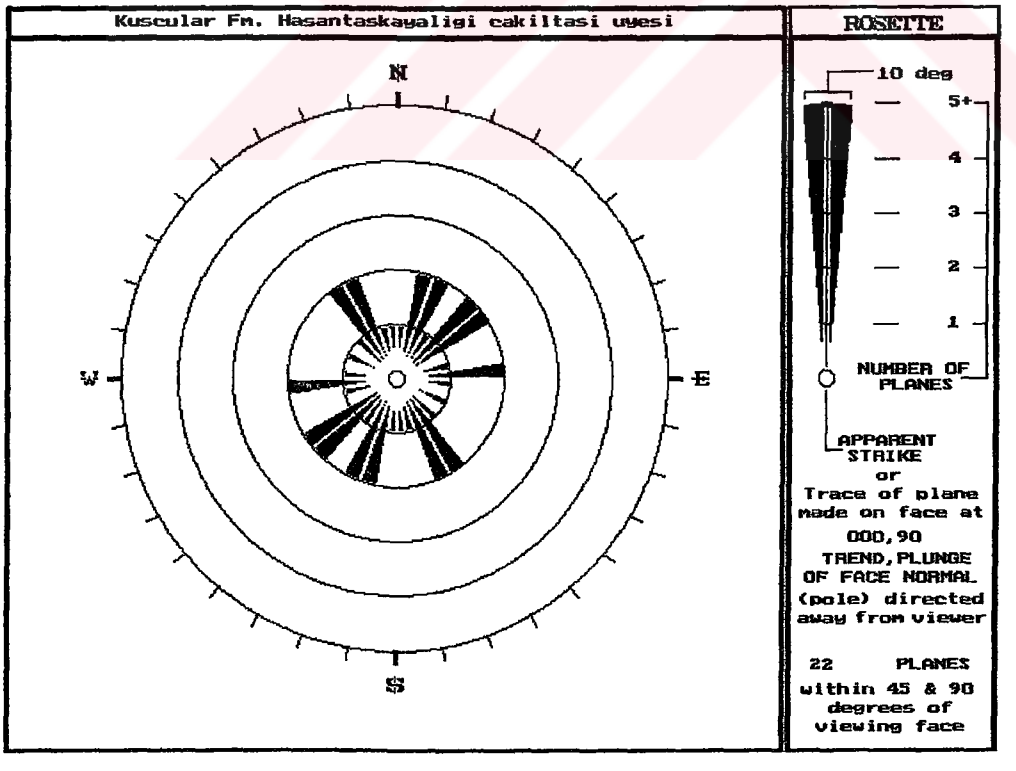
Şekil 4.21. Gogodere mahallesi yakınındaki Nimri formasyonundan alınan genç çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı.



Şekil 4.22. Zimanki T. Geli T ve Keban Baraj Gölü batı sahilindeki Delimehmet formasyonundan alınan çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı



Şekil 4.23. Çalık köyü yakınlarındaki Delimehmet formasyonundan alınan çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı.



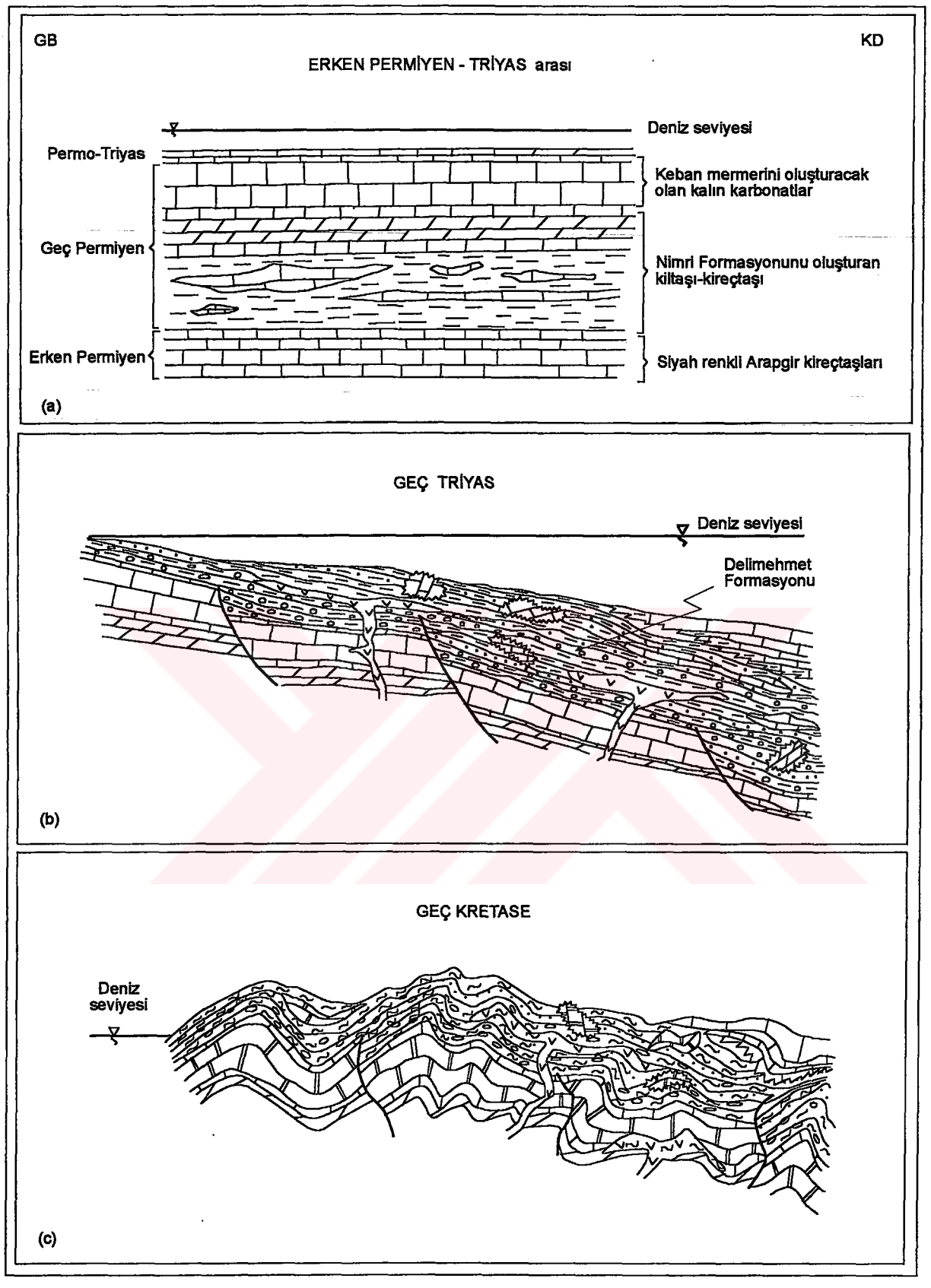
Şekil 4.24. Kuşçular formasyonu Hasantaşkayalığı çakıltaşı üyesinden alınan çatlak ölçülerine göre hazırlanan çatlak doğrultu gül diyagramı

5. JEOLOJİK EVRİM

Keban metamorfitlerinin oluştuğu platform, Erken Permiyen'den, Geç Triyas'a kadar sakin ve sığ denizel bir ortam özelliği sunar. Keban metamorfitlerini oluşturacak olan kalın karbonat çökelimleri bu zaman aralığında çökelmiştir (Şekil 5.1a).

Geç Triyas, Toroslarda olduğu gibi Keban bölgesinde de çok hareketli geçmiştir. Bunun nedeni ise, Tetis okyanusunun güney kolunun açılmaya başlamasıdır. Bölgesel açılma tektoniği, blok faylanmalara neden olarak, sığ olan ortamın aniden derinleşip çökmesini ve ortama bolca kırıntılıların gelmesini sağlamıştır. Açılmanın ilerleyen zamanlarında ortama bazik intrüzyonlar da girerek kırıntılılarla karışmıştır. Keban mermerlerinin üzerindeki Söğütlü metakonglomeralarını oluşturan çakıllar, havzanın yaklaşık batı kenarlarında yer alan Arapgir kireçtaşlarının gravitasyonel olarak D/GD'ya doğru taşınmasıyla türemişlerdir. Blok faylanmaların etkisiyle derinleşmiş ve pelitik malzemelerle temsil olunan ortamın içine, gravitasyonal olarak, Keban mermerlerinin blokları düşüp olistolitleri oluşturmuşlardır (şekil 5.1b).

Jura-Geç Kretase zaman aralığında, bölgede bir çökelmezlik dönemi geçmiştir. Geç Kretase'de Neo-Tetis okyanusunun güney kolunun kapanmaya başlamasıyla ilişkili olarak bölge, en şiddetli deformasyonunu metamorfizma eşliğinde bu dönemde geçirmiştir (şekil 5.1c). Bu deformasyon fazı, bölgeyi şiddetli olarak etkileyen ilk deformasyon fazıdır (D1). Bölge D1 deformasyonundan sonra da bu kadar şiddetli bir deformasyona uğramamıştır. İnceleme alanındaki Keban metamorfitlerinde gözlenen yaklaşık KD-GB eksen gidişli F1, F2 kıvrımları ve L1 buruşma lineasyonları bu dönemde oluşmuştur (EK-3). Deformasyonun şiddeti doğudan batıya doğru gittikçe azalıp Delimehmet formasyonunda asimetrik ve devrik kıvrımların; daha batıdaki birim ve formasyonlarda ise geniş, açık kıvrımların oluşmasına neden olmuştur (EK-1). Bir başka deyişle, kıvrımların genliği doğudan batıya doğru artmaktadır. D1 deformasyonunun etkileri makroskopik, mesoskopik ve mikroskopik ölçekte çok belirgindir. Geç Kretase'de gelişen ilk deformasyon fazı (D1), Erken Alpin orojeneziyle ilişkilidir. Keban metamorfitlerinin en yaşlı birimi olan Erken Permiyen yaşlı Arapgir rekristalize kireçtaşları ile en genç birimi olan Delimehmet formasyonundaki kıvrım eksen gidişleri ve diğer deformasyon yapıları, aynı deformasyon fazlarıyla oluştuklarından benzerdirler (EK-3).



Şekil 5.1(a, b, c). Keban metamorfitlerinin Erken Permiyen-Geç Kretase zaman aralığında geçirmiş oldukları tektonik evrimi gösteren model kesitler. Açıklama için metne bakınız.

Geç Kretase'de Tetis okyanusu'nun güney kolunun kapanmaya başlamasıyla önce Santoniyen'de, ada yayı karakterindeki Elazığ magmatitleri oluşmuştur (şekil 5.2a). Santoniyen sonrasında, doğrultusu yaklaşık KD-GB olan ve bölgeyi, birincisi kadar olmasa da fazlaca etkileyen ikinci bir deformasyon fazı (D2) gelişmiştir. D2 deformasyon fazı ile, inceleme alanına göre KD'da bulunan Munzur kireçtaşları, yaklaşık olarak KD'dan GB'ya doğru (65° yönünde) uzun mesafelerde sürüklenmiştir. Birim, Keban metamorfitlerinin üzerine tektonik olarak, Elazığ magmatitlerinin üzerine ise hem tektonik hem de intrüzif ilişkili olarak konumlanmıştır (Şekil 5.2b ve c).

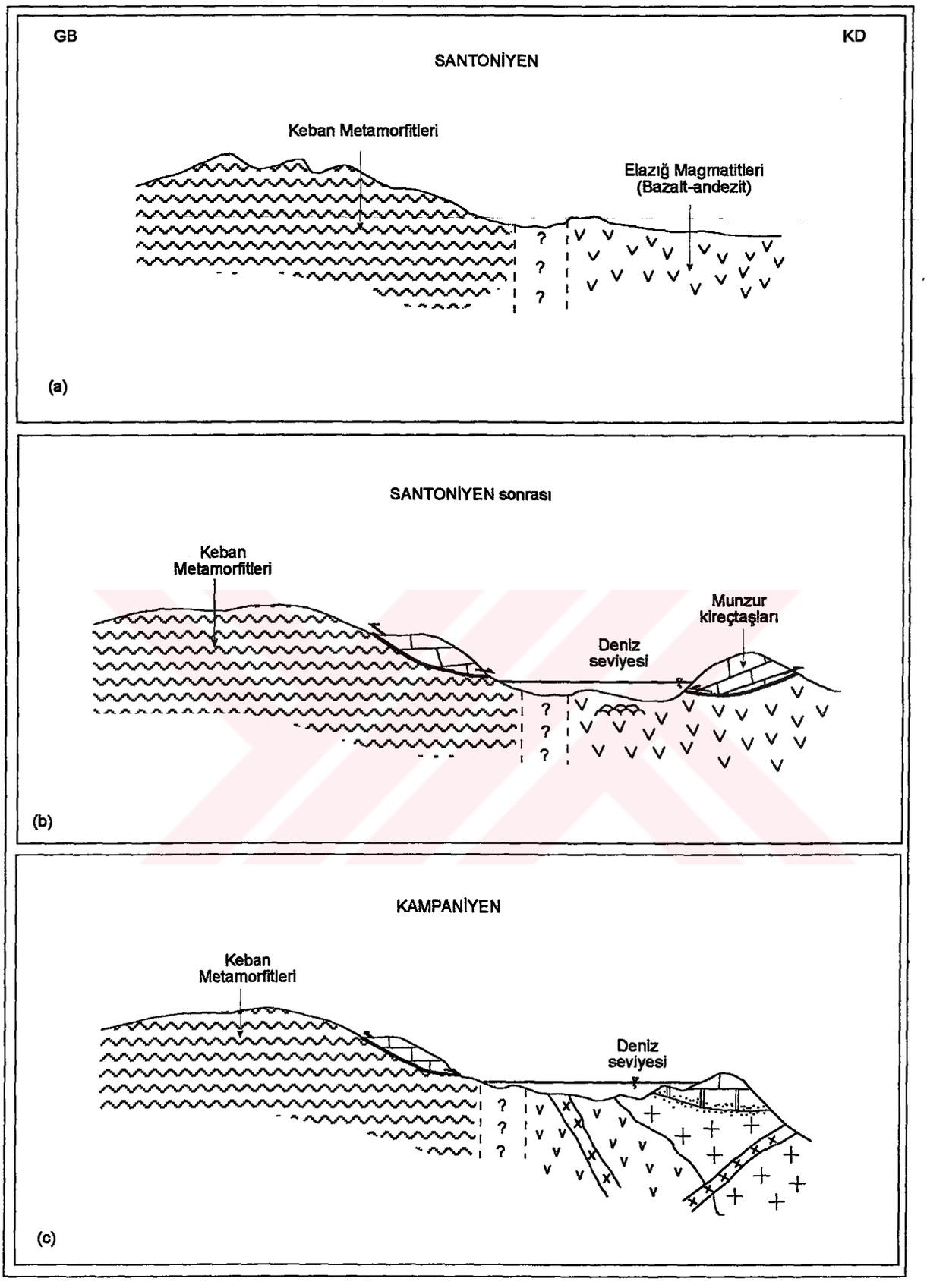
D2 deformasyon fazı, Keban metamorfitlerinde görülen yaklaşık BKB-DGD doğrultulu F3 kıvrımlarını ve kink bantları oluşturmuştur (EK-3 ve EK-2). F3 kıvrımlarının oluşmasıyla, mevcut olan F1, F2 kıvrımları tekrar kıvrımlanarak kıvrım eksen doğrultuları birbirine dik olan yerlerde Tip-1, daha küçük açılarla kesiştikleri yerlerde ise girişim yaparak Tip-2 kıvrımlarını oluşturmuşlardır.

Geç Kretase-Paleosen zaman diliminde, Keban magmatitleri oluşarak, hem Keban metamorfitlerini hem Munzur kireçtaşlarını hem de Munzur kireçtaşları ile Keban metamorfitleri arasında gelişen bindirme düzlemini kesmiştir (Şekil 5.3a). Buralarda kontak metamorfizma oluşturarak, cevherleşmeleri de sağlamıştır.

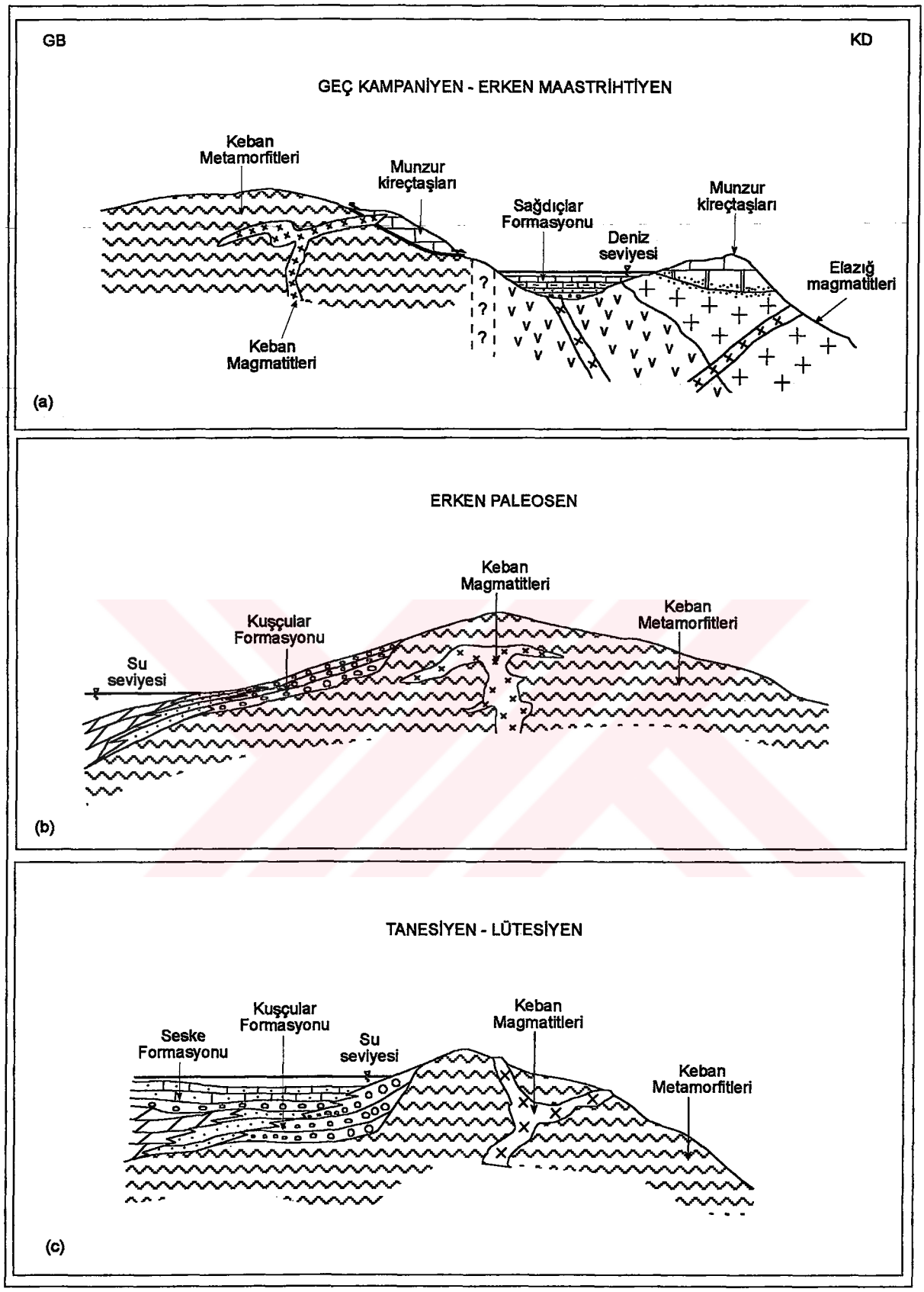
Bölgede, Erken Paleosen–Lütesiyen zaman aralığında karasal fasiyesteki Kuşçular formasyonu çökelmiştir. Lütesiyen'den Üst Miyosen'e kadar bölge hep deniz altında kalarak, sırasıyla Seske formasyonu, Kırkgeçit formasyonu ve Alibonca formasyonu kesintisiz ve aşmalı bir şekilde çökelmişlerdir (Şekil 5.3b,c; Şekil 5.4a,b).

Orta Miyosen'de Anadolu levhası ile Arabistan levhasının çarpışmalarına bağlı olarak, bölge tekrar hareketlenmiştir. Gerilme doğrultusu yaklaşık K-G olan bu deformasyon fazında (D3), kıvrım tektoniğinden çok kırık tektoniği etkin olmuştur. Elazığ magmatitleri ile Keban metamorfitleri arasında gelişen yaklaşık KKD-GGB doğrultulu Kırklar fayı bu dönemde meydana gelmiştir (şekil 5.4c). İnceleme alanının daha güneyinde, Keban metamorfitleri K'den G'e doğru, Kırkgeçit ve Alibonca Formasyonları üzerine bindirmiştir (Hor bindirmesi).

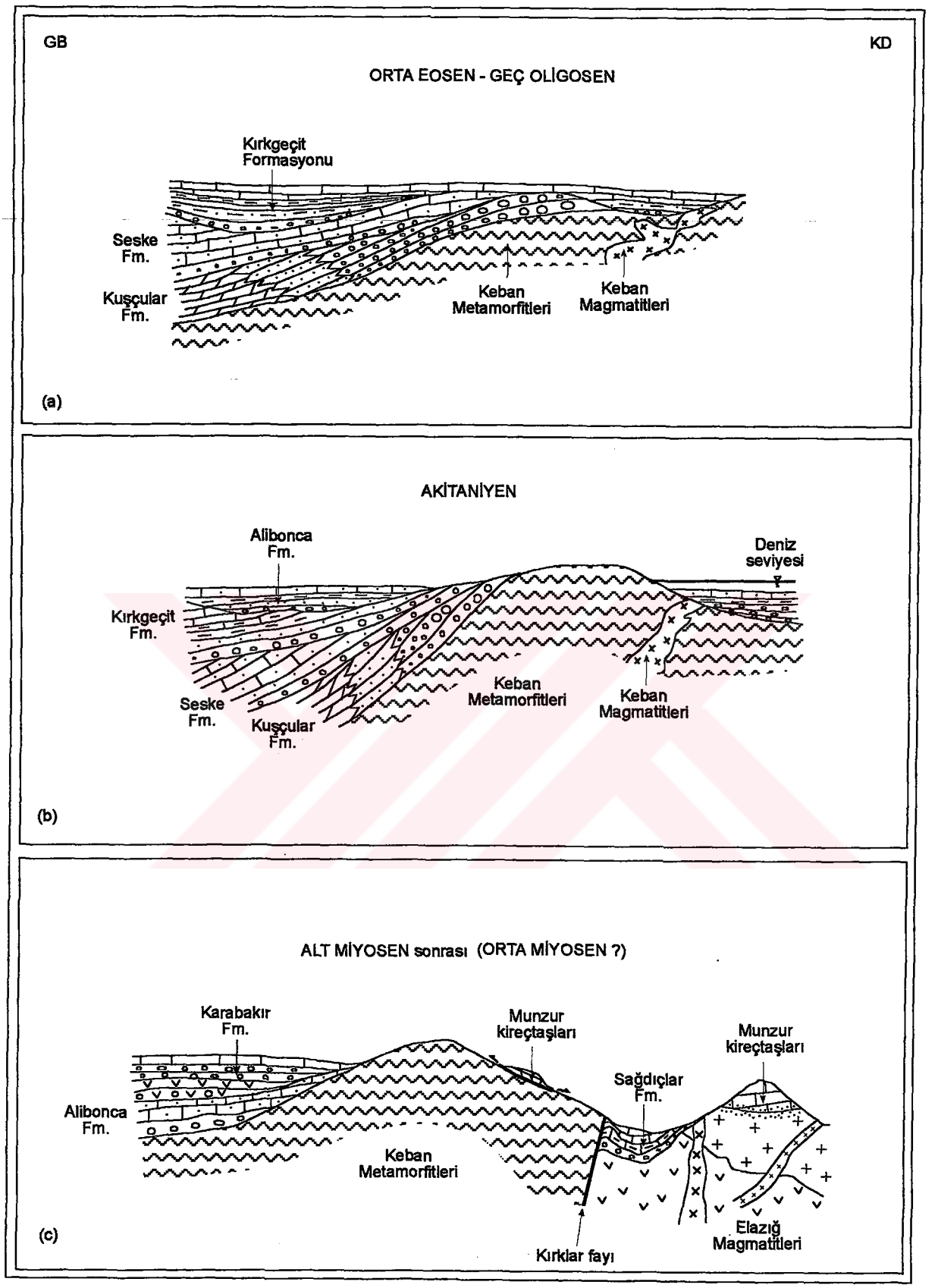
İnceleme alanında yüzeylenen en genç birimlerden olan Pliyo-Kuvaterner (?) yaşlı Hamurlu formasyonunu etkileyen, yaklaşık KD-GB doğrultulu eğim atımlı normal faylar gelişmiştir (Soğanlı fayı, EK-1). Bu nedenle bölgenin Pliyo-Kuvaterner'de (?) yaklaşık olarak KB-GD doğrultusunda açılma rejimine maruz kaldığı söylenebilir.



Şekil 5.2a, b, c. İnceleme alanının, Santoniyen-Erken Kampaniyen arasında geçirmiş olduğu tektonik evrimi gösteren kesitler (ölçeksiz).



Şekil 5.3a, b, c. İnceleme alanının, Geç Kampaniyen-Lütesiyen arasında geçirmiş olduğu tektonik evrimi gösteren kesitler (ölçeksiz).



Şekil 5.4a, b, c. İnceleme alanının, Orta Eosen–Geç Miyosen zaman aralığında geçirmiş olduğu tektonik evrimi gösteren kesitler (ölçeksiz).

7. SONUÇLAR

1. İnceleme alanındaki Keban metamorfitlerinin bütün birimleri, birbiriyle uyumlu olarak bulunmaktadırlar. Keban metamorfitlerinin en alt seviyelerinde Erken Permiyen yaşlı Arapgir rekristalize kireçtaşları yeralmaktadır. İstif yaşlıdan gence doğru; Erken Permiyen yaşlı Arapgir rekristalize kireçtaşları, Geç Permiyen yaşlı Nimri formasyonu, Permo-Triyas yaşlı Keban mermeri ve en üstte de Geç Triyas yaşlı Delimehmet formasyonundan oluşmaktadır.

2. Keban metamorfitleri Geç Kretase Neo-Tetis okyanusunun güney kolunun kapanmaya başlamasıyla ilişkili olarak, üst yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğramıştır. Metamorfizmayla beraber F1, F2 kıvrımları ve L1 buruşma lineasyonları (D1 deformasyonu) da gelişmiştir.

3. Keban metamorfitlerinin tüm formasyonlarında, yapraklanmanın kanatlarda tabakalanmalara paralel oluşu, yapraklanmayı meydana getiren bölgesel metamorfizmanın, bu birimlerin hepsini aynı zamanda metamorfize ettiğini göstermektedir. Aynı şekilde Munzur kireçtaşlarında da tabakalanma ile yapraklanma düzlemleri birbirine paralel oluşu, bunların da Keban metamorfitleriyle beraber Geç Kretase'de metamorfize olduklarını göstermektedir.

4. Bölgede iki kıvrımlanma fazı çok etkili olmuştur. Bunların her ikisi de Alpin orojeneziyle ilişkilidir. Birinci deformasyon fazı (D1), en etkili faz olup, KD-GB eksen gidişli F1, F2 kıvrımlarını ve L1 buruşma lineasyonlarını oluşturmuştur. D1 deformasyonunun etkisi doğudan batıya doğru azalmaktadır.İkinci deformasyon fazı (D2), yaklaşık KB-GD doğrultulu F3 kıvrımlarının ve kink bantların oluşumuna neden olmuştur. Birinci deformasyon fazının (D1) doğrultusu yaklaşık KB-GD, ikinci deformasyon fazının (D2) doğrultusu ise KD-GB'dır. Üçüncü deformasyon fazının (D3) etkisi kıvrımlanmalardan çok kırılmalar şeklinde görüldüğünden, arazide bu fazla ilişkili makro kıvrımlar pek belirgin olmayıp, ancak mikroskopik ölçekte görülebilmektedirler.

5. Nimri formasyonunda gözlenen kıvrımlar, genellikle yatık izoklinal veya devrik asimetrik kıvrımlar şeklinde gelişmişken, Delimehmet formasyonunda gelişmiş kıvrımlar devrik ve asimetrik kıvrımlardır.

6. F1, F2 kıvrımları ile F3 kıvrımlarının girişim yaptığı eksen bölgelerinde kıvrımlar tekrar kıvrımlanarak Tip-1, Tip-2 kıvrımlarını meydana getirmişlerdir. Bu tip kıvrımlarda, her kıvrım eksenine ait arakesit lineasyonları (L1=SoxS1, L2= S1xS2) görülebilmektedir.

7. İlk defa bu çalışmada, inceleme alanının doğu ve kuzeydoğusundaki Karagözziyareti tepede, Sal tepede ve Datkaya tepede yüzeylenen mermerlerin KD'dan sürüklenerek gelmiş Munzur Kireçtaşları'nın (Ziyaretbaşı kireçtaşı üyesi ?) olduğuna dair veriler bulunmuştur. Yine aynı şekilde çalışma alanının yakın doğusundaki, Elazığ ili yakın batı ve güneyindeki Kekik T., Kızıldağ T. ve Meryem Dağı ile Baskil ilçesi yakın doğusundaki mermer/kristalize kireçtaşlarının da Munzur kireçtaşları olduğu yapılan incelemeler neticesinde anlaşılmıştır. Munzur kireçtaşlarının yerleşim yaşının Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen olduğu, çalışma alanının yakın kuzeyinde yapılan daha öceki çalışmalarla tesbit edilmiştir.

8. Elazığ magmatitleri ile Keban metamorfitlerinin tektonik dokanağını oluşturan Kırklar fayının, ortalama 80° lik bir açıyla B'ya doğru eğimli, ters fay bileşenine sahip, fay düzlemi üstündeki kayma çizik ve çentikleriyle tesbit edilen doğrultu atımlı sol yönlü bir faydır. Kırklar fayı inceleme alanının yakın güneyinde, daha güneyde bulunan Hor bindirme fayına dönüşmektedir. Fayın yaşı, Orta Miyosen'dir. Orta Miyosen'de Arabistan levhası ile Anadolu levhasının nihai çapışması sonucunda gelişmiş bir faydır.

9. İnceleme alanındaki normal faylar (Soğanlı fayı ve ilişkili normal faylar), muhtemelen Pliyo-Kuvaterner'deki (?) KB-GD doğrultulu bir açılmanın sonucunda gelişmişlerdir. Çünkü, Pliyo–Kuvaterner (?) yaşlı Hamurlu formasyonu, bu faylardan etkilenmiştir.

KAYNAKLAR

Akgül, B., 1987, Keban yöresi metamorfik kayaçların petrografik incelenmesi.. Yük. Lisans tezi, F.Ü. Fen Bil.Enst. , 60 s., (yayınlanmamış), Elazığ.

Akgül, B., 1993, Piran köyü (Keban-Elazığ) çevresindeki mağmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri. Doktora tezi, 128 s., , Fırat Ünv. Fen Bil. Enst., (yayınlanmamış), Elazığ.

Akgül, B., ve Bingöl, A., F., 1997, Piran köyü (Keban-Elazığ) çevresindeki magmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri. Selçuk Üniv. Müh.- Mim. Fak., 20. Yıl Jeoloji Semp., Bildiriler, 13-24, Konya.

Aksoy, E., 1993, Elazığ batı ve güneyinin genel jeolojik özellikleri. TÜBİTAK, Yerbilimleri Derg., 1,1, 113-123.

Aksoy, E., 1994, Pertek (Tunceli) çevresinin jeolojik özellikleri ve Pertek Bindirme Fayı. Fırat Ünv., Fen ve Müh. Bil. Derg., 6, 2, 1-18.

Aksoy, E., Turan, M., Türkmen, İ. ve Özkul, M., 1996, Elazığ havzasının Tersiyer'deki evrimi. KTÜ Jeoloji Müh. Bölümü 30. Yıl Joloji Sempozyumu (16-20 Ekim1995) Bildirileri, 293-310.

Asutay, H.J., 1985, Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi. Doktora tezi, , A.Ü., Fen. Bil. Enst., 156 s., (yayınlanmamış), Ankara.

Asutay, H.J., 1988, Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve Baskil mağmatitlerinin petrolojisi. MTA Derg., 107, 49-72.

Balçık, A.,Tüfekçi, Ş., Koyuncu, M.ve Ulutürk, Y., 1978, Keban madeni ve Fırat Ocağı geliştirme raporu. MTA maden etüt rap., 1518, (yayınlanmamış), Ankara.

Baykal, F. ve Erentöz, C., 1966, 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Sivas paftası izahatnamesi, MTA Enst. yay., Ankara.

Bingöl, A.F., 1982, Elazığ–Pertek–Kovancılar arası volkanik kayaçların petrolojisi. Fırat Üniv. Fen Ed. Fak. Derg., 1, 9-21., Elazığ.

Bingöl, A.F., 1984, Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region. In: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, C., eds., Geology of the Taurus Belt, 199-208.

Bingöl, A.F., 1988, Petrographical and petrological features of the intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus- Turkey). Journ. Fırat Univ., 3/2, 1-17.

Bingöl, A. F., 1994, Dutluköy (Elazığ) yöresi magmatik kayaçlarının petrografik ve jeokimyasal özellikleri. Çukurova Univ. Müh. Mim. Fak., 15. Yıl Jeoloji Sempozyumu, özel yayın, Adana.

Borchert, H.,1952, Keban maden yataklarında yapılan tetkike dair rapor (yayınlanmamış), 25s.

Burkhard, M., 1993, Calcit-twins, their geometry, appearance and significance as stress-strain markers, and indicators of tectonic regime : a review. Journal of Structural Geology, 15, 351-368.

Çelebi, H., 1997, Keban (Elazığ) simli kurşun yatağı batı Fırat sahası gümüşlü mangan cevherlerinin jeokimyası. Tür. Jeo. Kur. Bült. , 40, 1, 19-36.

Davis, G.H. and Reynolds, S.J. , 1996, Structural geology of rocks and regions, second edition, John Wiley and Sons, Kanada, 776 s.

E.İ.E., 1972, Keban projesi rezervuar sol sahili muhtemel kaçakların araştırılması. E.İ.E. yayını no: 72-19.

Erdoğan,T., 1975, Gölbaşı yöresinin jeolojisi. TPAO Arşivi, Rap., 229 (yayınlanmamış), Ankara.

Fischbach, W., 1900, Keban gümüş madeni hakkında rapor. MTA rap., 384, (yayınlanmamış), Ankara.

Fry, N., 1984, The field description of metamorphic rocks. The geol. soc. of london handbook series editor-M.H. de Freitas, 110 s.

Gawlik, J., 1958, Keban (Elazığ) prospeksiyon raporu. MTA Rap., 3096, (yayınlanmamış), Ankara.

Göncüoğlu, M. C. and Turhan, N., 1984, Geology of the Bitlis Metamorphic Belt. In: tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C. (eds), Geology of the Taurus Belt, MTA, Ankara, 237-244.

Hakyemez,Y., ve Örçen, S., 1982, Medik-Ebreme dolayındaki (Malatya KB'sı) Senozoyik yaşlı çökel kayaların stratigrafisi ve sedimantolojisi. MTA Jeoloji Etüdleri Dairesi Rap., 186, (Yayınlanmamış), Ankara.

Hanelçi, Ş., 1991, Zeryan dere-Siftil Tepe (Keban/Elazığ) metallojenisinin incelenmesi. Doktora tezi, İstanbul Üniv., 200 s., (yayınlanmamış), İstanbul.

Hanelçi, Ş., 1996, Yahyalı Köyü (Keban-Elazığ) civarının jeolojisi ve Mn-Ag-Au-Pb-Zn cevherleşmelerinin incelenmesi.Yük. lisans tezi, İst. Üniv. Müh. Fak., 187 s., (yayınlanmamış), İstanbul.

Hanmer, S. and Passhier C. W.,1991, Shear sense indicator: a review. Spec. Pup.Geol. Soc. Canada, 90-17, 1-72.

Hempton, M.R. ve Savcı, G., 1982, Elazığ volkanik karmaşığının petrolojik ve yapısal özellikleri. Tür. Jeol. Kur. Bült., 25, 2, 143-150.

Hempton, M.R., 1984, Results of detailed mapping near Lake Hazar (East. Taurus Mountains). In: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M.C., eds., Geology of the Taurus Belt., Ankara, 223-228.

Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri. MTA Enst. Derg., 66, 20-34, Ankara.

Kineş, T., 1969, Keban maden sahasının jeotermometresi. MTA Derg., 73 , 27-31.

Kipman, E., 1976, Keban'ın jeolojisi ve petrolojisi. Doçentlik tezi, İst. Ünv., 200 s., (yayınlanmamış), İstanbul.

Kipman, E., 1981, Keban'ın jeolojisi ve Keban Şariyajı. İst. Ünv. Yerbilimleri Derg., 1, 1-2 , 75 – 81, İstanbul.

Kipman, E., 1982, Keban volkanitlerinin petrolojisi. İst. Üniv. Yer Bil. Derg., 3, 4, 205-230.

Kovenko, V., 1941. Keban madeni etüdü hakkında rapor. MTA Rap., 1255, (yayınlanmamış), Ankara.

Kürüm, S., 1987, Keban ilçe merkezi çevresinin tektonik özellikleri. Yük. lisans tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 67 s., (yayınlanmamış)Elazığ.

Mc Clay, K.R., 1987, The mapping of Geological structures. The Geol. Soc. of London handbook , handbook series editor- Keith cox , 161 s.

Marshak, S. ve Gautam, M., 1988, Basic methods of structural geology, Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey, 446 s.

Maucher, A., 1937, Keban maden zuhuratı hakkında mineralojik rapor. MTA Rap., 406, (yayınlanmamış), Ankara.

Naz, H., 1979, Elazığ-Palu dolayının jeolojisi (yayınlanmamış). TPAO Arşivi Rap. No.1360, Ankara.

Oelsner, O.,1938. Keban madeni hakkında rapor. MTA Enst. Rap., 279, (yayınlanmamış), Ankara.

Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel jeoloji özellikleri. Tür. Jeo. Kur. Bült., 19, 1, 65-78, Ankara.

Özgül, N., Turşucu, A., Özyardımcı, N., Bingöl, İ., Şenol., M., ve Uysal, S., 1978, Munzurların temel jeoloji özellikleri. Türkiye Jeoloji Kur. 32. Bil. ve Tek. Kur. Bil. özetleri, 10-11.

Özgül, N., 1981, Munzur dağının jeolojisi. MTA Enst. Der. Rap., 6995, (yayınlanmamış), Ankara.

Özkul, M., 1988, Elazığ batısında Kırkgeçit Formasyonu üzerinde sedimantolojik incelemeler. Doktora tezi, Fırat Üni. Fen Bil. Enst., 186s., (yayınlanmamış), Elazığ.

Passchier and Simpson, C., 1986, Porphyroclast system as kinematic indicators. Journal of Structural Geology, 8, 831-843.

Passchier, C.W. and Trouw, R.A.J., 1996, Microtectonic, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 289 s.

Perinçek , D., 1979a, Palu–Karabegan–Elazığ–Sivrice–Malatya Alanının Jeolojisi ve Petrol İmkanları . TPAO Arşivi Rap., 1361, (yayınlanmamış), Ankara.

Perinçek, D. , 1979b, The geology of Hazro–Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya region. Guid book, Geol. soc. of Turkey, spec. Publ. , 33 s.

Perinçek, D., 1980, Bitlis metamorfitlerinde volkanitli Triyas. Tür. Jeo. Kur. Bült., 23, 201-211, Ankara.

Price, N.J. and Cosgrove, J.W., 1990, Analysis of geological structures. Cambridge Univ. Press, Cambridge, England, 502s.

Ramsay, J. G., 1967, Folding and Fracturing of rocks. Mc. Graw-Hill Book Co., New York, 568 s.

Ramsay, J.G. ve Huber, M. I., 1987, The techniques of modern structural geology, vol:1, folds and fractures, academic press, London, 307 s.

Ramsay, J.G. ve Huber, M.I., 1989, The techniques of modern structural geology, vol:2, folds and fractures, academic press, London, 381s.

Robert, D., Hatcher, Jr., 1990, Structural Geology. Macmillan publishing company, New York, 531s.

Rowland, S.M. ve Duebendorfer, E.M., 1994, Structural analysis and synthesis, a laboratory course in structural geology, 2 nd edition, Blackwell scientific publications, Boston, 279 s.

Sağıroğlu, G., 1952, Keban volfram zuhuratı hakkında rapor: MTA Rap.,1942, (yayınlanmamış), Ankara.

Sağıroğlu, A.,1992, Pertek-Demürek (Tunceli) skarn tipi manyetit ve ilişkili bakır cevherleşmeleri. Tür. Jeol. Bült., 35, 63-70.

Sirel,E., Metin, S. ve Sözeri, B., 1975, Palu (KD Elazığ) denizel Oligosen'inin stratigrafisi ve mikropaleontolojisi. Tür. Jeol. Kur. Bült., 18,2,175-180.

Soyutürk, N.,1973, Murat baseni jeolojisi ve hidrokarbon imkanları. TPAO Arşivi Rap., 791 (Yayınlanmamış), Ankara.

Şengör , A.M.C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları. Tür. Jeo. Kur. yay., 40 s.

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1983, Türkiye'de Tetis'in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. Tür. Jeo. Kur.Yerbilimleri özel dizisi, 1, 75 s.

Tolun, N., 1955, Elazığ, Keban, Çemişgezek ve Pertek bölgesinin jeolojik etüdü. MTA Rap., 2227 (yayınlanmamış), Ankara.

Turan, M., 1984, Baskil–Aydınlar (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği. Doktora tezi, Fırat Üniv. Fen Bil. Enst., 180 s., (yayınlanmamış), Elazığ.

Turan, M. ve Bingöl A.F., 1991, Kovancılar –Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektono – stratigrafik özellikleri. Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler, 213-227.

Turan, M., 1993, Elazığ yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri. In : Kazancı, N. (ed.), Suat Erk Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler, 193-204, Ankara.

Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, A.F., 1995, Doğu Toroslar'ın jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 7, 2, 177-199.

Turan, M. ve Türkmen, İ., 1996, Kuşçular formasyonunun (Erken Paleosen) stratigrafisi ve sedimantolojik özellikleri, TÜBİTAK Tr. J. of Earth Sciences, 5, 109-121.

Turner, F.J. ve Weiss, L.E., 1963a, Structural analysis of metamorphic tectonites, McGraw-Hill book Co., New York, 545s.

Turner, F.J. ve Weiss, L.E., 1963b, Structural geology of folded rocks, Rand Mc Nally and company, Chicago, 663 s.

Winkler, H., G., F., 1979, Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 4th edition, Springer-Verlag, New York, 320 p.

Yazgan E., 1981, Doğu Toroslarda etkin bir paleo kıta kenarı etüdü: (Üst Kretase-Orta Eosen) Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu. Hacettepe Üniv. Yerbilimleri, 7, 83-104.

Yazgan, E., 1983, A geotraverse between the Arabian Platform and the Munzur Mountains. Field Guidebook, Excursion 5, İnternational Symposium on geology of the Taurus Belt, Ankara,17 p.

Yazgan, E.,1984, Geodynamic evolution of the E .Taurus region ın: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M.C.(eds.), Geology of the Taurus Belt, 199-208, MTA, Ankara,

Yazgan, E ve Chessex, R.,1991, Geology and Tectonic Evolution of the Southeastern Taurides in the Region of Malatya. TPJD Bülteni, 3, 1, 1-42.

Yılmaz, A., Ünlü, T., ve Sayılı, İ. S., 1992, Keban (Elazığ) kurşun–çinko cevherleşmelerinin kökenine bir yaklaşım: ön çalışma, MTA Derg., 114, 47-70.

Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M. ve Genç, Ş.C., 1992, Güneydoğu metamorfik masiflerinin kökeni. TPJD Derg.,Türkiye 9. Petrol Kongresi, 296-305, Ankara.

Zisermann, A., 1969, Geological and mining study of Keban Maden. Etibank arşiv no:123., (yayınlanmamış), 70s., Ankara.