

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİKMEN KÖYÜ (HENDEK- ADAPAZARI) ÇEVRESİ OLASI POLİMETALİK
CEVHERLEŞMESİ VE AYRIŞIM ZONU ÇEVRESEL ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Zeynep AKTUNA

**Anabilim Dalı: JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
Programı: UYGULAMALI JEOLOJİ**

HAZİRAN 2006

**DİKMEN KÖYÜ (HENDEK- ADAPAZARI) ÇEVRESİ
OLASI POLİMETALİK CEVHERLEŞMESİ
VE
AYRIŞIM ZONU ÇEVRESEL ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeoloji Müh. Zeynep AKTUNA**

(505031321)

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Haziran 2006**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fikret SUNER

Yrd. Doç. Dr. Tolga YALÇIN

Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Selçuk TOKEL (K.Ü.)

Prof. Dr. Atasever GEDİKOĞLU (İ.T.Ü)

Doç. Dr. Serdar AKYÜZ (İ.T.Ü)

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji programında hazırlanan Yüksek Lisans Tezinde, Dikmen Köyü (Hendek- Adapazarı) Çevresi Polimetallik Cevher Oluşumu Ve Olası Çevresel Etkileri ilk kez bu çalışma ile varlığı ortaya ayrıntılı konan ve olasılıkla ekonomik öneme sahip metal oluşumlarının incelenerek, bakır ve diğer metalik cevherleşmelerin köken sorunlarının ve ana kayaç-cevherleşme ilişkisinin çözümüne ait katkılar sağlamayı amaçlamaktadır. Bu ilişkinin çevresel etkileri de araştırılmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmasının her aşamasında bilgisi ve yorumları ile yol gösteren tez danışmanım Prof. Dr. Fikret SUNER'e ve Yrd. Doç. Dr. Tolga YALÇIN'a sonsuz şükranlarımı sunarım. Çalışma süresince hiçbir yardımını esirgemeyen Maden Yatakları Jeokimya Anabilimdalı ve Uygulamalı Jeoloji Anabilimdalları elemanlarına, Yüksek Jeoloji Mühendisi Demet KIRAN, Aykan KEPEKLİ ve Gökhan ŞANS'a, ayrıca arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen KALMER MADENCİLİK'e teşekkür ederim. Tez süresi boyunca bana gösterdikleri sabır ve özveriden dolayı tüm aileme şükranlarımı sunarım.

Mayıs, 2006

Zeynep Aktuna

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÖZET	vii
SUMMARY	ix
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışma Metodları	2
1.3. Coğrafi Konum ve Ulaşım	2
1.4. Önceki İncelemeler	4
2. GENEL JEOLJİ	13
2.1. Stratigrafi	13
2.1.1. Giriş	13
2.1.1.1. İznik Metamorfikleri (Pmi)	16
2.1.1.2. Dikmen Volkanitleri (Ed)	18
2.1.1.3. Çataltepe Formasyonu (Eç)	34
2.2. Yapısal Jeoloji	36
2.2.1. Adapazarı Havzası'nın Tektonik Gelişimi	36
2.2.2. Bölgenin Yapısal Jeolojisi	36
2.2.2.1. Trakya-Kocaeli Penepleni	40
2.2.2.2. Çamdağ- Akçakoca Yükseltisi	40
2.2.2.3. Adapazarı Havzası	40
3.DİKMEN KÖYÜ CEVHER OLUŞUMLARI	41
3.1. Petrografik İncelemeler	41
3.2. Kimyasal İncelemeler	48
4. SONUÇLAR	62
KAYNAKLAR	65
EKLER	76
ÖZGEÇMİŞ	78

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Dikmen Köy Civarı Volkanik Kayaç Majör – Minör Element Değerleri.....	48
Tablo 3.2. Dikmen Köy Civarı Volkanik Kayaç Majör – Minör Element Değerleri.....	48
Tablo 3.3. Dikmen Köy Civarı Volkanik Kayaç Majör – Minör Element Değerleri.....	49
Tablo 3.4. Dikmen Köy Civarı Volkanik Kayaç Majör – Minör Element Değerleri.....	49

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1:	İnceleme alanı yer bulduru haritası..... 3
Şekil 2.1:	Dikmen köyü kuzeydoğusundaki Dikmentepe volkanitlerinin görünümü..... 13
Şekil 2.2:	Dikmen kuzeyi, Çataltepe Formasyonu'nda gözlenen kumtaşı şeyl ar dalanması..... 14
Şekil 2.3:	Bölgenin genelleştirilmiş ölçeksiz dikme kesiti..... 15
Şekil 2.4:	İznik metamorfiklerindeki mermer mercikleri..... 17
Şekil 2.5:	Dikmen volkanitlerinin genel görünümü. Altere yüzey renleri.... 19
Şekil 2.6:	Dikmen volkanitlerinde andezitik trakiandezitik karakter yerel yaygınlık göstermektedir. Taze ve ayrışmış kayaç kontakları seçilmektedir..... 20
Şekil 2.7 a:	Feldspatlardaki ayrışma..... 20
Şekil 2.7 b:	Feldspat kristallerinde gözlenen ayrışma..... 21
Şekil 2.8:	Dikmen volkanitlerindeki andezitlerdeki lahar yapıları..... 22
Şekil 2.9:	İleri ayrışma derecesini ifade eden kısmi feldispatik alterasyon ürünlerinin görüldüğü andezitler..... 22
Şekil 2.10:	Fe aterasyonlarının belirgin halde görüldüğü ve yer yer hematit ve diğer Fe ve Mn oksitlerin tespit edildiği ileri derecede ayrışmış traki andezit kontakları (Dikmen Köyü kuzeyi)..... 23
Şekil 2.11:	Yerel ikincil faylanmalara bağlı ayrışma zonu ve kısmen taze andezit kontağı (Dikmen Köyü kuzeyi)..... 23
Şekil 2.12:	Yerel ikincil faylanmalar yer yer hatlar boyunca izlenmektedir (Dikmen kuzeydoğusu)..... 24
Şekil 2.13:	Hendek Ana Fay Hattı..... 25
Şekil 2.14 a:	Ana fay hattına bağlı gelişen değişik ölçekli makaslama kırıkları..... 25
Şekil 2.14 b:	Makaslama kırıklarında gelişen jipsler..... 26
Şekil 2.15:	Makaslama zonlarında gri dumanlı ve beyaz renkli kuvars kristalleri son derece saf ve belirgindir. Tane boyu değişimi söz konusudur ve çatlak merkezine doğru tespit edilmiştir. Bu veri çözeltili / gaz fazı cevher getirmesi ve hızlı gelişimini ifade eder niteliktedir..... 27
Şekil 2.16 a:	Altere andezitler içerisindeki bir çatlak dolgu şeklinde gelişen Cu ve Fe getirmesinin karbonat ve oksit gelişimini gösteren örnek..... 28
Şekil 2.16 b:	Altere andezitlerde Fe- Cu karbonat birlikteliği..... 28
Şekil 2.17 a:	Boşluk dolgusu şeklinde bakışlımlı gelişen ve olasılıkla gaz fazı getirmelerine işaret eden örnekler..... 29

Şekil 2.17 b:	Fe- Cu yanında Mn oksitlerin (psilomelan varlığı).....	29
Şekil 2.17 c:	Çatlaklarda bakışimli olarak gelişen globüler malakit oluşumlar.....	30
Şekil 2.17 d:	Çatlaklarda Fe oluşumlarını da bakışimli olarak ve yer yer globüler yapıda görebilmekteyiz.....	30
Şekil 2.17 e:	on derece yoğun bir bitki örtüsü ile örtülü olduğu için cevherleşmenin bulunması ve takibi çok zor koşullarda gerçekleştirilmiştir.....	31
Şekil 2.17 f:	Arazinin örtülü olması nedeniyle ayrışma zonunun/demir şapkanın tespit edilmesi son derece zor gerçekleştirilmektedir.....	31
Şekil 2.17 g:	Altere kayaç içerisindeki Fe- Mn baskınlığı gözlenen örnek.....	32
Şekil 2.17 h:	Ayrışmış cevhersiz andezit ile Fe- Mn karbonat oksit getiriminin gözlendiği tektonik kontaklı örnek.....	32
Şekil 2.17 i:	Aşamalı bir getirmenin son evrelerine işaret eder bir şekilde özellikle makaslama zonlarında iri jips kristalleri son derece belirgindir.....	33
Şekil 2.18:	Çataltepe Formasyonuna ait marnlar gri renktedir.....	35
Şekil 2.19:	Formasyondaki mevcut kumtaşı-şeyl ardalanması.....	35
Şekil 2.20 a-c:	Bölgenin Genel Tektonik Yapısını Gösteren Haritalar.....	37
Şekil 2.21:	Bölgenin Morfotektonik Birlikteliklerin Ayrıntısı.....	39
Şekil 3.1:	İdeamorfizmaya yakın az çatlaklı iri plajioklas kristalleri andezit, yarı ayrışmış (6,3 * 2,5).....	42
Şekil 3.2:	Oluşum / Yerleşim sonrası gelişen çatlaklı dolgulu bir plajioklas.....	43
Şekil 3.3:	TrakiandezitlerdeHematit +/- Limonit + Psilomelan Parajenezi.....	43
Şekil 3.4:	Trakiandezitlerde Hematit + Azurit cevher parajenezi. Çatlaklarda Si dolgusu.....	44
Şekil 3.5:	Azurit + Hematit/ Limonit Parajenezi. Feldspatlarda ileri derecede ayrışım.....	44
Şekil 3.6:	Kısmi akma yapısı gösteren yarı trakitik doku kayaç içinde opak mineraller (Pirit+ Manyetit ?).....	45
Şekil 3.7:	Çatlak dolgusu, Fe ile sıvanmış ve Si getirmesi. Makro ölçekte gözlenen gri, dumanlı ve beyaz renkli kuvars kristalleri yanında olasılıkla hematit, limonit oluşumu. Tane boyu değişimi belirgindir (6,3 *2,5).....	46
Şekil 3.8:	Zonlu plajioklas ve mikrokırıklar.....	47
Şekil 3.9:	İleri derecede ayrışmış plajioklas etrafında bir kafes şeklinde mikrolitler ve daha taze biotitler.....	47
Şekil 3.10:	Kayaçlardaki Al- Zn ilişkisi.....	50
Şekil 3.11:	Kayaçlardaki Al-Ag ilişkisi.....	51
Şekil 3.12:	Kayaçlardaki Al- Au ilişkisi.....	52
Şekil 3.13:	Kayaçlardaki Al- Mo ilişkisi.....	52

Şekil 3.14:	Kayaçlardaki Al- Sn ilişkisi.....	53
Şekil 3.15:	Kayaçlardaki Al- Mn ilişkisi.....	54
Şekil 3.16:	Kayaçlardaki Pb-Fe ilişkisi.....	55
Şekil 3.17:	Kayaçlardaki Fe-Zn ilişkisi.....	55
Şekil 3.18:	Kayaçlardaki Fe-Mn ilişkisi.....	56
Şekil 3.19:	Kayaçlardaki Fe-K ilişkisi.....	57
Şekil 3.20:	Kayaçlardaki Fe-Mg ilişkisi.....	57
Şekil 3.21:	Kayaçlardaki Cu-Pb ilişkisi.....	58
Şekil 3.22:	Kayaçlardaki Cu-Zn ilişkisi.....	59
Şekil 3.23:	Kayaçlardaki Cu-Fe ilişkisi.....	59
Şekil 3.24:	Kayaçlardaki Cu-Mn ilişkisi.....	60
Şekil 3.25:	Kayaçlardaki Cu-Cd ilişkisi.....	60
Şekil 3.26:	Kayaçlardaki Cu-S ilişkisi.....	61
Şekil 3.27:	Kayaçlardaki Cu-Al ilişkisi.....	61
Şekil 4.1:	Eosen Volkanizmasına ait Modelleme.....	63
Şekil 4.2:	İnceleme Alanında Tespit Edilen Genel Cevherleşme Yerleşim Modeli.....	64

DİKMEN KÖYÜ (HENDEK- ADAPAZARI) ÇEVRESİ OLASI POLİMETALİK CEVHERLEŞMESİ VE AYRIŞIM ZONU ÇEVRESEL ETKİLERİ

ÖZET

Bu çalışmada Dikmen Köyü (Hendek- Adapazarı) ve civarındaki metalik cevherleşmelerin oluşum ve kökeni ile olası çevresel etkilerin araştırılması hedeflenmiştir.

Söz konusu sahada Pontid, Armutlu- Ovacık, Sakarya Zonu'ndan oluşan ve Kuzey Topluluk olarak adlandırılan sistem içerisinde Pontid Zonu'nda yer alır. Bu zon tektonik birlikler içerisinde de Adapazarı Havzası ile İzmit-Sapanca geçişi kantağında yer alır. İnceleme alanı tektonik açıdan son derece karmaşık olup genelde KD-GB doğrultulu fay sistemleri ve makaslama zonları içerisinde olup İznik Metamorfikleri, Çataltepe Formasyonu ve Dikmen Volkanitleri'nden oluşmaktadır.

Dikmen Volkanitleri genelde andezit- bazalt volkanizması ürünü olup bu çalışma ile trakiandezit karakter sergilediği ve özellikle tektonik kontaklarda ileri derecede ayrışma ve buna bağlı olarak alterasyon ürünleri sergilediği tespit edilmiştir. İlk kez bu çalışma ile içerisinde başta azurit, malakit şeklinde Cu karbonatlar ve yanında Fe, Mn oksit ve hidroksitlerin varlığı ortaya konmuştur.

Saha çalışmaları makro ve mikro incelemelerin sonuçları çerçevesinde Dikmen Volkanitleri'nin olası bir ayrışma zonu / demir şapka içeren bir polimetalik cevherleşmeye işaret ettiği düşünülmektedir. Tektonik parametrelerin etkisinde gelişen volkanik kökenli çözeltilerin Eosen volkanizması ve devamında bir metalik cevherleşmeye neden olduğu savlanmaktadır.

Son derece etin topoğrafik koşulların ve yoğun bitki örtüsünün bulunduğu inceleme alanında yapılacak kayaç ve özellikle su kimyası etüdleri ile konunun daha da aydınlatılacağı dşnlmektedir.

THE PROBABLE POLYMETALLIC ORE FORMATION AND WEATHERING ZONE ENVIRONMENTAL EFFECTS AROUND DIKMEN VILLAGE (HENDEK- ADAPAZARI)

SUMMARY

In this study, it is aimed to investigate the occurrence, origin and environmental effects of metallic ore deposits around Dikmen Village (Hendek-Adapazarı).

This area is located in the Pontid Zone of the North Group, as a part of the Armutlu- Ovacık and Sakarya Zones . The area is also classified as a member of the tectonic units named as Adapazarı Basin and Izmit- Sapanca Corridor.

The study area has a very complex tectonic structure. The fault systems are mainly within a NE- SW direction The main units are Iznik Metamorphics, Çataltepe sedimentary formation and Dikmen Volcanics.

Dikmen volcanics are the products of an andesitic- basaltic volcanism however they are characterized by an andesitic-trachitic petrography in this study. Weathering processes are very commonly observed within the whole area. They had been developed within a large interval of time concluding a series of alteration products such as Cu-Fe-Mn carbonates, hydroxides and oxides in principal.

This thesis is the first study in the literature in terms of scientifically proven the presence of a multi-metallic ore occurrences in the Dikmen Province.

Field observations, macro and micro investigations, the results of chemical analyses and geochemical clues have reveal that, the study area is a part of a remarkable gossan (iron hat) and an economically significant leaching zone within the Dikmen Volcanic rocks. It is postulated, on the other hand, that thermal volcanic solutions in tectonic origin are probably responsible not only for all these alteration products that we have determined but also a multi-metallic ore deposition near the surface in the study area.

The chemical compositions of the springs within the area are also being investigated nowadays; in order to get additional valuable important information.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Adapazarı Havzası'nda günümüze dek değişik amaçlı jeolojik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar bölgenin ayrıntılı jeolojisi, stratigrafisi ve tektonik özellikleri yanında bölgedeki endüstriyel hammadde, maden potansiyeli ve ekonomikliğine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanındaki metalik cevherleşmelerin oluşumu, jeokimyasal özellikleri ve kökeni ilk kez bu çalışma ile araştırılmıştır. Ayrıca cevherleşmeye bağlı olarak çevreye olan etkileri sunulmuştur. Bu çalışmalarda sorunun çözümüne ait önemli bulgular elde edilmiştir.

Ülkemizde metalik cevherleşmelerinin ekonomik olarak değerlendirilmesi açısından özelliklerinin araştırılması ve kökenlerinin saptanması, oldukça önemli olmaktadır.

Bu çalışmada, Dikmen Köyü (Hendek- Adapazarı) civarında yataklanmış metalik oluşumların kökensel olarak aydınlatılması için , Adapazarı G25-C2 paftalarına giren inceleme alanı haritalanmıştır. Önceki çalışmaları irdeleyerek yeni katkılar sağlanması, oluşum modeli geliştirilmesi ve bu çerçevede cevherleşmenin aydınlatılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla öncelikle yapılan bu çalışmada, bölgedeki jeolojik ve ekonomik öneme haiz oluşumlar bölgenin ayrıntılı çalışılan jeolojisi ile deneştirilerek sunulmuştur.

Ayrıca cevher oluşumları farklı yatak tipleri ile karşılaştırılmış ve köken ve gelişim tartışılmıştır.

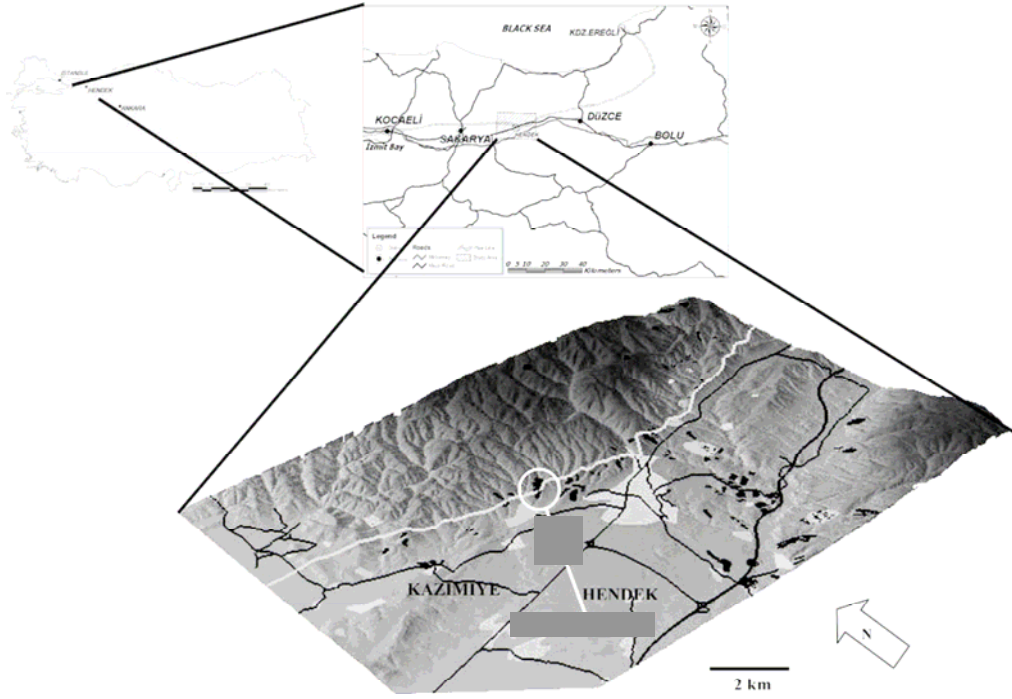
1.2. Çalışma Metotları

Arazinin 1:25000'lik jeolojik haritası üzerinde çalışılmış ve elde edilen yeni veriler ışığında, yeni düzenlemeler ve düzeltmeler yapılmıştır. Cevherleşmenin genel yapısal durumu, jeolojik oluşumlarla ilişkileri irdelenmiş yan kayaçlar detaylı olarak araştırılmış ve haritalanmıştır. Alanda metalik cevherleşmeleri temsil eden malakit, azurit ve cevherleşmeye yataklık yapan yan kayaçtan toplam 130 örnek derlenmiş ve bu örneklerden seçilen 30 örnek üzerinde kimyasal analizler yapılmıştır.

1.3. Coğrafi Konum ve Ulaşım

İnceleme alanı, Adapazarı Hendek sınırları içerisinde yer alan Dikmen ve civarında bulunmaktadır. Alan kuzeyde Kadifekale, Saçmalıpınar, güneyde Değirmendere, güneybatıda Hardal Tepe, kuzeydoğuda ise Aksu ve Göksü Köyleri ile sınırlanmıştır. İnceleme alanı çoğunlukla tepe -vadi şeklinde bir topoğrafyaya sahip olup düzlük alanlar ve sırtlar da gözlenmektedir.

İnceleme alanında gözlenen başlıca tepeler Hardal T. , Turnalık T. , Harman T. , Değirmen T. , Dikenli T. , Kürk T. , Mezarlıkkaşı T. , Ambarkaya T. , Sivriçalı T.'dir.



Şekil 1.1: İnceleme alanı yer bulduru haritası

Akarsu rejimi inceleme alanında düzensiz bir yapı sunmakla birlikte genel itibariyle su akış yönleri doruklar ile doğrudan ilgilidir. İnceleme alanında bulunan derelerin tamamına yakını kurumuş bol yağışlı durumlarda su bulundurur niteliktedirler. İnceleme alanındaki başlıca dereler; Değirmendere, Kar Dere, Akçay Dere, Beyciler Deresi, Çamyurdu Deresi, Kucuk Deresi, Balıklı Dere, Fındıklı Deresi, Kızanlık Deresi, Yarıca Dere'dir.

Çalışma alanı, Akdeniz ikliminden karasal iklime geçiş gösteren iklim özellikleri taşımakla beraber baskın olarak karasal iklim özelliği göstermektedir. Yazları sıcak ve kurak, kış mevsimleri ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Yaz aylarında gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı fazladır. Bahar ayları oldukça yağışlı olan bölgede kış aylarında yağışlar genelde kar şeklinde görülmektedir.

Adapazarı Devlet Su İşleri 18. Bölge Müdürlüğü' nden alınan ve 1927 ve 1997 yıllarını içeren 70 yıllık istatistiki sonuçlara göre Temmuz ayı ortalama 23⁰ C ile en sıcak ay ve ortalama 1,7⁰ C ile Ocak ayı en soğuk aydır. Bu istatistiğe paralel olarak, metrekare başına 87,9 kg yağış ile en yağışlı ay Ocak ayı ve yağışın en az olduğu ay ise 9,9 kg yağış ile Temmuz ayıdır.

İnceleme alanında bitki örtüsü, topoğrafya ve iklime bağlı olarak gelişmiştir. Adapazarı ili, bölgenin en büyük yerleşim merkezidir. Büyük köyler, çoğunlukla tarım alanlarına bağlı olarak morfolojik olarak genelde düzlük alanlarda kurulmuştur. Dağlık alanlarda bulunan köyler ise nispeten daha küçük yerleşim merkezleridir.

Sanayinin yanı sıra tarım ve hayvancılık bölgenin ekonomisinde önemli bir paya sahip olup aktif nüfusun % 50'ye yakını tarımla uğraşmaktadır. Bölgede tahıl olarak buğday, arpa, nohut, patates üretimi yapılmaktadır. Bölgede genelde tarımın yanında küçükbaş, büyükbaş ve kümes hayvancılığı görülmektedir. Ayrıca sığır besiciliği ve tavukçuluk önemli bir yer tutmaktadır. Ancak hayvancılıkla ilgili gerekli organizasyon ve modern tesisler kurulamamıştır.

1.4. Önceki İncelemeler

Literatürde bölge ve çevresiyle ilgili yapılan ilk çalışmaya Tchihatcheff (1869)'da rastlanmıştır. Yazar, Nallıhan-Mudurnu arasında ve Mudurnu kuzeyinde Juras'dan bahsederken, Göynük (Torbali), Adapazarı ve Hendek-Düzce civarını Kretase yaşlı olarak işaretlemiştir. Ayrıca, Mudurnu ile Alansu arasındaki doleritik yüksekliklerin varlığı gösterilmiştir.

Neumann (1893), Göynük (Torbali) doğusunda topladığı *ammonitlerin* Jura'ya ait olduğunu söyler. Susuz Yaylasının doğu kenarındaki kireçtaşlarının da aynı yaşta olduğunu ileri sürer.

Bolu Dağları ve Abbas Dağları'ndan Sakarya'ya kadar olan bölgede, Ankara Liyas'ına benzer Jura'nın varlığı Pompeckj (1897) tarafından gösterilmiştir. Leonhard (1915), Mudurnu Vaidisinde, Kuloğlu Köyü'ne kadar uzanan kahverengi kireçtaşlarının Jura'ya ait olduklarını tahmin etmiştir.

Stchepinsky (1940), Sakarya Nehri boyunca yeralan en eski birimi Paleozoyik, en yeni birimi ise Neojen yaşında olarak tespit etmiştir. Paleozoik, şistlerden meydana gelmiş bazı kesimlerde ise hafif bir metamorfizma etkisinde olduğunu ileri sürmüştür. Mermerleşmiş kalkerler ve İznik civarında Kuvarsitler mevcuttur. Bu şistler koyu gri renkte olup beyaz süt kuvars damarları açısından zengindirler. Yer yer bunlar sarı renkte ve çok killidirler; Hendek'in kuzeyinde Çamdağ ile karşılaştırılabilirler. Siyah veya beyaz renkteki mermerleşmiş kalkerler *Neoschwagerina* (Permien) ihtiva etmektedirler. Şist serisi içinde kuarsit ara tabakaları mevcuttur. Paleosen marnlı bir fliş karakterindedir. Oligosen, konglomera ve killilerle ve de tabakalanmış beyaz renkli marnlı killilerden oluşmuştur.

Wijkerslooth ve Kleinsorge (1940) 'ın belirttiğine göre Wijkerslooth tarafından keşfedilen demir cevher yatağı, Hendek'in kuzeyinde Çamdağ'ın da kenar zonunda bulunmaktadır. Saha, Devonien ile Kretase ve Eosen tabakalarından oluşmaktadır. Alt Devonien yaşlı birim koyu kırmızı ve kırmızı menekşe renkte kumtaşı ve konglomeralardan oluşmuştur. Konglomeralar kaba tanelidir. Yukarı doğru gidildikçe tabakalar tane boyutu açısından küçülür ve ince kumlu ve killi olurlar. Orta Devonien yaşlı birimi iki alt kısma ayırmışlardır. Altta killi şistler yer almaktadır ve cevher bu tabakaların arasındadır. Üstte siyah renkli mercan kalkerleri ve şistler bulunur. Üst Kretase iki fasiyesten meydana gelmiştir. İlk olarak dolomitli kalkerli bir resif fasiyesi ve bunun yanında kumlu konglomeralı bir yayılım mevcuttur. Sakarya'ya doğru kumlu konglomeralı fasiyese yerini terketmektedir. Kalkerler ve marnlı kalkerlerin içinde zengin bir foraminifer grubu vardır. Üst Kretaseden Eosen'e konkordan bir geçiş söz konusudur.

Egeran ve Wijkerslooth (1940) Karasu – Sakarya bölgesinin Pb- Zn cevherleşmesini etüd ederken bölgenin jeolojisi hakkında bilgiler sunmuşlardır. Kurşun – Çinko cevherleşmesi üst Kretasenin gri ve masif dolomitik kalkerleri içindedir. Üst Kretase dolomitik kalkerleri bazen 100-300 m. lik bir kalınlığa ulaşır, bazen de tamamen kaybolur. Bunlar az yayılmış tipik resif özelliğindedir.

Yurttaş-Özdemir (1973), Kocaeli yarımadasını dikine kesen Mesozoyik şeridi, altta Paleozoik üstte ise Üst Kretase ile diskordan olduğunu belirtmiştir. Alp tipi olan denizel Triyasa ait biyostratigrafi birimleri aşağıdan yukarıya şöyle sıralamıştır: A) Steril olan kırmızı renkli taban konglomeraları ve mikalı kumtaşları; B) *Naticella*'lı marnlı plaket kalkerler; C) Dolomitik kireçtaşları; D) *Lobites*'li marn arakatlı sarı-boz kireçtaşları; E) *Joannites*'li kırmızı renkli yumrulu görünümlü kireçtaşları; F) *Halobia*'lı şeyller; G) Bitki kırıntıları ihtiva eden sarı-boz kumtaşları.

Stchepinsky (1941), Adapazarı, Düzce, Mudurnu, Nallıhan, Eskişehir, İnegöl, Bursa ve İznik arasındaki geniş bir bölgenin etüdünü yapmış ve özellikle “linyit” ve “bitümlü şistce” zengin bazı Oligosen havzaların varlığına işaret etmiştir. Çalışma bölgesindeki en yaşlı birim Paleozoyik, en genci ise Neojen'e aittir. Yazarın, 1:800000 ölçekli basılan jeoloji haritasına göre, genel olarak Mudurnu vadisinin kuzeyinde “Paleozoyik”, “Gnays” ve “Bazik volkanik kütleler”, güneyinde ise “Kretase” birimleri yer alır. Yazar Paleozoyik birimlerini koyu gri renkli, bol kuvars damarlı gnayslardan ayırmıştır. Çalışma bölgesinde Jura kireçtaşları ile karakterize edilir. Üst Jura'ya ait bu kireçtaşları dereceli olarak Kretase kireçtaşlarına geçer. Alt Kretase, yuvarlanmış *Ammonites* ve *Berriasella* fosilleri ile çok zengin beyaz marnlı kireçtaşlarından oluşur. Üst Kretase (Senoniyen), beyaz kireçtaşı, alacalı kumtaşlarıyla mavi-gri marnlı flişten ibarettir. Paleosen'de marnlı fliş, kumtaşı, konglomera ve sarı marnlı kireçtaşı tabakalarını içerir.

Abdüsselamoğlu (1959), Düzce Ovasının güneyinde yaklaşık 3500 km²'lik bir alanın jeolojisini çalışmış, kristalin seri (Alt-Devoniyen), Devoniyen, Permo-Karbonifer, Jura, Alt Kretase, Üst Kretase, Paleosen-Priaboniyen, Eosen, Pliyosen ve Kuvaterner'e ait formasyonları ayırt etmiştir. Yazar, kristalin seriye ait formasyonları gnays, diyorit-amfibolit ve amfibolit şist ile mermer, yarı-mermer adeseli mika şistler olarak iki ayrı grupta sınıflandırmıştır. Devoniyen, alttan üste doğru arkoz konglomerası, mor renkli killi şistler, fosilli killi şistler, kireçtaşı ile mermer ve kuvarsit blokları tarafından temsil edilmektedir. Permokarbonifer, mikrofosilli kireçtaşı bloklarından oluşurken Jura, fliş tabakaları olarak kendini gösterir. Beyaz renkli, düzgün tabakalı kireçtaşlarından oluşan Alt Kretase, dereceli olarak marnlı, kumtaşı ve konglomeralı Üst Kretase flişine geçer. Abdüsselamoğlu, Paleojen'i Paleosen-Priaboniyen ve Eosen olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Bunlardan Paleosen-Priaboniyen, denizel fasiyesteki kumtaşı, kireçtaşı tabakaları ile lagüner fasiyeste bitümlü şist, linyit seviyelerini içeren deritik tabakalarla temsil edilmiştir. Pliyosen'e ait karasal fasiyesteki kil ve kumlar bölgedeki Neojen birimlerini belirtir. Kuvaterner'e ait formasyonlar nehir taraçaları, alüvyonlar, traverten ve etek molozlarından meydana gelir. Yazar, ayrıca magmatik etkinliği plütonizma ve volkanizma olarak iki grupta incelemiş, granit, pegmatit, siyenit, diyorit, piroksenit ve serpantin gibi kayaçları plütonizma grubuna dahil ederken, volkanizmanın Paleozoyik, Mesozoyik ve Tersiyer olmak üzere üç safhadan oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca bölge faylarını da tasvir eden Abdüsselamoğlu, Kaynaşlı-Karadere fay hattı, Güneydağ-Durhasantepe fay hattı, Abant Gölü-Mudurnu Vadisi fay zonu ve Aktepe-Muradlar Fay hatlarından bahsederken çalışması sırasında meydana gelen 26 Mayıs 1957 Abant depremi ile gözlemleri de çalışmasına eklemiştir.

Kalafatçioğlu (1968), Mudurnu Vadisi boyunca yaptığı saha gözlemleri sonucu KAF ile yaklaşık 10° ila 40° arasında açılar yapan ikincil faylara işaret eder. Bu faylar, genelde KD yönelimli, 50-200 m boylu ve 10-40 cm genişliktedir. Doğuya doğru kırık yönelimi KB'ya dönmeye başlar.

Ambraseys ve Zatopek (1969), 22 Temmuz 1967 Mudurnu depreminde gerçekleşen yüzey kırığını detaylı bir şekilde haritalayıp, hasar ve atım miktarlarını göstermişlerdir.

Uz (1969), genellikle Adapazarı, Akyazı ve Dokurcun arasında gerçekleşen büyüklüğü 4 veya daha büyük artçı depremlerin, ana deprem episentirinin batısında yer aldığını belirtir. Artçı depremlerin episentirleri, düzenli bir göç yönü izlememiş, rastgele dağılmışlardır.

Canitez (1972), 98 adet P-dalgası ilk hareketinden faydalananarak 22 Temmuz 1967 Mudurnu depreminin odak mekanizmasını ve kırılma oluşumunu incelemiştir. Üretilen odak çözümü sonucu fay düzleminin eğim yönünün 8.11° , eğim açısının ise 84.84° anlaşılmıştır. Ayrıca incelenen G_2 ve G_3 dalgaları çözümlenerek, toplam 80 km uzunluğundaki fay boyunca, batıdan doğuya doğru 55 km'lik bir yüzey kırığı oluşumuna işaret edilmiştir.

Yılmaz ve diğ. (1982), Yılmaz ve diğ. (1981), Abant ile Dokurcun arasında, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey ve güneyinde kalan bölgeleri incelemişler ve genel olarak bölgenin iki kaya topluluğundan oluştuğunu söylemişlerdir. Yazarlar, kuzeyde kalan birimleri "Kuzey Topluluk", "İstanbul-Zonguldak Tektonik Birimi", "Batı Pontidler", güneyde kalan birimleri ise "Güney Topluluk", "Sakarya Kıtası" olarak adlandırmışlardır. Kuzey Topluluk'u tabanda Almacık Ofiyolit topluluğu ile başlar. Bu birim kataklastik, tektonik bir zonla Paleozoyik yaşlı İkizoluk Formasyonu ile örtülür. Bunun üzerinde gene tektonik bir dokanakla kaotik bir topluluk olan Abant Karmaşığı yer alır. Üst Kretase'de çökelen Gelikyayla Formasyonu ve Volkanik flişten sonra Paleosen (Üst Kretase?)'de transgresyon gelişimi başlar. Kuzey Topluluk'unda Paleosen-Eosen, Dikmen Volkanitleri, Derinoba Formasyonu, Gökveren Formasyonu ve Sofular Formasyonu ile temsil edilmiştir. İstifin en üstünde açılal diskordansla Pliyosen Taşkesti Formasyonu çökelmiştir. Güney Topluluk'unun temelinde çoğunlukla granitik kayalar yer alır. Bölge genelinde transgresyon Alt Jura (Üst Triyas?) da başlayarak kesintisiz Üst Kretase-Paleosen sonuna kadar devam etmiştir. Sığ ortamdan karbonat platformuna

geçen Güney Topluluk'da sırasıyla Bayırköy Formasyonu, Bilecik kireçtaşı, Soğukçam kireçtaşı çökelmiş, Üst Kretase'de çökelen fliş istifile birlikte Sakarya kıtasının kuzeye bakan kısmı Atlantik tipi bir kıta kenarı halindedir. Fliş içerisine Kampaniyen'de ekzotik, ofiyolitik, mavişist metamorfizmalı bloklar taşınmıştır. Bu evreden sonra gerçekleşen regresyonla çökel rejiminin değiştiğini, karasal Taraklı Formasyonu, gerileyen denizde resifal Selvipınar kireçtaşı, Kızılçay Grubunun kırmızı karasal kırıntılarının çökeldiğine işaret ederler. Yılmaz ve diğerlerine göre Sakarya kıtasının kuzeyi Üst Kretase'de Atlantik tipi bir kıta kenarı iken, aynı okyanusun kuzeyinde aktif hendek-yay sistemi gelişmiştir. Yazarlara göre Sakarya kıtasının, Batı Pontid kıtası ile çarpışması, her iki birimi örten çökellere göre, Üst Eosen'de bitmiş olmalıdır.

Kaya ve Birenheide (1988) Adapazarı Çevresi Orta Devoniyen stratigrafisine yeni bir katkıda bulunmuşlardır. Adapazarı alanı, Devoniyen jeolojisine giriş çerçevesi içinde, Yılanlı Formasyonu'nun tabanında yer alan Alabalık üyesi bir ripik kesit ile özgülleşir, üyenin iyi korunmuş *rugosa ve tabulata (mercan)* faunası ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Appel ve Patzelt (1989), Mudurnu-Dokurcun arasında Kuzey Anadolu Fayı'nın tektonomagnetik etkisinin tespiti için kaya gruplarını çalışmışlardır. Yazarlara göre bütün birimlerin arasından sadece amfibolitler ve serpantinitle belirgin magnetik anomali göstermektedir ve tektonomagnetik araştırma için en uygun birimin amfibolitler olduğuna işaret ederler.

Lühr ve diğ. (1989), Kuzey Anadolu Fayının etkin kolunda, tektonik gerilme değişimine bağlı olarak, sismik dalga yayılımında gidiş zamanı, soğrulma ve anizotropi farklılaşmalarını gözlemek amacıyla Etkin Sismik Deney (ASE = Active Seismic Experiment) gerçekleştirmişlerdir.

Mudurnu vadisindeki fay zonları üzerinde ilk sismik hız modeli ve Kuvaterner çökellerinde VLF ölçümü Milkereit ve diğ. (1989) tarafından üretilmiştir. Çalışmada

iki adet kısa sismik kırılma profili, üç bileşenli jeofonlarla kayıt edilen verilerin 3 Hz den 35 Hz'e filtrelenmesiyle elde edilmiştir.

Honkura ve Işıkara (1991), Kuzey Anadolu Fayı'nın batı kesiminin etkinliği ile ilgili gerçekleştirdikleri projede özellikle İznik-Mekece hattı ve Mudurnu Vadisi üzerinde yoğunlaşmışlardır.

Herece ve Şaroğlu (1989), 1967 Mudurnu depreminin yüzey kırığını Ambraseys ve Zatopek (1969)'a, saha gözlemlerine, mevcut eski literatüre ve hava fotoğraflarına dayanarak 1:100000 ölçeğinde haritalamışlardır. Güney-Beldibi arasındaki fay şevi değişik erozyon devreleri göstermesi araştırmacılar tarafından geç Kuvaterner'de birden fazla faylanma olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Ikeda ve diğ. (1989), Ikeda ve diğ. (1991), 1967 Mudurnu Depremi yüzey kırığının geçtiği Beldibi köyünün batısında, deprem olma aralığının tespiti için trenç kazısı yapmışlardır. Yazarlar, radyokarbon yaşlandırması sonucu bir önceki olayın MS. 1650 (± 20)'den kısa bir süre sonra gerçekleşmiş olması gerektiğini yorumlar. Bu bulgu, Bolu'dan Erzincan'a kadar 600 km lik bir kısmı kırmış olan 17 Ağustos 1668 Anadolu depremi ile deneştirilmiştir.

Iio ve diğ. (1991), 1967 Mudurnu Depremine yol açan fayın batıda bittiği bölgeye 9 adet geçici istasyon kurarak mikrosismik etkinlik gözlem ağı oluşturmuştur.

Greber (1992, 1994, 1997), Mudurnu Vadisinin batısında Kuzuluk kaplıcaları civarında yürüttüğü çalışmalar sonucunda bölge stratigrafisini en altta oldukça kaba bloklu breşten oluşan Üst Kretase Pazarköy serisi ile başlatır. Üst Kretase'nin en üst katlarında fliş benzeri breş, arkoz, silt/kumtaşı, marnlı kireçtaşı çökellerinden oluşan Dağdibi kırıntılı serisi çökelmiştir. Kampaniyen sınırında metamorfik yer kütlelerinin yükselmesini gösterir. Kretase/Triyas geçişinde herhangi bir boşluk görülmesede bir regresyonla ilişkilidir. Kretase-Paleosen aralığına yaşlandırılan Aksartepe kireçtaşı, sakin lagüner bir ortamda, karbonatlı bir matrikse tutturulmuş breşlerden oluşan Sarkbeynevit breş serisi sığ denizel ortamda çökelmiştir. Erken

Eosen'de Türkiye'nin bu kesimi oldukça geniş bir fliş oluşumuna maruz kalır. Erken Eosen sonlarına doğru bütün bölge kısmen patlamalı volkanizmaya maruz kalmıştır. Yazar, bu volkanizmanın Intrapontid veya İzmir- Ankara okyanusunun kapanmasıyla var olmasına, soru işaretiyle yaklaşmaktadır. Amfibol-andezit, piroklastik breş, aglomera bu zamanla ilişkilidir. Orta Eosen yaşlı Nummulitli kireçtaşları son transgresyona denk gelir. Göl ortamında kırmızı killer, silttaşı, kumtaşı ve volkaniklerden oluşan Altındere serisi, Oligosen yaşlı kabul edilmiştir. Avrasya ve Arap levhalarının Orta Miyosen'de çarpışmaya başlamalarından sonra başlayan neotektonik rejim bir çok havzanın gelişimine yol açmıştır.

Neugebauer (1994, 1995), yaptığı çalışmada çalışma bölgesinde Abant Gölü ile Taşkesti arasında, sıçrayan veya açılmalı büklüm yapan faylarda iki tip uyum sağlama modelinden bahseder. Bunlardan birincisi açılmalı bir büklüm (çift büklüm) boyunca açılan veya yerdeğiştirmeye paralel sıçramayla gelişen çek-ayır havzalarıdır. İkincisi ise yazar tarafından önerilen, doğrultu atımlı fayların tek bir büklümü (knickpoint) ardında kapanarak geliştirdiği "kapanma yapısıdır" (closing-up structure). Her iki büklüm noktası içeren bir sistem ise çok daha karmaşık bir yapı oluşturur.

Michel ve diğ. (1995b), çalışma alanından topladığı verilerle saat yönünün tersine artan bir gerilme belirlemiştir. Oluşturulan hipotezi test etmek için Tersiyer kalkalkalin volkanik kayalarının magnetik mıknatıslanma yönleri ölçülmüştür. Yazarlar, Paleojen boyunca KD-GB kısalma, Alt Miyosen'de KB-GD kısalma, Miyosen'de yerel K-G açılma, Pliyosen'den günümüze KB-GD'dan D-B'ya kısalmayla GBKD'dan K-G açılma belirlemiştir.

Michel ve Janssen (1996), Mudurnu Vadisinde, Taşkesti civarındaki sıçramanın oluşturduğu sismik bariyerin yapısal ve paleosismolojik özelliklerini araştırmıştır. Çalışmanın amacı, sıçramayla ilişkili deformasyon yapılarının uzaysal dağılımını, aşmalı sıçramaya giren fayın kısa dönemli ve tetiklenmiş yapılarını, yüzey kırığının sismik bariyerle olan ilişkisini ve bu bariyere has yapıları belirlemektir. Yazarlar Hendek Bölgesi'nde makaslama sistemlerinin geliştiğini ve bölgedeki

deformasyonların ve tektonik olayların basit makaslama sistemine ait olduğuna işaret eder. Yazarlar, bölgede farklı karakterde deformasyon-tektonik mekanizmalarının varlığını çok evreli tektonik etkinliklere bağlamıştır. Ayrıca bölgedeki tektonik gelişimin doğrultu atımdan oblik bileşenli normal faylanmaya kadar bir değişim gösterdiğini belirtir.

Neugebauer ve diğ. (1997), 1985-1991 yılları arasında bir veya üç bileşenli kısa periyotlu sismometrelerle bölgede gözlem ağı kurmuşlardır. Yazarlar Kuzey Anadolu Fayı'nın Adapazarı'ndan batıya doğru devam eden kesiminde devam eden bir etkinlik olduğunu belirtirlerken aynı durumun İznik-Mekece hattı için geçerli olmadığını söylerler.

Demirtaş (1994), Taşkesti ve Çayköy arasında yaptığı çalışmada bölgede , litolojik olarak dört ana birim ve toplam yirmi alt birim ayrılmıştır. Bunlar, durgun göl, akarsu kanal kenarı ve alüvyal yamaç ortamında depolanmış çökellerdir.

Demirtaş (1996), yapılan C-14 yaşlandırması sonucu Taşkesti-Çayköy arasındaki Hendek stratigifisindeki görsel birimlerin MÖ. 3995 ile 4335 yılları arasında çökeldiğini belirlemiştir. Radyokarbon yaş tayinlerinin sonuçlarına göre MÖ. 4335-3995 yılları arasında meydana gelmiş bu üç olay, 100-150 yıl arasında olabilecek bir tekrarlanma aralığını göstermektedir.

Nurlu ve Görmüş (1998), jeolojik birimlerin özelliklerini göz önüne alarak veri tabanına girilmiş ve her birim için geçerli bir deprem risk katsayı değeri belirlemiştir.

Muller ve diğ. (2003), 1967 Mudurnu Vadisi ve 1999 İzmit depremleri potansiyel gerilme transferini daha hassas bir ölçekte incelemişlerdir. Çalışma alanında , 1967 depremi ile 1999 İzmit depremi arasında fay segmentleri açısından ilişkileri incelemişlerdir.

2. GENEL JEOLJİ

2.1. Stratigrafi

2.1.1 Giriş

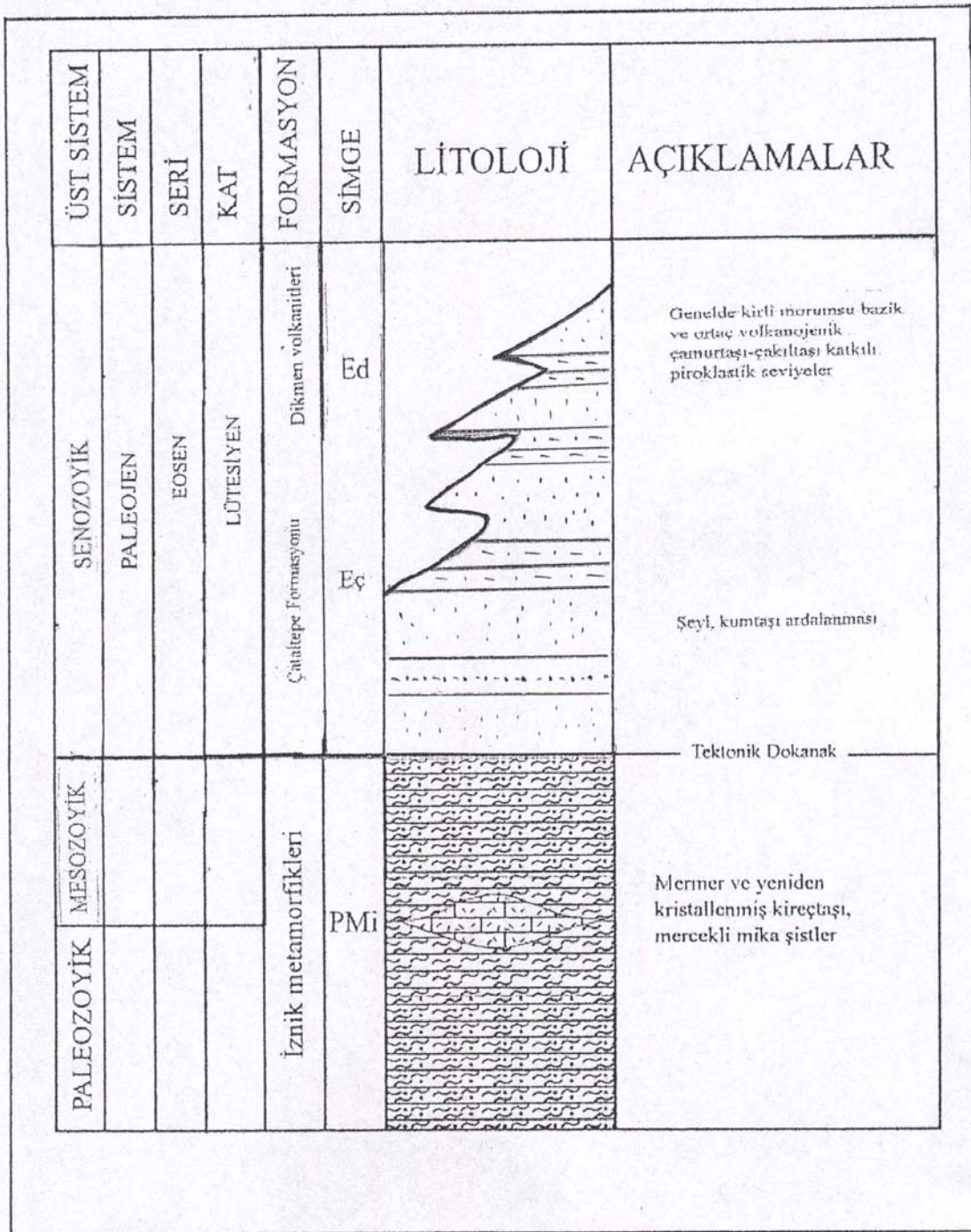
İnceleme alanının da içerisinde yer aldığı bölgede stratigrafi genel olarak, KAFZ ile de ayrılan Batı Pontid ve Sakarya Kıtasına ait birimlerden oluşur. Farklı tektonik birlikteliklerden oluşan stratigrafi, kuzey ve güney topluluk olmak üzere, iki farklı başlık altında çalışılmıştır. Fayın kuzeyinde yer alan Kuzey Topluluğuna ait birimlerin en altında İznik Metamorfikleri yer alır. Şist, sleyt, fillat ve mermer mercleklerinden oluşan bu birimin üzerinde andezitik ve bazaltik özellikte Dikmen Volkanitleri (Şekil 2.1) ile Çataltepe Formasyonu yer alır (Şekil 2.2). Sakarya Kıtası'na ait Güney Topluluk ise en altta Karakaya Kompleksi'nin Permo-Karbonifer kireçtaşı olistolitleri ile başlar. Çalışma sahasının doğu sınırı yakınlarında yüzlek veren pelajik kireçtaşı, Üst Kretase-Paleosen yaşlı Kuloğlu graniti tarafından kesilmiş ve bu birimler ayrı ayrı Abant Karmaşığı başlığı altında adlandırılmıştır. Güney Topluluk'u , Karakaya Kompleksi'nin yüzlek verdiği bölgenin batısında, Üst Eosen yaşlı kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşur .



Şekil 2.1: Dikmen köyü kuzeydoğusundaki Dikmen Volkanitleri'nin görünümü.



Şekil 2.2: Dikmen kuzeyi, Çataltepe Formasyonu'nda gözlenen kumtaşı şeyl ardalanması



Şekil 2.3 : Bölgenin genelleştirilmiş ölçeksiz dikme kesiti

2.1.1.1. İznik Metamorfikleri (Pmi)

İznik Metamorfikleri, çalışma alanında mermer ve yeniden kristallenmiş kireçtaşı mercekli mikaşistler ve sleyt/fillatlardan oluşur. Bölge genelinde Mudurnu Çayı'nın kuzeyinde yer yer ve Turnalık Tepesi'nin kuzeyinde yüzlekler verir. Sleyt/fillat ve mikaşistler arasında mercekler şeklinde yer alan mermer ve yarı kristallenmiş kireçtaşları, Değirmen Dere güneyinde yer alır.

Stchepinsky (1941), "Paleozoyik şist" ve "Kristalin şist" olarak adlandırdığı birim için Abdüsselamoğlu (1959), epidot kalkşist, serisit kloritşist, mermer, serisitşist, epidotşist, serizit ve muskovitşist, kalkşist, serizit grafitşist litolojilerini ayıklayarak "Kristalin seri" adını kullanmıştır. Yılmaz ve diğ. (1982) ise İstanbul Paleozoyiğinin hafif metamorfizma geçirmiş eşleniği olarak düşündükleri istiflenme için Mudurnu Paleozoyik serisi adlamasını kullanırlar. İznik-Geyve arasında yüzlekler veren birim için Göncüoğlu ve diğ. (1986, 1987), Önder ve Göncüoğlu (1989) tarafından uygulanan İznik Metamorfikleri adlandırmasından sonra, istifin Mudurnu Vadisi'ndeki eşleniği için Yılmaz ve diğ. (1995), İznik Metamorfik topluluğu, Yılmaz ve diğ. (1997a), İznik Metamorfik birliği isimlerini kullanmışlardır.

İznik Metamorfikleri'nin, çalışma bölgesinde yüzlek veren kısımları şist, sleyt-fillat ve bunların içindeki mermer merceklerinden oluşur (Şekil 2.4) .



Şekil 2.4: İznik metamorfiklerindeki mermer merccekleri. Değirmendere güneyi

Şistlerin renkleri, genelde kirli kahverengi ile grimsi kahverengiden koyu griye kadar değişiklik gösterir. Mermer mercceklerinin yüzey renkleri gri-beyaz renklidir. Ayrıca taze yüzey yoğun kristalli, yer yer şekerimsi bir dokuya sahiptir. Kahverengi kısımlar ince kum-silt boyutlu kırıntılı malzemeden oluşur. Abdüsselamoğlu (1959), İznik Metamorfizminin eşleneği olan birimi Dokurcun Beldesi-Beyceler köyü arasında epidot- kalkşist, serisit- kalkşist, mermer, serisitşist, epidotşist, serisit grafitşist detaylı incelemiştir.

İznik Metamorfikleri çalışma bölgesinin güney kısmında yer alır ve güneybatıda Hardal Tepe'ye kadar gözlenmiştir. Batıda Değirmendere'ye kadar uzanır.

Abdüsselamoğlu (1959), İznik Metamorfikleri içerisinde karakteristik fosil bulamamış, üzerinde Devonyen yaşlı tabakaların diskordansla yer almasından yola çıkarak, yazar Devonyen öncesine ait olduklarını söylemiştir. Yılmaz ve diğ. (1981), İkizoluk Formasyonu adını verdikleri İznik Metamorfikleri'nin, İstanbul-Zonguldak Zonu'nun metamorfizma geçirmiş eşleneği olduğunu belirterek, yaş olarak Paleozoyik'i verirler. Önder ve Göncüoğlu (1989), yaş verecek bir bulguya rastlamasalar da, birimin Alt Jura ile örtülü olan Karakaya Kompleksi ile denestirilebileceğini belirtirler. Yılmaz ve diğ. (1995), metamorfik serisinin en

üstünde yer alan hafif başkalaşmış pelajik kireçtaşı-çamurtaşı-radiolarit kayalarının Üst Kretase yaşında olduğunu belirtirler. Ayrıca, serinin en üzerinde yer alan Kampaniyen-Maastichtiyen çökel kayalarına göre metamorfizma muhtemelen Turonian sonrası, geç Kampaniyen öncesi arasındaki zaman diliminde gerçekleşmiştir (Yılmaz ve diğ., 1995; Yılmaz ve diğ., 1997b).

2.1.1.2 Dikmen Volkanitleri (Ed)

Bazik ve ortaç lavlar ve volkanojenik çamurtaşı-çakıltası ara katmanlı piroklastik düzeylerden oluşan Dikmen Volkanitleri arazide geniş yayılım gösterirler. Çalışma alanının daha ziyade güney, güneybatısı ile kuzey kuzeybatısında yer alır. Güneyde Hardal Tepesi'nin kuzeyinden Değirmendere doğusuna kadar geniş yüzlekler verir. Batıda Göksü'nün kuzeyinden Kadifekale ve Saçmalıpınar arasında görülür.

Dikmen volkanitlerinin eşleniği olan Eosen yaşlı volkanik kayalar, Marmara Denizi çevresinde olukça geniş bir coğrafyada yüzlekler verir. Abdüsselamoğlu (1959), Mudurnu Vadisi'nin kuzeyinde ve Düzce Ovası'nın güneyinde geniş yüzlekler veren Eosen volkanitlerini "Volkanizma" başlığı altında "Andezitler" olarak haritalamıştır. Akartuna (1968), benzer kayaları Armutlu Yarımadası'nda "Andezit, bazalt, diyabaz, riyodasit, tuf ve aglomera" şeklinde tanımlamıştır. Erendil ve diğ. (1991), aynı birimi "Sarısu Volkanitleri" adı altında çalışmışlardır. Gelibolu'daki yüzlekler için Kopp (1964), "Kömürtepe andezit ve tüfitleri", "Kavaklı andeziti", "Uçaktepe tüfiti" ve "Kocataşı tüfiti" adlarını kullanmıştır. Aynı birimler için Önal (1986), "Gelibolu volkanitleri" ismini vermiştir. Armutlu Yarımadasının jeolojisini çalışan Bargu ve Sakınç (1987, 1989/1990), Eosen lavlarına "Kızderbent andeziti" adlamasını uygularken Biga yarımadasındaki lavlar ve tüfler için Siyako ve diğ. (1989), "Fıçıtepe Formasyonu" ismini kullanırlar. Aynı bölgedeki tüm Eosen volkanitleri, Ercan ve diğ. (1995) tarafından "Balıkçeşme Volkanitleri" olarak tanımlanmıştır. Birim için bu çalışmada da kullanılan "Dikmen Volkanitleri"

adlanması Yılmaz ve diğ.(1981) tarafından Mudurnu Vadisi civarındaki andezitik kayalar için tanımlanmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Dikmen Volkanitleri'nin genel görünümü ve altere yüzey renkleri.
(Dikmen Köyü kuzeydoğusu)

Bölge genelinde, yüzlekler boyunca genelde tek tip kaya grubu görülmez. Birim, genellikle iri plajiyoklas kristalli ortaç ve bazik lavlardan başka aglomera piroklastik düzeylerinden oluşan oldukça geniş bir yayılıma sahiptir. Andezit düzeyleri, mor-kirli morumsu, bazı kesimlerde kırmızımsıtrak renktedir (Zabcı, 2005). Makro ölçekte koyu renkli matriks içinde plajiyoklaslar gözle görülür derecede büyüktür (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Dikmen Volkanitleri'nde andezitik trakiandezitik karakter yerel yaygınlık göstermektedir. Taze ve ayrılmış kayaç kontakları seçilmektedir.

Bazı yüzlelerde ise bu feldspat kristallerinin boyutça küçüldüğü ve özellikle feldspat kristallerinde ileri derecede ayrışma görülmüştür (Şekil 2.7 a-b).



Şekil 2.7a: Feldspatlardaki ayrışmanın gözlemlendiği Dikmen Köyü kuzeydoğusu



Şekil 2.7 b: Feldspat kristallerinde gözlenen ayrışma (Dikmen Köyü kuzeydoğusu)

Dikmen Volkanitleri, çalışma alanında İznik Metomorfikleri'nin üzerine uyumsuz bir şekilde gelir. Birim için, Üst Kretase tabakalarını kesmeleri ve Eosen *nummulitli* kireçtaşı ile örtülmelerinden dolayı Geç Kretase'den sonra Eosen'den önce bir zaman aralığında oluştukları şeklinde yorumlamıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Dikmen Volkanikleri'ndeki andezitlerdeki lahar yapıları (Değirmendere kuzeyi)

Dikmen Volkanikleri uğradıkları farklı derece ayrışma aşamalarını gösterir nitelikte çok koyu kahverengiden, özellikle Fe alterasyonunun gelişimine bağlı olarak geniş bir renk değişimi sergiler (Şekil 2.9, 2.10).



Şekil 2.9: İleri ayrışma derecesini ifade eden kısmi feldispatik alterasyon ürünlerinin görüldüğü andezitler



Şekil 2.10: Fe alterasyonlarının belirgin halde görüldüğü ve yer yer hematit ve diğer Fe ve Mn oksitlerin tespit edildiği ileri derecede ayrılmış trakiandezit kontakları (Dikmen Köyü kuzeyi)



Şekil 2.11: Yerel ikincil faylanmalara bağlı ayrışma zonu ve kısmen taze andezit kontağı (Dikmen Köyü kuzeyi).



Şekil 2.12: Yerel ikincil faylanmalar yer yer hatlar boyunca izlenmektedir
(Dikmen kuzeydoğusu) .

Özellikle ana fay hattı (Dikmen Fayı) (Şekil 2.13) ve bu faya diyagonal gelişmiş kırık zonları boyunca çalışma alanında hatlar boyunca izlenebilir. Andezit-trakiandezitlerin içerisinde yerel ve küçük ölçekli makaslama zonları yaparlar (Şekil2.14 a-b).



Şekil 2.13: Hendek Ana Fay Hattı



Şekil 2.14 a: Ana fay hattına bağlı gelişen değişik ölçekli makaslama kırıkları



Şekil 2.14 b: Makaslama kırıklarında gelişen jipsler

Bu makaslama zonları Michel ve diğ. (1995) tarafından ileri sürülen tektonik verileri destekler bir nitelik sunar. Yine bu zonlar içerisinde boyutları geniş bir aralıkta değişen jipsler de gözlenmektedir. Bu jips oluşumları aşamalı bir tektonik evre sonucunda ortama gelme olasılığı yüksek sülfür kökeni açısından da önemlidir. Greber(1997) tarafından belirtilen Erken Eosen sonlarına doğru bölgede aşamalı bir patlama indisi yüksek volkanizmanın varlığını destekler nitelikte verilerdir. Bu düşünceyi destekleyen diğer bir veri jipslerle birlikte söz konusu makaslanma zonlarındaki kuvars oluşumlarıdır(Şekil 2.15) .



Şekil 2.15: Makaslama zonlarında gri, dumanlı ve beyaz renkli kuvars kristalleri son derece saf ve belirgindir. Tane boyu değişimi söz konusudur ve çatlak merkezine doğru tespit edilmiştir. Bu veri çözelti / gaz fazı cevher getirmesi ve hızlı gelişimini ifade eder niteliktedir.

Volkanitler içerisinde özellikle söz konusu kırık zonları içerisinde bakır karbonatlar yanında (Şekil 2.16 a ve 2.16 b) Fe ve Mn varlıkları bölgede ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuş bulgulardır. Bu bulgular özellikle aşamalı bir getirmesi ortaya koyan önemli verilerdir (2.17a-i).



Şekil 2.16 a: Altere andezitler içerisindeki bir çatlak dolgu şeklinde gelişen Cu ve Fe getiriminin karbonat ve oksit gelişimini gösteren örnek.



Şekil 2.16 b: Altere andezitlerde Fe- Cu karbonat birlikteliği



Şekil 2.17 a: Boşluk dolgusu şeklinde bakışımı gelişen ve olasılıkla gaz fazı getirimlerine işaret eden örnekler



Şekil 2.17 b: Fe- Cu yanında Mn oksitlerin (psilomelan varlığı)



Şekil 2.17 c: Çatlaklarda bakışimli olarak gelişen globüler malakit oluşumları.



Şekil 2.17 d: Çatlaklarda Fe oluşumlarını da bakışimli olarak ve yer yer globüler yapıda görebilmekteyiz.

Yılmaz ve diğ (1981) tarafından belirtilen Eosen andezit bazalt volkanizmasının cevher taşıyan bir aşamasını ortaya çıkaran ilk bulgulardır. Cevher getirimli ve aşamalı bir volkanizmanın varlığını işaret etmesi bakımından bu bulgular önemlidir.



Şekil 2.17 e: Son derece yoğun bir bitki örtüsü ile örtülü olduğu için cevherleşmenin bulunması ve takibi çok zor koşullarda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.17 f: Arazinin örtülü olması nedeniyle ayrışma zonunun/demir şapkanın tespit edilmesi son derece zor gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2.17 g: Altere kayaç içerisindeki Fe- Mn baskınlığı gözlenen örnek.



Şekil 2.17 h: Ayrışmış cevhersiz andezit ile Fe- Mn karbonat oksit getiriminin gözlemlendiği tektonik kontaklı örnek.



Şekil 2.17 i : Aşamalı bir getirimin son evrelerine işaret eder bir şekilde özellikle makaslama zonlarında iri jips kristalleri son derece belirgindir.

Dikmen Volkanitleri'nin Armutlu Yarımadası'ndaki eşlenekleri için Akartuna (1968), Paleosen-Eosen yaşını öngörür. Gelibolu Yarımadası'ndaki Gelibolu Volkaniti ise geç Eosen yaşındadır (Önal, 1986; Önal ve Yılmaz, 1983). Siyako ve diğ. (1989), Erken-Orta Eosen yaşını verdikleri Balıkçeşme Volkanitleri üzerinde Ercan ve diğ. (1995), K/Ar yöntemiyle 37.3 ± 0.9 My yaşını elde etmişlerdir. Armutlu Yarımadası'nda Erendil ve diğ. (1991), Sarısu volkanitlerinin en altında yer alan kireçtaşları içerisinde Lütesiyen fosilleri tespit ederken, Ercan ve diğ. (1998), İznik kuzeyi, Osmaniye-Sarısu arasında aldıkları örneği K/Ar yöntemiyle 42.0 ± 0.8 My'a yaşlandırmışlardır.

Sakarya kıtası ile Rodop-Pontid bloğunun kıta-kıta çarpışması Üst Kretase'de başlamış Alt Tersiyerde sona ermiştir. Ancak çarpışma sonrası kuzey-güney yaklaşma Eosen boyunca devam eder (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu nedenle Eosen volkanitlerinin çarpışma ve çarpışma sonrası ürünleri olduğu sırasıyla kabul edilmektedir (Zabcı, 2005; Ercan, 1992; Ercan ve diğ., 1995).

2.1.1.3. Çataltepe Formasyonu (Eç)

Kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan Çataltepe Formasyonu, inceleme alanında batıda Göksu'dan doğuda Saçmalıpınar'a kadar Güney, Aksu köylerini de içine alan geniş bir alanda gözlenir.

İstifi Ambraseys ve Zatopek (1969), Mansurlar güneyinde verdiği yüzleklerden bahsederek "Eosen Fliş" olarak tanımlamış, Herece ve Akay (2003) tarafından "Kumtaşı-Şeyl Birimi" olarak haritalanmıştır. Yılmaz ve diğ. (1982), Yılmaz ve diğ. (1981), yer yer denizel ortamı temsil eden birim için "Çataltepe Formasyonu" adını kullanmışlardır.

Çataltepe Formasyonu, kumtaşı, marn, kıltaşı, şeyl ardalanması şeklinde istiflenmiştir. Marnlar gri-koyu gri, kumtaşları sarı, sarımsı kahverengidir (Şekil 2.18). Kumtaşları iyi boylanmış, yarı köşeli kuvars ve çört ağırlıklı kırıntılardan oluşur. Kil boyutlu matriks demir oksit içerir. Kumtaşı kırıntıları, turbiditik istifin yakınsak kısımlarında büyüyerek konglomeratik bir görünüm sunarlar (Şekil 2.19).

Kumtaşı-şeyl ardalanmasını Yılmaz ve diğ. (1982), Yılmaz ve diğ. (1981), stratigrafik kesitlerinde Üst Eosen-Lütesiyen olarak göstermişlerdir. Herece ve Akay (2003) haritaladıkları bu birimi, Alt ve Orta Eosen'e dahil ederler. Bu çalışmada da birimin yaşı Üst Eosen olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2.18: Çataltepe Formasyonuna ait marnlar gri renktedir
(Aksu kuzeyi).



Şekil 2.19: Formasyondaki mevcut kumtaşı-şeyl ardalanması
(Aksu kuzeyi).

2.2. Yapısal Jeoloji

2.2.1. Adapazarı Havzası'nın Tektonik Gelişimi

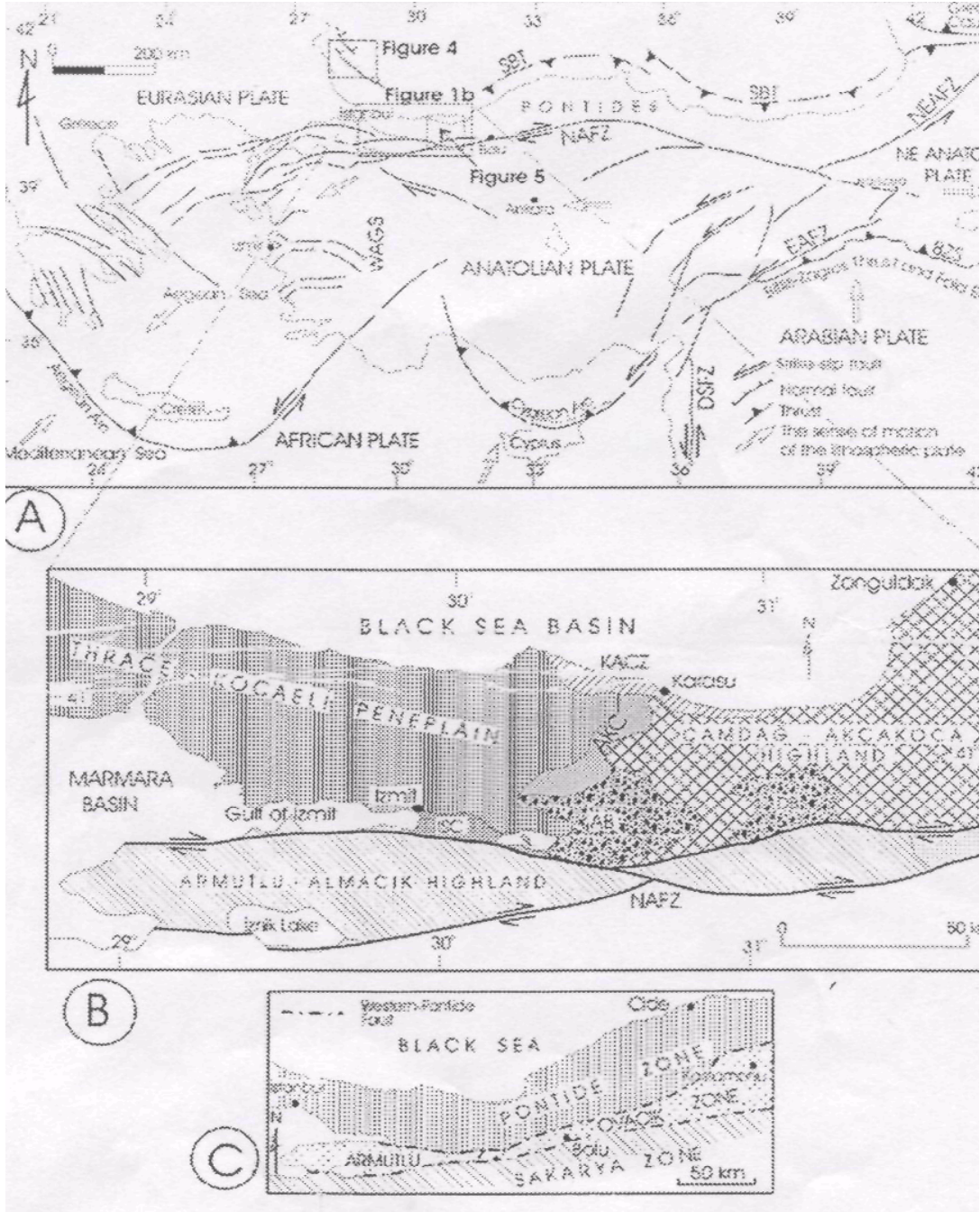
Bölge geneli ve inceleme alanındaki tektonik rejimi ve birliktelikleri araştırdığımız polimetalik cevher getirmine olan etkilerini de yorumlamak amacıyla bölgenin ve yakın civarının tektonik dönemlerinin detaylı olarak ele almasında yarar görülmüştür.

2.2.2 Bölgenin Yapısal Jeolojisi

Doğu Marmara'nın jeolojik evrimi iki ana tektonik dönemle ifade edilir. Bunlar Paleotektonik ve Neotektonik'tir. Paleotektonik dönemde üç tektono stratigrafik birim oluşmuştur. Bunlar kuzeyden güneye Pontid Zon, Armutlu-Ovacık Zonu, Sakarya Zonu'dur (Elmas ve diğ. 1997; Yiğitbaş ve diğ. 1999) (Şekil 2.20 a,b,c).

Pontid Zon'un batı kesiminde, Neojen öncesi birimler kalın Paleozoyik sedimanter aralanmalarla ve Mesosoyik- Tersiyer sedimanter kabukla temsil edilmiştir. Paleozoyik birikimlerin alt kesimlerinden Sakarya Nehri'nin doğusuna kadar Ordovisyen öncesi yaşlı yüksek dereceli metamorfik birliktelikler söz konusudur.

Sakarya Zonu'nun temeli batı Pontid Zonu'ndan belirgin şekilde farklıdır (Yılmaz ve diğ. 1981,1997). Bu kuşak yerinde oluşmamış Paleozoyik yaşlı sedimanter yapılar içerir. Bu yapılar erken Trias'da kuvvetli deformasyon ve metamorfizmaya maruz kalmışlardır (Yılmaz 1977; Şengör ve Yılmaz 1981; Okay 1989). Temelde yer alan bu birimler, Liasik'ten Eosen'e kadar transgresif bir seri ile kaplanmışlardır.



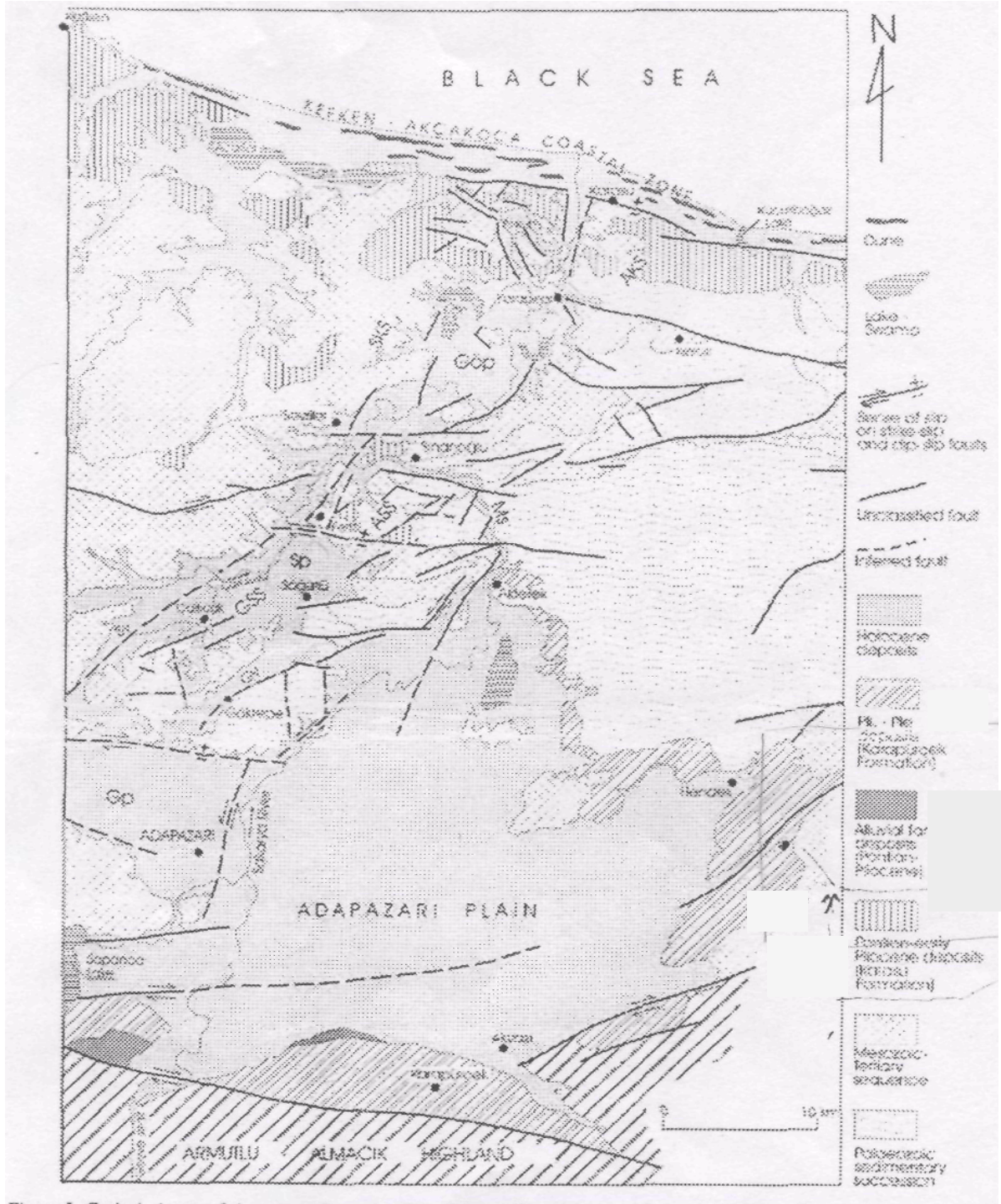
Şekil 2.20 a, b, c: Bölgenin genel tektonik yapısını gösteren haritalar (Yiğitbaş ve diğ. 1999)

Armutlu- Ovacık Kuşığı, Pontid ve Sakarya Kuşığı ile tektonik ilişkilidir ve bu iki kuşağın tektonik olarak bileşimini yansıtır. Her tektonik bölüm, temeldeki birimleri ve iki komşu kuşaktaki Jurasik-Üst Kretase yaşlı matamorfik eşdeğerli kayaları içerir (Yiğitbaş ve diğ 1999; Elmas ve Yiğitbaş 2001). Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın kolları bu üç temel paleotektonik birimi çevreler.

Yaş ve gelişim açısından farklı yaklaşımlar olmakla beraber genel olarak Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın gelişimi, Bitlis- Zagros suturendaki kıtasal çarpışma sonucunda olmuştur ve çarpışma bölgedeki neotektonik periyotu başlatmıştır (Şengör ve Yılmaz 1981; Şengör ve diğ. 1985; Bozkurt ve Koçyiğit 1995, 1996; Koçyiğit 1988, Bozkurt 2001, Koçyiğit ve diğ. 2001).

Marmara'nın doğusundaki bölgede, Neotektonik Dönem'e ait yapısal olaylar bazı ana morfotektonik üyeler sayesinde incelenmiştir (Şekil 2.20 b). Buna bağlı olarak, Karadeniz Havzası, Trakya-Kocaeli Penepleni ve Çamdağ-Akkoca Yükseltisi , Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın kuzey kesiminde ayrılmıştır (Yiğitbaş ve diğ 1999; Elmas ve Yiğitbaş 2001). İkincil morfotektonik birliktelikler ise Kefken-Akçakoca Kıyı Zonu, Adapazarı-Karasu Dehlizi , Adapazarı Havzası ve İzmit-Sapanca Geçişi'dir.

Armutlu-Almacık Yükseltisi, Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın kolları arasında karmaşık çiçek yapısı oluşturur. Kuzeyde Marmara Havzası, İzmit-Sapanca Geçişi ve Adapazarı Havzası ile sınırlandırılmıştır. Armutlu-Almacık Yükseltisi'nin Neojen yaşlı örtü çökelleri Geç Miyosen'den Pliosen'e kadar değişen bir yaş aralığındadır.



Şekil 2.21: Bölgenin morfolotektonik birlikteliklerin ayrıntısı (Yiğitbaş ve diğ. 1999)

2.2.2.1. Trakya-Kocaeli Penepleni

Çamdağ-Akçakoca Yükeltisi, Armutlu-Almacık Yükseltisi ve Marmara Havzası ile çevrelenmiş düzlüktür ve Trakya-Kocaeli Penepleni diye anılır .

Orta Pliyosen döneminde, alan tektonik olarak yükselen TKP'nin geniş bir alanında yer alan nehirler özellikle volkanik kayalar ve karbonat seviyelerinde farklı akarsu drenaj sistemleri oluşturmuşlardır.

2.2.2.2. Çamdağ-Akçakoca Yükseltisi

Sakarya Nehri'nin doğusundaki dağlık alan Çamdağ-Akçakoca Yükseltisi olarak adlandırılmıştır ve yer yer 1000 m.lik yüksekliğe ulaşır. Bölgedeki tektonik değişimler Geç Miyosen'den itibaren hissedilir. Drenaj öğeleri belirgin değişiklikler sunmamıştır.

2.2.2.3. Adapazarı Havzası

Adapazarı Havzası, faylanma oranı yüksek, 600 km²' yi aşan bir alanı temsil eder. Düşük eğimlidir. Sakarya Nehri havzanın ortasında akar.

Adapazarı Havzası doğu-batı doğrultuludur, güneyde 1500m. yükseklikteki Armutlu-Almacık alanıyla sınırlıdır. Bu sınır Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun farklı bölümlerini de içerir. Sakarya Nehri'ndeki Geyve Geçidi Armutlu-Almacık Alanını keser. Geyve Boğazı'nın kuzeyinde dört adet set bölgenin varlığı belirlenmiştir. Havzada KD-GB doğrultulu faylar sıkça görülür. Çalışma alanımızda da sıkça rastlanan fayların ve makaslama sistemlerinin de KD-GB doğrultu sistemi içerisinde yer alması , çalışmamıza konu olan cevherleşmelerin de büyük olasılıkla söz konusu faylarla kökensel ilişkili olduğunu destekler niteliktedir.

Adapazarı Havzası iki birimden oluşur ve bunların arasında açılal uygunsuzluk vardır. Altta alüvyal yelpaze çökelleri görülür. (Yalçınlar 1983, Emre ve diğ. 1988,

Ünay ve diğ, 2001). Üst kesimde değişken tane boyutlu klastik kayaçlar bulunur ve Karapürçek Formasyonu adını almıştır (Emre ve diğ. 1988). Üç üyeye ayrılmıştır. Bunlar Değirmendere, Kumbaşı ve Hendek Üyeleri olarak sıralanabilir.

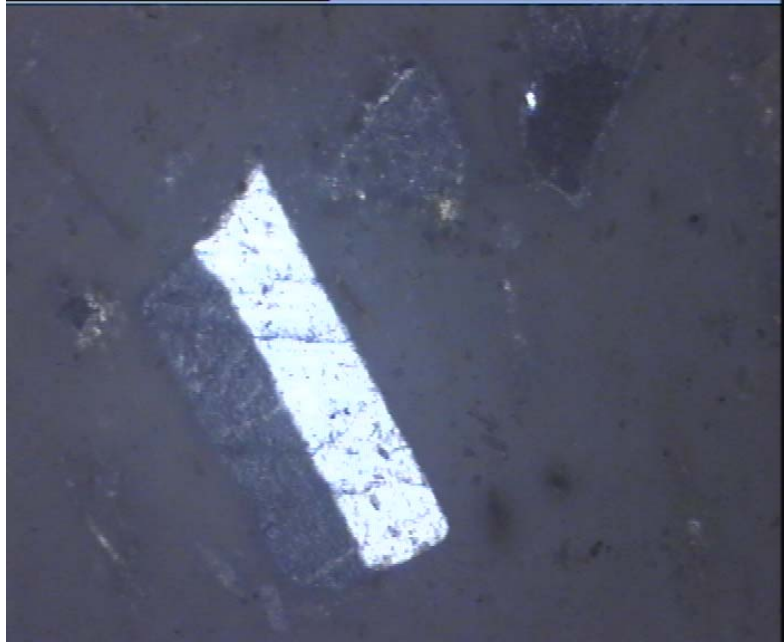
3. DİKMEN KÖYÜ CEVHER OLUŞUMLARI

3.1.Petrografik İncelemeler

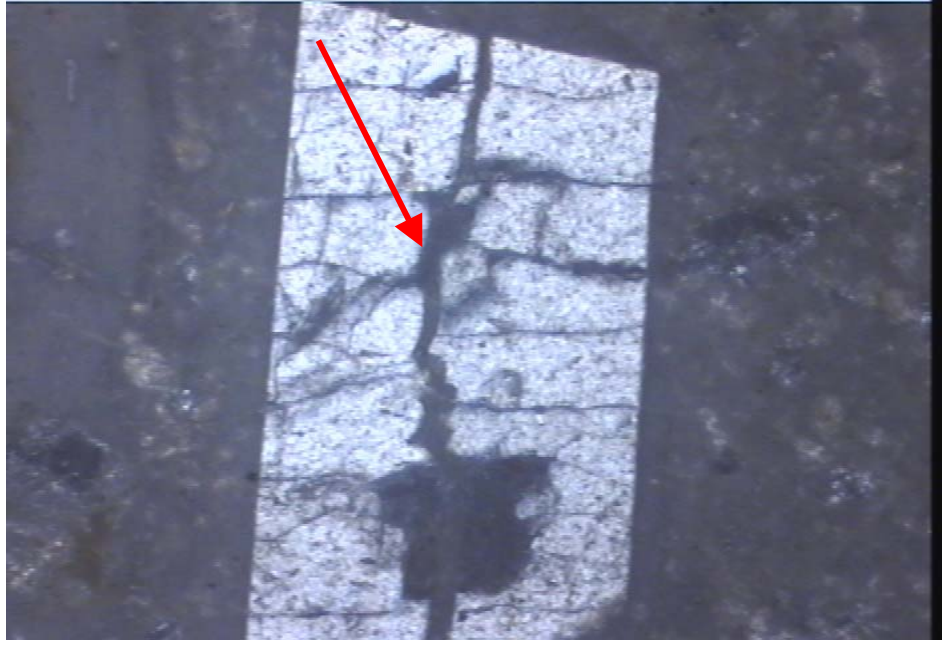
İnceleme alanında bulunan jeolojik birimlerin litolojik ve stratigrafik özellikleri yanında birimlerin petrografik özellikleri, onların oluşum ortamları ve kökenlerinden başlamak üzere, türleri ve geçirmiş oldukları jeolojik süreçler ile ilgili de bilgi edinmemizi sağlamaktadır.

Özellikle volkanik birimlerin mineralojik ve petrografik açıdan değerlendirilmeleri, incelenen alandaki metal cevherleşmeleri, ayrışma-alterasyon ilişkisini anlamada önemli bir yere sahiptir.

Çalışma alanı içerisinde yer alan volkanik kayalarda oluşum yerleşim ile eş zamanlı ve sonrası gelişen plajiyoklas oluşumları gözlenmekte (Şekil 3.1) bazı örneklerde ise tektonik etkiler sonucu plajiyoklas içerisindeki çatlaklar oluşmaktadır ve yer yer de Fe ile dolmuştur (Şekil 3.2) .

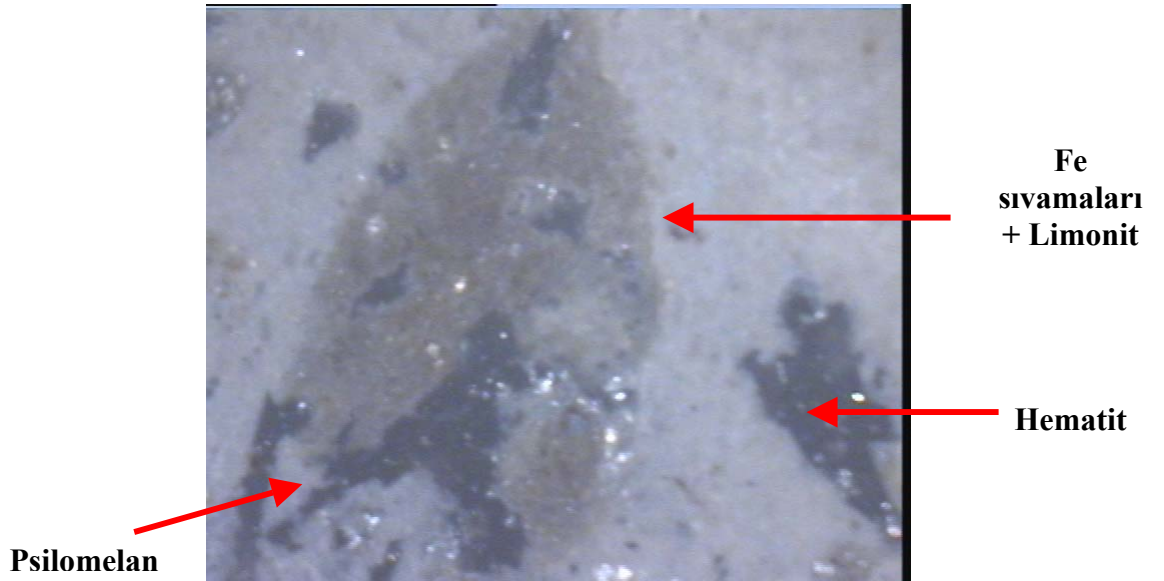


Şekil 3.1: İdeamorfizmaya yakın az çatlaklı yarı ayrışmış plajiyoklas kristalleri andezit (6,3 * 2,5)

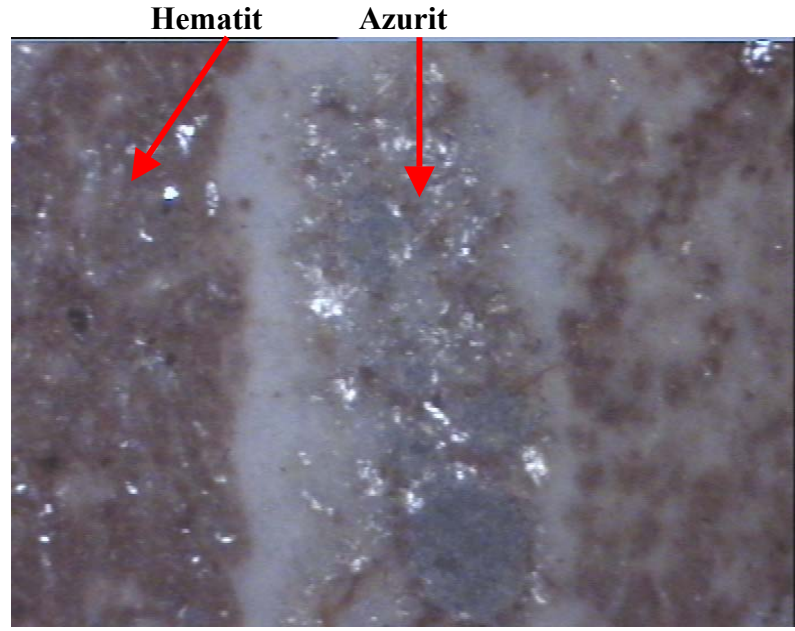


Şekil 3.2: Oluşum / Yerleşim sonrası gelişen çatlaklı dolgulu bir plajiyoklas. İri boyutlu, son derece gelişmiş ideomorf yapı ve ayrışma öncesi oluşan tektonik çatlaklar. Porfirik doku. (6,3* 2,5)

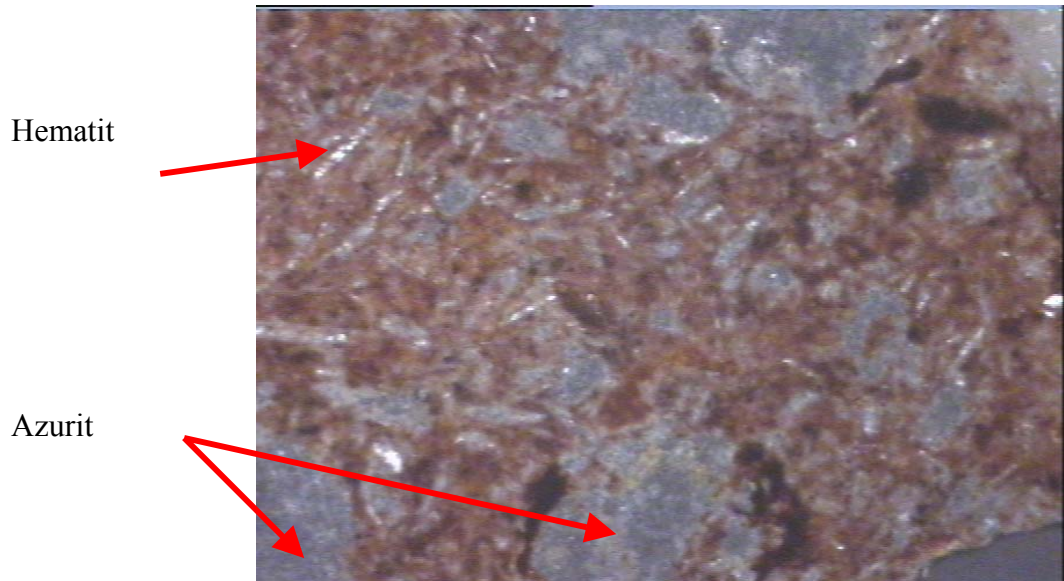
Çalışma alanında alınan numuneler incelendiğinde farklı cevher parajenezler gözlenmektedir. Bu parajenezler Azurit + malakit; malakit + hematit; azurit+malakit + hematit ; hematit + psilomelan; hematit + kuvars; kuvars + jips olarak sunulabilir (Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5).



Şekil 3.3: TrakiandezitlerdeHematit +/- Limonit + Psilomelan Parajenezi

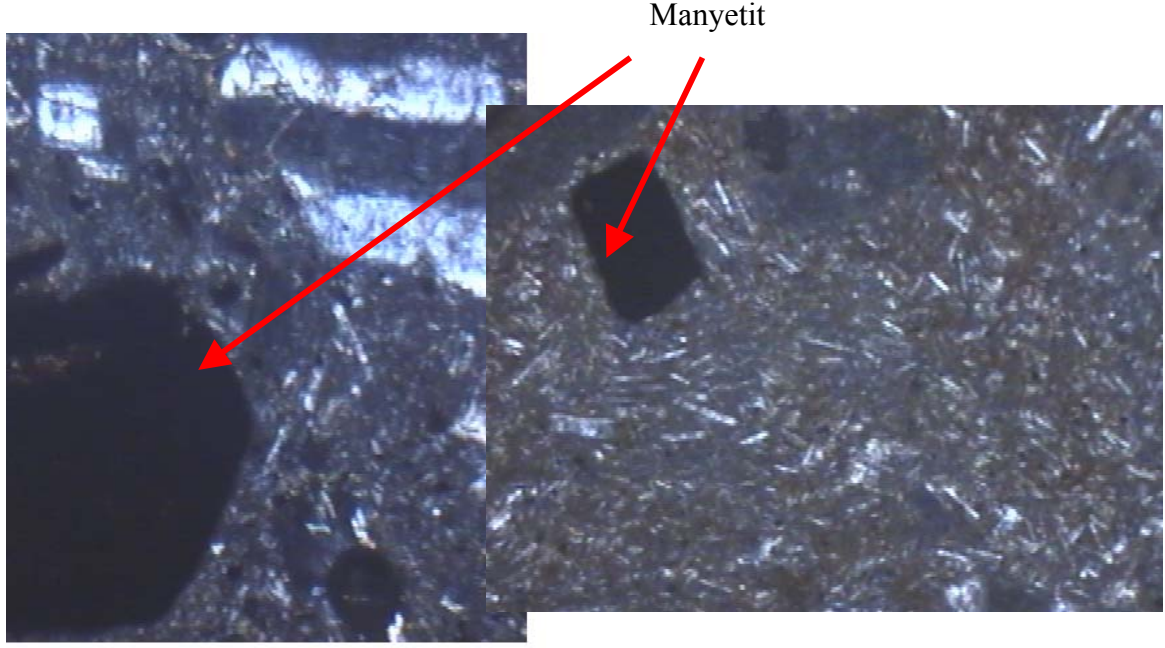


Şekil 3.4: Trakiandezitlerde Hematit + Azurit cevher parajenezi. Çatlaklarda Si dolgusu



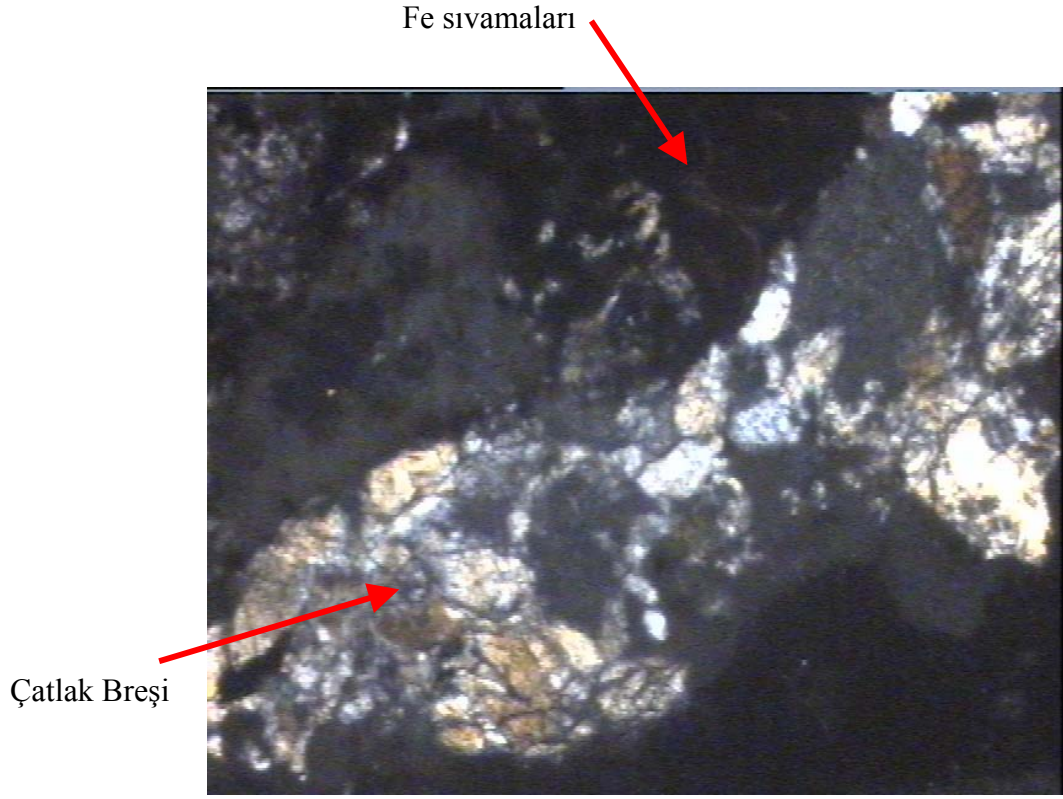
Şekil 3.5: Azurit + Hematit/ Limonit Parajenezi. Feldspatlarda ileri derecede ayrışım

Yapılan incelemeler doğrultusunda cevher gelişimin daha ziyade trakitik kayalarda gözlenmiştir. Özellikle ayrışmanın gelişimine paralel olarak oksit ve karbonat oluşumunun geliştiği düşünülmektedir. Zira taze kayalarda da cevher mineralleri gözlenmiştir. (Şekil 3.6).

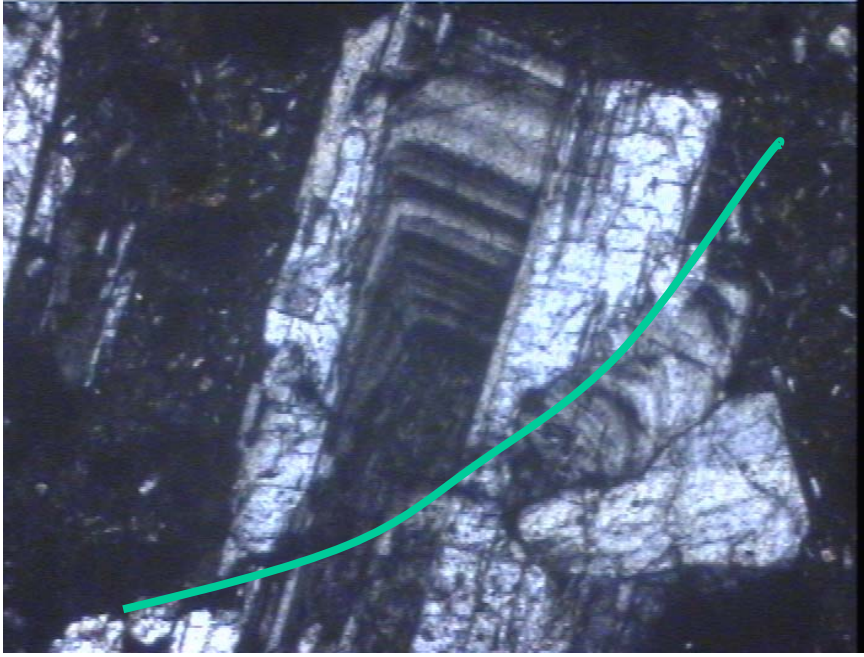


Şekil 3.6: Kısmi akma yapısı gösteren yarı trakitik doku kayaç içinde opak mineraller (Pirit+ Manyetit ?)

Çatlak dolguları genel olarak gözlenen oluşumlardır. Örneklerdeki bu çatlaklar kısmen Fe ile sıvanmış kısmen de Si ile doldurulmuştur. Örneklerdeki zonlu plajioklaslar ve mikro kırıklıklar ortamdaki yoğun tektonizma etkilerini işaret eder niteliktedir (Şekil 3.7) .

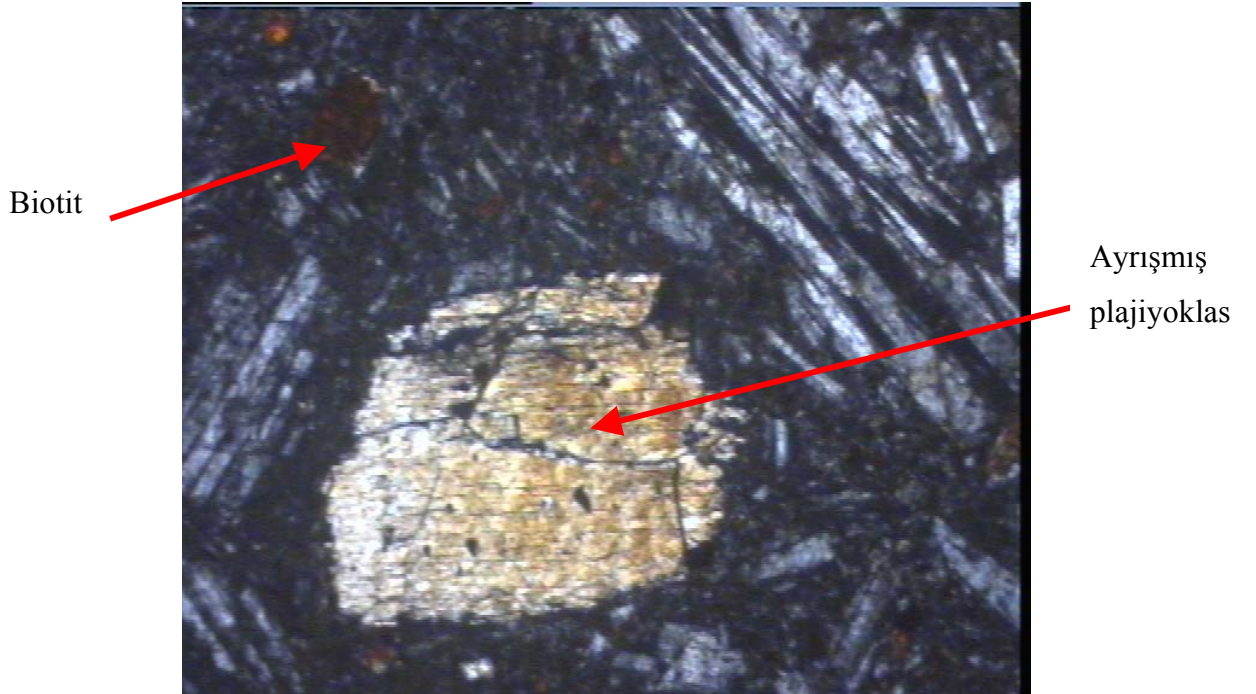


Şekil 3.7: Çatlak dolgusu, Fe ile sıvanmış ve Si getirimli. Makro ölçekte gözlenen gri, dumanlı ve beyaz renkli kuvars kristalleri yanında olasılıkla hematit, limonit oluşumu. Tane boyu değişimi belirgindir (6,3 *2,5).



Şekil 3.8. Zonlu plajiyoklas ve mikrokırıklar (6,3 * 2,5)

Mikro örneklerimizde de çalışma alanında gözlenen ileri derecedeki alterasyon izlerine rastlanmaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. İleri derecede ayrılmış plajiyoklas etrafında bir kafes şeklinde mikrolitler ve daha taze biotitler (6,3 * 2,5)

3.2. Kimyasal Analizler

Kimyasal incelemeler majör, minör, iz element içerikleri tespitleri çerçevesinde gerçekleştirilmiştir; elde edilen sonuçlar; saha, mineralojik ve petrografik tespitler ışığında gruplandırılarak yorumlanmıştır.

Tablo 3.1: Dikmen Köy Civarı Volkanik Kayaç Majör – Minör Element Değerleri

Elementler	Cu	Mo	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn
örnekler	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm
1	0,37	0,02	0,54	4,2	8	0,09	0,1	21
2	74,41	0,16	5,95	67,1	32	21,9	26,4	359
3	2,4	0,03	1,73	3,3	8	3,2	1,2	285
4	48,74	0,3	11,76	25,8	12	36,6	13,2	131
5	31,45	0,39	10,51	114,3	22	34,4	32	498
6	1,75	0,03	1,81	2,1	1,90	0,3	0,5	60
7	1393,59	0,38	4,28	126,5	118	33,6	50,8	2871
8	740,22	0,75	7,37	99,6	75	15,6	27,9	1719
9	385,19	0,21	14,52	20,5	130	7,7	23	626
10	193,76	0,39	2,4	51,3	40	13,5	15,6	996
11	3356,51	0,21	2,76	44,3	48	7,4	10,1	3125
12	3349,79	0,21	2,72	44,6	49	7,8	10,1	3076
13	10001	5,27	31,92	19,6	1337	5	8,5	268
14	944,38	1,29	14,95	35,7	506	7,6	23,8	556
15	147,76	12,09	25,18	138	277	25	11,8	751

Tablo 3.2: Dikmen Köy Civarı Volkanik Kayaç Majör – Minör Element Değerleri

Elementler	Fe	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V
örnekler	%	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	0,01	0,6	1,4	0,09	254	0,11	0,04	0,01	5
2	5,02	0,6	3,2	4,2	30,1	0,03	0,03	0,01	87
3	0,25	0,4	1,4	0,2	147,9	0,13	0,04	0,01	13
4	4,17	0,8	2,3	2,6	7,9	0,1	0,86	0,17	244
5	7,96	0,4	5,5	3,3	13,2	0,06	0,34	0,15	326
6	0,06	0,6	3,3	0,1	190,2	0,07	0,03	0,01	5
7	14,82	0,4	1,8	2,4	30	0,1	0,05	0,02	185
8	7,5	0,4	1,1	3,2	12,3	0,1	0,08	0,03	160
9	2,6	0,5	4,4	4	20,7	0,09	0,09	0,03	58
10	3,4	0,4	0,9	3,2	18,7	0,08	0,04	0,01	90
11	3,17	0,6	1,2	3,5	35,1	0,17	0,02	0,02	68
12	3,15	0,6	1,9	3,4	34,6	0,18	0,03	0,02	67
13	7,59	0,3	4	2,1	7,8	0,22	0,1	0,02	120
14	9,85	0,2	22	2,8	12,6	0,31	0,16	0,01	196
15	3,03	5,8	42	2,7	47,1	5,29	3,56	5,82	58

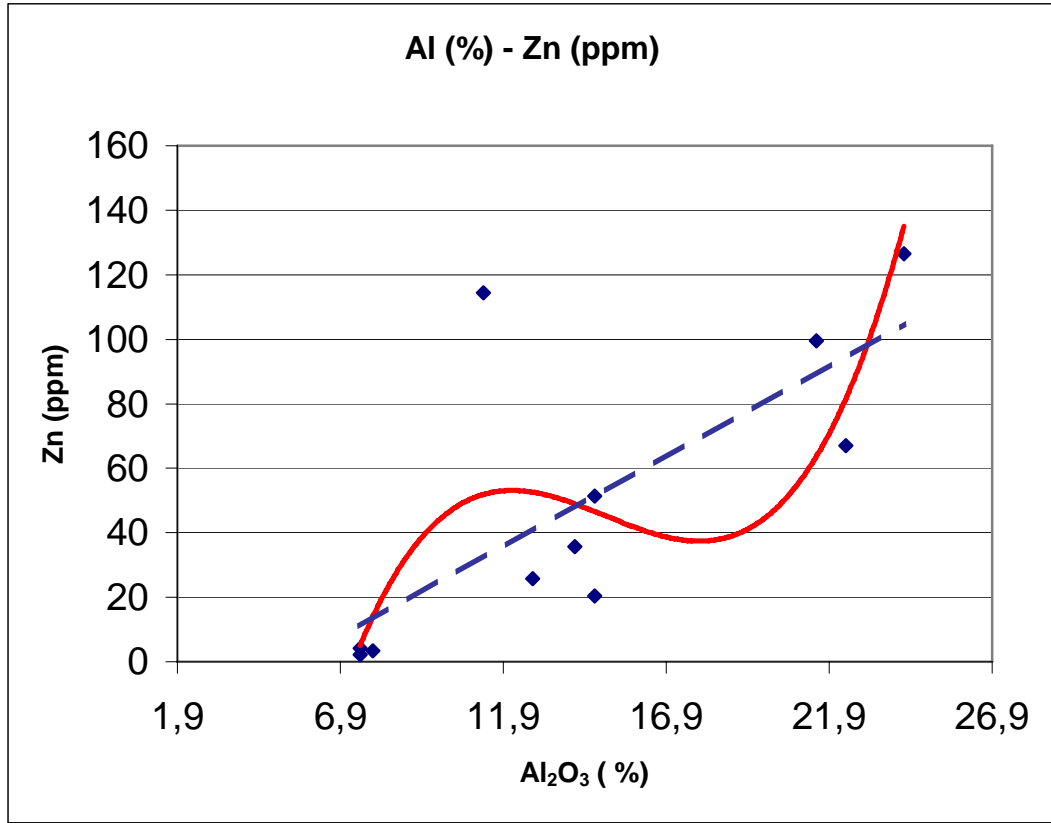
Tablo 3.3: Dikmen Köy Civarı Volkanik Kayaç Majör – Minör Element Değerleri

Elementler	Ca	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al ₂ O ₃	Na	K
örnekler	%	%	ppm	ppm	%	ppm	%	ppm	%	%	%
1	3,78	0,006	0,4	1,9	0,67	2,2	0,001	0,9	7,5	4,1	1,2
2	2,57	0,258	20,7	25,5	0,67	158,8	0,003	2	22,4	1,9	6,1
3	3,84	0,003	1	9,7	0,2	6,9	0,002	0,9	7,9	2,1	2,2
4	1,92	0,006	4,5	192,8	0,4	13,1	0,094	4	12,8	3,2	4,1
5	0,71	0,029	6	66,4	0,7	106,1	0,031	6	11,3	3,2	4,1
6	3,96	0,003	0,4	1,9	0,7	6,3	0,002	0,9	7,5	1,7	1,4
7	8,17	0,191	18,1	15	1,35	25,4	0,202	15	24,19	1,2	1,2
8	0,97	0,237	18,8	19,3	0,88	61,6	0,041	4	21,5	1,6	1,2
9	1,11	0,236	19,3	8,3	0,21	66,6	0,002	0,9	14,7	4,6	4,1
10	1,33	0,151	15,5	19,8	0,31	35	0,016	0,9	14,7	6,1	2,2
11	8,57	0,268	25,9	11,9	0,49	25,9	0,007	1	13,9	1,8	3,3
12	8,41	0,257	25	11,4	0,49	24,1	0,007	1	13,8	1,6	2,4
13	0,67	0,084	6,7	9,1	0,21	21,9	0,001	0,9	13,6	8,1	2,2
14	0,8	0,116	3,4	9,9	0,16	54,2	0,001	0,9	14,10	7,1	2,2
15	0,72	0,096	11,5	183,9	0,67	139,2	0,091	18	7,5	3,2	1,32

Tablo 3.4: Dikmen Köy Civarı Volkanik Kayaç Majör – Minör Element Değerleri

Elementler	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga
örnekler	ppm	ppm	ppm	%	ppb	ppm	ppm	ppm
1	0,09	0,3	0,01	0,04	5	0,4	0,04	0,1
2	0,09	14	0,02	0,02	7	0,09	0,01	9,2
3	0,09	3,1	0,01	0,03	10	0,4	0,02	0,4
4	0,09	37,9	0,03	0,01	109	0,09	0,12	3,7
5	0,09	19,3	0,02	0,01	9	0,09	0,07	5,3
6	0,09	0,4	0,01	0,04	26	0,5	0,04	0,2
7	0,09	18,5	0,01	0,01	0,4	0,09	0,02	13,8
8	0,09	10,2	0,31	0,01	128	0,09	0,01	13,5
9	0,09	5,1	0,15	0,01	249	0,2	0,01	4,7
10	0,09	10,4	0,06	0,02	8	0,1	0,01	4,6
11	0,09	8,2	0,02	0,04	35	0,3	0,01	8,2
12	0,09	7,8	0,02	0,03	28	0,3	0,01	8
13	0,09	6,9	0,04	0,01	52	0,4	0,04	6,7
14	0,09	8,5	0,08	0,01	661	0,6	0,01	7,6
15	4,9	3,4	0,96	0,05	169	4,9	0,8	6,4

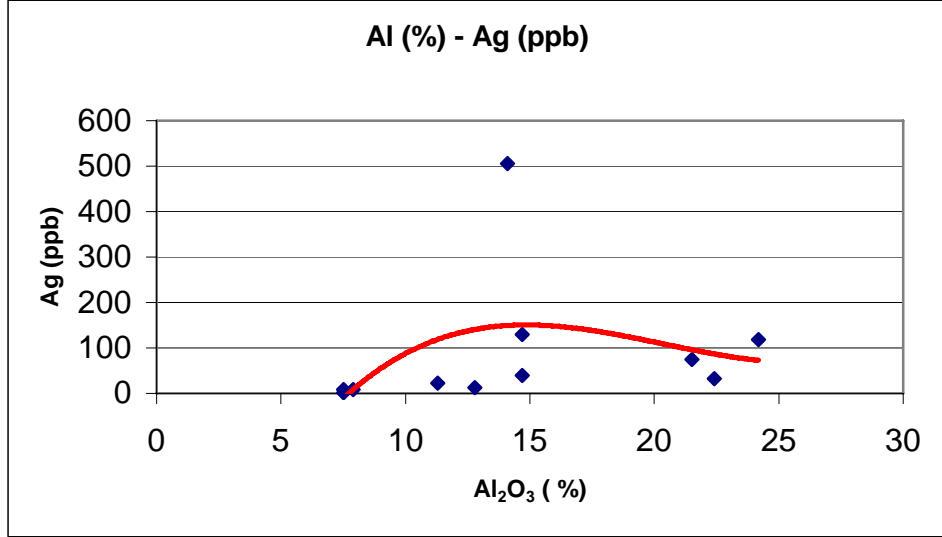
Bu aşamada, kimyasal analiz sonuçları arasında ilişkilerin varlığı araştırılmaktadır. Elementler arasında ayrışma aşamalarında en duraylı olan Al davranışı yanında cevherleşme gelişimi içerisinde yaygın olarak tespit ettiğimiz Fe varlığı göz önüne alınarak , cevherleşme gelişiminde önemli bir parametre olan Fe karşısında elementsel dağılımlar ele alınmış ve paternleri izlenmiştir. Ayrıca aynı mantıksal kurgu içerisinde, çalışmalarımızda çok yaygın olarak gözlediğimiz azurit, malakit varlığını kökensel anlamda sorgulamak için Cu elementinin davranışı araştırılmaktadır.



Şekil 3.10: Kayaçlardaki Al- Zn ilişkisi

Bu tür bir grafik , ayrışmaya bağlı metalik zenginleşme ilişkisi gösterir niteliktedir. Başka bir deyişle ayrışma sonucu artan Al'ye bağlı olarak Zn de artmaktadır. Ayrışma hızının yüksekliğini de bu grafik destekliyor denebilir. Mobilitesi yüksek

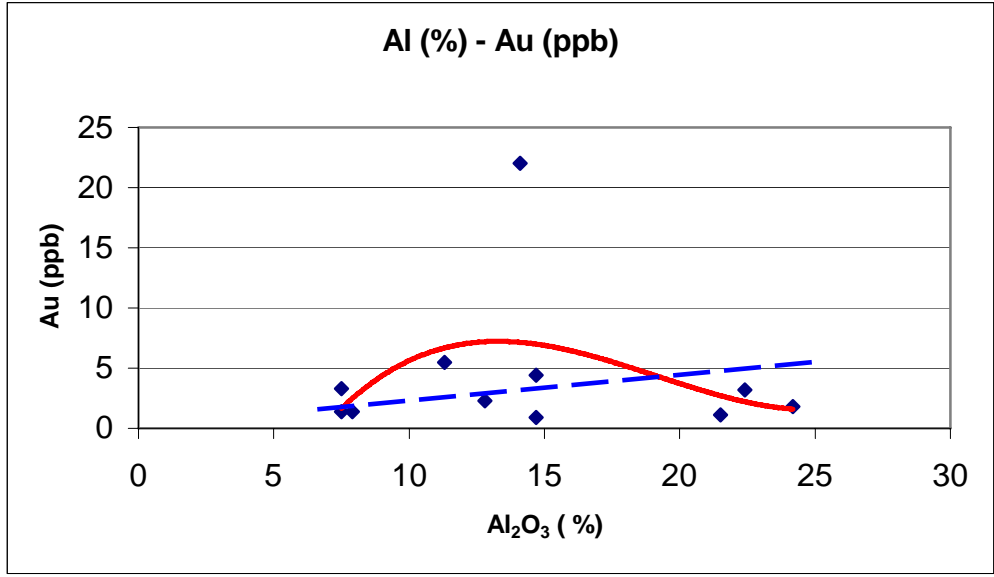
olan Zn, hızlı bir ayrışma ile artan Al yüzdesinin fonksiyonu olarak ile yüksek bir korelasyon paralelliği göstermektedir.



Şekil 3.11: Kayaçlardaki Al-Ag ilişkisi

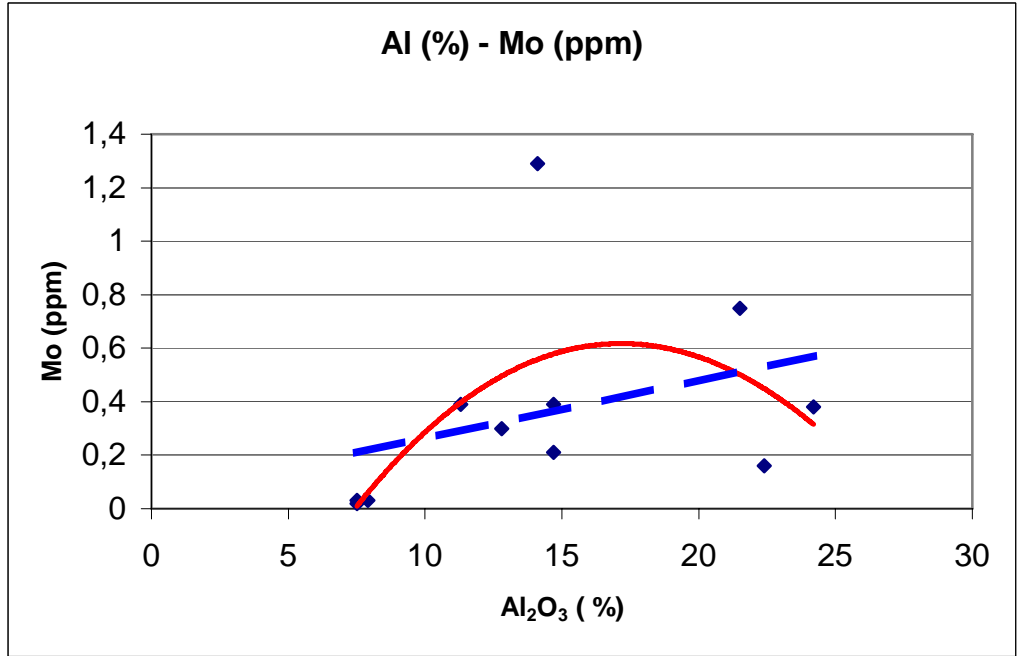
Yukarıda ifade edilen genel yaklaşımın daha düşük düzeyde gerçekleştiğini görmekteyiz. Zn'ya göre nispeten daha düşük bir ayrışma-cevherleşme ilişkisi söz konusudur. Çok düşük düzeyde + ilişki gözlenmektedir.

Al'ye bağlı incelemelerdeki ana amaç, polimetalik karakterin sorgulanmasına yönelik olarak, konuya yaklaşmaktır. Ayrışma sonucu $Al = f(Me)$ ilişkisinde Me (metal) niteliğinin tespitidir. Bu tespitin boyutunu yakalamak için incelenen elementlerden seçilenler aşağıda verilmektedir.



Şekil 3.12: Kayaçlardaki Al- Au ilişkisi

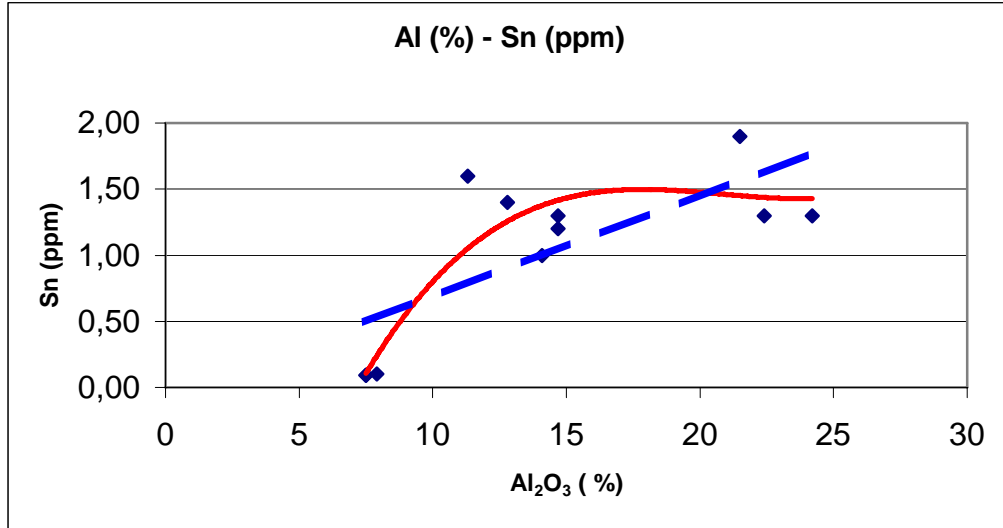
Her iki diyagram beraberce ele alındığında , her iki dağılımında çok düşük düzeyde + ilişki verdiği gözlenmektedir. Bu nedenle ayrışmaya bağlı Au ve Ag zenginleşmesinden bahsetmek pek mümkün gözükmemektedir.



Şekil 3.13: Kayaçlardaki Al- Mo ilişkisi

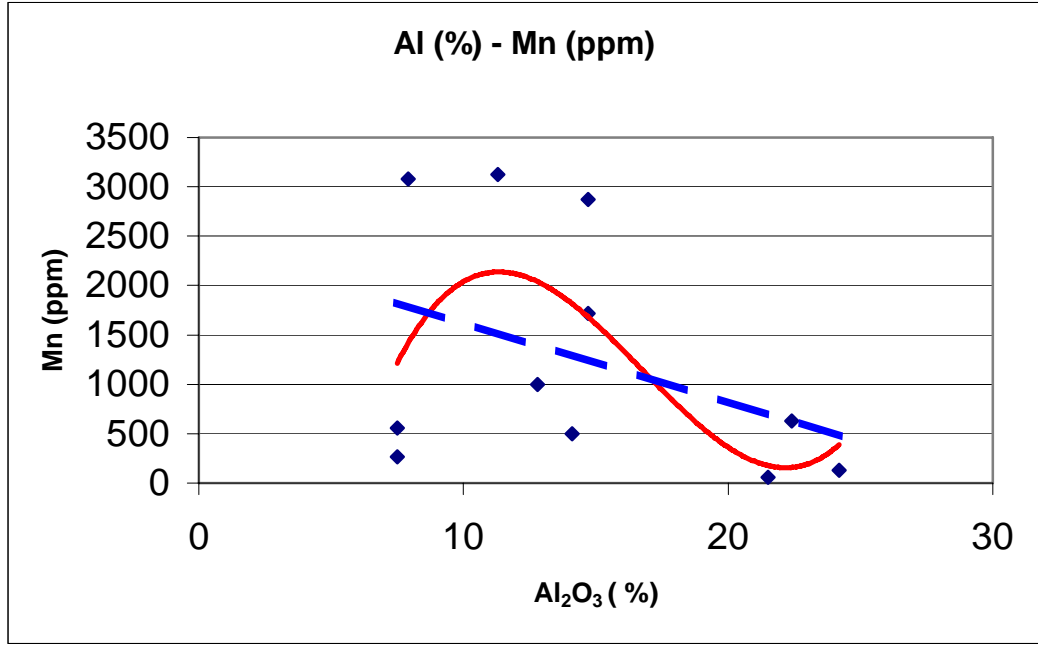
Çok düşük düzeyde + ilişki gözlenmektedir. Mo metalik yataklarda önemli bir belirteçtir. Özellikle porfirik metalik kökenli yatakların anlaşılmasında göz ardı edilemez. Ancak burada böyle bir özellik sergilememektedir.

Aynı yaklaşımla özellikle ayrışma olayları demir şapka gelişimlerinde izlenen elementler arasında yer alan Sn ve Mn davranışları incelendiğinde benzer yapıların gözleendiği söylenebilir. Al- Sn çifti, Al artışına paralel bir artış göstermekte; düşük seviyede de olsa bir getirim niteliği sergilemektedir (Şekil 3.14). Al- Mn çifti ise içerisinde pozitif ve negatif korelasyonlar bulunduran bir karakter sergilemektedir.



Şekil 3.14: Kayaçlardaki Al- Sn ilişkisi

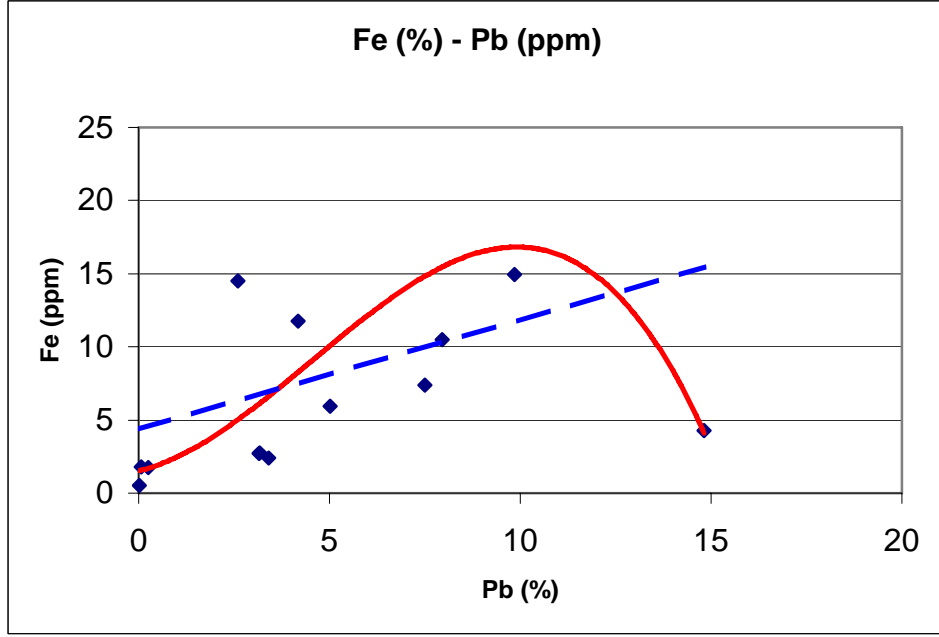
Pozitif ilişki belirgindir. Bu ayrışmanın ilerlemesine paralel olarak aktif olan Sn elementinin getirimine işaret eder nitelik gözlenmektedir.



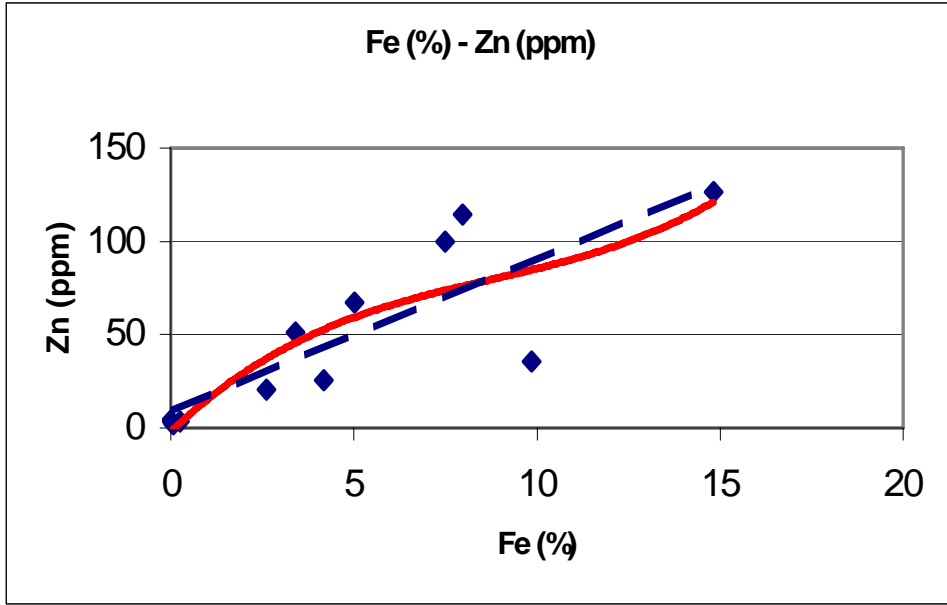
Şekil 3.15: Kayaçlardaki Al- Mn ilişkisi

Dalgalanmalı bir seyir izlenmektedir, bu nitelik ayrışmaya bağlı Mn konsantrasyonunun artması ve çözeltiden çökelişi ifade edebilir. Çok evreli bir getirim ifadesi mümkündür.

Ayrışma- cevherleşme ilişkilerinin oluşum ve gelişiminde elementel bazda önemli ipuçları veren Fe davranışları ise polimetallik cevherleşme açısından son derece ciddi veriler sunmaktadır. Şekil 3.16 ve 3.17’ de belirtilen Fe-Pb ve Fe-Zn ilişkileri, Fe’in yanındaki Pb, Zn gelişimini ifade etmektedir.



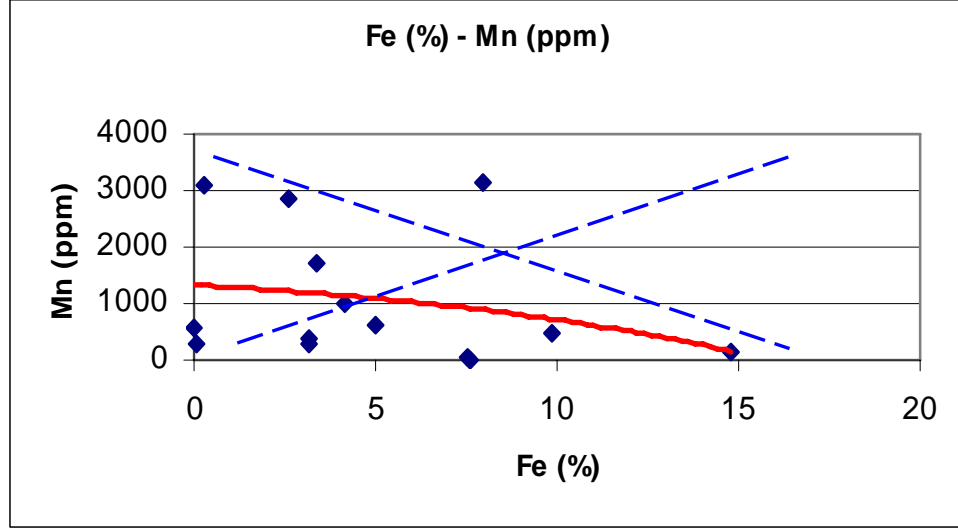
Şekil 3.16: Kayaçlardaki Pb-Fe ilişkisi



Şekil 3.17: Kayaçlardaki Fe-Zn ilişkisi

Diyagramlarda pozitif ilişki açıktır. Bu özellik metalik getirmenin homojenizasyonu açısından önemlidir. Başka deyişle, Fe-Pb-Zn getirimlerinde bir paralellik

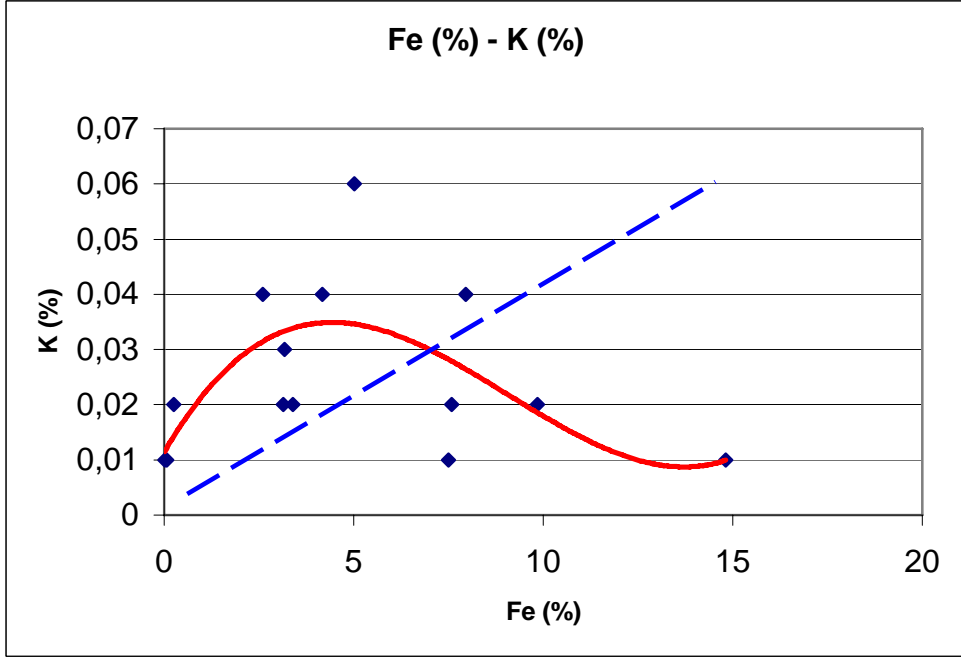
görülmektedir. Bu özellik de, makro boyutlarda yüksek miktarlarda görünen Cu varlığı yanında Pb, Zn mineralizasyonunun olası olduğunu ve Cu ile birlikte, çözeltiler ile taşınmış olma olasılığını kuvvetlendirmektedir.



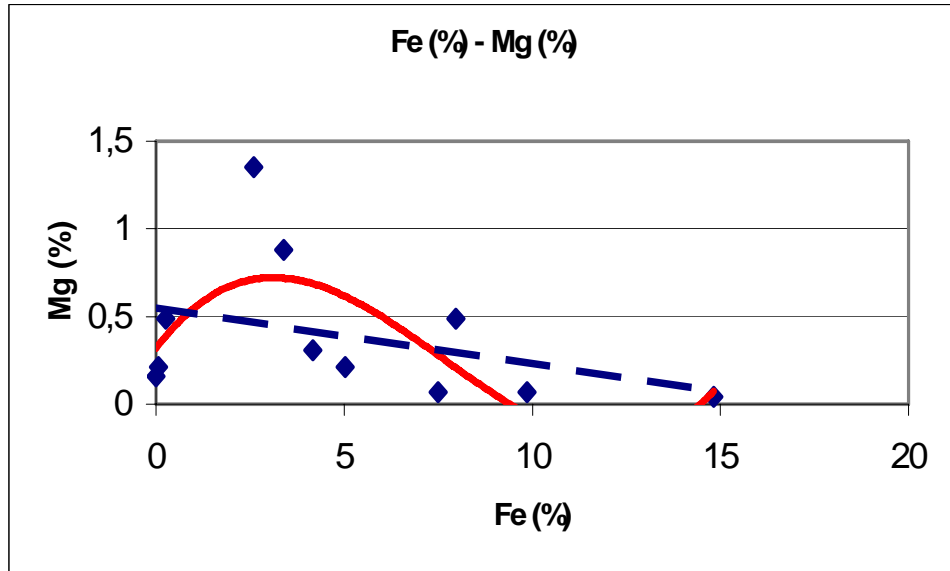
Şekil 3.18: Kayaçlardaki Fe-Mn ilişkisi

Fe- Mn çifti ise son derece anlamlı bir karakter sergilemektedir. Veriler içiçe geçmiş pozitif ve negatif ilişkileri bünyesinde barındırmaktadır. Hem getirim hem çökeltim nedeniyle ayrışmaya bağlı olarak sıvı ve katı fazları tercih etmelerinin sonucu olarak bir davranış sergilemektedir. Görünürde düz (smooth) bir yapı özelliği esasen çok veya en az iki evreli hareketliliğin nedeni olarak görülmektedir. Aynı özellik kısmen Al-Mn diyagramında da görülmektedir.

Fe- K, Fe- Mg çiftlerinin davranışlarına baktığımızda çok evreli gelişimleri işaret eden parabolik davranışları görmekteyiz (Şekil 3.19 ve Şekil 3.20).



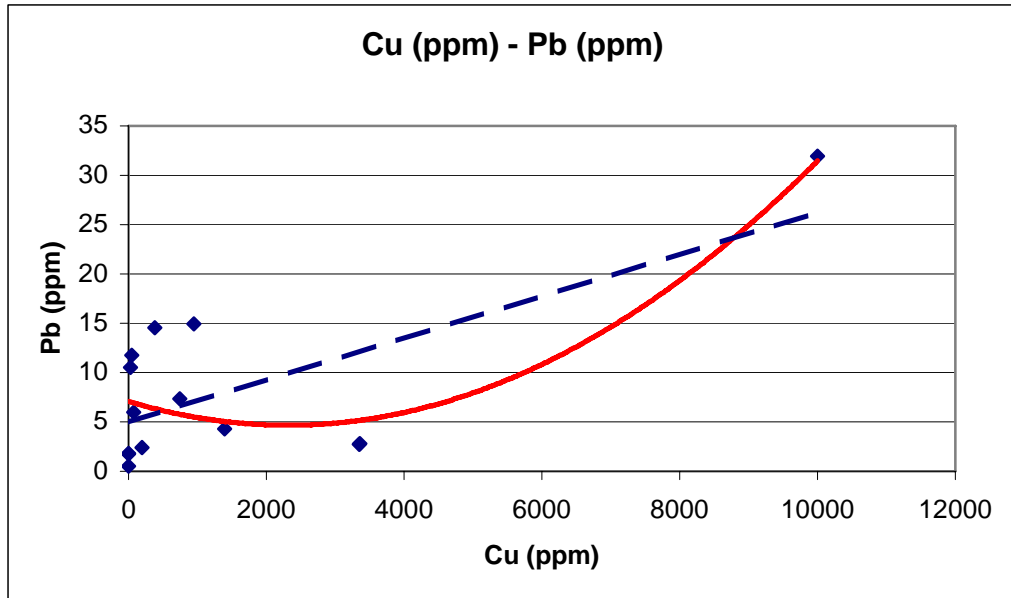
Şekil 3.19. Kayaçlardaki Fe-K ilişkisi



Şekil 3.20: Kayaçlardaki Fe-Mg ilişkisi

Her iki diyagramda da dalgalanmalı bir yapı görülmektedir. + ve – korelasyonlar element hareketlilik ve çökeliminde süreksizliklerin başka deyişle çok evreli bir gelişimi ifade eder bir niteliktedir.

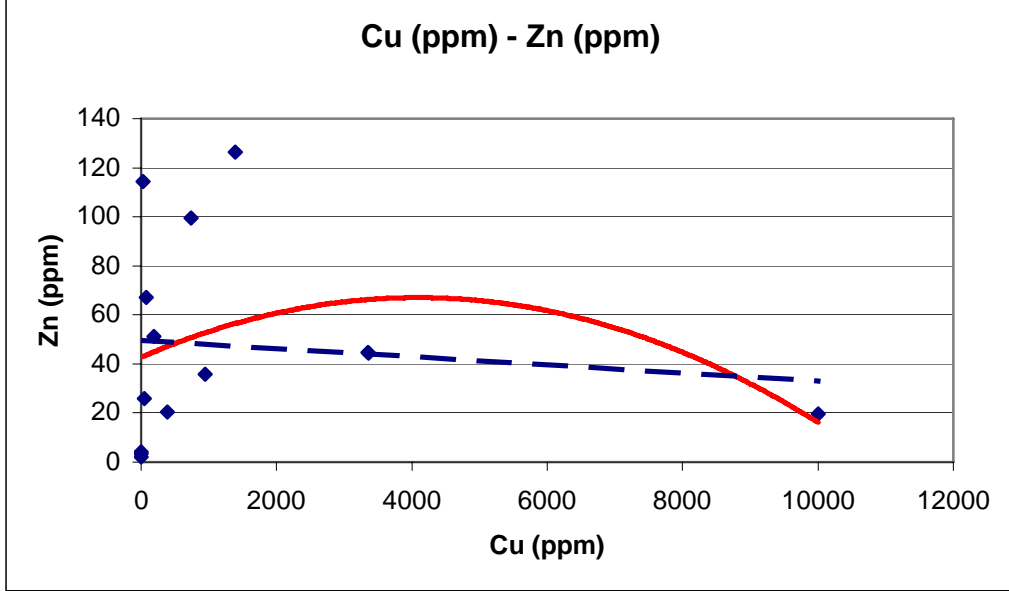
Önceden de belirtildiği gibi arazi çalışmalarımızda yaygın olarak gözlenen bakır karbonatların (azurit, malakit) metalik cevherleşmeler içerisindeki yerini ve polimetalik cevher oluşum ipuçlarını ne ölçüde taşıdığını sorgulamak amacıyla Pb, Zn, Fe, Mn, Cd, S karşısında Cu 'ın davranışı araştırılmıştır. Tüm grafikler için genel olarak dalgalanmalı (fluctuated) yapı gözlenmektedir. Bu çalışmalarda özellikle Cu içeren örnek kullanılmıştır Bu seçimin amacı yüksek Cu değerlerinde söz konusu değişimin niteliğini anlamaya yöneliktir. Bu örnek esasen grafiklerde bir ekstrem nokta olarak gözükse de kökenine ait bilgi verme çerçevesinde yararlı olmaktadır. Başka deyişle artan Cu içeriğinin element çiftlerine olan etkisi anlamında önemli görülmektedir.



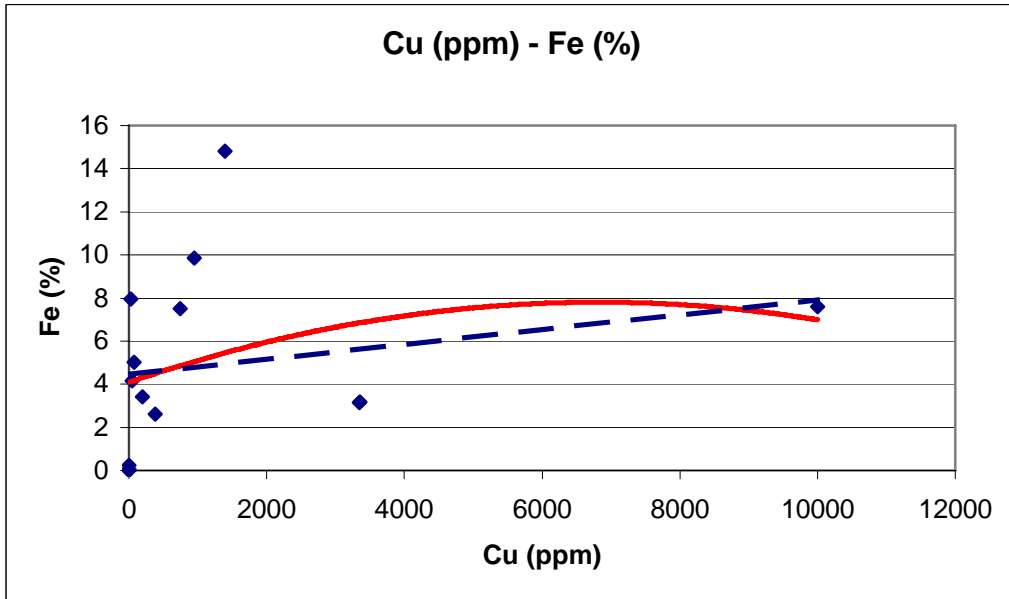
Şekil 3.21: Kayaçlardaki Cu-Pb ilişkisi

Arazide yaygın olarak gözlenen Cu elementinin diğer elementler karşısındaki davranışı incelenmiştir. Söz konusu ilişkinin genelde Fe ve Al ilişkilerinde olduğu

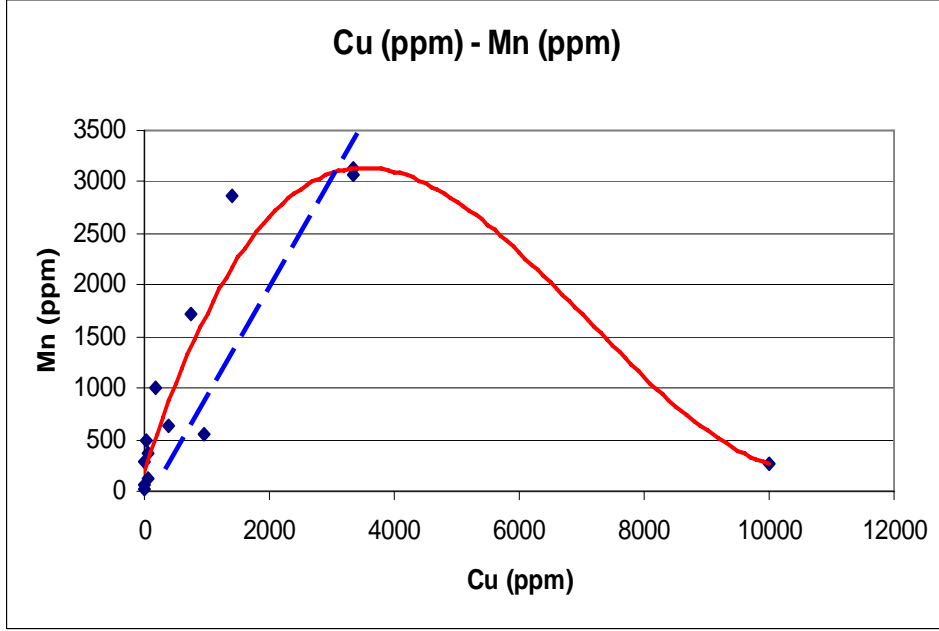
gibi doğrusal olmadığı, yükselen Cu konsantrasyonunun metalik getirimlerde paralellik vermeyen aşamalar geçirdiği gözlenmektedir.



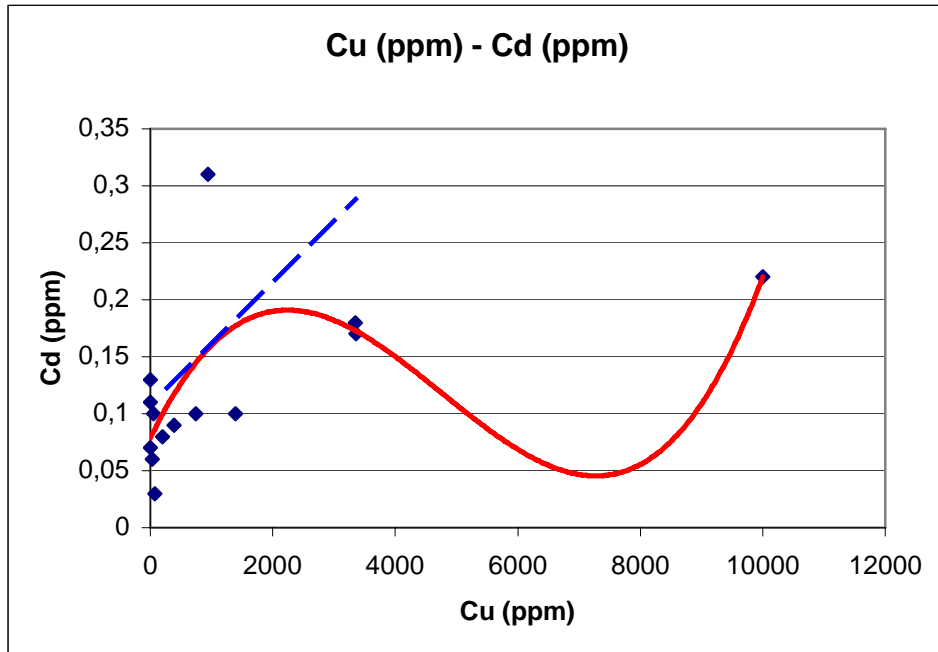
Şekil 3.22: Kayaçlardaki Cu-Zn ilişkisi



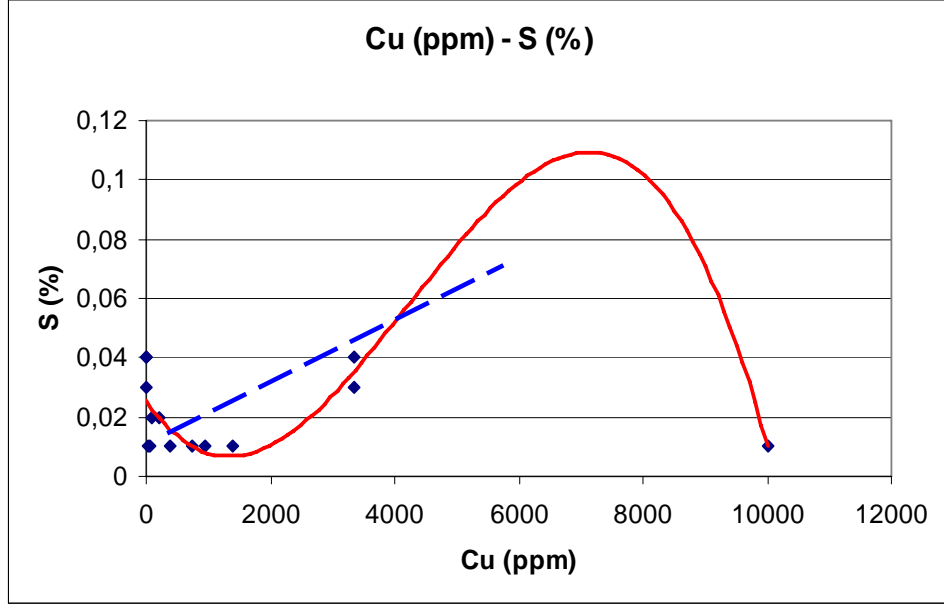
Şekil 3.23: Kayaçlardaki Cu-Fe ilişkisi



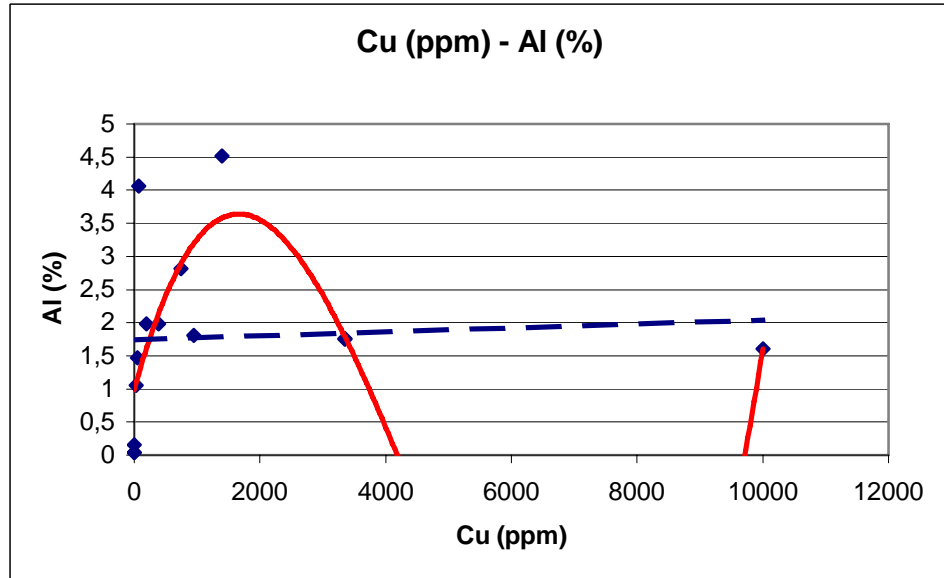
Şekil 3.24: Kayaçlardaki Cu-Mn ilişkisi



Şekil 3.25. Kayaçlardaki Cu-Cd ilişkisi



Şekil 3.26: Kayaçlardaki Cu-S ilişkisi



Şekil 3.27: Kayaçlardaki Cu-Al ilişkisi

4. SONUÇLAR

İncelenen bölge volkanik kayalarla örtülüdür. Özellikle andezit, trakiandezit bileşimli kayalar yaygındır. Ortam ileri derecede tektonize olmuştur. Ayrışım olayları aşamalı olarak gelişmiştir.

Çalışmanın ana amacı cevherleşmenin gelişimi, yan kayaç ilişkisi ve bu bağlamda çevresel etkilerdir. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışmaların elde edilen sonuçları çerçevesinde, aşağıda sıralanan temel noktalar tespit edilmiştir.

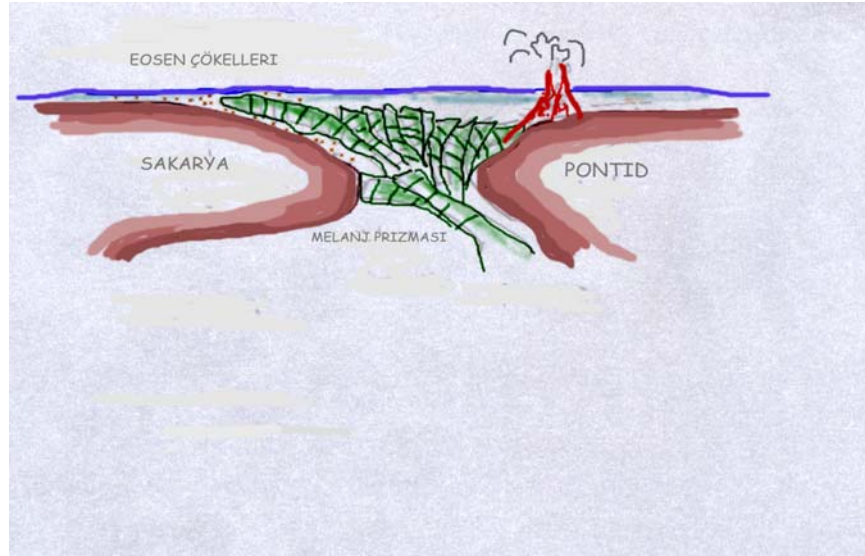
- Andezitik, trakitik kayalar yüzeysel ayrışmaya maruz kalmış, yapı ve kimyasal bileşimlerinde değişimler söz konusu olmuştur.
- Ayrışma hem yüzeysel hem de tektonik hatların sınırlarında gerçekleşmiştir.
- Yüzeysel ayrışmada önemli ölçekte ve Cu ağırlıklı metal-karbonat oluşumları tespit edilmiştir. Bunlar geniş bir yüzlek vermektedir. Bu açıdan ekonomik anlamda dikkat edilmesi gerekmektedir.
- Tektonik hatlar ana kayaç olan andezitik, trakitik kayaların dokanaklarında ve bünyelerinde değişik ölçeklerde bulunmaktadır. Bu hatlar boyunca yer yer kil oluşumları ve düşük ölçekte de sülfatlaşmalar (SO₄) gözlenmiştir. Ana kayaçtaki ilksel tektonik hatlarda cevherleşme etkili değildir.
- Ana kayaç genel tektonik evre sonrası bir ikincil tektonizma ile kırılanmış ve olasılıkla bu evrede cevher taşıyan çözeltilerin gelişimi söz konusu olmuştur.

Cevherleşme-kayaç ilişkisi dikkate alındığında:

- Volkanik kayalarda ayrışma ve alterasyon cevherleşme araştırılmasında ana ip uçlarıdır.
- Ayrışma ve alterasyon aşamalarında Cu, Al ve Fe değişimleri incelemelerimiz için başlangıç noktası olmuştur. Anomaliler ile tektonik hatların ilişkisine özellikle dikkat edilmiştir.
- Cu ve diğer metallerin değişim diyagramları ayrıntılı olarak ele alınmıştır.
- Gerek Al, Fe gerekse Cu ve diğer elementlerin polinomial (artan / azalan) değişimler göstermesi, düzenli ve sürekli bir şekilde doğrusal bir değişim

vermemesi çalışma bölgemizde ‘tek bir cevherleşme gelişimi/getirimi’ olmadığı yolunda grafiksel bir yaklaşım ortaya çıkarmaktadır.

- İkili element değişimlerinde elementler arasında (+) ve (-) korelasyonlar son derece yaygın olarak gözlenmektedir.
- Ayrıntılı olarak incelenen Al-Fe; Al-Mg; Al-K; Al-Cu ve Al-Pb yanında Si-Al; Si-Fe; Si- Mg; Si-Cu; Si-Pb ilişkileri bölgede ‘ayrışmış zonlar - tektonik hatlar arasında, gelişen ikincil tektonik yerleşme sonucu söz konusu olmuş bir evrenin sebep olduğu‘ cevherleşme üzerindeki etkisini önemli kılmaktadır.
- İnceleme alanının farklı yerlerinde andezitik, trakitik kayalarda ayrışma ve tektonik hatlar yaygın olarak görülmesine rağmen her ayrışma ve kırık hatları çevresinde cevherleşmelere rastlanılmamıştır.
- Dikmen Volkanikleri’nin Eosen Volkanizması sonucu oluştuğu, andezit- bazalt ve yer yer de traki andezit karakterde oldukları; volkanizmanın da aralıklı ve tekrarlı olarak faaliyette bulunduğu savlanmaktadır (Şekil 4.1). İlk kez bu çalışma ile ortaya konan cevherleşmelerin de gerek saha gözlemleri, gerek kayaç petrografisi ve gerekse jeokimyasal veriler ile bu savı destekler nitelikler gösterdiği düşünülmektedir.

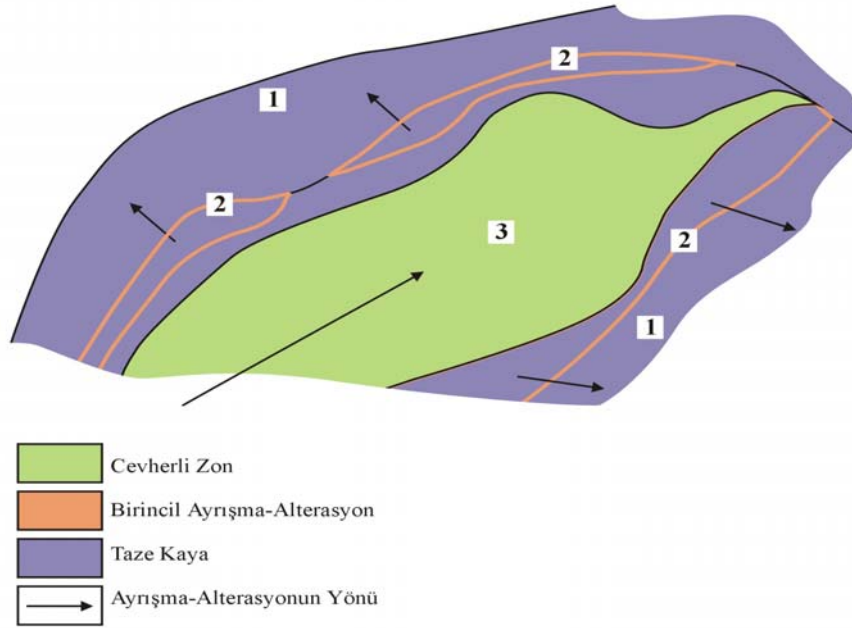


Şekil 4.1: Eosen volkanizmasına ait modelleme

- Örnekleme yerlerinde gözlenen grafiksel değişimler yanında, lokal ve farklı parajenezlerin görülmesi

(Azurit + malakit; malakit + hematit; azurit+malakit + hematit ; hematit + psilomelan; hematit + kuvars; kuvars + jips) ve diğ er saha gözlemleri, belirtilen zayıflık zonlarına giren olası çözeltiler ve kontaklardaki parajenetik değişimlerin, çözeltiler içindeki niteliklerin etkisi ile geliştiği düşüncesini canlı tutmaktadır.

- Kayaç örneklemlerine ek olarak, inceleme bölgesindeki kaynaklardan alınan su örnekleri üzerinde aynı parametrelerin değerlendirilmesinin yaklaşımımıza yol göstereceği beklenmektedir.
- Bu çerçevede, cevher türü, gelişimi, olası rezervi ve çevresel etkilerinin tespiti için ‘ikincil tektonik evre yapısal unsurları gelişiminin’ anlaşılması gerekli görülmektedir.
- Sahada yaygın olarak gözlenen volkanik kayaçlar, ayrışma- alterasyon olayları ve etkili tektonizma nedeniyle ‘yüksek tenörlü yaygın bir metalik cevherleşme’ beklenmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: İnceleme alanında tespit edilen genel cevherleşme yerleşim modeli
ayrışma sonrasında gelişmiş birinci tektonik hatların yarattığı zayıflık
zonları boyunca gelişen ikincil tektonizma ve cevher yerleşimi

KAYNAKLAR

Abdüsselamoğlu, M.Ş. , 1959. Almacıkdağı ile Mudurnu ve Göynük civarının jeolojisi: İstanbul Fen Fakültesi Monografileri, İstanbul.

Akartuna, M. , 1968. Armutlu yarımadasının jeolojisi: İstanbul, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografisi, İstanbul.

Akyürek, B. , Bilginer, E. , Akbaş, B. , Hepşen, N. , Pehlivan, Ş. , Sunu, O. , Soysal, Y. , Dağar, Z. , Çatal, E., Sözeri, B. , Yıldırım, H. , ve Hakyemez, Y. , 1984. Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeolojik özellikleri: Jeoloji Mühendisliği Dergisi, **20**, 31-46.

Akyürek, B. , Bilginer, E. , Dağar, Z., ve Sunu, O. , 1979. Hacılar (Kuzey Çubuk-Ankara) bölgesinde Alt Triyasın varlığı: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, **22**, 169-174.

Akyürek, B. , ve Soysal, Y. , 1980-1981. Biga yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri: Maden Tetkik ve Arama Dergisi, **95/96**, 1-13.

Altuner, D. , and Koçyiğit, A., 1993. Third remark on the geology of Karakaya basin. An Anisian megablock in northern central Anatolia: micropaleontologic, stratigraphic and tectonic implication for the rifting stage of the Karakaya basin, Turkey: Revue de Paleobiologie, **12**, 1-17.

Ambraseys, N. N. , and Zatopek, A. , 1969. The Mudurnu valley, west Anatolia, Turkey, earthquake of 22 July 1967: Bulletin of the Seismological Society of America, **59**, 521-589.

Appel, E. , and Patzelt, A. , 1989. Suitability of Rocks From the Mudurnu Area (North Anatolian Fault Zone) for Tectonometric Recordings, *in* Zschau, J., and Ergünay, O. , eds. , The Turkish-German Earthquake Research Project, 130-143.

Bailey, E. B. , and McCallien, W. J. , 1950. The Ankara Melange and the Anatolian thrust: Nature, **166**, 938-941.

Bargu, S. , ve Sakıncı, M. , 1987. Armutlu Yarımadasında Kretase-Paleosen ilişkisi: Türkiye Jeoloji Bülteni, **30**, 41-48.

Bargu, S. , ve Sakıncı, M. , 1989/1990. İzmit Körfezi ile İznik Gölü arasında kalan bölgenin jeolojisi ve yapısal özellikleri: İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, **6**, 45-76.

Batman, B. , 1978. Haymana kuzeyinin jeolojik evrimi ve yöredeki melanjın incelenmesi I: Stratigrafi birimleri: Yerbilimleri, **4**, 95-124.

Bingöl, E. , Akyürek, B. , ve Korkmazer, B. , 1975. Biga yarımadasının jeolojisi ve Karakaya formasyonunun bazı özellikleri, Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliği, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, 70-77.

Blanc, P. , 1965. Serie stratigraphique de Çal Köy (Anatolie Occidentale, Turquie): presence de spilites dans le Permien: Societe geologique de France, Comptes Rendus, **3**, 100-102.

Bozkurt, E. , 2001. Neotectonics of Turkey, Geodinamica Acta, **14**, 3- 30.

Bozkurt, E. , Koçyiğit, A. , 1995. Almus Fault Zone: its age, total offset and relation to the North Anatolian Fault Zone. Turkish Journal of Earth Science, **4**, 93-104.

Bozkurt, E. , Koçyiğit, A. , 1996 . Kazova Basin : an active negative flower structure on the Almus Fault Zone, a splay fault system of the North Anatolian Fault Zone, Turkey. Tectonophysics, **265**, 239- 254.

Brinkmann, R. , 1971. Kuzeybatı Anadolu'daki Genç Paleozoyik ve Eski Mesozoyik: Maden Tetkik ve Arama Dergisi, **76**, 61-75.

Canitez, N. , 1972. Source mechanism and rupture propagation in the Mudurnu Valley, Turkey, earthquake of July 22, 1967: Pure and Applied Geophysics, **93**, 116-124.

Demirtaş, R. , 1994. Kuzey Anadolu fay zonunun batı kesiminde Taşkesti-Çayköy (Bolu-Adapazarı) arasında trench çalışmaları: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, **9**, 62-76.

Demirtaş, R. , 1996. Kuzey Anadolu Fayının paleosismitesi. Mudurnu Vadisi Segmentinde örnek çalışma: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, **11**, 154-162.

Egeran, N. , Wijkerslooth, P. , 1940. Çamdağ'm Şimalindeki Karasu-Sakarya Mıntakası Kurşun-çinko Cevherlerinin Etüdü, İstanbul Fen Fakültesi Monografileri, İstanbul, 89.

Elmas, A. and Yiğitbaş, E. , 2001. Ophiolite emplacement by strike-slip tectonics between the Pontide Zone and Sakarya Zone in Northwestern Anatolia, Turkey. International Journal of earth sciences, **90**, 257- 269.

Elmas, A. , Yiğitbaş, E. , Yılmaz, Y. , 1997. The Geology of bolu- Eskipazar Zone: an approach to the development of the Intra-pontide suture. Geosound, **30**, 1- 14

Emre, Ö. , Erkal, T. , Tchepalgya, A. , Kazancı, N. , Keçer, M. , Ünay, E. , 1998. Neogene- Quaternary evolution of the eastern Marmara region. General Directorate of mineral Research and Exploration Bulletin, **120**, 61- 79.

Ercan, T. , 1992. Trakya'da Senozoyik volkanizması ve bölgesel yayılımı: Jeoloji Mühendisliği Dergisi, **41**, 37-50.

Ercan, T. , **Satır, M.** , **Steinitz, G.** , **Dora, A.** , **Sarıfakıoğlu, E.** , **Adis, C.** , **Walter, H.J.** , ve **Yıldırım, T.** , 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki Tersiyer volkanizmasının özellikleri: Maden Tetkik ve Arama Dergisi, **117**, 55-86.

Ercan, T. , **Türkecan, A.** , **Guillou, H.** , **Satır, M.** , **Sevin, D.** , ve **Şaroğlu, F.** , 1998. Marmara Denizi çevresindeki Tersiyer volkanizmasının özellikleri: Maden Tetkik ve Arama Dergisi, **120**, 199-221.

Erendil, M. , **Göncüoğlu, M.C.** , **Tekeli, O.** , **Aksay, A.** , **Kuşçu, İ.** , **Ürgün, B.M.** , **Tunay, G.** , ve **Temren, A.** , 1991. Armutlu yarımadasının jeolojisi: Ankara, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor no: 9165.

Erk, A.S. , 1977. Ankara civarında Genç Paleozoyiğin Kulm fliş formasyonu: Maden Tetkik ve Arama Dergisi, **88**, 73-94.

Erol, O. , 1956. Ankara Güneydoğusundaki Elma Dağı ve Çevresinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi Üzerinde Bir Araştırma: Ankara, Special Publication. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Serie D9, 99

Gallet, Y. , **Krystyn, L.** , **Besse, J.** , and **Marcoux, J.** , 2003. Improving the Upper Triassic numerical time scale from cross-correlation between Tethyan marine sections and the continental Newark basin sequence: Earth and Planetary Science Letters, **212**, 255-261.

Genç, Ş. C. , and **Yılmaz, Y.** , 1995. Evolution of the Triassic continental margin, northwest Anatolia: Tectonophysics, **243**, 193-207.

Göncüoğlu, M. C. , **Erendil, M.** , **Tekeli, O.** , **Ürgün, B. M.** , **Aksay, A.** , ve **Kuşçu, İ.** , 1986. Armutlu Yarımadasının doğu kesiminin jeolojisi: Ankara, Maden Tetkik ve Arama (yayımlanmamış rapor).

Göncüoğlu, M.C. , **Erendil, M.** , **Tekeli, O.** , **Ürgün, B. M.** , **Aksay, A.** , and **Kuşçu, İ.** , 1987. Geology of the Armutlu Peninsula: Guide book for the field excursion along W. Anatolia, Turkey: Ankara, IGCP Project no:5, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 53.

Göncüoğlu, M.C. , **Turhan, N.** , **Şentürk, K.** , **Özcan, A.** , and **Uysal, Ş.** , 2000. A geotraverse across NW Turkey: tectonic units of the cenrtal Sakarya region and their tectonic evolution, *in* Bozkurt, E. , Winchester, J. , and Piper, J. A. , eds. , Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area, London, Geological Society, Special Publications, **173**, 139-161.

Greber, E. , 1992. Das Geothermalfeld Von Kuzuluk/Adapazarı (NW Türkei): Zürich, Eidgenössischen Technischen Hochschule.

Greber, E. , 1994. Deep circulation of CO (sub 2) -rich palaeowaters in a seismically active zone (Kuzuluk/Adapazari, northwestern Turkey): *Geothermics*, **23**, 151- 174.

Greber, E. , 1997. Stratigraphic evolution and tectonics in an area of high seismicity; Akyazi/Adapazari (Pontides, northwestern Turkey).

Herece, E. , and Şaroğlu, F. , 1989. Some Recent Fault Traces in the Mudurnu Valley, NW Anatolia, *in* Honkura, Y. , and Işıkara, A. M. , eds., *Multidisciplinary Research on Fault Activity in the Western Part of the North Anatolian Fault Zone (2)*: Tokyo, Tokyo Institute of Technology, 5-15.

Herece, A. , ve Akay, E. , 2003. Kuzey Anadolu Fay (KAF) Atlası/Atlas of North Anatolian Fault (NAF): Ankara, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın, **2**, 61.

Honkura, Y. , and Işıkara, A. M. , 1991. Multidisciplinary research on fault activity in the western part of the North Anatolian fault zone: *Tectonophysics*, **193**, 347-357.

Ikeda, Y. , Suzuki, Y. , Herece, E. , Saroglu, F. , Isikara, A. M. , and Honkura, Y. , 1991. Geological evidence for the last two faulting events on the North Anatolian fault zone in the Mudurnu Valley, western Turkey: *Tectonophysics*, **193**, 335-345.

Ikeda, Y. , Suzuki, Y. , Herece, E. , Şaroğlu, F. , Işıkara, A. M. , and Honkura, Y. , 1989. Preliminary Results of Exploratory Trenching Across the North Anatolian Fault Zone in the Mudurnu Valley, Western Turkey, *in* Honkura, Y. , and Işıkara, A.M. , eds., *Multidisciplinary Research on Fault Activity in the Western Part of the North Anatolian Fault Zone (2)*: Tokyo, Tokyo Institute of Technology, 31-44.

Iio, Y. , Gürbüz, C. , Nishigami, K. , Pınar, A. , Aybey, N. , Üçer, S.B. , Honkura, Y. , and Işıkara, A. M. , 1991. Microseismic activity around the western extension of the 1967 Mudurnu Earthquake Fault: *Tectonophysics*, **193**, 327-334.

Kalafatçioğlu, A. , 1968. 1967 Yılı Sakarya Depremine ait kısa not: *MTA Dergisi*, 129-136.

Kaya, O. , Birenheide, R. , 1988. Adapazarı Çevresi Orta Devoniyen Stratigrafisine Yeni Bir Katkı, *Mta Dergisi*, **108**, 118-124.

Kaya, O. , 1991. Stratigraphy of the pre-Jurassic rocks of Turkey: type area study and tectonic considerations: *Newsletter for Stratigraphy*, **23**, 123-140.

Kaya, O. , and Mostler, H. , 1992. A Middle Triassic age for low-grade greenschist facies metamorphic sequence in Bergama (İzmir), western Turkey: the first paleontological age assignment and structural-stratigraphic implications: Newsletter for Stratigraphy, **26**, 1-17.

Kaya, O. , Özkoçak, O. , ve Lisenbee, A. , 1989. Jura öncesi bloklu tortul kayaların stratigrafisi, Bursa güneyi: Maden Tetkik ve Arama Dergisi, **109**, 23-33.

Kaya, O. , Wiedmann, J. , and Kozur, H. , 1986. Preliminary report on the stratigraphy, age and structure of the so-called Late Paleozoic and/or Triassic "melange" or "suture zone complex" of northwestern and western Turkey: Yerbilimleri, **13**, 1-16.

Koçyiğit, A. , 1987. Hasanoğlan (Ankara) yöresinin tektono-stratigrafisi: Karakaya orojenik kuşağının evrimi: Yerbilimleri, **14**, 269-294.

Koçyiğit, A. , 1988. Tectonic setting of geyve Basin: age and total offset of the Geyve fault zone, E Marmara, Turkey, METU Journal of Pure and Applied Sciences, **21**, 81-104.

Koçyiğit, A. , Yılmaz, A. , Adamia, S. , Kuloshvili, S. , 2001. Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: implication for transition to strike-slip faulting. Geodinamica Acta , **14**, 177-195.

Koçyiğit, A. , and Altner, D. , 1990. Stratigraphy of Halılar (Edremit-Balıkesir) area: implications for the remnant Karakaya basin and its diachronic closure, in Savaşçın, M.Y. , and Eronat, A. H. , eds. , Proceedings, International Earth Sciences Congress on Aegean Region, 339-352.

Kopp, K.O. , 1964. Geologie Thrakiens il: Die insel und der chersones: N. Jb. Geol. Pae Abh., **76**, 136.

Kozur, H. , Aydın, M. , Demir, O. , Yakar, H. , Göncüoğlu, M. C. , and Kuru, F. , 2000. New stratigraphic and palaeogeographic results from the Palaeozoic and early Mesozoic of the Middle Pontides (northern Turkey) in the Azdavay, Devrekani, Küre and İnebolu areas. Implications for the Carboniferous-Early Cretaceous geodynamic evolution and some related remarks to the Karalaya orogenic rift basin: Geologica Croatica, **53**, 209-268.

Leonhard, R. , 1915. Paphlagonia Reisen und Forschungen im Nördlichen Kleinasien: Berlin.

Leven, E.J. , and Okay, A. İ. , 1996. Foraminifera from the exotic Permo-Carboniferous limestone blocks in the Karakaya Complex, northwest Turkey: Rivista Italiana Paleontologia e Stratigrafia, **102**, 139-174.

Lühr, B. G. , Büyükköse, N. , Gençoğlu, S. , Meissner, R. O. , Milkereit, C. , Stümpel, H. , and Yılmaz, R. , 1989. Requirements For An Active Seismic Experiment as a Tool in the Earthquake Research, *in* Zschau, J. , and Ergünay, O. , eds. , The Turkish-German Earthquake Research Project, 163-177.

Michel, G. W. , Waldhoer, M. , Neugebauer, J. , and Appel, E. , 1995. Sequential rotation of stretching axes, and block rotations; a structural and paleomagnetic study along the North Anatolian Fault: *Tectonophysics*, **243**, 97-118.

Michel, G. W. , and Janssen, C. , 1996. Deformation along an apparent seismic barrier: a paleoseismological study along the North Anatolian Fault: *Annali di Geofisica*, **39**, 647-661.

Milkereit, C. , Kuhn, G. , Lühr, B. G. , Meissner, R. O. , and Büyükköse, N. , 1989. Small Scale Crustal Refraction Profiling and VLF-Measurements in the Mudurnu Valley of Turkey, *in* Zschau, J. , and Ergünay, O. , eds. , The Turkish-German Earthquake Research Project, 178-196.

Muller, J.R. , Aydın, A. , and Maerten, F. , 2003. Investigating the transition between the 1967 Mudurnu Valley and 1999 Izmit earthquakes along the North Anatolian Fault with static stress changes: *Geophysical Journal International*, **154**, 471-482.

Neugebauer, J. , 1994. Closing-up structures, alternatives to pull-apart basins; the effect of bends in the North Anatolian Fault, Turkey: *Terra Nova*, **6**, 359- 365.

Neugebauer, J. , 1995. Structures and kinematics of the North Anatolian fault zone, Adapazari- Bolu region, Northwest Turkey: *Tectonophysics*, **243**, 119-134.

Neugebauer, J. , Loeffler, M. , Berckhemer, H. , and Yatman, A. , 1997. Seismic observations at an overstep of the western North Anatolian Fault (Abant- Sapanca region, Turkey): *Geologische Rundschau*, **86**, 93-102.

Neumann, E. , 1893. Von Goldenen Horn zu den Quellen des Euphrat: München.

Norman, T. , 1975. Ankara melanjinin yapısı hakkında, Cumhuriyetin 50. Yılı Kongresi Bildiriler Kitabı, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, 77-94.

Nurlu, M. , and Görmüş, S. , 1998. Deprem hasarlarının belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemi (22 Temmuz 1967 Mudurnu Vadisi depremi, Türkiye)/Determination of earthquake hazards by using geographic information system, 22 July 1967 Mudurnu Valley earthquake, Turkey: *Geological Bulletin of Turkey*, **41**, 109-116.

- Okan, Y. ,** 1982. Elmadağ formasyonunun (Ankara) yaşı ve alt bölümleri: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, **25**, 95-104.
- Okay, A. İ. ,** 1982-1983. Ağvanis metamorfileri ve çevre kayalarının jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Dergisi, **99-100**, 51-72.
- Okay, A. İ. ,** 1989. Tectonic units and sutures in the pontides, Northern Turkey. In Tectonic Evolution of the Tethyan Region, Şengör AMC (ed.) NATO ASI Series C **259**, 109-116.
- Okay, A. İ. ,** 1996. Granulite facies gneisses from the Pülür region, eastern Pontides: Turkish Journal of Earth Sciences, **5**, 55-61.
- Okay, A. İ. ,** 2000. Was the Late Triassic Orogeny in Turkey Caused by the collision of an oceanic plateau *in* Bozkurt, E., Winchester, J. , and Piper, J. A. , eds. , Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area, Geological Society of London, Special Publication, **173**, 25-41.
- Okay, A. İ. , and Altner, D. ,** 2004, Uppermost Triassic limestone in the Karakaya Complex - stratigraphic and tectonic significance: Turkish Journal of Earth Sciences, **13**, 187-199.
- Okay, A. İ. , and Göncüoğlu, M. C .,** 2004. The Karakaya Complex: a review of data and concepts: Turkish Journal of Earth Sciences, **13**, 77-95.
- Okay, A. İ. , Harris, N. B. W. , and Kelley, S. P. ,** 1998. Exhumation of blueschists along a Tethyan suture in northwest Turkey: Tectonophysics, **285**, 277-299.
- Okay, A. İ. , and Monie, P. ,** 1997. Early Mesozoic subduction in the Eastern Mediterranean: evidence from the Triassic eclogite in northwest Turkey: Geology, **25**, 595-598.
- Okay, A. İ. , Siyako, M. , and Bürkan, K. A. ,** 1991. Geology and the tectonic evolution of Biga Peninsula, northwest Turkey: Bulletin of the Technical University of Istanbul, **44**, 191-256.
- Önal, M. ,** 1986. Gelibolu yarımadasındaki iki ana kayanın organik jeokimyası ve kil mineralleri ile incelenmesi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, **29**, 97-104.
- Önal, M. , ve Yılmaz, H. ,** 1983. Gelibolu yarımadasındaki iki ana farklı yaşta fliş seviyesindeki kil mineralleri ve gömülme derinliğine ait bazı ipuçları: Jeoloji Mühendisliği Dergisi, **18**, 23-30.

Önder, F. , ve Göncüoğlu, M. C. , 1989. Armutlu Yarımadasında (Batı Pontidler) Üst Triyas Konodontları: Maden Tetkik ve Arama Dergisi, **109**, 147-152.

Pickett, E. , and Robertson, A. H. F. , 1996. Formation of the Late Palaeozoic-Early Mesozoic Karakaya Complex and related ophiolites in NW Turkey by paleotethyan subduction-accretion: Journal of the Geological of London, **153**, 995-1009.

Pickett, E. , Robertson, A .H. F. , and Dixon, J. E. , 1995. The Karakaya Complex: A Paleo-Tethyan accretionary complex, *in* Erler, A., Ercan, T., Bilginer, E., and Örcen, S., eds., Geology of the Black Sea Region: Ankara, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Special Publication, 11-18.

Pompeckj, J. F. , 1897. Paleontologische und Stratigraphische Notizen aus Anatolien.

Seymen, İ. , 1975. Kelkit Vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun Tektonik Özelliği, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Seymen, İ. , 1993. Mecitözü dolayının stratigrafik gelişimi, A. Suat Erk Jeolojisi Sempozyumu (2-5 Eylül 1991) Bildiriler Kitabı, 129-141.

Seymen, İ. , 1997. Tokat Masifi tektonostratigrafisinde yeni bulgular, Selçuk Üniversitesi 20. yıl Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 405-414.

Siyako, M. , Burkan, K. A. , ve Okay, A. İ. , 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadaalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları: TPJD Bülteni, **3**, 183-199.

Stchepinsky, V. , 1940. Rapport sur la Mission Sismique d'Erzincan -Gümüşhane-Sivas: Ankara, Maden Tetkik Arama Enstitüsü, 12.

Stchepinsky, V. , 1941. Sakarya Nehri Lignit ve Bitümlü şistleri: MTA Mecmuası, **22**, 9-23.

Şengör, A. M. C. , 1979. The North Anatolian transform fault; its age, offset and tectonic significance: Journal of the Geological Society of London, **136**, 269-282.

Şengör, A. M. C. , Yılmaz, Y. , 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. Tectonophysics, **75**, 181- 241.

Şengör, A. M. C. , 1984. The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia, Geologic Society of America, Spec. Paper, 82 .

Şengör, A. M. C. , Görür, N. , Şaroğlu, F. , 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: turkey as a case study. In Strike-slip Faulting and basin formation, Biddle KT, Christie Blick N (eds), Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication, **37**, 227- 264.

Tekeli, O. , 1981. Subduction complex of pre-Jurassic age, northern Anatolia, Turkey: *Geology*, **9**, 68-72.

Turhan, N. , Okuyucu, C. , and Göncüoğlu, M. C. , 2004. Autochthonous Upper Permian (Midian) carbonates in the western Sakarya Composite Terrane, Geyve area, Turkey: preliminary data: *Turkish Journal of Earth Sciences*, **13**, 215-229.

Tüysüz, O. , 1990. Tectonic evolution of a part of the Tethyside orogenic collage: The Kargı Massif, northern Turkey: *Tectonics*, **9**, 141-160.

Tüysüz, O. , 1996. Amasya ve çevresinin jeolojisi, Türkiye 11. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, 32-48.

Tüysüz, O. , and Yiğitbaş, E. , 1994. The Karakaya basin: a Palaeo-Tethyan marginal basin and its age of opening: *Acta Geologica Hungarica*, **37**, 327-350.

Ustaömer, T. , and Robertson, A. H. F. , 1994. Late Paleozoic marginal basin and subduction-accretion: The Paleotethyan Küre Complex, central Pontides, northern Turkey: *Journal of the Geological of London*, **151**, 291-305.

Ustaömer, T. , and Robertson, A. H. F. , 1999. Geochemical evidence used to test alternative plate tectonic models for the pre-Upper Jurassic (Paleotethyan) units in the central Pontides, N Turkey: *Geological Journal*, **34**, 25-53.

Uz, Z. , 1969. Depremın Replikleri, 22 Temmuz 1967 Adapazarı-Mudurnusuyu Vadisi Depremi Üzerine İncelemeler, stanbul, İTÜ Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları, **27**, 28-55.

Ünay, E. , Emre, Ö. , Erkal, E. , Keçer, M. , 2001. The rodent fauna from the Adapazarı pull-apart basin (NW anatolia): its bearings on the age of the North Anatolian fault. *Geodinamica Acta* , **14**, 169-175.

Uhrenbacher, R. , Orbay, N. , Gündoğdu, O. , and Işıkara, A. M. , 1989. A New Method for Onterpreting Tectonomagnetic Field Changes Using a Natural Geomagnetic Stress Sensor, *in* Zschau, J. , and Ergünay, O. , eds. , The Turkish-German Earthquake Project, 144-162.

Wiedmann, J. , Kozur, H. , and Kaya, O. , 1992. Faunas and age significance of the pre-Jurassic turbidite-olistostrome unit in the western parts of Turkey: *Newsletter for Stratigraphy*, **26**, 133-144.

Wijkerslooth, P. , Kleinsorge, H. , 1940. Kocaeli vilâyeti Adapazarı civarında Çamdağında Devonien devrine ait oolitik demir cevheri yatakları, MTA Dergisi , **45**, 18-22.

Yalçınlar, İ. , 1983. Neogene- Quaternary Mammals Including Fields in Turkey and Their Geomorphologic Features: Istanbul University Faculty of Letters Publications 2741 .

Yılmaz, A. , and Yılmaz, H. , 2004. Geology and structural evolution of the Tokat Massif (Eastern Pontides, Turkey): Turkish Journal of Earth Sciences, **13**, 231-246.

Yılmaz, Y. , Genç, Ş. C. , Yiğitbaş, E. , Bozcu, M. , and Yılmaz, K. , 1995. Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of Northwestern Anatolia: Tectonophysics, **243**, 155-171.

Yılmaz, Y. , Gözübol, A. M. , and Tüysüz, O. , 1982. Geology of an area in and around the Northern Anatolian transform fault zone between Bolu and Akyazi, *in* 110 Işıkara, A.M., and Vogel, A., eds., Multidisciplinary approach to earthquake prediction: Wiesbaden, Federal Republic of Germany, F. Vieweg, 45-65.

Yılmaz, Y. , Serdar, H. S. , Genç, Ş. C. , Yiğitbaş, E. , Gürer, Ö. F. , Elmas, A. , Yıldırım, M. , Bozcu, M. , and Gürpınar, O. , 1997. The geology and evolution of the Tokat Massif, south-central Pontides, Turkey: International Geology Review, **39**, 365-382.

Yılmaz, Y. , Tüysüz, O. , Gözübol, A. M. , and Yiğitbaş, E. , 1981. Abant (Bolu)-Dokurcun (Sakarya) arasında kuzey anadolu fay zonunun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi, Yerbilimleri Dergisi - Istanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi , **2**, 239-261.

Yılmaz, Y. , Tüysüz, O. , Yiğitbaş, E. , Genç, Ş. C. , and Şengör, A. M. C. , 1997 b. Geology and Tectonic Evolution of the Pontides, *in* Robinson, A.G., ed., Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region: AAPG Memoir 68, 183-226.

Yiğitbaş, E. , Elmas, A. , Yılmaz, Y. , 1999. Pre-Cenozoic tectono-stratigraphic components of the Western Pontides and their geological evolution. Geological Journal, **34**, 55- 74.

Yılmaz, Y., 1977, Bilecik- Söğüt dolayındaki “ Eski temel Karmaşığı “nın Petrojenetik Evrimi (Petrogenetic Evolution of the Basement Complex Around Bilecik-Söğüt) : Docentus thesis , Istanbul University Faculty of Science (in Turkish with English abstract).

Yılmaz, Y. , Tüysüz, O. , Gözübol, A. M. , Yiğitbaş, E. , 1981. Tectonic evolution of the units around the North Anatolian Fault between Abant (Bolu)- Dokurcun (Sakarya): Bulletin of Earth Sciences of Istanbul University, **2**, 239- 261

Yılmaz, Y. , Tüysüz, O. , Yiğitbaş, E. , Genç, Ş. C. , Şengör, A. M. C. , 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides. In Regional and Petroleum Geology of the Black sea and Surrounding Region, robinson AG (ed.): American Association of Petroleum Geologists Memoirs, **68**, 138- 226.

Yurttaş-Özdemir, Ü. , 1973. Kocaeli Yarımadasının Halobia'lı Şeylleri Hakkında MTA Dergisi, **87**, 25-29.

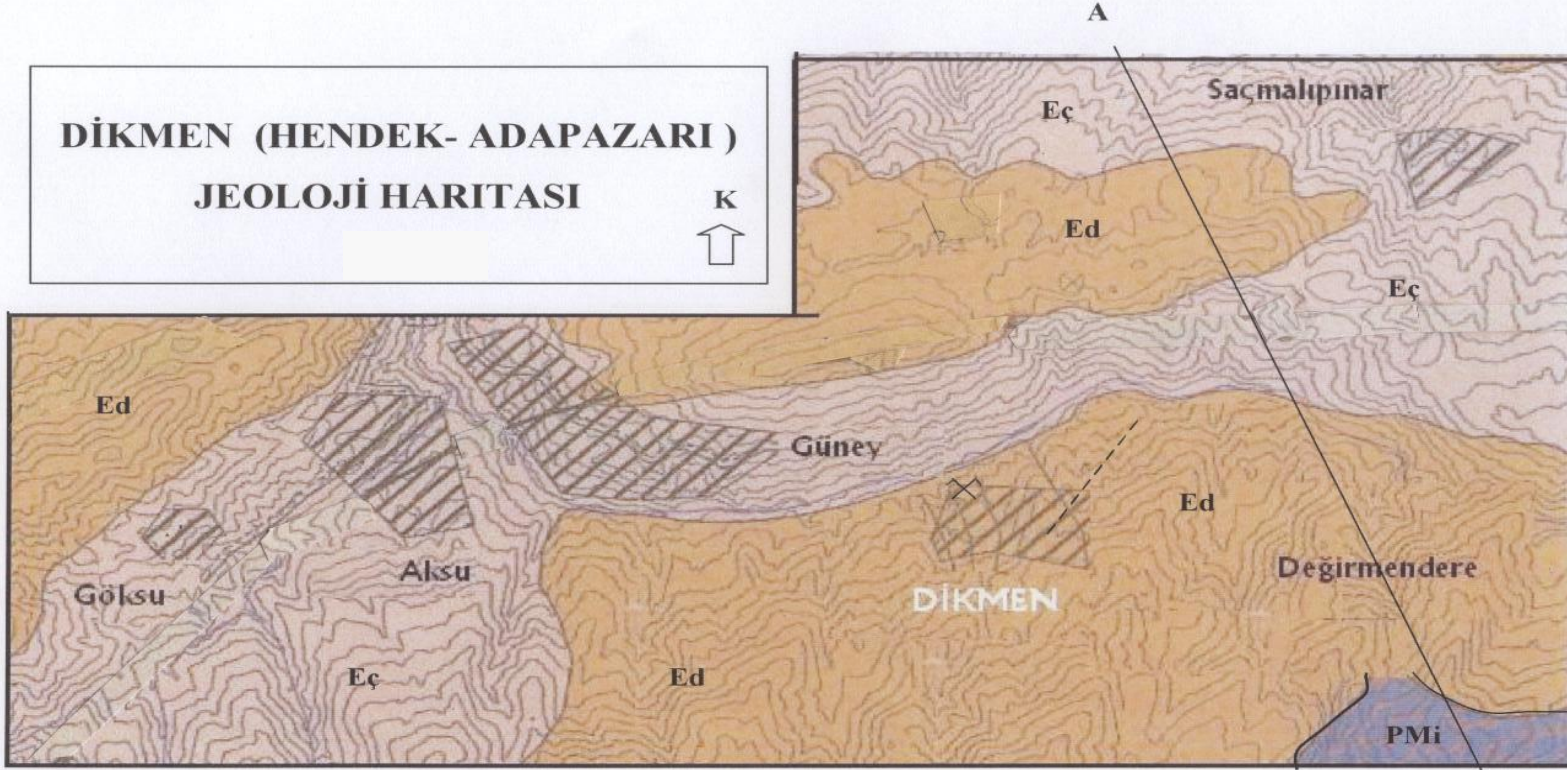
Zabcı, C., 2005, Dokurcun- Beldibi (Adapazarı) Arasının Morfotektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

EKLER

EK- A

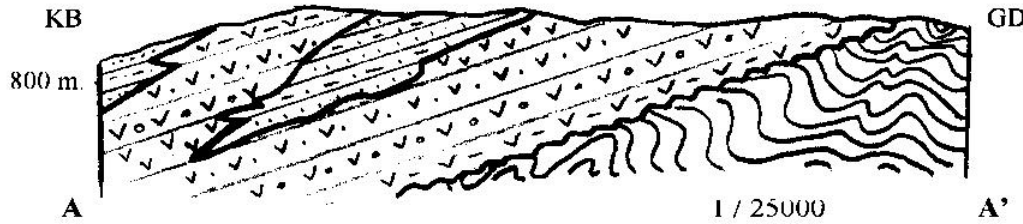
Dikmen (Hendek-Adapazarı) Jeoloji Haritası

**DİKMEN (HENDEK- ADAPAZARI)
JEOLJİ HARITASI**



SİMGELER

- Ed Dikmen Volkanitleri (Eosen)
- Eç Çataltepe Formasyonu (Eosen)
- Pmi İznic Metamorfikleri (Paleozoyik-Mezozoyik)
- Yerleşim Merkezi
- Formasyon Sınırı
- Fay
- Cevherleşme Alanı



Dikmen (Hendek- Adapazarı) Jeoloji Haritası	
Zeynep Aktuna 505031321	Ek-A
İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Uygulamalı Jeoloji Programı	

ÖZGEÇMİŞ

18 Nisan 1980 yılında İçel’de doğdu. İlköğrenimini 50. yıl Cumhuriyet İlkokulu’nda yaptı. Ortaokul öğrenimini Sainte Pulchérie Fransız Kız Ortaokulu’nda, lise öğrenimini de Saint Joseph Fransız Lisesi’nde tamamladı. 1999 yılında lisans eğitime İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde başlamış olup 2000 yılında yatay geçiş yaparak eğitime İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde devam etmiştir. 2003’de lisans öğrenimini “Kızkapan ve Civarının Jeolojisi ve Zeolit Oluşumlarının Jeokimyasal Etüdü” başlıklı tez konusu ile tamamlamasının ardından aynı sene içerisinde yüksek lisans eğitime İstanbul Teknik Üniversitesi’nin Uygulamalı Jeoloji programı kapsamında başlamıştır. Yazar iyi derecede Fransızca ve İngilizce bilmektedir.