

29805

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI


TRABZON VE CİVARINDAKİ TOPRAKLARDA AĞIR METAL İÇERİKLERİ

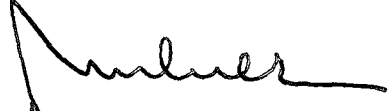
Jeol. Müh. S. Serpil KARAMEHMET


Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"Yüksek Mühendis"  
Ünvanının Verilmesi için Kabul Edilen Tezdir.


Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.06.1993

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 14.07.1993

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. M. Burhan SADIKIAR 

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mustafa ASLANER 

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Ali VAN 

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN 

HAZİRAN-1993

TRABZON

## ÖNSÖZ

Bu çalışma K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Anabilim Dalı, Mineraloji ve Petrografi Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma sahası Trabzon F43- d4, G43- a2, G43- d3, G43- b1 paftalarında yer almakta olup yaklaşık 150 km<sup>2</sup> lik bir alanı kaplamaktadır.

Arazi çalışmalarına başlamadan önce literatür çalışmalarıyla arazinin kabaca 1/25000 ölçekli jeolojik haritası derlenmiş ve arazi çalışmalarında bu haritanın kontrolü yapılarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra lâboratuvar çalışmalarına geçilmiştir.

Çalışmayı yöneten Yrd.Doç.Dr. M. Burhan Sadıklar'a, lâboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Yrd.Doç.Dr. Ali Van'a ve Kimya Bölümü öğretim üyelerinden Yrd.Doç.Dr. Mehmet Tüfekçi'ye; kireçtaşlarının incelenmesinde yardımcı olan Dr. Cemil Yılmaz'a, saha çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

S.Serpil Karamehmet

Trabzon, 1993

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V

### ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFYASI

1.1	Coğrafik Konum.....	1
1.2	Yüzey Şekilleri.....	1
1.3	İklim ve Bitki Örtüsü.....	1
1.4	Yerleşim ve Ekonomi.....	3
1.5	Ulaşım.....	3

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### GENEL JEOLOJİ

3.1	Giriş.....	6
3.2	Çalışma Alanının Stratigrafi ve Petrografisi.....	6
3.2.1	Üst Kretase.....	6
3.2.1.1	Bazalt ve Bazaltik Piroklâstikler.....	8
3.2.1.2	Volcano - Tortul Kayaçlar.....	11
3.2.1.3	Andezit.....	12
3.2.2	Tersiyer.....	14
3.2.2.1	Neojen Bazaltları ve Piroklâstikleri.....	14
3.2.2.2	Pliyosen Yaşlı Kumlu Kireçtaşları ve Tabakalı Kilitaşları.....	21
3.2.3	Kuaterner.....	23
3.2.3.1	Kırmızı Killler.....	23
3.2.3.2	Taraçalar.....	23
3.2.3.3	Alüvyonlar.....	23
3.3	Yapısal Jeoloji.....	24
3.3.1	Tabakalar.....	24
3.3.2	Çatlaklar.....	24
3.3.3	Faylar.....	25

## TOPRAK İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

4.1	Kayaçların Ayrışması ve Toprak Oluşumu.....	26
4.2	Toprağın Genel Yapısı.....	27
4.3	Toprak Profili.....	28
4.4	Toprak Renkleri.....	30
4.5	Çalışma Alanındaki Toprakların Genel Özellikleri.....	30

## JEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR

5.1	Giriş.....	33
5.2	Toprak Jeokimyası ve Örnek Alımı.....	33
5.3	Analiz Edilen Ağırmetallerin Genel Özellikleri.....	34
5.3.1	Civa'ya Ait Genel Özellikler.....	34
5.3.1.1	Civa Analizi.....	36
5.3.2	Çalışılan Diğer Ağırmetallere Ait Genel Bilgiler.....	40
5.3.2.1	Örneklerin Çözündürülmesi.....	42
5.3.2.2	Temel ve Eşik Değer Değerlendirilmesi.....	43
5.3.2.3	Sonuçların Yorumlanması.....	63

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
------------------------	----

KAYNAKLAR.....	65
----------------	----

EKLER.....	69
------------	----

ÖZGEÇMİŞ.....	70
---------------	----

## ÖZET

Bu çalışmada, Trabzon (Akçakale-Yomra) yöresindeki topraklarda bulunan bazı ağır metal (Hg, Pb, Zn, Mn, Fe, Co, Cu) içerikleri, çevre kirlenmesi açısından incelenmiştir.

İnceleme alanında bulunan en yağlı birimler Üst Kretase yağlı bazalt ve bazaltik piroklâstiklerle, volkano-tortul kayalar ve andezitlerle temsil edilirler. Bu birimlerin üzerinde daha genç ve onlarla uyumsuz olarak bulunan Neojen yağlı bazalt ve bazaltik piroklâstikler yer alır. Bu kayalar uyumsuz olarak Pliyosen yağlı kumlu kireçtaşları ve tabakalı kiltığı, kumtağı ve marn'dan oluşan birimler üstlerler. Çalışma alanında alttaki birimler üzerine, uyumsuz olarak, Kuaterner yağlı kırmızı killer, taraçalar ve alüvyonlar gelir.

Arazide, özellikle yerleşim bölgelerinden ve tarımın yoğun olduğu yerlerden, toprağın B zonundan örnekler alınmış ve bunlar üzerinde Hg, Pb, Zn, Mn, Fe, Co ve Cu analizleri yapılmıştır. Analizlerin sonucunda çalışılan bölgede, bu ağır metallerdeki temel değerlerin Fe için % 7.9, Cu için 100 ppm, Pb için 199 ppm, Co için 151 ppm, Mn için 1000 ppm ve Zn için 158 ppm, Hg için de 0,005 ppm'den daha az olduğu görülmüştür.

## SUMMARY

Heavy metal concentrations in soils around Trabzon (Ak-çakale-Yomra) region were investigated from the point of environmental assesment.

The oldest units exposed in the studied area are basalts, their pyroclastics, volcano-sedimantery rocks and andesites of Upper Cretaceous age. These rocks are disconformably overlain by basalts and basaltic pyroclastics of Neogene age. These are insturn disconformably overlain by sandy limestones and bedded siltstones, sandstones and marls. The stratigraphic succession completes upward with reddish clays, terraces and alluvions of Quaternary age.

Samples were collected from B zone of the soil profile, especially in populated and cultivated areas for Hg, Pb, Zn, Co, Mn, Fe, and Cu analyses. Background values determined are % 7.9, for Fe, 100 ppm for Cu, 199 ppm for Pb, 151 ppm for Co, 1000 ppm for Mn, and 158 ppm for Zn and less than 0,005 ppm for Hg.

## ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFYASI

### 1.1 Coğrafik Konum

Çalışma alanı, doğuda Yomra ilçe merkezi, batıda Akçakale, Kalisra ve Karaçam güneyde ise Kavala, Kutlugün ve Bakioglu mahalleleri ile sınırlı olup yaklaşık 150 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplar (Şekil 1.1).

### 1.2 Yüzey Şekilleri

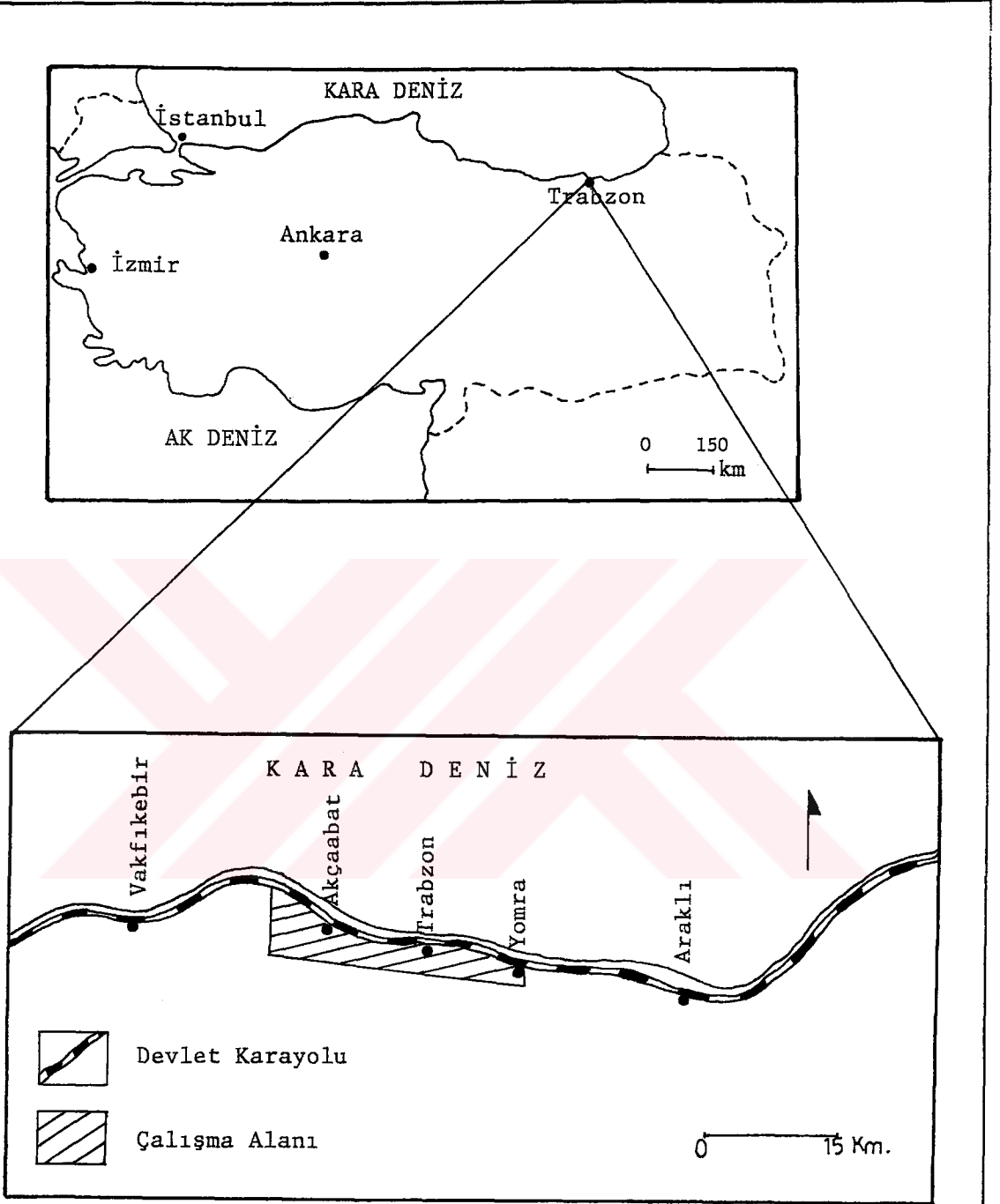
Çalışma sahası, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin belli topoğrafik özelliklerini taşır. Bu özellikler daha çok dar, denize dik ilerleyen vadiler ve bunları sınırlayan yüksek tepeler şeklinde ortaya çıkarlar. En yüksek tepeleri; Karlık Tepe (774 m), Salamit Tepe (684 m), Karakaya Tepe (449 m) oluşturmaktadır.

İnceleme alanında bulunan dereler K-G yönünde uzanan birbirine paralel vadilerde akarlar. En önemli dereler Şana, Kisarna, Değirmendere, Kalenima ve Sera Dereleri'dir.

### 1.3 İklim ve Bitki Örtüsü

Bölgede, yazları serin, kışları ılık ve hemen hemen her mevsim yağışlı Karadeniz iklimi hakimdir. Yağışlar genelde yağmur, kasım ve şubat ayları arasında ise çoğu zaman kar ve çok seyrek olarak da, özellikle yaz aylarında, dolu şeklindedir. En yüksek sıcaklıkların görüldüğü aylar temmuz, ağustos ve eylül aylarıdır.

İklimin bol yağışlı ve ılıman olması oldukça zengin çeşitli ve sık bir bitki örtüsünün oluşmasına neden olmuş, bu nedenle de mostralara önemli ölçüde örtülmüştür. İnceleme alanında yer yer orman ağaçlarından genellikle kızılçam, kavak,



Şekil 1.1 Yer bulduru haritası



ıhlamur, meşe ve çam ağaçlarına rastlanır. Bunların dışında fındık, tütün, mısır bahçeleri ve çalılıklar oldukça yaygındır. Tarımın yoğun olmadığı daha iç kesimlerde ise ormanlık araziler görülür.

#### 1.4 Yerleşim ve Ekonomi

İnceleme alanının kuzey kesiminde, yani sahilde, nüfus çok yoğundur. Dağınık yerleşim tipinin hakim olduğu güneye doğru gidildikçe nüfus yoğunluğu azalır. Bu dağınık yerleşim bölgenin çok engebeli bir araziye sahip olmasından dolayı Karadeniz Bölgesi'ne özgü bir özelliktir.

Bölge büyük bir ekonomiye sahip olmayıp, halkın bir çoğu geçimini tarımdan sağlamaktadır. Genelde fındık, tütün, mısır, lâhana yetiştirilmektedir. Tarımın en yoğun şekilde yapıldığı yerler Toklu, Beşirli ve Akyazı Köyleri'dir. Ayrıca buralarda az da olsa sebze seracılığı yapılmaktadır.

#### 1.5 Ulaşım

Arazi ulaşım bakımından oldukça elverişlidir. Çalışma alanının kuzeyinde sahil boyunca uzanan Trabzon - Samsun karayolu ve güneye doğru ilerleyen Trabzon - Erzurum karayolu en önemli ulaşım yollarıdır. Ayrıca, dar vadiler boyunca ilerleyen, stabilize yollar bölgeyi patika yollarla birlikte bir ağ gibi sarmıştır.

## ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanını da içine alan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Özsayar ve diğ. (1) göre ilk jeolojik incelemeler 1842 yılında Hamilton tarafından yapılmıştır. Yine Özsayar ve diğ. (1) göre daha sonraları 1. Dünya savaşı nedeniyle çalışmalara ara verilmiş ve 25 yıl süren durgun bir dönemden sonra MTA tarafından programlı çalışmalara başlanmıştır.

Erguvanlı (2), Trabzon- Gümüşhane arasındaki sahanın jeolojisini incelemiş ve bölgede yaygın olan Üst Kretase yaşlı volkano- tortul istif içinde kireçtaşı merceklerinin bulunduğunu belirtmiştir.

Gattinger (3), Pontid'lerdeki Üst Kretase'nin genel olarak andezitik ve bazaltik lâvlardan, aglomeralardan oluşan kalın bir örtü tabakası olduğunu ortaya koymuştur.

Özsayar (4), Trabzon- Yomra yöresinde yaptığı çalışmada Üst Kretase'nin Globotruncana'lı kırmızı kireçtaşı ile temsil edildiğini açıklamıştır.

Keskin (5), Kisarna ve civarında yaptığı bitirme çalışmasında bölgedeki tortul kayalarda bulunan Orbitoides, Globotruncana ve Globigerina fosillerinden yararlanarak bu kayaların Üst Kretase yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Türk-Japon Heyeti (6), bölgedeki Üst Kretase ile Tersiyer formasyonları arasında belirli bir diskordansın varlığını belirtmektedir. Ayrıca Üst Kretase yaşlı volkanik kayaların genellikle yoğun bir bozuşmaya uğradıklarından buna karşılık Tersiyer yaşlıların ise daha az altere olduklarından söz etmektedir.

Eren (7), Trabzon'da Kalepark ve Boztepe civarındaki bitirme ödevi çalışmasında bölgedeki aglomeralar arasındaki kireçtaşları çakılında Globotruncana fosilleri bulmuş ve bu nedenle bölgedeki volkanizmanın bir bölümünün Alt Paleosen'den genç olabileceğini söylemiştir.

Sadıklar (8), Akçaabal - Araklı (Trabzon) arasında kalan sahil kesiminde yaptığı çalışmada güncel topraklar içinde Fe - Mn zenginleşmelerine rastlamıştır. Yazara

göre; daha çok ince bantlar (seviyeler) ve özellikle yumrular şeklinde olan bu zenginleşmeler alttaki, daha çok andezit, bazalt gibi bazik kayalarda bulunan mafik silikat minerallerinin bozuşmasından oluşmaktadırlar.



## GENEL JEOTLOJİ

### 3.1 Giriş

Çalışma alanını içine alan Doğu Karadeniz Bölgesi aynı zamanda "Doğu Pontidler" diye de adlandırılan jeotektonik bir birime karşılık gelir.

Kuzey Anadolu dağlarına tektonik birim olarak "Pontid" ler ismi Özsayar ve diğerlerine (1) göre ilk defa 1842 yılında Hamilton tarafından verilmiş ve bu terim daha sonraki araştırmacılar tarafından da sürekli kullanıla gelmiştir. Yine aynı yazarlara göre daha sonraki yıllarda 1912' de Oswald (9) ve 1939 yılında Arni (10) Pontid'leri Kuzey ve Güney olmak üzere iki bölüme ayırmayı uygun bulmuşlar, buna karşılık 1966' da Ketin (11) Pontidleri tek bir tektonik birim olarak tanımlamıştır.

Söz konusu arazide Doğu Pontid'lerin kuzey kanadında yer alır, burada en yaşlı birimler Üst Kretase, en gençler ise Kuaterner yaşlıdır. Takip eden bölümlerde birimler hakkında ayrıntılı bilgiler verilecektir.

### 3.2 Çalışma Alanının Stratigrafi ve Petrografisi

Yapılan çalışmalar sonucunda sahada 9 birim tespit edilmiştir (Şekil 3.1).

#### 3.2.1 Üst Kretase

Çalışma alanında en yaşlı birimler Üst Kretase yaşlı bazaltik lâv ve piroklâstikleri ile andezitik lâv ve kireçtaşlarından oluşur. Çalışma alanının batısında, özellikle Söğütlü Deresi ile Akçakale arasında ve yine çalışma alanının orta- güney kesiminde yüzeylenirler. Toplam olarak çalışılan alanın yaklaşık 1/3 ünü örten bu birimler 50km<sup>2</sup> lik bir alanda mostra verirler.

Zaman	Devir	Devre	Kalınlık	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
S E N O Z O I K	Kuaterner	?	~ 30m. ~ 20m.		Alüvyon, taraca Kırmızı killer Kılıta, Kurttası ve mam Kumlu kireçtaşı.
	N E O J E N	Pliyosen	130 m.		
			>1750 m.		Olivinli-Ojitli Bazalt ve Piroklastikleri
M E S O Z O I K	Ü S T K R E T A S E		>2800 m.		Hiperstenli-Ojitli Bazalt ve Piroklastikleri
					Volkano-Tortul Kayaçlar  Andezit  Hiperstenli-Ojitli Bazalt ve Piroklastikleri
					Ölçek : 1/25000

Sekil 3.1 Trabzon ve çevresinin genelleştirilmiş dikme kesiti.

### 3.2.1.1 Bazalt ve Bazaltik Piroklâstikler

Piroklâstlarına nazaran lâvlarının egemen olduğu bu birim çalışma alanının orta- güney kısmındaki volkano-tortul kayalar ile ardalanmalı olarak yer alır. Söz konusu bu birimin yaşı kireçtaşlarındaki Glabutruncana tricarinata, Glabutruncana linneriana, Glabutruncana arca, Glabutruncana bulloides fosillerinden hareketle Üst Kretase olarak tesbit edilmiştir. Çalışma sahasının orta-güney kısmında bir koridor şeklinde uzanan bu birim batı kesimde (Söğütlü'nün batısında) geniş bir alanda yüzeyleme gösterir. Söz konusu birimi altlayan birim arazide tesbit edilememiştir. Ancak daha önceki çalışmalara dayanılarak (12) ve son zamanlarda Sera heyelanı güneyinde yapılan çalışmalara göre söz konusu bu birimin altta bulunan Jura yaşı spilitletler üzerine uyumsuz olarak oturdukları tesbit edilmiştir (13).

Üst Kretase yaşı bu birimi özellikle arazinin orta-güney kesiminde Neojen yaşı bazaltik lâv ve piroklâstikleri uyumsuz olarak üstlemektedir.

Yapılan jeolojik kesitten hareketle birimin görünür kalınlığının 2800 m'den fazla olduğu bulunmuştur (Ek 2).

Neojen yaşı bazaltik lâv ve piroklâstiklerine göre çekiç darbesi ile daha kolay kırılabilen ve daha çatlaklı olan söz konusu birimin ayrışma renkleri kahverengi, sarımsı kahverengi tonlarında olup, renk taze kırık yüzeylerinde gri-kahverengimsi ve gri tonlarındadır.

Bu birim içinde, Salacık, Darıca güneyi, Zeytinlik ile Toklu Köyü civarında yer yer yastık lâvlara rastlanır. Deniz altı volkanizması ürünü olan bu yastık lâvların aralarında kilttaşları bulunmaktadır.

Yüzeyden itibaren derine doğru son derece fazla ayrıştıkları ve özellikle yüzeyde yerli, kalın toprak örtüsüyle kaplı oldukları tesbit edilmiştir. Bol çatlaklı olan bu birimin çatlakları genellikle klorit, limonit, zeolit ve kil dolguludur. Bir ayrışma şekli olan eksfoliasyon yapısına da sıkça rastlanılır (şekil 3.2).



Şekil 3.2 Bostancı Köyü civarında bazaltlardaki eksfoliasyon yapısı.

Üst Kretase yaşlı bazaltlar, piroklâstiklerine oranla çok daha fazla yaygındır. Söğütlü Dere'sinin batısında Kayalar Mahallesi ve Darıca Köyü civarında görülür. Toprak örtüsünün kalın oluşu bunların kullanılan ölçekte haritalanmasına imkân vermemiştir.

Söz konusu birime ait örneklerin mikroskobik inceleme sonuçları şöyledir:

örnek no : 22, 76, 80, 54, 60, 55

strüktür : Boşluklu mikrolitik porfirik, mikrolitik porfirik

Mineraller:

Plajiyoklas : Kayacın açık renkli minerallerinin tamamını oluşturan plajiyoklaslar, mikrolitler ve iri kristaller halinde kayaç içinde homojen olarak dağılmışlardır. %52 An içerdiklerinden cinsleri labradordur. Çok az bir bölümü ayrışmaya uğramış plajiyoklaslarda daha çok kalsitleşme, serisitileşme ve epidotlaşmaya rastlanır.

Ferromagnezyen mineraller : Kayacın yaklaşık olarak % 30 nu-



oluşturan bu mineraller tamamen kloritleşmiş olduklarından cins tayini yapılamamıştır (şekil 3.3).



şekil 3.3 Boşluklu mikrolitik porfirik strüktür.

Pl: plajiyoklas, Kl: Klorit, Kal: Kalsit,  
O: Opak mineral (//N, +N).

Klorit: Ferromağnezyen minerallerin ayrışma ürünü olarak kayacın boşluklarında bol miktarda rastlanılmaktadır.

Kalsit: Tamamen boşluk dolgusu olarak rastlanılıyor.

Zeolit: Plajiyoklasların ayrışma ürünü olan zeolitler boşluk dolgusu halinde, bol miktarda mevcut olup, 2V= 25 derece ve çift eksenli (+) olduğundan dolayı cinslerinin heulandit olduğu bulunmuştur.

Opak mineraller: Kayaç içinde %10 civarında olup, öz şekilsizdirler ve homojen olarak dağılmışlardır.



### 3.2.1.2 Volkano- Tortul Kayaçlar

Üst Kretase yaşlı bazaltların ve bazaltik piroklâstiklerin içerisinde, bunlarla uyumlu olarak doğu- batı doğrultusunda uzanan volkano - tortul kayaçlar yer alır. Bunlar genelde tüfit, az miktarda kırmızı kireçtaşı, gri renkli kumlu kireçtaşları, marn ve kiltası araldanmasından oluşurlar.

Yaklaşık olarak 750 m kalınlığa ulaşan bu birimin tabaka kalınlığı 1 cm ile 1 m arasında değişir. Kiltası genellikle cm'lerle ölçülecek kalınlıkta, kumlu kireçtaşları ve tüfitlerin kalınlıkları ise daha fazladır. Volkano - tortul kayaçlar içinde yer yer lâvlara da rastlanılır. Kiltası, tüfit ve kırmızı kireçtaşları bu seri içinde onlarca kez tekrarlanır, fakat her bir birimin toplam kalınlığı 20 m'yi geçmez.

Volkano - tortul seri içinde daha sert olan birimlerin bol çatlaklı olmalarına karşılık, killi seviyelerde hemen hemen yok denecek kadar az çatlak gözlenir. Kireçtaşlarındaki çatlaklar genellikle kalsit dolgulu olup, çatlaklar arası uzaklık 20 - 70 cm arasında, çatlak açıklıkları ise 1 mm - 2 cm arasında değişir. Tüfitlerdeki çatlaklar ise genelde klorit kısmen zeolit dolguludur. Bunlardaki çatlaklar arası uzaklıklar kireçtaşlarından daha fazladır.

Bu birimden yapılan ince kesitin incelenmesi sonucu şöyledir:

Örnek no: 58

Biyojen: Yoğunlaşma seviyelerinde % 80, diğer seviyelerde % 30, ortalama değer olarak da % 40 oranında bulunur.

Kayaç parçası: % 8 oranında bulunuyor.

Bağlama fazı: Demir oksit boyamalı mikrit.

Bol miktarda Globotruncana ve çeşitli planktik foraminifer faunası ve malakit tanecikleri içerir. Biyojenlerin bazıları ise sparitleşmiştir (şekil 3.4).

Birimden alınan örneklerde aşağıdaki fauna saptanmıştır:

*Globotruncana tricarinata*

*Globotruncana linneiana*

*Globotruncana arca*

*Globotruncana bulloides*

buna göre birime Üst Kretase (Kampaniyen- Mestriçtiyen) yaşı verilmiştir.



Şekil 3.4 Kırmızı kireçtağlarının mikroskopik görünümü.  
Globotruncana sp. mikrofosilleri (//N).

### 3.2.1.3 Andezit

İnceleme alanında çok dar bir alanda yüzeylemektedir. Kisarna Madensuyu civarında ve Hızarcıoğlu Mahallesiinde toplam 0,5 km<sup>2</sup> lik bir alanı kaplar.

Kisarna Deresi boyunca sağ yönlü doğrultu atımlı bir fayla atıma uğramıştır. Yapılan jeolojik kesitten görünür kalınlığının 300 m den fazla olduğu tesbit edilmiştir (Ek.2).

Söz konusu birim, Üst Kretase yağlı bazaltları ve piroklâstikleri, volkano-tortul kayaları keserek yüzeyle-

miştir. Yan kayaç dokanağında kontakt metamorfizma etkileri görülmektedir. Buradan hareketle yağının Üst Kretase veya daha genç olabileceği kanısına varılmıştır. Ancak bu birimi üstleyen herhangi bir başka birim olmadığından, ya da görülemediğinden, daha önceki çalışmalarda (14,15) bu birime verilen Üst Kretase yağı benimsenmiştir.

Bu birimden alınan örneklerin mikroskopik inceleme sonuçları şöyledir:

Örnek no: 56, 57

Strüktür: Entersertal, ince taneli porfirik

Mineraller:

Plajiyoklas: Kayacın açık renkli minerallerinin yaklaşık % 95 ini oluşturan bu plajiyoklaslar mikrolitler halinde bulunmaktadır. Büyük bir bölümünde serisitleşmeye rastlanılmaktadır, bazılarında da zonlu yapı görülmektedir. Cinslerinin % 35 An ile andezin oldukları tesbit edilmiştir.

Kuvars: Kayacın açık renkli minerallerinin yaklaşık % 5 ini teşkil eden bu mineral genelde özgekilli olup, plajiyoklaslar arasındaki boşlukları doldurmuş olarak bulunur. Tamamına yakınında da dalgalı sönmeye rastlamak mümkündür.

Hornblend: Genellikle özgekilli ve yarı özgekilli iri kristaller halinde kayağın % 25- 30 unu teşkil etmektedirler. Bunlar kısmen koritleşmişlerdir (Şekil 3.5).

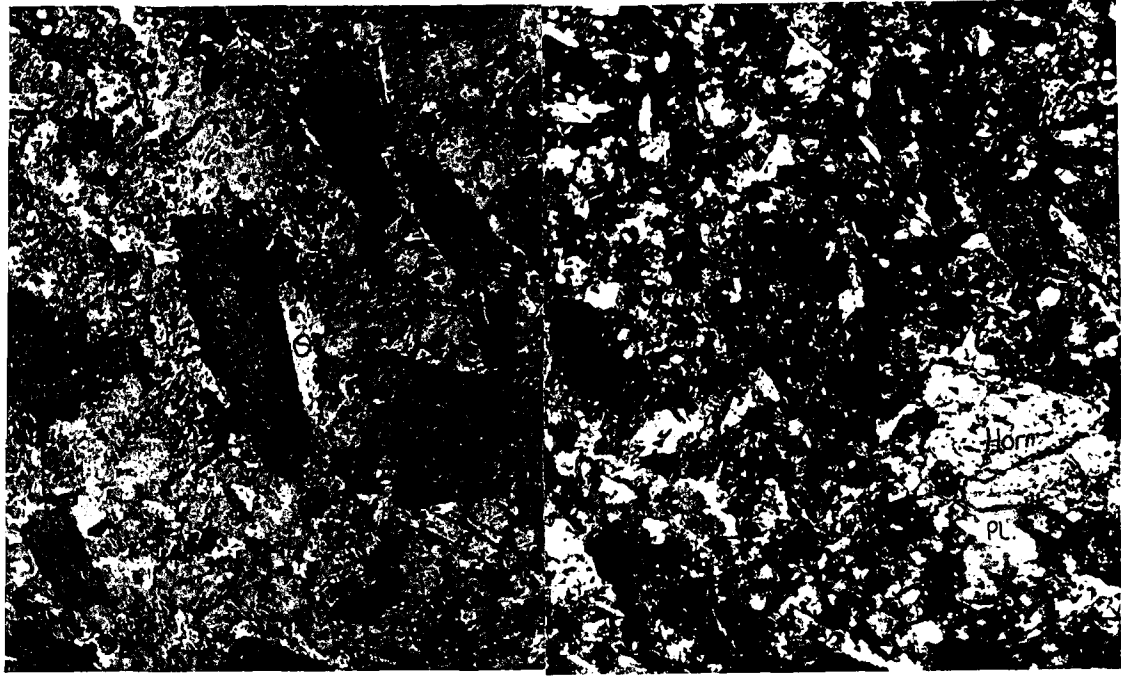
Biyotit: Kısmen kloritleşmiş olarak kayaçada yaklaşık olarak % 4 civarında bulunmaktadır.

Klorit: Kayaç içinde az miktarda bulunan klorit, ferromagnezyen minerallerin ayrışma ürünü şeklindedir.

Serisit: Plajiyoklasların ayrışma ürünü olan serisit, bol miktarda bulunmaktadır.

Opak mineraller: Kayaç içinde saçınım halinde % 2 oranında bulunan opak mineraller genellikle özgekillidirler.

Kayaç adı: Hornblendli andezit



117M

Şekil 3.5 Andezitteki ince taneli porfirik strüktür.  
Pl: Plajiyoklas, Q: Kuvars, Hor: Hornblend  
(//N., +N.).

## 2.2 Tersiyer

Çalışma alanında Tersiyer Neojen yağlı lösitli- ojitli bazalt, ojitli bazanit ve piroklâstikleri ile Pliyosen yağlı kumtaşı, kireçtaşı az miktarda da kumtaşından oluşan tortul kayalar ile temsil edilir.

### 2.2.1 Neojen Bazaltları ve Piroklâstikleri

Çalışma alanının yaklaşık 2/3 ünde yüzeylenen bu birimin piroklâstikleri lâvlarına nazaran daha fazla mostra verir. Bu birimin lâv ve piroklâstiklerini, çalışma ölçeğinde ayrı ayrı iritalama olanağı olmamıştır.

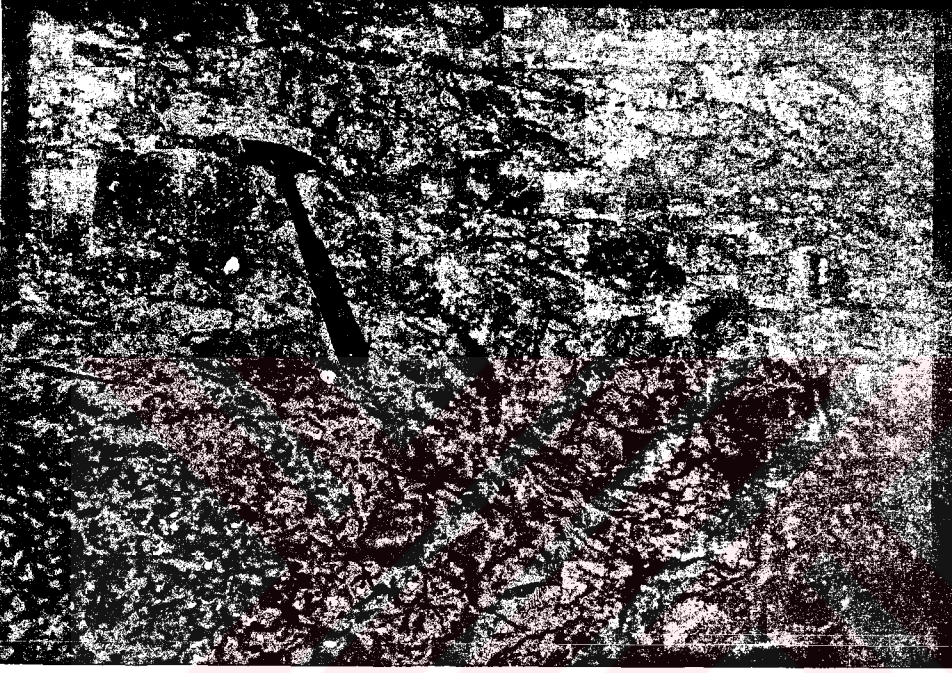
Genellikle çalışma alanının orta ve doğu kısmında yüzeylenme gösteren bu birim altta bulunan Üst Kretase yağlı bazaltik lâv ve piroklâstikleri ile volkano- tortul kayalar üzerine uyumsuz olarak oturur.

Makroskobik olarak oldukça sağlam görünümlü, genelde kırılmaz, koyu gri renklidirler. Üst Kretase yağlı bazaltlara nazaran daha iri ve bol miktarda ojit kristalleri



içerirler. Arazi gözlemlerine göre belirgin bir farklılık da yastık lâvların bulunmamayıdır. Mikroskobik olarak da üst Kretase yağlı bazalt ve piroklâstiklere göre bol miktarda lösit içermeleridir.

Bu birimde piroklâstikler yaygın olarak bulunur. Piroklâstikler içinde ise aglomeralar, tüflere nazaran daha boldur (şekil 3.6).



Şekil 3.6 Çilekli Köyü civarındaki Neojen yağlı aglomeralarının görünüşü.

Aglomeranın çakılları genel olarak kögeli, kısmen de yuvarlağımsıdır. Bileşimleri büyük oranda bu birimin lâvlarıyla uyumludur. Ancak aglomeraların kısmen de olsa, üst Kretase yağlı birimlere ait çakılları da (spilitik bazalt, kireçtağı, kiltığı, tuf vb.) içerdiği görülmüştür. Bu verilerden hareketle yağının üst Kretaseden daha genç olduğu söylenebilir.

Çalışma alanının orta kısmında söz konusu bu birimin üzerinde Pliyosen yağlı tortul kayalar bulunur. Bu nedenle bunların Pliyosen'den daha yağlı olduğu kanısına varılmıştır.

Piroklâstik kayalara ait tüfler, aglomeralara nazaran daha dar bir alanda, ancak yer yer onlarla ardalanmalı ve

karmaşık olarak yer alırlar. Bu özellikten dolayı aglomera ile tüflerini ayrı ayrı haritalama imkânı olmamıştır. Tüfleri Salacık'ın yaklaşık 2 km güneybatısında, Demirci Köyü'nün 1 km kuzeyinde ve Söğütlü Köyü'nün güneyinde yüzeylenmektedir. Genelde tabaka doğrultu ve eğimleri daha önceki tortul kayalar ile uyum içerisinde olup, eğimleri bir kaç derece ile kuzeye doğrudur. Genellikle sarımsı kahverengi tonlarında olup, aglomeralarına nazaran oldukça fazla ayrışmışlardır. Yer yer çakıl boyutunda materyeller içerirler.

Söz konusu birimden alınan örneklerde mikroskobik olarak aşağıdaki özellikler belirlenmiştir:

örnek no: 10, 50, 34, 4, 20, 15, 11, 35, 44, 23

Strüktür: Mikrolitik porfirik, hyalo- ince taneli porfirik, ince taneli porfirik.

Mineraller:

Plajiyoklas: Kayacın açık renkli minerallerinin yaklaşık % 65 ini oluşturan plajiyoklaslar, bazı yerlerde iri kristaller halinde bazı yerlerde de mikro kristaller halinde bulunurlar. Cinslerinin % 52 An ile labrador olduğu tesbit edilmiştir. Plajiyoklasların bazıları ise kalsitlemiş, zeolitlemiş ve serisitlenmişlerdir. Bazı plajiyoklaslarda da zonlu yapı mevcuttur.

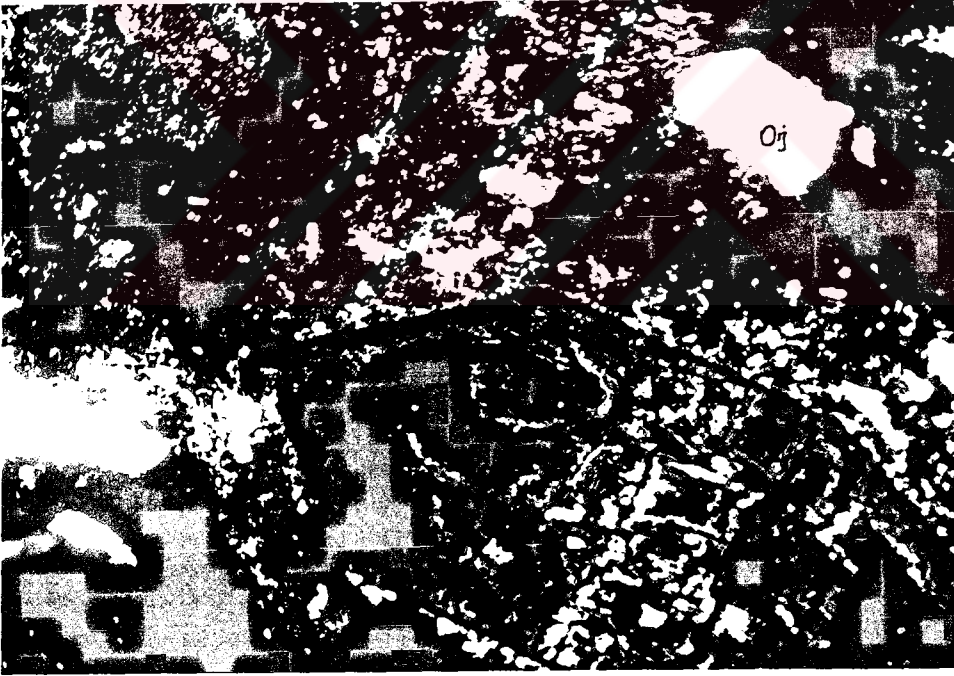
Lösit: Kayacın açık renkli minerallerinin yaklaşık % 35 ini teşkil etmektedir. Genellikle iri kristaller halinde bulunurlar. Bazıları kalsitlemiş ve zeolitlemişlerdir. Lösitler bazen de iri ojit kristalleri içinde inklüzyonlar şeklinde görülmektedir.

Ojit: Kayaçada yaklaşık % 30 oranında bulunan bu mineral genellikle iri kristaller halindedir. Ojitlerin tamamına yakınında zonlanma mevcuttur. Bazıları bol miktarda lösit ve opak mineral inklüzyonları içeriyor.

Olivin: Kalıntı halinde bulunan, altıgenimsi şekildeki olivin mineralleri yer yer serpantinleşmiş, kloritlemiş ve bazen de ikincil metal mineralleri tarafından yerleri alınmış olarak bulunurlar. Kısmen de iddingsite dönüşmüş olanları vardır (şekil 3.7).



117 μ



117 μ

Şekil 3.7 Hyalo- mikrolitik yapı.

Ls: Lössit, Oj: Ojit, Ol: Olivin, fd: feldspat  
(//N, +N).

Zeolit: Açık renkli minerallerin ayrışma ürünü olan zeolite sıkça rastlanılmaktadır.

Zoisit: Kayaç içinde % 1 oranında özgekilli kristaller halinde bulunmaktadır.

Opak mineraller: Kayaçta saçınım halinde bulunan opak mineraller kısmen özgekilli ve birincil olarak, daha fazla oranda da özgekilsiz ve ikincil olarak görülmektedirler.

Kayaç adı: Olivin, ojitli lösit bazanit

Örnek no: 26

Strüktür: Mikrolitik porfirik ve yer yer de ince taneli porfirik.

Mineraller:

Plajiyoklas: Kayaçın açık renkli minerallerinin % 85'ini oluşturan plajiyoklasların cinslerinin % 64 An ile labrador olduğu tesbit edilmiştir. Tamamen küçük kristaller halinde bulunan plajiyoklaslarda zonlanma mevcuttur.

Lösit: Açık renkli minerallerin % 15'ini oluşturan lösitler, oldukça fazla oranda ayrışmaya uğramışlardır.

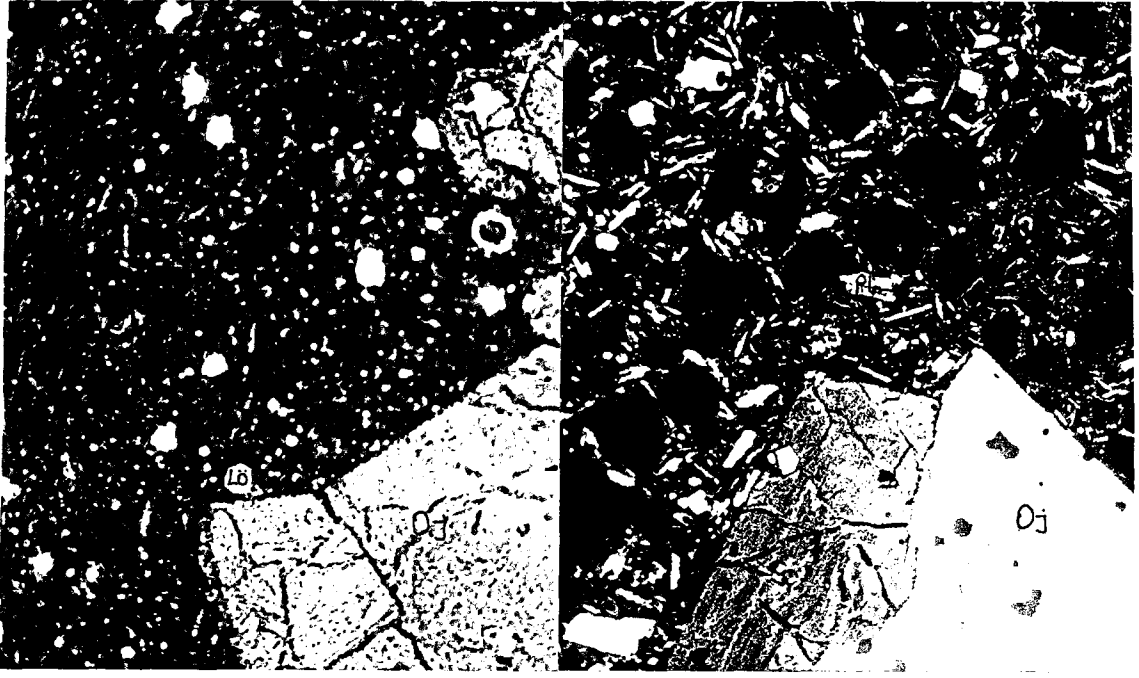
Ojit: Kayaç içinde % 20 oranında mevcut olan ojit, hem mikro taneler halinde hem de iri kristaller halinde bulunmaktadır.

Olivin: Kayaç içinde kalıntı halinde mevcut olup, yer yer özgekilli altıgen biçiminde yer yer de özgekilsizdirler. Kayaçta % 5 civarında bulunan olivinin tamamına yakını ayrışmaya uğramıştır (çekil 3.8).

Klorit: Olivinin ayrışma ürünü olarak bol miktarda rastlanılmaktadır.

Kalsedon: Kayaçta az miktarda mevcut olup, genelde boşluk dolgusu şeklindedir.





Şekil 3.8 Mikrolitik porfirik ve yer yer de ince taneli porfirik strüktür. Lö: Lössit, Oj: Ojit (//N, +N).

Opak mineraller: Kayaç içinde % 2-3 oranında ve saçınım halinde bulunan opak mineraller kare şekillidirler.  
Kayaç adı: Bazalt (olivin- ojit- lösit- B.)

Örnek no: 41, 36

Mineraller:

Plajiyoklas: Açık renkli minerallerin yaklaşık % 60'ını oluşturmaktadır. Bol miktarda ayrıışmış kloritleşmiş, kalsitleşmiş ve zeolitleşmiştir. Cins tayini yapılamamıştır.

Lössit: Açık renkli minerallerin yaklaşık % 40'ını oluşturmaktadır. Küçük taneler ve iri kristaller halinde bulunur. Plajiyoklaslara nazaran çok daha sağlam ve ayrıışmamışlardır.

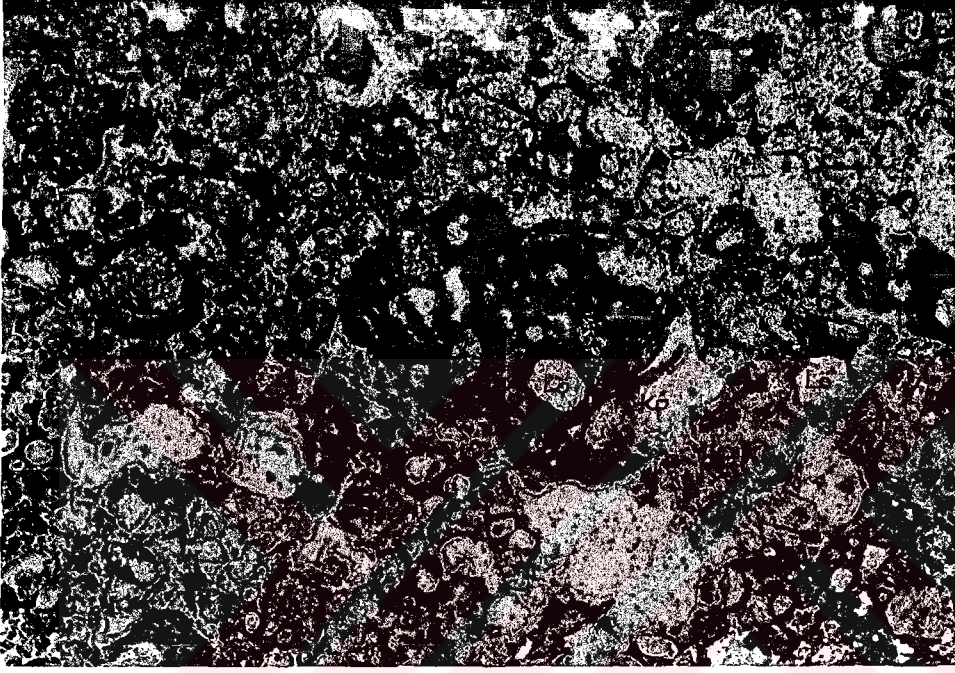
Olivin: Kalıntı halinde, az miktarda bulunmaktadır.

Ojit: Kayaç içinde yaklaşık % 25 oranında, genellikle kırılmış, parçalanmış kristaller halinde, bol miktarda kloritleşmiş ve genellikle kenarlar boyunca ikincil opak minerallerince sarılmış durumdadırlar. Bazı iri kristallerde zonlanma ve dalgalı sönme mevcuttur.

Zeolit: Feldispatların ayrışma ürünü olarak görülen zeolit kayacın çatlak ve boşluklarını doldurmuştur.

Klorit: Ferromagnezyen minerallerin ayrışma ürünü olup kayaç içinde yaygın olarak bulunur.

Kayaç parçaları: Kayaç içerisinde yaklaşık % 5 oranında bulunan kayaç parçalarında plajiyoklas, lösit, ojit, klorit, zoisit ve opak mineraller bulunmaktadır (Şekil 3.9).



117M

Şekil 3.9 Pl: Plajiyoklas, Oj: Ojit, Lö: Lösit, Kp: Kayaç parçası (//N).

Opak mineraller: Saçınım halinde bulunmaktadır, birincil opak mineraller özgekilli, ikincil olanlar ise özgekil-sizdirler.

Kayaç adı: Litik kristal ojitli bazanitik tüf

### 3.2.2.2 Pliyosen Yağlı Kumlu Kireçtaşları ve Tabakalı Kilitaşları

Çalışma alanının orta - kuzey kısmında, sahilden bir kaç yüz metre içeride, küçük mostralar halinde yüzeylenirler. Altta bulunan birimler üzerine uyumsuz olarak otururlar.

Akçaabat civarında yaklaşık  $0,5 \text{ km}^2$  lik bir alanda bulunan, üst Kretase yağlı bazaltlar üzerine uyumsuz olarak oturan kireçtaşlarının tabanında  $0,5 \text{ m}$  kalınlığa varan konglomeratik bir birim mevcuttur. Üstte doğru kum oranının azaldığı, yer yer masif karakterli olan bu kireçtaşı yanal olarak devamsızlık arzeder. Tabaka kalınlıklarının  $0,2 - 2 \text{ m}$  arasında değiştiği, genelde yatay veya bir kaç derece ile kuzeye doğru eğimli oldukları tesbit edilmiştir. Söz konusu bu birimden kayaç örneği alınmamış ve daha önceki çalışmalarda (16) yağ benimsenmiştir.

Çalışma alanındaki Pliyosen yağlı tabakalı kilitaşları ise Atatürk Köşkü, Kaymaklı Mahallesi, Boztepe Mahallesi ile Orman işletmesi civarında yaklaşık  $2 \text{ km}^2$  lik bir alanda yüzeylenirler. Toplam görünür kalınlıkları  $20-30 \text{ m}$  civarındadır (Şekil 3.10)

Genellikle gevşek, tam olarak diyajenez geçirmemiş olan bu kilitaşlarının tabaka kalınlıkları  $1 - 3 \text{ cm}$  civarında olup, genelde bir kaç derece ile kuzeye doğru eğimlidirler (Şekil 3.11). Altta bulunan Neojen yağlı aglomeralar üzerine uyumsuz olarak otururlar.

Arazi gözlemleriyle sarımsı, kahverengi tonlarında olup, yer yer bol makro fosil içerirler. Daha önceki çalışmalara (17) göre Pliyosen yağındadırlar.



Şekil 3.10 Orman işletmesi civarındaki killerin görünümü.



Şekil 3.11 Orman işletmesi civarındaki kiltaglarında tabaka kalınlıklarının görünümü.



### 3.2.3 Kuaterner

#### 3.2.3.1 Kırmızı Killler

Çalışma alanında, Neojen yaşlı birimler üzerinde yüzey-sel ayrışmaya bağlı olarak gelişmiş olan kırmızı renkli killeri her tarafta görmek mümkündür. Ancak arazinin çok az kesiminde haritalanacak ölçekte yayılım gösterirler. Meselâ; Mere Tepesi, Kızıltoprak, Akyazı, Konaklar Köyü güneyinde olduğu gibi. Toplam görünür kalınlıkları 1 - 5 m arasında değişen bu birim derine doğru sağlam, ayrışmasız aglomeralara geçiş gösterir. Oldukça fazla miktarda Fe - Mn yumruları içeren bu kırmızı killer çalışma alanında yaklaşık 3 km<sup>2</sup> lik bir alanda yüzeylenme gösterirler.

Genelde tabakalı yapı göstermemeleri, fosil içermemeleri ve içerisinde tamamen ayrışmamış aglomera çakıllarının bulunuşu bunları Pliyosen yaşlı tortulaşma ürünü kırmızı kiltaşlarından ayıran en önemli özelliklerdir.

#### 3.2.3.2 Taraçalar

Çalışma alanının kuzeyinde denize paralel olarak yüzeylenirler. Bunlar genelde bazalt, andezit ve yer yer de ki-reçtaşlarının çakıllarından oluşmuşlardır. Çakılların boyutları 1 mm ile 15 cm arasında değişmektedir. Taraçalar değişik boyuttaki çakılların tekrarlanması şeklinde görülürler. Genelde altta iri ve yassılaştırmış, çok az yuvarlaklaştırmış bir seviye, onun üstünde iri, orta, ince çakıllı bir seviye onun üstünde de kumlu bir seviye bulunur. Bu taraçalar akarsu vadileri ile kesilmiş olup kalınlıkları 1 m ile 10 m arasında değişir.

#### 3.2.3.3 Alüvyonlar

Alüvyonlar kıyı boyunca çok geniş alanlar kaplarlar. Bu alüvyonlar çevreye hakim olan volkanik kayaların

kırıntılarından oluşurlar. Şana, Değirmendere, Beşirli, Kalenima ve Sera Dereleri'nin alüvyonları önemli yer tutmaktadır.

### 3.3 Yapısal Jeoloji

Yapı elemanları olarak arazide genel olarak tabakalar, çatlaklar ve faylar bulunur; bunların genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

#### 3.3.1 Tabakalar

Çalışma alanının güneyinde gözlenen volkano - tortul kayaların tabaka doğrultuları batı kesimde birbirine biraz olsun uyum gösterirken, doğu kesiminde oldukça değişkendir. Bu birimin genel tabaka doğrultuları KD-GB, KB-GD, eğimlerinin ise 15 - 72 derece GD - KD olduğu söylenebilir.

Kumlu kireçtaşlarının tabaka doğrultusu ise KD- GB eğim açıları ise 10- 20 derece KB' ya doğrudur. Bunların tabaka kalınlıkları ise 0.2- 2 m arasında değişmektedir.

Pliyosen yaşlı tabakalı kumlu ve siltli killerde ise tabakaların doğrultu ve eğimi 35 - 41 derece KD ve 12 - 16 derece GB ya doğrudur.

Ayrıca aglomeralar içinde gözlenen tabakalı tüflerin doğrultularının KD - GB, eğimlerinin ise 3 - 5 derece kuzeye doğru olduğu gözlenmiştir.

#### 3.3.2 Çatlaklar

İnceleme alanındaki üst Kretase yaşlı volkano - tortul kayalar oldukça fazla çatlaklıdır ve bu çatlaklar boyunca ayrışmaya uğramışlardır. Çatlak açıklıkları 1mm - 2cm arasında değişmekte olup, kısmen kalsit ve zeolit ile dolguludur. Çatlak ara uzaklıkları ise 20-70 cm arasında değişmektedir.

### 3.3.3 Faylar

Çalışma alanında büyük ve küçük boyutta bir çok fay mevcuttur. Ancak, arazinin yoğun bir bitki örtüsü ile kaplanmış olması bu fayların izlenmesini engellemektedir.

Kisarna Madensuyu'nun bulunduğu yerde, volkanitlerle kireçtaşlarının kantağında, bir fay bulunmaktadır. Bu fay yaklaşık 1-2 km boyunda, K40D doğrultusunda, sağ yönlü, doğrultu atımlı bir faydır.

Bu fayın biraz doğusunda yaklaşık 1 km uzunluğunda K20D doğrultusunda başka bir fay gözlenmiştir.

Çalışma alanının batısında ise Kayalar Mahallesi'nde yaklaşık 1,5 km boyunda K70D doğrultusunda normal bir fay bulunmaktadır.

Sögütlü Deresi civarında ise Üst Kretase yaşlı bazaltik lâv ve piroklâstikleri ile Neojen yaşlı bazaltik lâv ve piroklâstiklerinin sınır yapmaları bu dere boyunca muhtemel bir fayın var olduğunu düşündürmektedir.

## TOPRAK İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

### 4.1 Kayaçların Ayrışması ve Toprak Oluşumu

Kayaçların toprağa dönüşmesi olayına toprak oluşumu adı verilir. Toprak oluşumunda önce kayaçlar toprak ana materyaline dönüşmekte ve sonra da toprak ana materyalinden toprak meydana gelmektedir. Tabiatta toprak oluşumu şu sırayı izler:

Kaya → Ayrışmış kaya → Ham toprak → Olgun toprak

Gerek toprak ana materyalinin oluşumu ve gerekse bundan toprakların meydana gelişi bir seri fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların sonucudur. Bu olayların etkisiyle kayaçlardan toprakların meydana gelişi olayına ayrışma denir (18).

Kayaçların ayrışması ya da parçalanması kimyasal veya fiziksel olabilmektedir. Kayaç materyallerinde mineralojik veya kimyasal ayrışma olmadığı zaman fiziksel alterasyon olur. Fiziksel alterasyon ile kayaçlar küçük boyutlarda parçalara ayrılır. Kimyasal ayrışmada, kayacın minerallerinde kimyasal değişiklikler olur. Kayaçlardan toprak oluşması için en büyük faktör ayrışma ve erozyondur. Bunların dışında suyun da büyük etkisi vardır. Etkili olan diğer faktörler sıcaklık, basınç, rüzgâr, bakteriler ve insandır.

Kayaçlar çeşitli nedenlerle kırılıp parçalandıktan sonra ortaya çıkan çok sayıdaki parçacıkta fiziksel ya da kimyasal alterasyon olur.

Alterasyonun derecesini bir çok faktör etkilemektedir. Kayacın tipi ve iklim koşulları, kayacın permabilitesi, yeraltısuyunun durumu, topoğrafya, sıcaklık, yeraltı suyundaki oksijen ve diğer gazların oranı, ıslaklık ve



kuruluk, çevresel değişiklikler, kayacın maruz kaldığı yüzey ile ilişkisi vb. etmenlerdir.

Ayrışma sonucu oluşan ürünler de topoğrafyaya bağlı olarak taşınabilirler. Bazı durumlarda da aşınma sonucu oluşmuş tortular jeolojik zaman içerisinde rüzgârlarla ya da sularla taşınır (19).

#### 4.2 Toprağın Genel Yapısı

Topraklar aşağıdaki şu kısımlardan meydana gelmişlerdir:

a- Mineral parçacıkları: Mineral parçacıkları, kimyasal yapı ve büyüklük bakımından çok değişiklik gösterirler. Büyük kayaç parçaları, çakıl, kum, kil, ve çözünebilen tuzlardan ibaret olup, toprağın esas maddesini oluştururlar. Mineral maddeler, kayaçların ve ana materyalin parçalanması ve ayrışması ile meydana gelmişlerdir. Toprakda bulunan çözünebilir tuzlar, ya toprak çözeltisinde erimiş durumdadırlar, ya da toprak kolloidleri adını verdiğimiz toprağın ince kısımları tarafından absorbe edilmişlerdir.

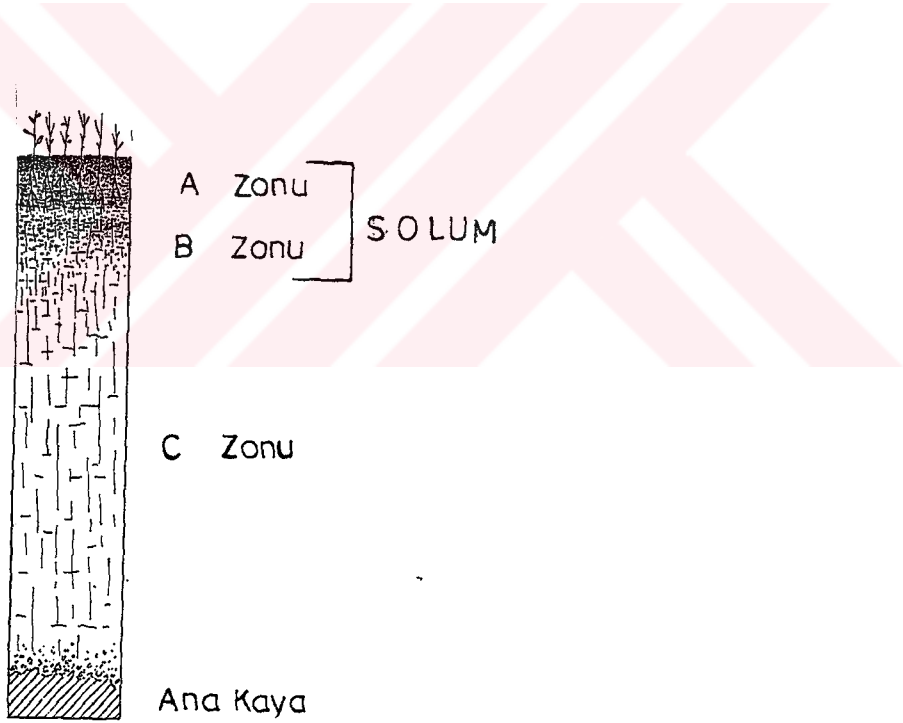
b- Toprak organik maddesi: Bunlar bitki ve hayvan artıklarının toprakda birikmesinden meydana gelmişlerdir.

c- Su: Toprağın sıvı fazını meydana getirir. Toprak suyu, gerek toprak içinde serbest halde bulunan ve gerekse toprak zerrelere belli yüzey kuvvetiyle bağlı bulunan sudan oluşur.

d- Hava: Toprağın zerrelere arasında ve toprak zerrelerinin içindeki boşlukları dolduran havadan ibarettir. Toprak havası bileşimce atmosferdeki havadan farklıdır. Daha fazla karbondioksit içerir. Bu karbondioksit topraktaki su ile birleşerek karbonik asit oluşturur. Bu karbonik asit toprakda en fazla bulunan asittir (18).

### 4.3 Toprak Profili

Toprak oluşumunda en önemli şey ayrıışmış maddenin bu sırada ayrıışan ortam içinde yer değiştirmesidir. Bu olay sonucu bileşimleri farklı seviyeler oluşur ki bunlara " toprak zonları" ve bu zonların dikine kesitine de " toprak profili" (=kesiti) adı verilir. Toprak profilinde üç zon vardır; bu zonlar derine doğru A, B, ve C zonlarıdır. C zonunun altında ise taze kayaç bulunur (şekil 4.1). Bu zonların genel yapıları:



şekil 4.1 Toprak profili

A Zonu: Bitki kökleri, yaprakları ve sapları gibi bitki artıklarının ve diğer organik maddelerin en fazla olduğu zondur. Diğer zonlara göre kendine özgü farklılıkları vardır. Bazı belirgin özellikleri, renk, tekstür veya karbonatların varlığı, ya da yokluğudur. Rengi, standart renklerle karşılaştırılarak belirlenebilir, tekstür kabaca anlaşılabilir ve karbonatların varlığı, sulandırılmış HCl asidini toprağa damlatarak köpürme reaksiyonu ile belirlenebilir. A zonunda aşağıya doğru hareket eden sular çözünebilen maddelerin büyük bir kısmını alıp götürmüşlerdir.

B Zonu: A zonundan yıkanan kil parçacıkları B zonunda birikirler. Kil zerrecikleri ve eriyebilir materyaller A zonundan aşağıya doğru su ile birlikte hareket ederler ve B zonunda birikirler.

A ve B zonlarının ikisine birlikte SOLUM denir.

C Zonu: Toprak materyali veya toprak ana materyalinden ibaret olan tabakadır; gevşemiş ve dağılmış bir durumdadır. Genellikle kimyasal, fiziksel ve mineralojik yapı bakımından üstündeki toprak ile benzerlik gösteren zondur. C zonu bir mineral zonedir.

Bu her üç zon da kendi arasında daha alt zonlara ayrılabilir (20).

Toprak profilinin gelişebilme oranı bazı değişkenlere bağlıdır. Bunlardan birisi kayaç türüdür. Örnek: granit veya bazalt üzerinde oluşmuş bir toprağın katmanları kaolinitik kil veya kuvarslı kumtaşı üzerinde oluşan topraklardan daha belirgin olurlar, çünkü kumtaşı ve kilde toprak çözeltileri bir katmandan diğer bir katmana taşıyabilecek çok az malzeme bulabilirler. İkinci bir değişken de iklimdir. Burada en önemli etmen yağmur oranıdır. Diğer koşullar aynı olsa bile yağmurun daha fazla olduğu ortamlarda taşınan malzeme oranı da oluşan toprak çözeltisi de daha fazladır. Topoğrafya üçüncü bir değişkendir. Dik yamaçlarda A ve B zonları birbirinden ayırtebilecek oranda oluşmadan taşınıp giderler. Düz arazilerde taşınma yarı oranda az olur. Diğer olası etmenlerde yağmurun mevsimsel dağılımı, donma sürelerinin uzunluğu, ortalama sıcaklık gibi etmenlerdir (21).

#### 4.4 Toprak Renkleri.

Renk, toprağın en belirli ve en kolay saptanabilen bir özelliğidir. Toprak üzerinde doğrudan doğruya pek az bir etkisi olduğu halde, toprağın diğer bir çok özellikleri hakkında fikir verebilir. Toprakların organik madde miktarı, anakayaç türü, drenaj durumu ve hava düzeni, renkle ilgili özelliklerdir. Toprak rengi toprakların sınıflandırılmasında bir ölçü olarak kullanılabilir ve çeşitli zonların renklerinden yararlanılarak ayrışmada olan olaylar hakkında yorum yapılabilir.

Topraklardaki koyu renk genellikle organik madde ile ilgilidir. Drenajı iyi olan topraklarda organik madde miktarı arttıkça toprağın rengi kahverengiden siyaha kadar değişebilir. Her zaman organik madde koyu rengin sebebi değildir. Bazaltik kayaların ayrışması sonucu organik maddece fakir olan topraklar da koyu renk gösterirler.

Topraklardaki kırmızı renk genel olarak demirhidroksitin demiroksite dönüşmesi ile ilgilidir. Mangandioksit ve kısmen hidroksitli demiroksitler de kırmızı rengin ortaya çıkmasına neden olurlar. Kırmızı renk genellikle iyi drenaj ve havalanmaya işaret eder.

Topraklardaki sarı renk ise büyük oranda demiroksit ile ilgilidir. Fakat hidratlanma azaldıkça renk kırmızıya döner. Sarı renkli topraklara daha çok nemli bölgelerde rastlanılır.

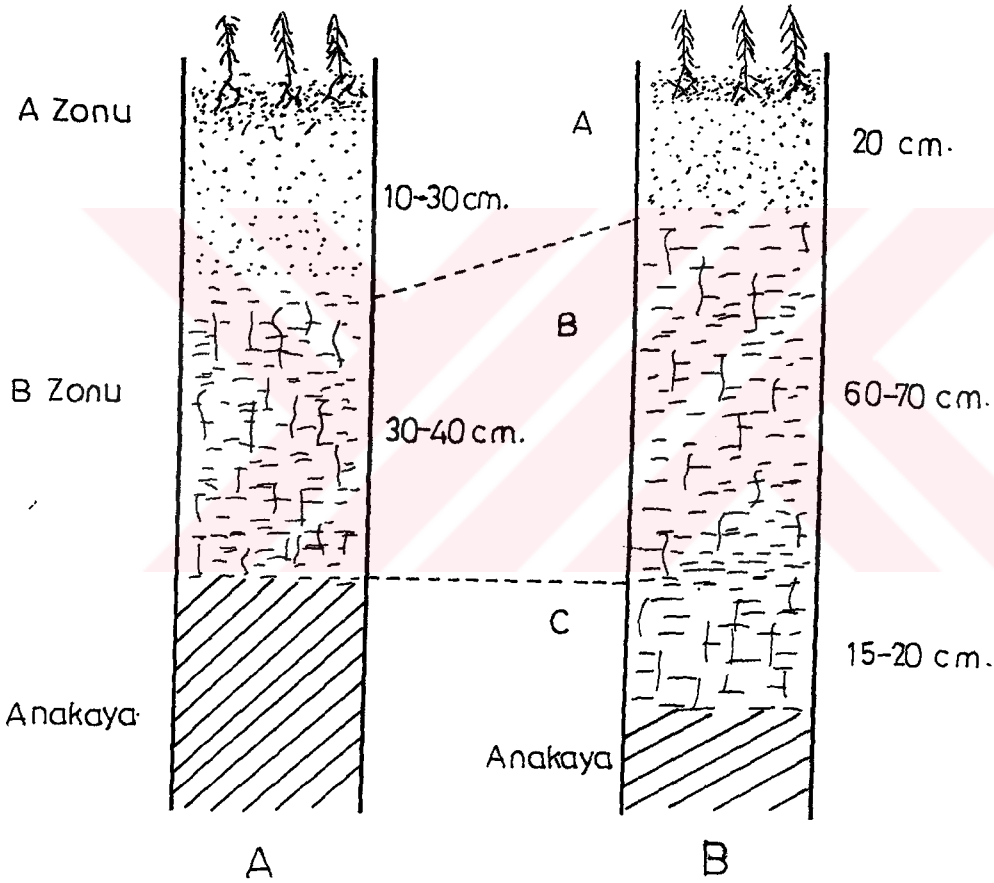
Topraklardaki gri rengin sebebi ise başlıca kuvars, kaolin, diğer kil mineralleri, kalsiyumkarbonat, magnezyumkarbonat, çeşitli tuzlar ve ferro demir bileşikleridir (18).

#### 4.5 Çalışma Alanındaki Toprakların Genel Özellikleri

Çalışma alanında, tesbit edilen birimlere bağlı olarak, toprağın renginin ve toprak profil kalınlıklarının değiştiği görülmüştür.

Üst Kretase yağlı bazalt ve piroklâstiklerin üzerinde

yer alan topraklar açık kahverengi renk gösterirler. Oysa Neojen yağlı bazalt ve piroklâstiklerin üzerindeki topraklar daha koyu kahverengi renk göstermektedirler. Her iki birimdeki lâv ve piroklâstiklerde de profil kalınlıkları değişmektedir. Lâv akıntılarında ince bir A zonu (10-30 cm) ve ince bir B zonu (30-35 cm) gelişmiştir. C zonu ise gelişmemiştir. Piroklâstiklerin üzerinde oluşmuş toprak profilinde ise ince bir A zonu (10-15 cm) ve 70 cm kalınlığında B zonu, değişken kalınlıklarda olan iyi gelişmiş bir C zonu görülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 A. Lâv akıntılarını üzerinde gelişmiş toprak profili.  
B. Piroklâstikler üzerinde gelişmiş toprak profili.

Üst Kretase yaşlı volkano-tortul kayaların üzerinde oluşmuş topraklar ise açık bejimsi renktedirler. Yine Üst Kretase'de bulunan andezitler üzerinde gelişmiş topraklarda ise yeşilimsi gri renk hakimdir.

Tabakalı kiltığı, kumtağı ve ayrışma ürünü olan kırmızı killer üzerinde gelişmiş topraklarda ise tamamen koyu ve açık kırmızı renk görülmektedir. Bu birim içinde; Bostancı köyü civarında çok koyu kahverengimsi kırmızı bir renk görülmüştür. Soğuksu, Bahçecik, Toklu civarında ise kahverengimsi-kırmızı renk hakimdir.

Inceleme alanında kırmızı renkli topraklar içinde, alttaki volkanitlerin ayrışması sonucu oluşmuş Fe-Mn yumrularına rastlanmıştır. Bunlar genelde çok küçük boyutludurlar (0.5-1 cm). Ancak bir çoğu bir araya gelerek konglomeratik bir yapı kazanmışlardır. Bunların çapları bazen 10 cm ye kadar ulaşabilmektedir. Fe-Mn yumruları bazen dağınık halde bazende belli seviyelerde dizilmiş, tabakalı yapı oluşturmuş vaziyette bulunurlar. Söz konusu bu Fe-Mn zenginleşmeleri (8) ve (24) tarafından "karasal hidrojenetik" oluşumların ürünleri olarak yorumlanmaktadır.

## JEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR

### 5.1 Giriş

Uzun yıllardan beri dünyanın bir çok yerinde ortaya çıkan ağır metal zehirlenmeleri, bu metal gruplarının çevre kirlenmesinde en ürkütücü grubu oluşturduğu kanaatini uyandırmıştır. Bunun iki ana sebebi vardır: Birincisi, ağır metal kirlenmeleri; bunlar organik zararlı maddelerin çoğuna karşılık, doğal olaylar ile kısa zamanda yok edilemezler; ikincisi ise söz konusu bu ağır metaller çeşitli mekanizmalar ile mineralojik ve organik maddelerce zenginleştirilebilmekte ve böylece uzun zamanlar için depolanmaktadırlar. Bunlar biyolojik zincir ile insan organizmasına kadar ulaşabilir ve orada kronik ve akut zararlara yolaçabilirler.

Yoğunluğu  $6.08 \text{ gr/cm}^3$ 'ün üzerinde olan metallere ağır metaller denir. Ağır metaller arasında zehirlilik açısından en önemlileri Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Co ve Fe dir.

Çoğu zaman, yüksek oranlara eriştiklerinde, çevre için tehlikeli olan bu maddeleri, sağlıklı biyolojik sistemlerin karakteristik bileşenleri olarak da görülebilirler. Ağır metaller tenefüs edilen havada, içilen suda, toprakda ve de besin maddelerinde bulunarak, insanın, hayvanın ve de bitkinin doğal çevresinin bir kısmını oluştururlar. Söz konusu ağır metallerin bir çoğu, bazı biyokimyasal olayların düzenli işleyişini sağlarlar; etkileri ise konsantrasyon derecelerine bağlıdır (25).

### 5.2 Toprak Jeokimyası ve Örnek Alımı

Kayaçların ayrışmasıyla oluşan malzemenin üst kesimlerinin yağmur sularınca kısmen yıkanmasıyla A zonu oluşur.

Yıkanan malzemenin büyük bir kısmı B zonunda birikir. Böylece B zonu çeşitli elementler için birikme zonudur. C zonu ise üstleyen A ve B zonları için ana malzeme olup, yerli kayaç, taşınmış alüvyon veya buzul malzemesi veya önceki bir devre ait toprak olabilir.

Kayaçların ayrışması sonucu oluşan toprak bileşimi, türemiş olduğu kayacın bileşimine bağlıdır. Ancak, toprakların bileşim yönünden aralarındaki farklar çevre etkenlerinin bir sonucudur. Benzer anakayaç, değişik koşullar altında, çok değişik topraklar oluşturabilir. Çevre etkenleri ise iklim, biyolojik etkinlik, topoğrafya ve zamandır. Bunların en önemlisi iklimdir (26).

Bu çalışmanın amacı, çalışma arazisindeki ağır metallerin (Hg, Pb, Zn, Co, Fe, Mn, Cu) oranlarının araştırılmasına yönelik olduğundan, örneklerin alınmasında yerleşimin ve tarımın yoğun olduğu yerler ön plânda tutulmuştur.

Toprak örnekleri, yerli toprağın B zonundan alınmıştır. Alınan nünuneler naylon torbalara koyularak, üzerleri numaralandırılmıştır.

### 5.3 Analiz Edilen Ağırmetallerin Genel Özellikleri

#### 5.3.1 Civa' ya Ait Genel Özellikler

Periyodik tablounun IIB grubunda bulunan ve atom ağırlığı 200,59 olan civa ağır metaller arasında en yüksek zehirli özelliğe sahiptir.

Civa, termometre, monometre gibi kontrol ve ölçüm aletlerinin yapımında kullanılır. Ayrıca, plâstik üretiminde katalizatör olarak, tarım alanında tohumların islâhında; odunların korunmasında ve kâğıt endüstrisinde eser miktarlarda kullanılmaktadır.

Civadan kaynaklanan zehirlenmelere bir çok yerde rastlanılmıştır. 1950'li yıllarda Japonya'da Minamoto'da civadan kaynaklanan felâketler yaşanmıştır. Ayrıca İsviçre'deki zehirlenmenin de yiyecek maddelerinden kaynaklandığı, bunun



da tohumların ıslâhında kullanılan Hg'den dolayı olduğu anlaşılmıştır.

Değişik civa bileşiklerinin zehirli etkileri büyük farklılıklar gösterirler. Aromatik civa bileşikleri ve alkoksil alkali civa bileşikleri en az zehirli özelliği olanlardır. Civanın inorganik tuzları ve metalik Hg hernekadar alkali bileşikler ise de (metil ve etil civa) en tehlikeli olanlardır. Bu bileşikler çok çözünebilir olmalarından dolayı bu denli önemlidirler (27).

Civa hakkındaki jeokimyasal bilgiler pek fazla değildir. Civanın doğada yedi izotopu vardır. Bunlar  $^{196}\text{Hg}$ ,  $^{198}\text{Hg}$ ,  $^{199}\text{Hg}$ ,  $^{200}\text{Hg}$ ,  $^{201}\text{Hg}$ ,  $^{202}\text{Hg}$ ,  $^{204}\text{Hg}$  dir.

Yeryüzünde bulunan civanın çoğu mağmatik kayaların alterasyonu sonucu ortaya çıkar, fakat hiç şüphesiz, başka işlemler ile de civa ortaya çıkabilir. Mağmatik etkinlikler ve termal sular ile de civa yeryüzüne ulaşabilir, mağmatik kökenli maden yataklarının alterasyonu ile civa materyalleri sedimentlere eklenebilir.

Civa, kalkofil karakterde olan bir elementtir. Ticari olarak en önemli minerali zinoberdir ( $\text{HgS}$ ). Civa, sülfitlelerinden başka selenit, tiamenit, tellurit ve kolarodoitte de bulunabilir.

Kayaçlar oluşurken silikatların yapısına civanın sadece iyonları girer. Yüksek basınç altında metalik civa, ya da civa bileşiklerinin buharlaşması bunların, mağmatik silikatların yapısına girmesini engeller (28).

Granitik kayaçlarda ortalama civa oranı 0,08 ppm, bazaltik kayaçlarda ise 0,09 ppm dir (29).

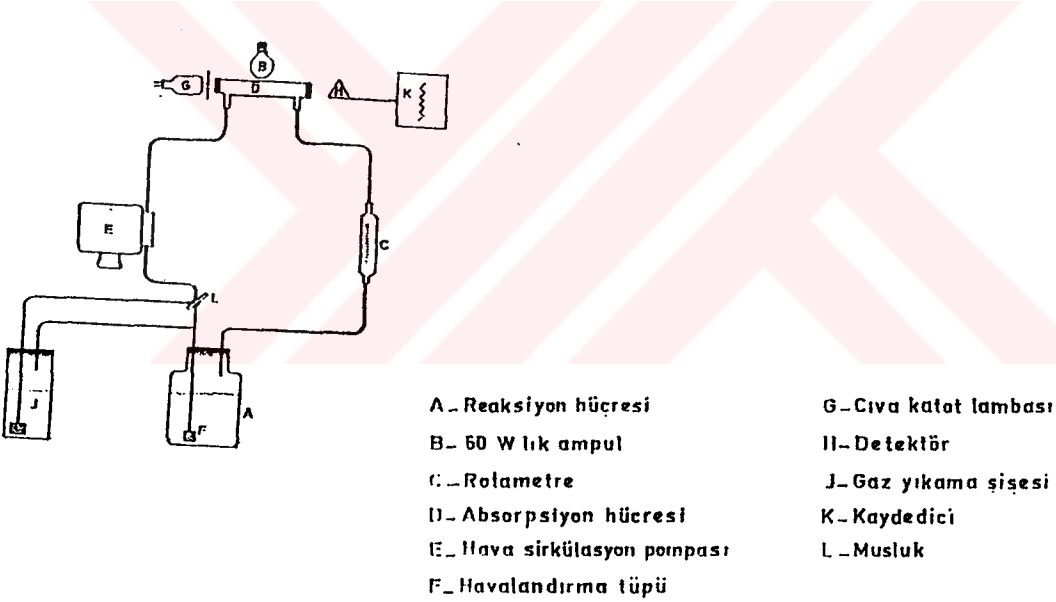
Ehmann ve Lovering (29) nötron hareketi analizi ile yapmış olduğu çalışmaların sonucunda:

<u>Kayaç Tipi</u>	<u>% Hg</u>
Granit	0.039
Granodiyorit	0.021
Andezit	0.004
Bazalt	0.007
Dünit	0.004

Sedimenter kayalarda ise : Şeyl'de 0,4 ppm, kumtağında 0,03 ppm, karbonatlı kayalarda 0,04 ppm Hg bulmuşlardır (29).

### 5.3.1.1 Civa Analizi

Alınan toprak nünunelerindeki civa miktarını bulabilmek için bu çalışmada soğuk buhar yöntemi kullanıldı. Bunun için atomik absorpsiyon spektrofotometresine (AAS), soğuk buhar elde etmek için ilgili başka düzenekler ilâve etmek suretiyle kapalı bir sistem oluşturuldu (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Kapalı Sirkülasyon Sistemli Civa Ölçme Düzenegi.

### Standartların Hazırlanması :

0,1354 gr civa-2-klorür, 75 ml su ve 10 ml nitrik asit 100 ml' lik bir cam kaba aktarılır, su ile işareteye kadar seyreltilir ve karıştırılır.

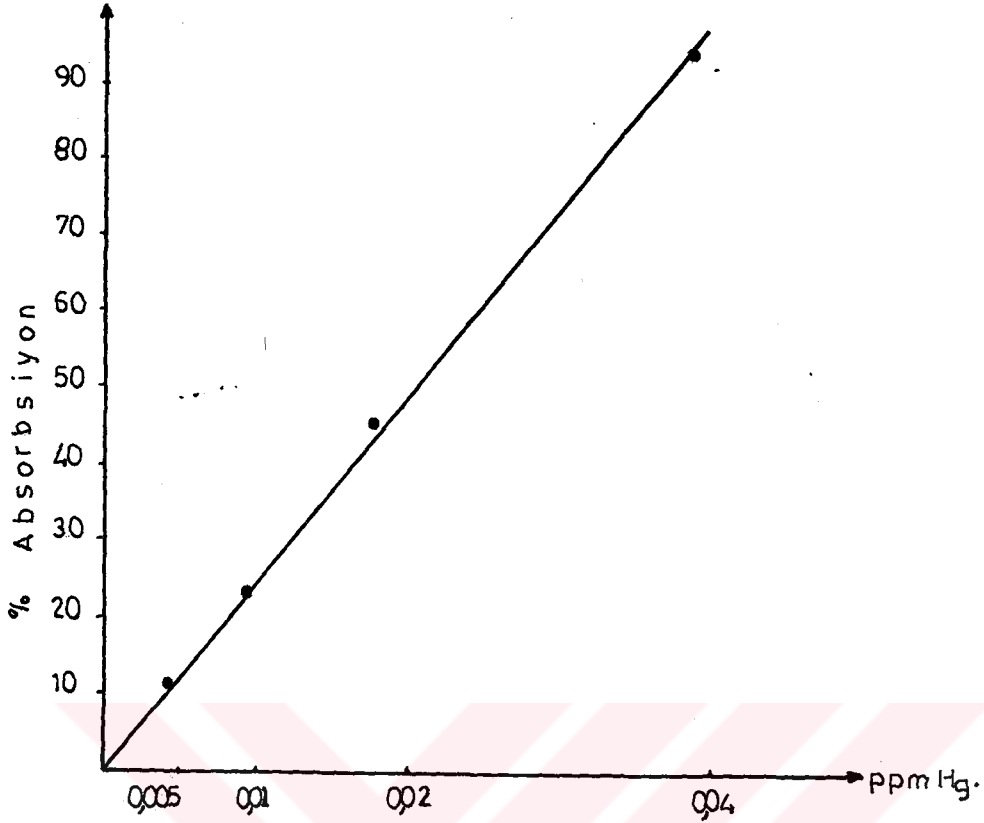
Hazırlanan bu cıva stoğundan 1 ml alınır ve içerisinde 50 ml saf su ile 2 ml nitrik asit bulunan 100 ml lik ölçekli bir cam balona aktarılır. Çözelti, su ile iğarete kadar seyreltilir. Hazırlanan bu çözelti 10 ppm Hg içeren standarttır. Bu 10 ppm lik standarttan seyreltme yolu ile 0,04 ppm lik, 0,02 ppm lik, 0,01 ppm ve 0,005 ppm lik cıva standartları hazırlanır.

**İşlem :** Soğuk buhar yöntemi ile cıva analizi yapabilmek için bir takım reaktifler hazırlanır. Bu reaktifler;

- %5 lik Potasyum permanganat
- 5.6 N lik Nitrik asit
- 18 N lik Sülfirik asit
- %1,5 lik Hidroksilalümin hidroklorik asit
- %10 luk Kalay klorür

BOD (Biochemical Oxygen Demond) şişesine 50 ml çözelti, 3 ml  $H_2SO_4$ , 1.5 ml  $HNO_3$  ve 6 ml  $KMnO_4$  konulur ve bir kaç saniye beklenir, daha sonra 9 ml hidroksilalümin hidroklorik ilâve edilerek çözültide bulunan permanganatın aşırısı indirgenir. İndirgeme işleminin tamamlandığı çözelti renginin açılmasıyla anlaşılır. 30 saniye kadar beklendikten sonra tepkime kabına 3ml kalay klorür eklenir ve zaman geçirmek-sizin alettteki yerine takılarak kapalı bir sistem oluşturulur. Kaydedici üzerinde elde edilen absorbands en büyük değerine ulaştığı zaman işlem tamamlanmış olur (30).

Bu işlemler standart cıva çözeltilerine uygulanarak standart kalibrasyon grafiği hazırlanır (şekil 5.2).



şekil 5.2 Civa için standart kalibrasyon grafiği.

Standart kalibrasyon grafiği çizildikten sonra toprak numunelerin analizi için örneklerin en uygun yöntem ile çözündürülmesi işlemine geçildi.

Örneklerin çözündürülmesinde ilk olarak HF yöntemi denendi. Bunun için 0,2 gr toz halindeki örnekten alındı, bir miktar saf su ile ıslatıldıktan sonra üzerine 5ml konsantrik HF ve 0,5ml  $HNO_3$  ilâve edilip,  $120\text{ }^\circ\text{C}$  de 10 dakika kadar fırında bekletildi. Daha sonra soğumaya bırakıldı, soğuduktan sonra üzerine 50ml Borik asit ilâve edilip saf su ile 100ml ye tamamlanarak hazır hale getirildi (31).

Bu çözeltiden civa analizi için 50 ml alınıp yukarıda anlatılan işlemler yapıldı. Okunan piklerde ölçme sınırının altında kaldığı görüldü.

Nüme miktarının az gelebileceği düşünülerek bu miktar 2 gr'a kadar artırılarak ölçümler yapıldı ve bir sonuç alınamadı. Bunun üzerine bir başka yöntemin denenmesine geçildi.

Diğer bir yöntemde 5 gr toz halindeki örnekten alınıp, üzerine 28 ml kral suyu ilâve edilerek teflon kapta 160°C da 3 saat süre ile çözüldürmeye bırakıldı. Nümune soğuduktan sonra süzülerek saf su ile 100 ml ye tamamlandı (32).

Bu çözültiden yapılan civa analizinde de yine ölçüm sınırının altında kalındığı görüldü. Aynı yöntem ile nümune miktarını 8 gr' a çıkartarak çözme yapıldı. Çözülen örnek saf su ile 50 ml'ye seyreltilerek bir başka çözelti hazırlandı ve yine sonuç alınamadı.

Bu sonuçlara göre iki türlü yorum yapılabilirdi:

- 1- Örneklerin çözüldürülmesi ya da ölçümü esnasında civanın kaybolmaktadır, veya
- 2- Çalığılan toprak örneklerinde 0,005 ppm den daha az civa bulunmaktadır.

Çözüldürme ya da ölçüm esnasında civa kaybının olup olmadığını anlamak için, nümuneyi çözmeye hazırlarken bir miktar civa standartı ilâve edildi ve ölçüm yapıldı: sonuçta ilâve edilen Hg miktarına bağlı degerde pik elde edildi. Böylece bu aşamalarda bir civa kaybının olmadığı anlaşıldı.

Sonuç olarak; toprak nümunelerindeki muhtemel civa miktarı standartlarda okunan 0,005 ppm Hg degerinden daha azdır.

### 5.3.2 Çalışılan Diğer Ağırmetallere Ait Genel Bilgiler

Mağmatik differansiyasyonun ilk ürünü olan demir, bazik kayalarda, asidik kayalara göre daha bol bulunur. Mağmatik kayalarda hem  $Fe^{+2}$  ve hemde  $Fe^{+3}$  bulunur. Ilmenit ( $FeTiO_3$ ), Mağnetit ( $Fe_3O_4$ ), Pirotin ( $FeS$ ), Pirit ( $FeS_2$ ) en önemli demir mineralleridir.

Demir siderofil bir elementtir, ancak sülfüre eğilimi yüksektir ve sonuçta demir için kalkofil karakterlidir de denebilir. Litosferde demir bol olarak bulunur; bu da litofil karakterli olduğunu gösterir. Demir jeokimyasal bakımdan mobil bir katyondur. Bazaltik kayalardaki demir miktarı ortalama olarak  $8,6 \times 10^4$  ppm dir.

Kobalt ise demir ailesinin bir üyesidir. Mağmatik kayalardaki Co, silikat ve sülfid minerallerinin yapısında bulunur. Bazaltik kayalarda ortalama olarak 48 ppm kobalt bulunur.

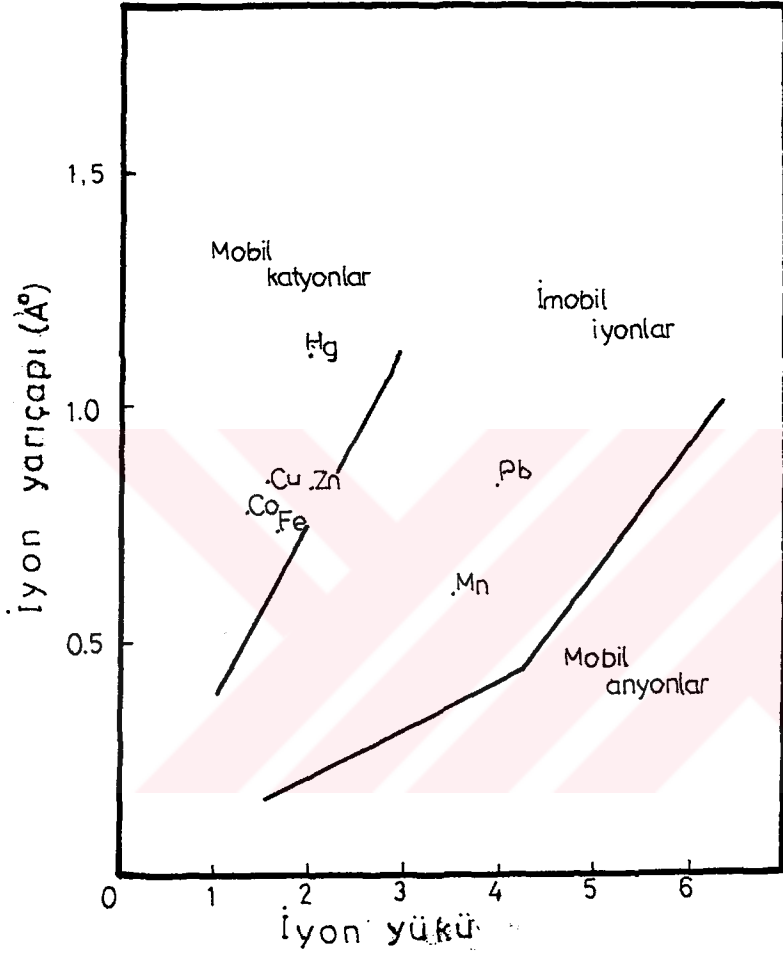
Jeokimyasal olarak mobil elementler grubuna giren kobalt siderofil karakterde olan bir elementtir.

Mobil olmayan kurşun ise siderofil karakterli olan bir elementtir. Mineralojik olarak az bulunur. En önemli kurşun minerali galendir ( $PbS$ ). Bazaltik kayalarda 3,5 ppm civarında kurşun bulunur.

Mangan ise mağmatik kayalarda bulunan iz elementlerden titanyumdan sonra en bol bulunan elementtir. Mangan jeokimyasal olarak güçlü litofil bir elementtir. Demir ailesinin bir üyesidir ve periyodik tabloda Fe, Co, Ni ile birlikte bulunur. Mağmatik kayalarda Mn'a Fe eşlik eder. Mn mobil olmayan bir elementtir. Bazaltik kayalarda mangan oranı 1700 ppm dir.

Mobil ve kalkofil karakterde bir element olan çinko litosferin üst kısımlarında bol bulunur. Bazaltik kayalardaki oranı yaklaşık 100 ppm civarındadır. En önemli çinko mineralleri sfalerit, gahnit, smitsonit ve franklinittir. Çinko içeren minerallerin bazıları, amfibol, piroksen, melilit, turmalin ve granatdır.





Şekil 5.3 Elementlerin davranışlarını belirleyen diyagram  
(Rose ve diğ., 35).

Bakır, ağır metaller arasında yer kabuğunda en fazla bulunanıdır. Jeokimya açısından bakır, mobil ve kalkofil karakterde bir elementtir. En önemli mineralleri bornit, kalkopirit, kuprit ve azuritdir. Bazaltik kayalardaki oranı 100 ppm civarındadır (33), (şekil 5.3).

#### 5.3.2.1 Örneklerin Çözündürülmesi

Araziden yerli topraklardan ve genellikle B zonundan alınan nümunelerden yaklaşık 250 gr alınıp fırında 24 saat süre ile 110 °C de kurutuldu. Kurutulan örneklerin yarısı tanık örnek olarak saklandı ve yarısı öğütülerek toz haline getirildi.

Daha sonra, öğütülmüş örnekten teflon kabın içerisine 0,1 gr koyularak üzerine 0,3 ml %100 lük HF, 10 ml. %50 lik HNO<sub>3</sub> katılmış ve fırında 110 °C de 1 saat bekletilerek çözülmesi sağlanmıştır ve daha sonra soğumaya bırakılmıştır. Soğuduktan sonra çözeltiye 2 gr, ince öğütülmüş, borik asit ilâve edilerek, elementlerin girişimle birbirlerini etkilemeleri ve HF'in cam malzemeye etkisi gibi olumsuz faktörler ortadan kaldırılmıştır. 5-10 ml saf su eklenmiş ve plâstik bir çubukla karıştırılarak reaksiyonun hızlanması sağlanmıştır. Sonra 100 ml' lik balonlu cam çişelere filtre ile aktarılmış ve saf su ile 100 ml ye tamamlanmıştır (34).

Elde edilen bu çözeltiler, Fe hariç, diğer elementlerin analizinde kullanılmıştır. Fe oranının tesbiti için bu ana çözeltiden 2 ml alınıp saf su ile 100 ml ye tamamlanarak yeni çözeltiler elde edilmiştir.

Bütün bu çözeltilerden yararlanarak Pb, Zn, Cu, Mn, Co ve Fe oranları Perkin-Elmer 403 AAS aletinde tesbit edilmiştir.

### 5.3.2.2 Temel ve Eşik Değer Değerlendirmesi

Herhangi bir elementin topraktaki normal bolluğu genellikle doğal temel değer (background) olarak belirtilir. Topraktaki temel değer, toprağın çeşidine ve çevresine bağlı olarak değişebilir.

Eşik değer ise, en basit anlamıyla, normal temel değer kümelenmelerinin üst sınırıdır. Yani bu değerlerden daha düşük değerler temel değer, yüksek olan değerler ise anomali olarak kabul edilir (35).

Elementlerin dağılım sıklığı çalışırken logaritmik konsantrasyon genellikle en uygun yol olduğundan bu çalışmada da toprak örneklerinde bulunan ağır metallerin değerlendirilmesinde aynı yöntem seçilmiştir.

Mn elementine ait analiz değerleri sırasıyla tablo 5.1' de, bu değerlere ait frekans dağılımları da tablo 5.2' de verilmiştir. Frekans dağılım tablosundan yararlanarak elde edilen yığınsal histogram şekil 5.4' de sunulmuştur. Mn konsantrasyonlarının log-normal dağılımları şekil 5.5' de gösterilmiştir. Bu dağılım üzerinde bölgesel temel değer 1000 ppm dir. Aritmetik ortalama  $\bar{x}=1024$ , standart sapma  $s=556$  dir. Bu değerlere bağlı olarak yersel eşik değerler ( $\bar{x}+s=1580$ ,  $\bar{x}+2s=2136$ ,  $\bar{x}+3s=2692$ ) olarak alınmıştır. Mn elementinin, çalışılan alanda, eşik değerinin üzerine çıktığı, yani anomali gösterdiği yerler ise şekil 5.16' da görülmektedir.

Co elementine ait analiz değerleri sırasıyla tablo 5.3' de, bu değerlere ait frekans dağılımları da tablo 5.4'de yer almaktadır. Frekans dağılım tablosundan yararlanılarak elde edilen yığınsal histogram şekil 5.6' da, Co konsantrasyonlarının log-normal dağılımları şekil 5.7' de gösterilmiştir. Bu dağılım üzerinde bölgesel temel değer 151 ppm dir. Aritmetik ortalama  $\bar{x}=151$ , standart sapma  $s=74$  ve bu değerlere bağlı olarak yersel eşik değerler ( $\bar{x}+s=225$ ,  $\bar{x}+2s=299$ ,  $\bar{x}+3s=373$ ) dir. Co'un çalışılan alandaki anomali haritası ise şekil 5.17' de gösterilmiştir.

Pb ye ait analiz değerleri tablo 5.5'de, bu değerlere ait frekans dağılımları da tablo 5.6' da sunulmuştur. Frekans

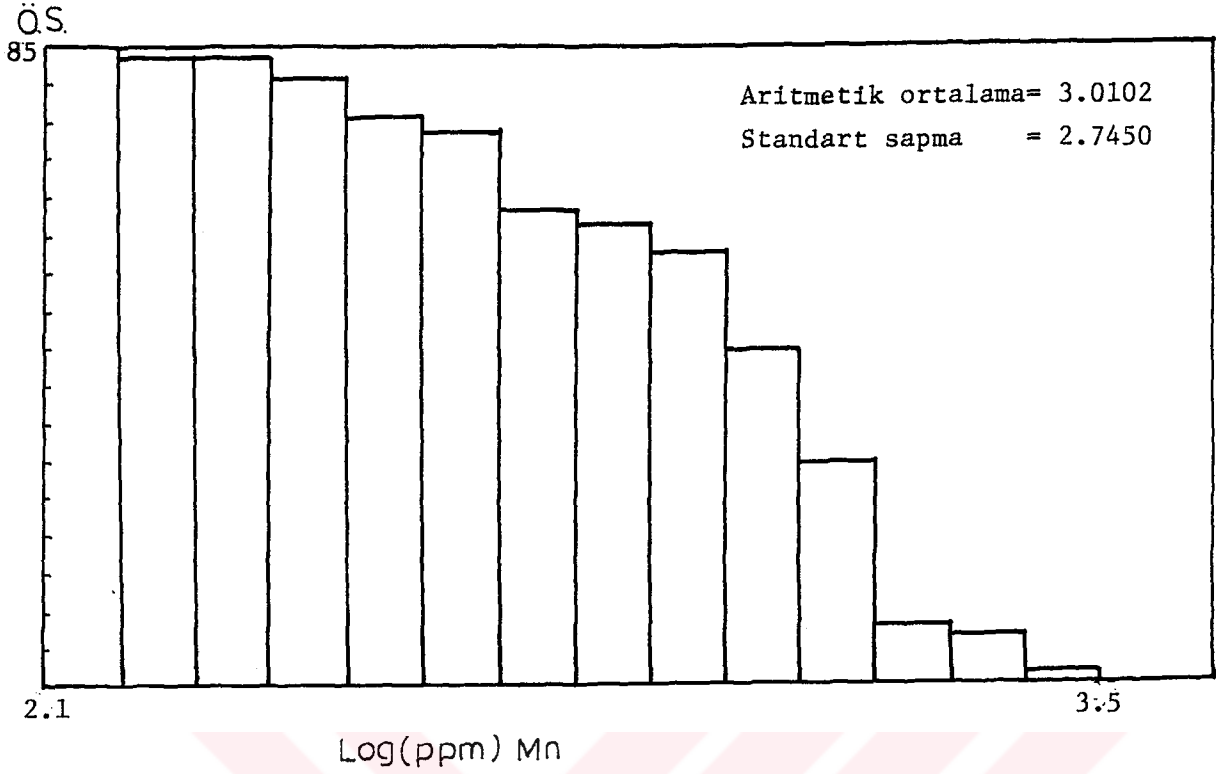
Tablo 5.1 Toprak örneklerinin Mn analiz sonuçları (ppm).

1300	660	1500	2020	900
980	500	800	800	1000
2030	400	400	800	400
470	1200	900	1100	1200
340	2900	1300	500	1350
2270	1100	200	500	1500
750	330	800	800	1100
850	710	1200	900	300
1550	1500	1400	1000	1300
1570	970	1000	670	900
1740	500	1300	500	1300
1260	1400	900	300	1400
1270	1400	2000	1400	1300
1570	260	500	1100	1300
2580	1200	220	1400	1500
590	1000	1100	900	200
500	280	1000	2000	1000

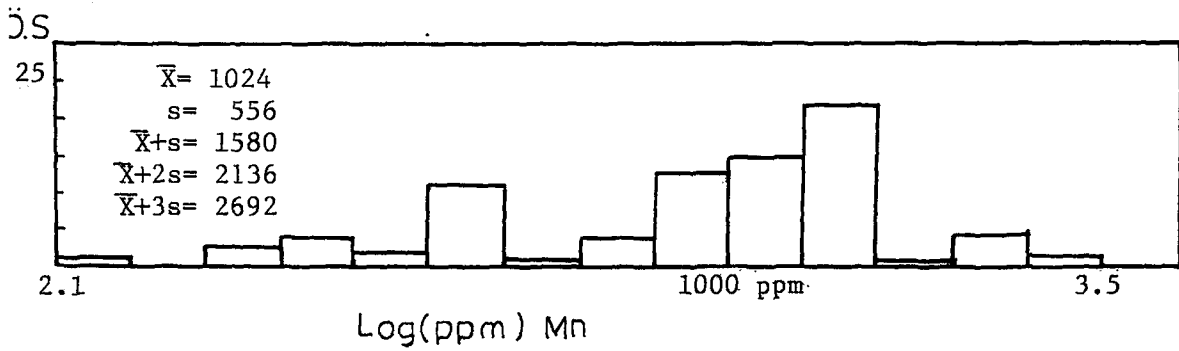
Tablo 5.2 Toprak örneklerinin Mn frekans dağılımları.

Sınıf Aralığı	Normal Frekanslar	Yığınsal Fre.	Yüzde Yığınsal Frekanslar
2.1 - 2.2	1	85	100
2.2 - 2.3	0	84	98.82
2.3 - 2.4	3	84	98.82
2.4 - 2.5	5	81	95.29
2.5 - 2.6	2	76	89.41
2.6 - 2.7	11	74	87.05
2.7 - 2.8	1	63	74.11
2.8 - 2.9	4	62	72.94
2.9 - 3.0	13	58	68.23
3.0 - 3.1	15	45	52.94
3.1 - 3.2	22	30	35.29
3.2 - 3.3	1	8	9.41
3.3 - 3.4	5	7	8.23
3.4 - 3.5	2	2	2.35

Sınıf sayısı= 14



Şekil 5.4 Toprak örneklerinden Mn için yığınsal değerlere göre hazırlanmış histogram



Şekil 5.5 Toprak örneklerindeki Mn değerlerine ait histogram

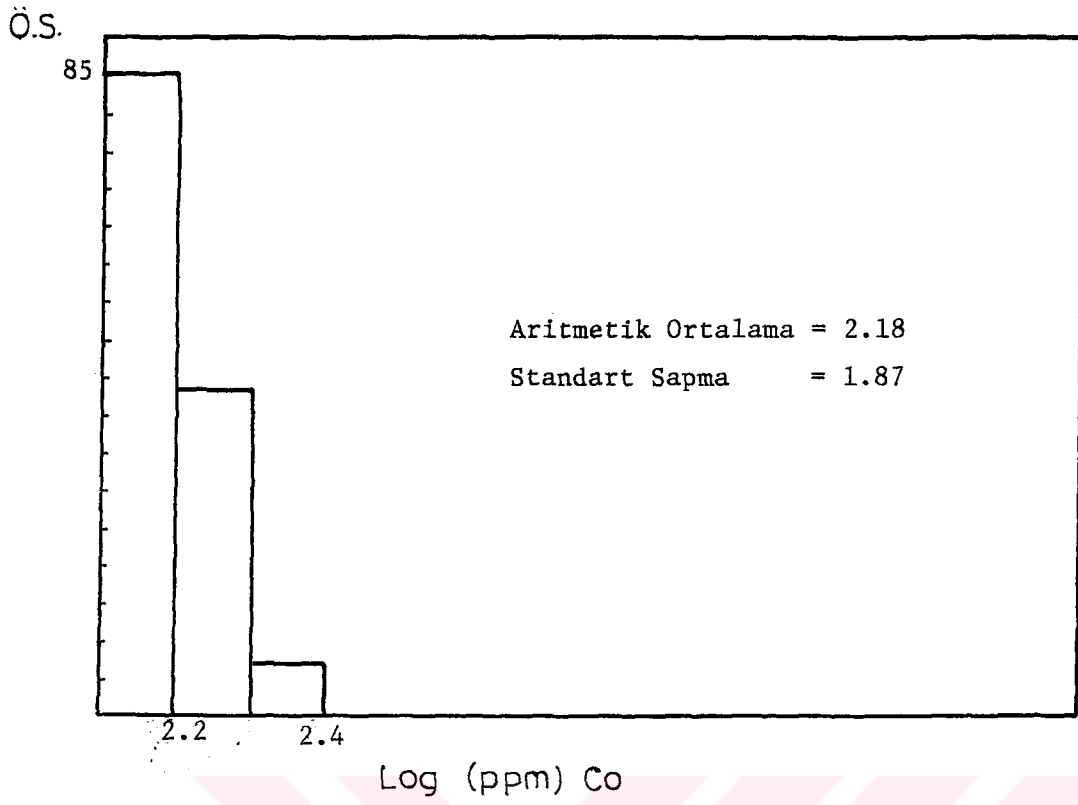
Tablo 5.3 Toprak örneklerinin Co analiz sonuçları (ppm).

300	200	200	200	100
200	200	0	100	100
300	300	100	200	100
200	200	100	100	200
200	100	100	0	100
200	100	100	0	100
100	200	100	100	200
200	100	100	100	0
200	200	200	100	300
100	200	100	100	200
200	200	300	0	100
100	200	200	100	200
200	300	200	200	200
200	200	200	200	200
100	100	100	300	100
100	100	100	0	200
200	100	100	200	200

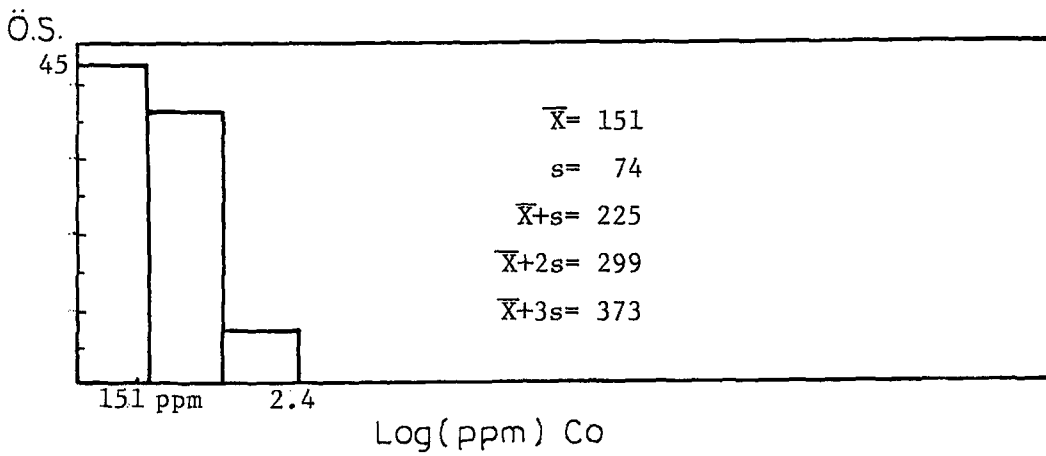
Tablo 5.4 Toprak örneklerinin Co frekans dağılımları.

Sınıf aralığı	Normal Frekanslar	Yığınsal Fre.	Yüzde Yığınsal Frekans
=< 2.2	42	85	100
2.2 - 2.3	36	43	50.58
2.3 - 2.4	7	7	8.23
Sınıf sayısı=3			





Şekil 5.6 Toprak örneklerinden Co için yığınsal değerlere göre hazırlanmış histogram



Şekil 5.7 Toprak örneklerindeki Co değerlerine ait histogram

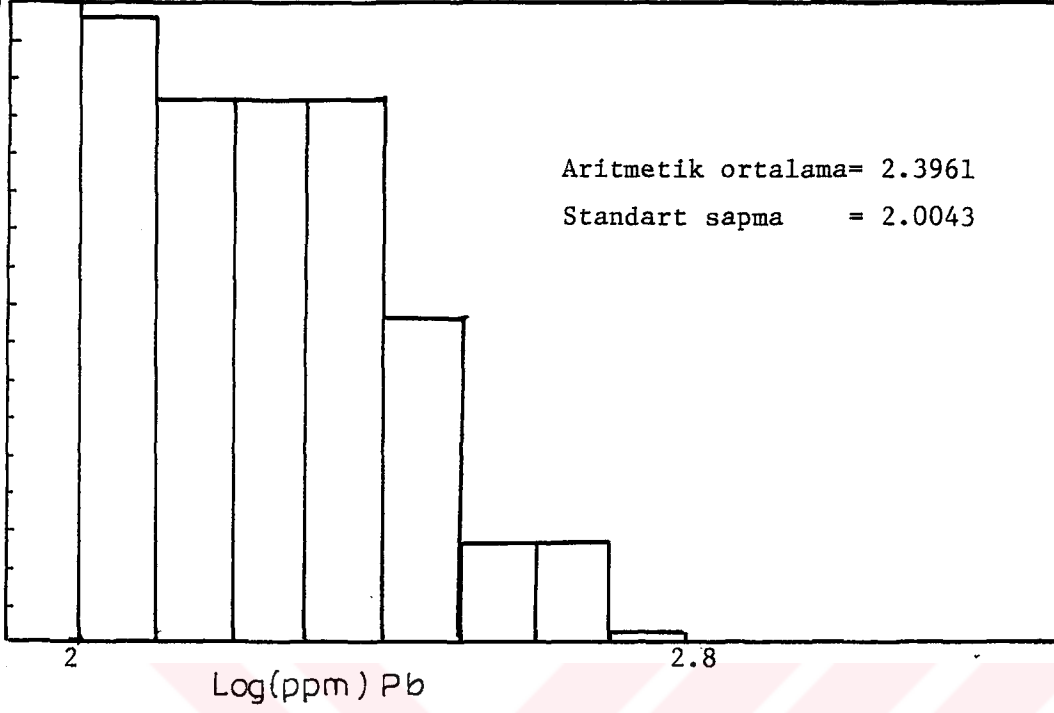
Tablo 5.5 Toprak örneklerinin Pb analiz sonuçları (ppm).

300	100	200	100	0
100	300	100	200	300
300	200	200	300	300
300	200	100	200	200
300	300	300	300	300
200	400	300	300	400
100	0	400	200	200
200	100	300	200	200
100	400	400	300	200
200	0	500	400	300
200	200	400	300	200
300	400	300	100	300
400	300	200	300	300
200	200	300	300	300
200	200	100	400	400
200	100	200	200	400
200	200	300	300	200

Tablo 5.6 Toprak örneklerinin Pb frekans dağılımları.

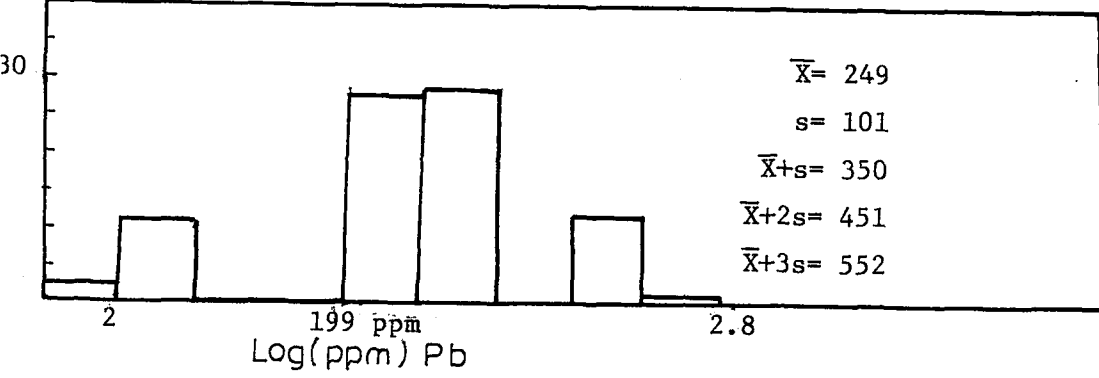
Sınıf Aralığı	Normal Frekanslar	Yığınsal Fre.	Yüzde Yığınsal Frekanslar
< 2	2	85	100
2.0 - 2.1	11	83	97.64
2.1 - 2.2	0	72	84.70
2.2 - 2.3	0	72	84.70
2.3 - 2.4	29	72	84.70
2.4 - 2.5	30	43	50.58
2.5 - 2.6	0	13	15.29
2.6 - 2.7	12	13	15.29
2.7 - 2.8	1	1	1.17

Sınıf sayısı= 9

Ö.S.  
85

Şekil 5.8 Toprak örneklerinden Pb için yığınsal değerlere göre hazırlanmış histogram

Ö.S.



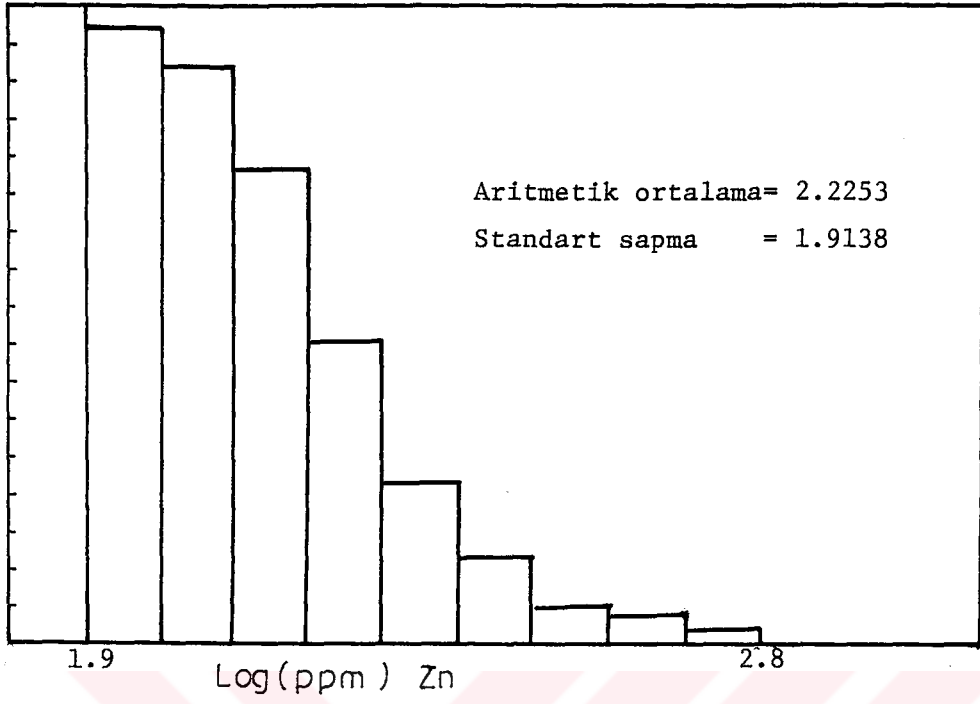
Şekil 5.9 Toprak örneklerindeki Pb değerlerine ait histogram

Tablo 5.7 Toprak örneklerinin Zn analiz sonuçları (ppm).

280	150	180	110	130
230	180	110	90	70
280	220	70	430	280
290	170	110	140	140
210	290	110	90	90
210	130	50	180	110
160	130	110	320	120
150	100	190	230	140
220	200	100	110	120
130	180	190	130	90
440	160	180	160	100
160	200	540	170	120
290	180	130	100	130
190	110	270	110	190
130	140	120	200	110
80	200	160	130	190
130	170	150	200	130

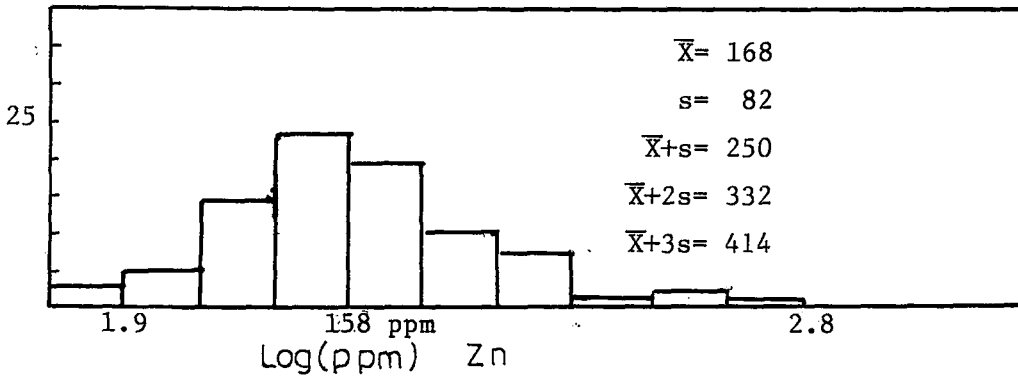
Tablo 5.8 Toprak örneklerinin Zn frekans dağılımları.

Sınıf Aralığı	Normal Frekanslar	Yığınsal Fre.	Yüzde Yığınsal Frekanslar
=<1.9	3	85	100
1.9 - 2.0	5	82	96.47
2.0 - 2.1	14	77	90.58
2.1 - 2.2	23	63	74.11
2.2 - 2.3	19	40	47.05
2.3 - 2.4	10	21	24.70
2.4 - 2.5	7	11	12.94
2.5 - 2.6	1	4	4.70
2.6 - 2.7	2	3	3.52
2.7 - 2.8	1	1	1.17
Sınıf sayısı= 10			

Ö.S.  
85

Şekil 5.10 Toprak örneklerinden Zn için yığınsal değerlere göre hazırlanmış histogram

Ö.S.



Şekil 5.11 Toprak örneklerindeki Zn değerlerine ait histogram

Tablo 5.9 Toprak örneklerinin Fe analiz sonuçları (ppm).

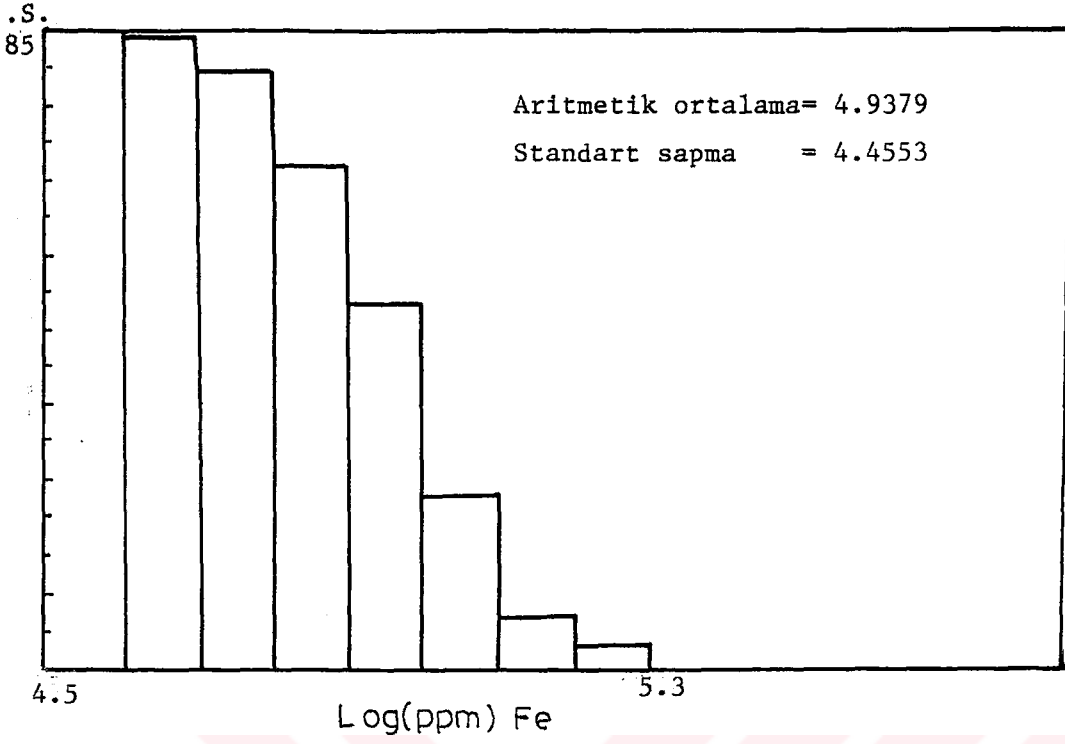
69000	83000	63500	63000	132500
77000	169000	57500	60000	99000
97000	82500	73000	50000	92000
120000	75000	99000	51000	101500
181500	81000	83500	74000	67000
102500	94000	84500	112500	60500
101500	104500	98000	51000	82500
92000	119000	61500	48000	81000
107500	98500	76000	87500	64000
92500	108000	75500	74500	75000
74500	67000	40500	64000	135000
97000	57500	60000	79000	99000
107500	109000	74500	112000	92500
134500	89000	51000	126500	85000
108500	83000	34000	85000	101000
55000	109000	51000	72500	179500
97000	51000	41000	78500	103000

Tablo 5.10 Toprak örneklerinin Fe frekans dağılımları.

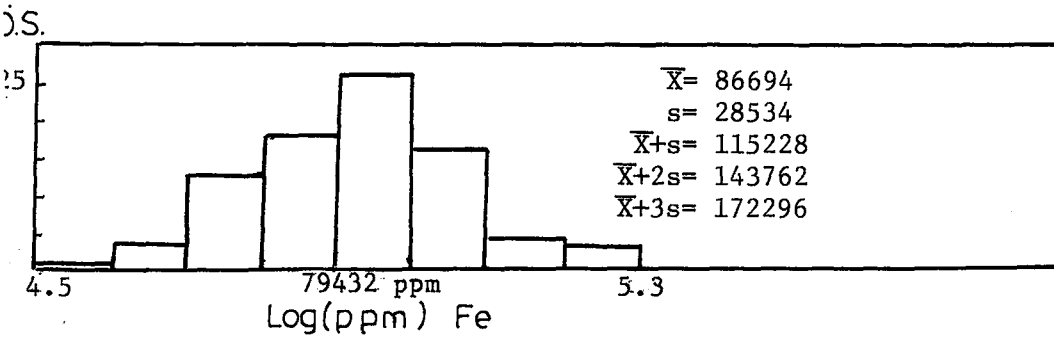
Sınıf Aralığı	Normal Frekanslar	Yığınsal Fre.	Yüzde Yığınsal Frekanslar
4.5 - 4.6	1	85	100
4.6 - 4.7	4	84	98.82
4.7 - 4.8	13	80	94.11
4.8 - 4.9	18	67	78.82
4.9 - 5.0	26	49	57.64
5.0 - 5.1	16	23	27.05
5.1 - 5.2	4	7	8.23
5.2 - 5.3	3	3	3.52

Sınıf sayısı= 8





Şekil 5.12 Toprak örneklerinden Fe için yığınsal değerlere göre hazırlanmış histogram



Şekil 5.13 Toprak örneklerindeki Fe değerlerine ait histogram

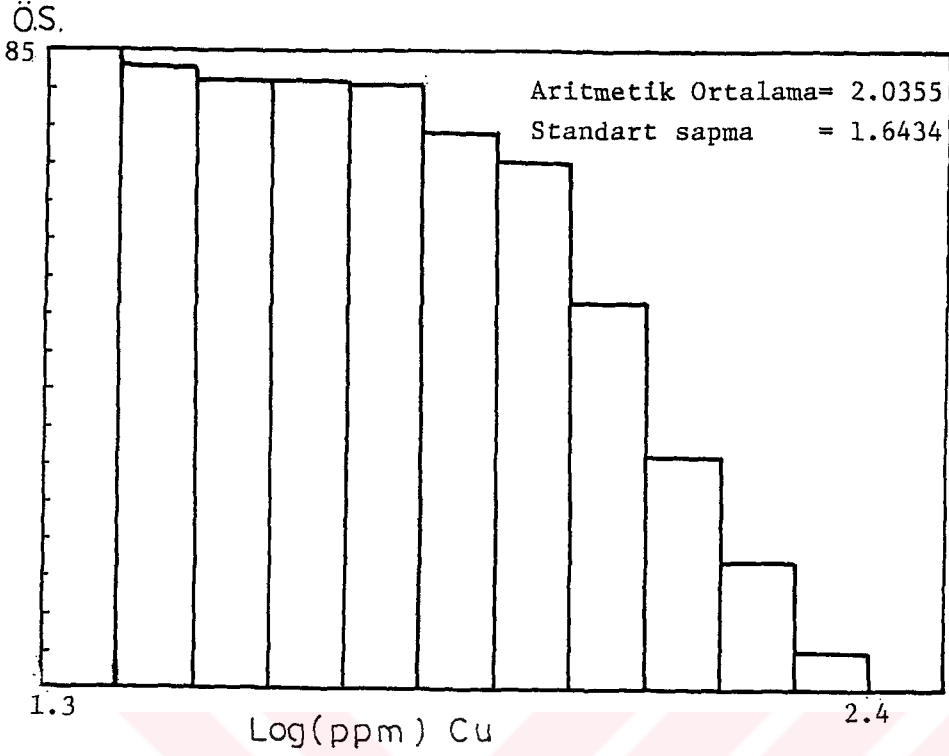
Tablo 5.11 Toprak örneklerinin Cu analiz sonuçları (ppm).

120	300	180	60	80
130	220	70	100	80
150	220	90	100	70
140	180	20	150	140
170	190	110	70	40
20	140	50	30	100
90	50	80	50	100
90	90	140	80	100
160	150	80	120	100
90	110	90	120	100
110	70	150	130	100
80	150	170	140	200
110	110	100	120	200
110	800	120	100	100
80	160	50	100	100
90	50	120	80	100
90	90	110	130	200

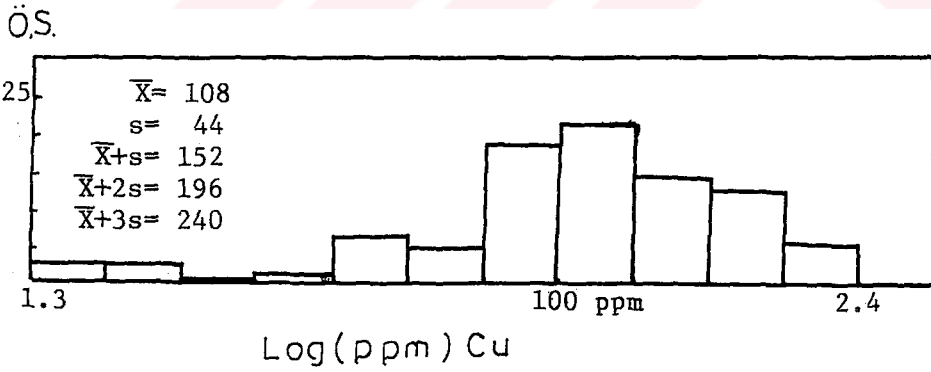
Tablo 5.12 Toprak örneklerinin Cu frekans dağılımları.

Sınıf Aralığı	Normal Frekanslar	Yığınsal Fre.	Yüzde Yığınsal Frekanslar
1.3 - 1.4	2	85	100
1.4 - 1.5	2	83	97.64
1.5 - 1.6	0	81	95.29
1.6 - 1.7	1	81	95.29
1.7 - 1.8	6	80	94.11
1.8 - 1.9	4	74	87.05
1.9 - 2.0	18	70	82.35
2.0 - 2.1	21	52	61.17
2.1 - 2.2	14	31	36.47
2.2 - 2.3	12	17	20.00
2.3 - 2.4	5	5	5.88

Sınıf sayısı= 11



Şekil 5.14 Toprak örneklerinden Cu için yığınsal değerlere göre hazırlanmış histogram



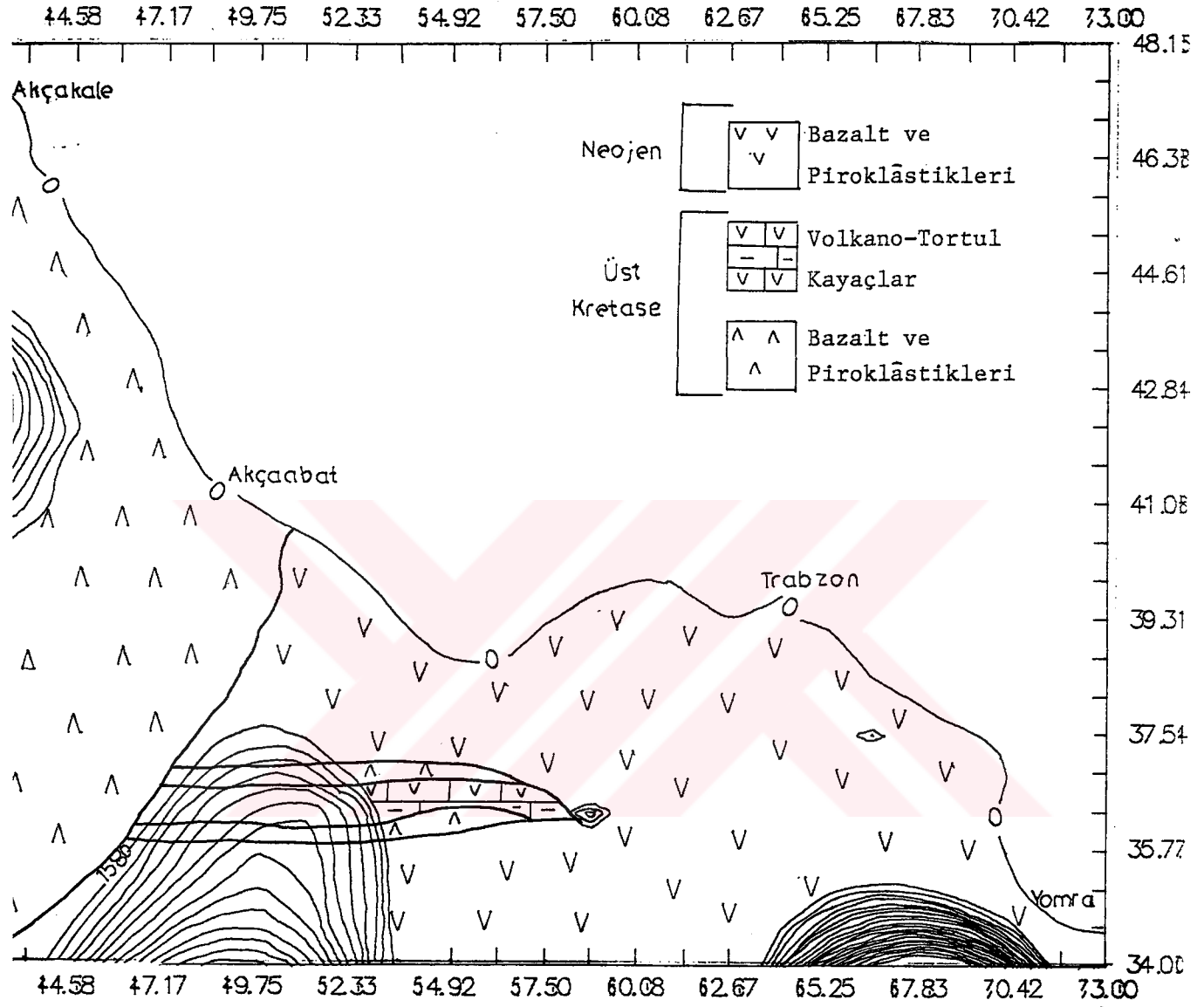
Şekil 5.15 Toprak örneklerindeki Cu değerlerine ait histogram

dağılım tablosundan yararlanılarak elde edilen yığınsal histogram şekil 5.8'de, konsantrasyonlarının log-normal dağılımları şekil 5.9'da gösterilmiştir. Bölgesel temel değer 199 ppm olarak bulunmuştur. Aritmetik ortalama  $\bar{x}=249$ ,  $s=101$  ve bu değerlere bağlı olarak yersel eşik değerler ( $\bar{x}+s=350$ ,  $\bar{x}+2s=451$ ,  $\bar{x}+3s=552$ ) olarak bulunmuştur. Pb'un eşik değerinin üzerine çıkmış olduğu yerler de şekil 5.18'de gösterilmiştir.

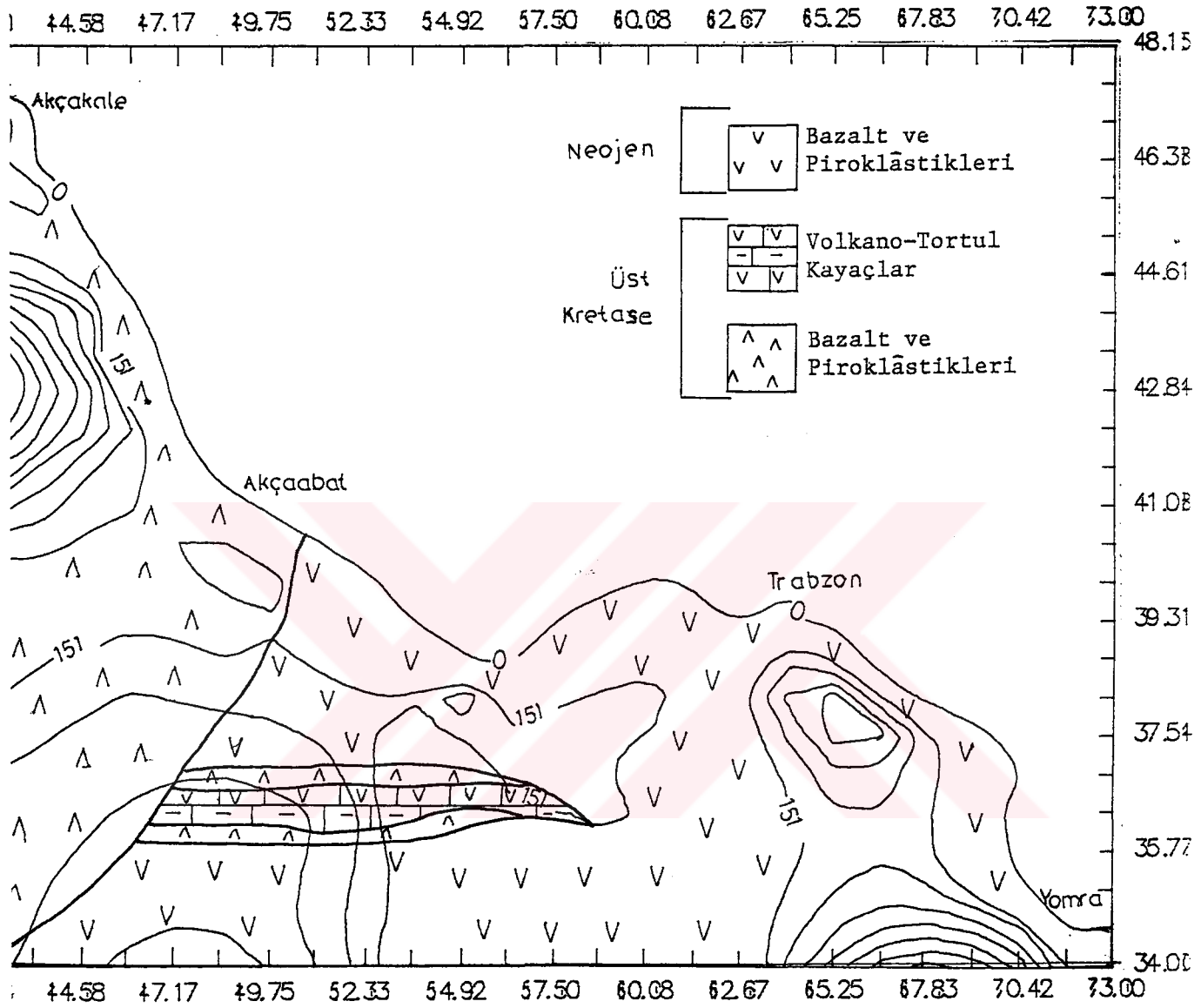
Zn için analiz değerleri tablo 5.7'de ve bu değerlere ait frekans dağılımları da tablo 5.8'de verilmiştir. Frekans dağılım tablosundan yararlanılarak elde edilen yığınsal histogram şekil 5.10'da, konsantrasyonlarının log-normal dağılımları şekil 5.11'de verilmiştir. Bu dağılım üzerinde bölgesel temel değer 158 ppm'dir.  $\bar{x}=168$ ,  $s=82$  ve bu değerlere bağlı olarak yersel eşik değerler ( $\bar{x}+s=250$ ,  $\bar{x}+2s=332$ ,  $\bar{x}+3s=414$ )'dir. Zn elementine ait çizilen anomali haritası da şekil 5.19'da gösterilmiştir.

Fe elementine ait analiz değerleri tablo 5.9'da, bu değerlere ait frekans dağılımları da tablo 5.10'da verilmiştir. Frekans dağılım tablosundan yararlanılarak elde edilen yığınsal histogram şekil 5.12'de, Fe konsantrasyonlarının log-normal dağılımları da şekil 5.13'de gösterilmiştir. Bu dağılım üzerinde bölgesel temel değer 79432 ppm'dir.  $\bar{x}=86694$ ,  $s=28534$  bu değerlere bağlı olarak yersel eşik değerler ( $\bar{x}+s=115228$ ,  $\bar{x}+2s=143762$ ,  $\bar{x}+3s=172296$ )'dir. Fe'e ait anomali haritası şekil 5.20'de verilmiştir.

Cu elementine ait analiz değerleri tablo 5.11'de, bu değerlere ait frekans dağılımları da tablo 5.12'de gösterilmiştir. Frekans dağılım tablosundan yararlanılarak elde edilen yığınsal histogram şekil 5.14'de, Cu konsantrasyonlarının log-normal dağılımları da şekil 5.15'de gösterilmiştir. Bu dağılım üzerinde bölgesel temel değer 100 ppm'dir.  $\bar{x}=108$ ,  $s=44$ , bu değerlere bağlı olarak yersel eşik değerler ( $\bar{x}+s=152$ ,  $\bar{x}+2s=196$ ,  $\bar{x}+3s=240$ ) olarak bulunmuştur. Cu'nun eşik değerinin üzerine çıkmış olduğu yerler şekil 5.21'de yer almaktadır.

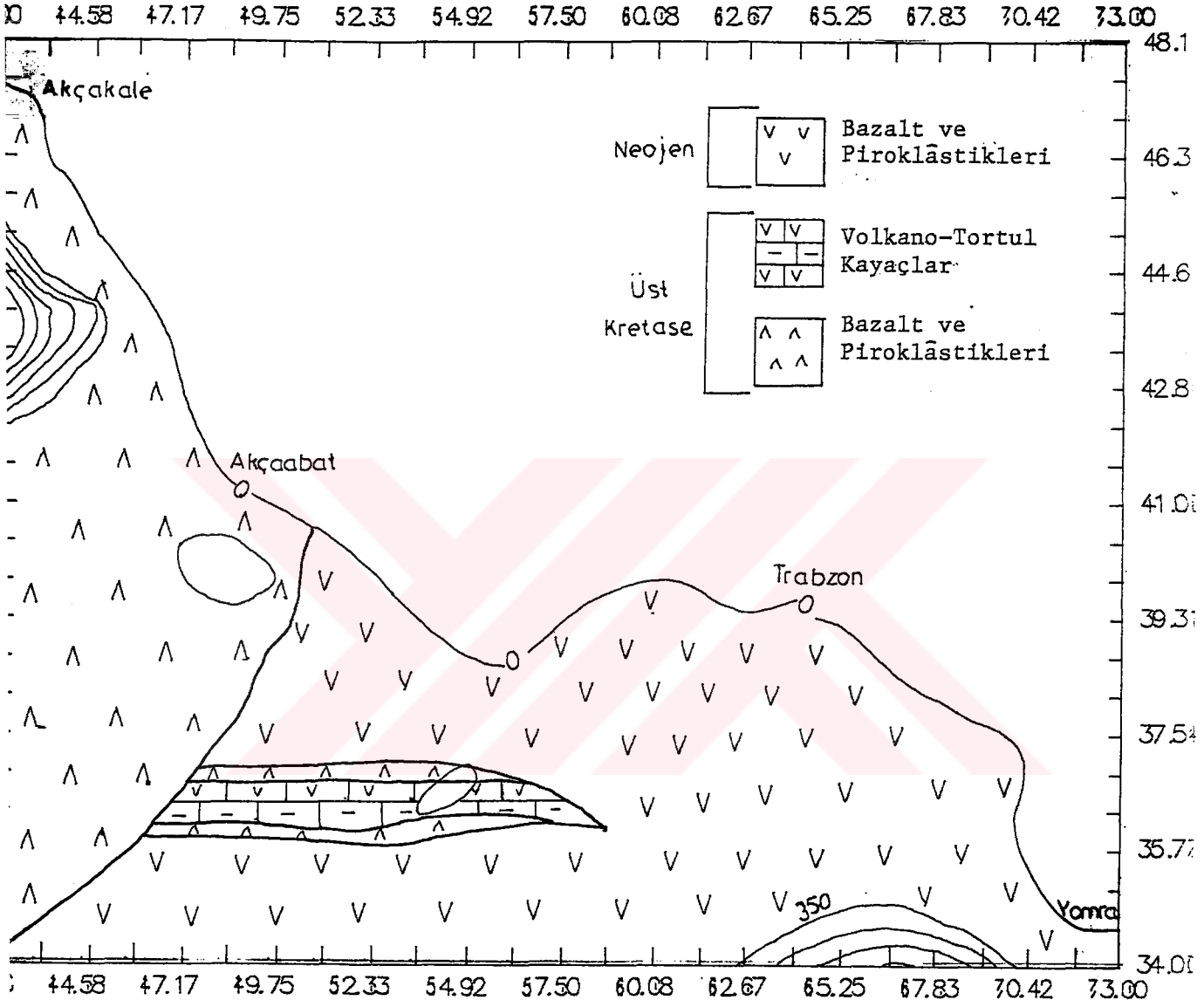


Şekil 5.16 Mn elementine ait jeokimyasal anomali haritası.

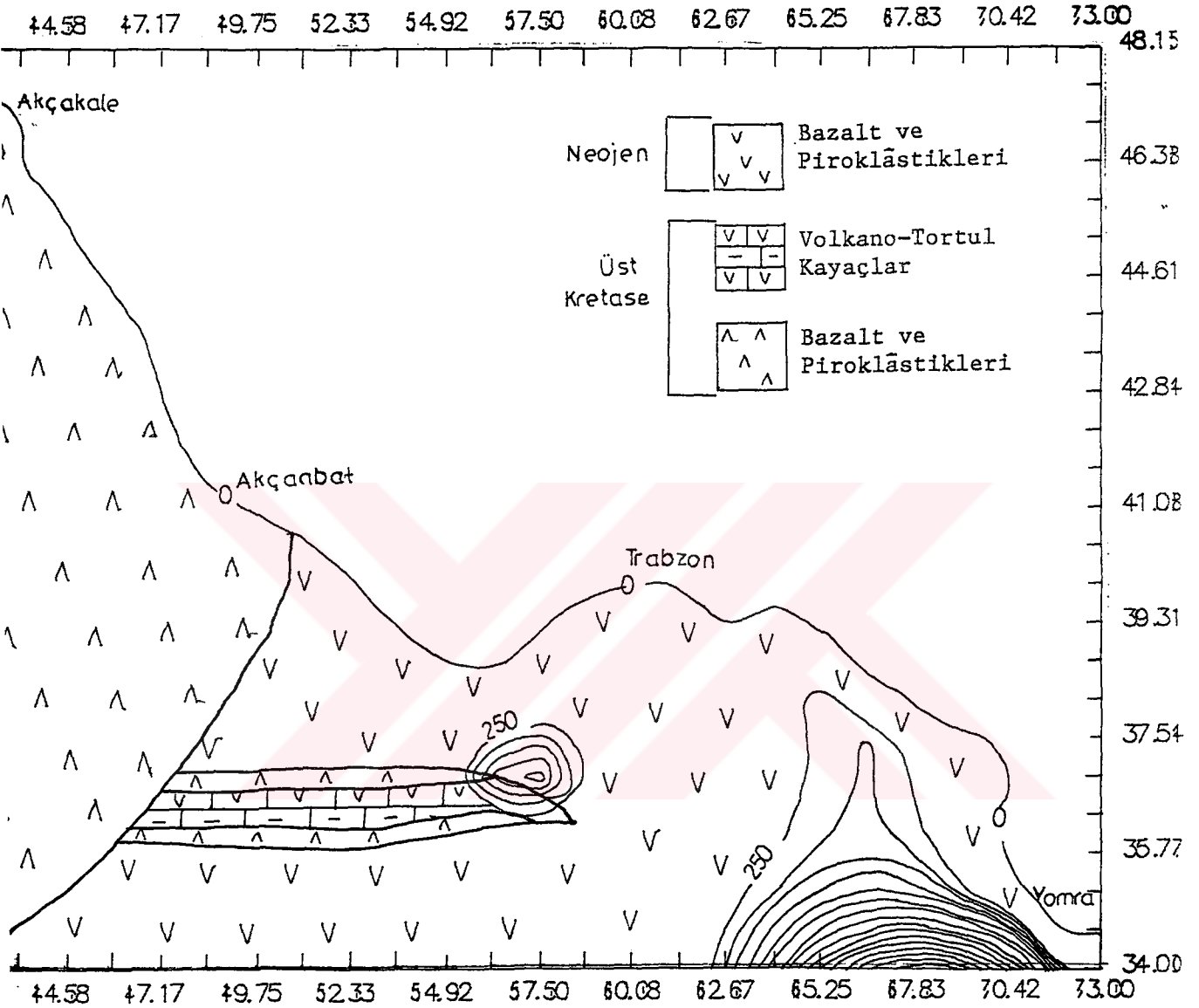


Şekil 5.17 Co elementine ait jeokimyasal anomali haritası.

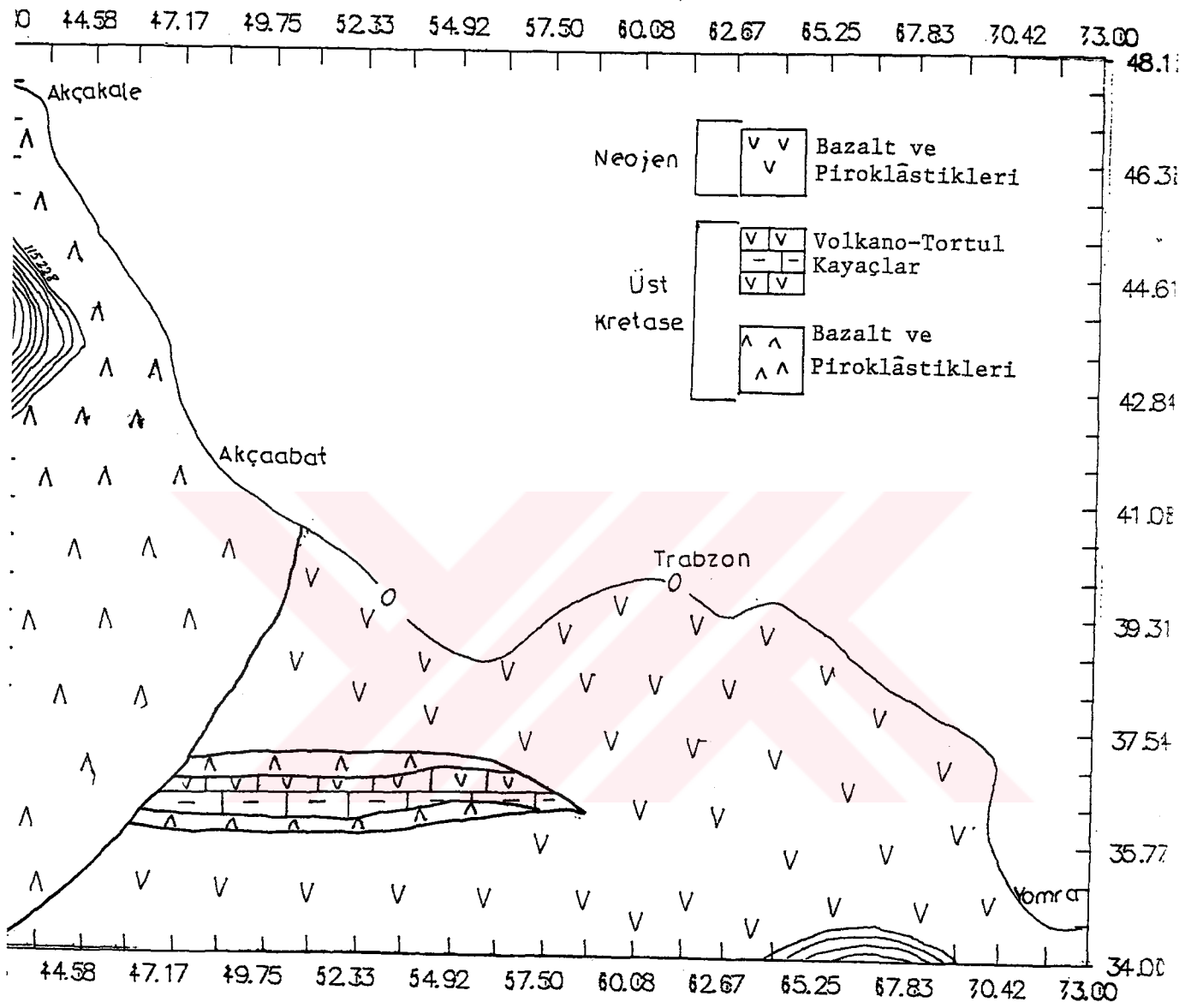




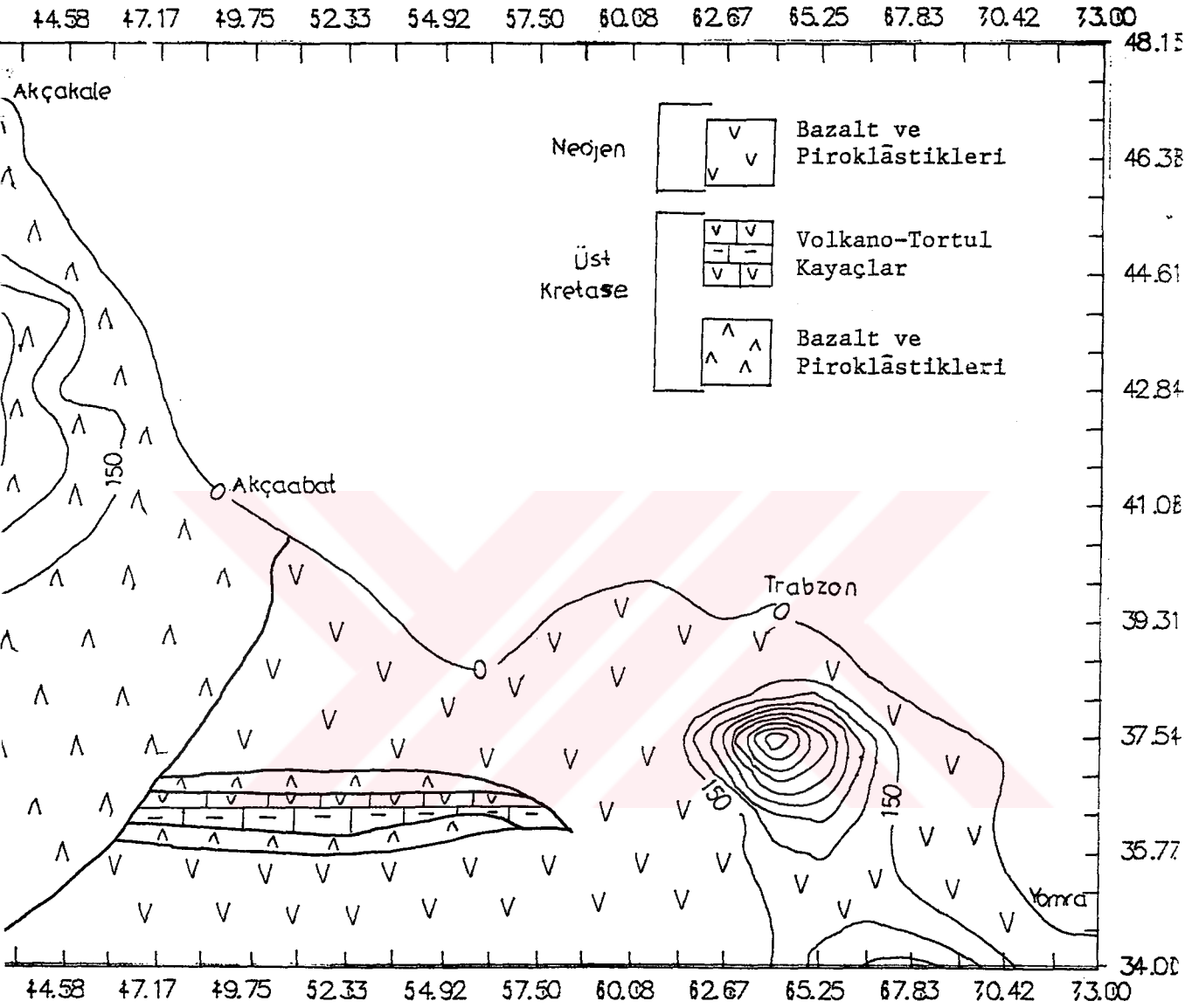
Şekil 5.18 Pb elementine ait jeokimyasal anomali haritası.



Şekil 5.19 Zn elementine ait jeokimyasal anomali haritası.



Şekil 5.20 Fe elementine ait jeokimyasal anomali haritası.



şekil 5.21. Cu elementine ait jeokimyasal anomali haritası.

### 5.3.2.3 Sonuçların Yorumlanması

Topraklarda bulunan elementlerin ana kaynağı, üzerinde buldukları anakayalardır. Ancak yakın çevredeki herhangi bir cevherleşmeye ya da yüzeysel kirlenmelere bağlı olarak, topraktaki element konsantrasyonu değişebilir.

Araziden alınan 85 adet toprak örneğinin analizi yapılmış ve bu çalışmanın sonucunda bulunan değerlerin dünya ortalamalarının oldukça üzerinde oldukları görölmüştür. Dünya ortalamalarında toprakda Co: 10 ppm, Cu: 15 ppm, Pb: 17 ppm, Fe: 21.000 ppm, Zn: 36 ppm, Mn: 320 ppm'dir (35).

Çalışmada bulunan değerler ise Co: 151 ppm, Cu: 100 ppm, Pb: 199 ppm, Fe: 79432 ppm, Mn: 1000 ppm ve Zn: 158 ppm'dir.

Bu toprak örneklerinin bir çoğu bazaltik kayaçlar üzerinden alınmış olduğundan, bulunan değerler bazaltik kayaçlardaki miktarlar ile karşılaştırıldığında, Co, Pb ve Zn bakımından toprakda bir artışın var olduğu görölmüştür.

Bu artışın sebebi, yakın çevrede herhangi bir cevherleşme olmadığına göre, yüzeysel kirlenmeden veya alttaki kayaçların yüksek içeriğinden kaynaklanmaktadır.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1- Bu alışma sonucunda Trabzon ve çevresindeki (Yomra-Akçakale arası) topraklarda Co, Pb ve Zn dışında bir kirlenmenin olmadığı anlağılmıştır.
- 2- Bu çalışmada bulunan değerler, daha sonraki yıllarda, yine aynı bölgede yapılacak böyle bir çalışmadan bulunacak değerler ile karđılařtırılarak, yüzeysel kirlenmede ne kadar bir değişmenin olduğu belirlenebilir.



## KAYNAKLAR

- 1) Özsayar, T., Pelin, S., Gedikoğlu, A., Doğu Pontidlerde Kretase, K.T.Ü. Yerbilimleri Jeoloji Dergisi, 2 (1981) 65-114.
- 2) Erguvanlı, K., Trabzon-Gümüşhane Yöresinin Jeolojik Raporu, M.T.A. Rap. no: 2273, Ankara, 1949.
- 3) Gattinger, T.F., 1/500000 ölçekli Türkiye Jeolojisi Haritası Trabzon Paftası, M.T.A. Yayını, Ankara, 1962.
- 4) Özsayar, T., Geologie und Palaeontologie des Gebietes östlich Trabzon (Anatolien), Giesss. Geol. Schr., 1971.
- 5) Keskin, H., Kisarna ve Civarının Genel Jeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Müh. Mim. Fak., Trabzon, 1972.
- 6) Türk-Japon Heyeti., Report on Geological Survey of Trabzon Area, Phase 1, M.T.A. Rap no: JD 125, 1974.
- 7) Eren, M., Trabzon İli Kalepark-Boztepe Yöresi Mühendislik Jeolojisi, Bitirme Tezi, K.T.Ü. Müh. Mim. Fak., Trabzon, 1980.
- 8) Sadıklar, M.B. Occurrences of Fe-Mn- nodules in Trabzon Area (E-Pontides), As a Product of Terrestrial- Hydrogenetic Processes, Abstracts International symposium on the geology of the Black-Sea-Region, Ankara, September 7-11 (1992) 62.



- 9) Oswald, F., Armenien-Handbuch der Regionalen Geologie, 10/3, Heidelberg, 1912.
- 10) Arni, P., Şarki Anadolu ve Mücavir Mıntıklarının Tektonik Ana Hatları, M.T.A. Yayını, Rap.no: 4, Ankara, 1989.
- 11) Ketin, İ., Anadolu'nun Tektonik Birimleri, M.T.A. Dergisi 66 (1966) 20-34.
- 12) Aslaner, M. ve Gedikoğlu, A., Harsit Vadisi Polimetalik Mineralojisinin Ayrıntılı Araştırılması, TÜBİTAK Yayını, Proje no: TBAG 390, Ankara, 1982.
- 13) Elmas, P., Sera Civarının (Trabzon) Mineralojik ve Petrografik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1993.
- 14) Kolaylı, H., Kisarna Maden Suyu ve Çevresinin Hidrojeolojik İncelenmesi, Bitirme Tezi, K.T.Ü. Müh. Mim. Fak., Trabzon, 1986.
- 15) Şen, C., Toklu-Uğurlu (Trabzon) Civarının Jeolojisi ve Kretase ve Neojen Volkanitleri Arası İlişki, Bitirme Tezi, K.T.Ü. Müh. Mim. Fak. , Trabzon, 1985.
- 16) Lakutoğlu, M., Söğütlü-Salacak Arasının Petrografik, Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Lisans Tezi, K.T.Ü. Müh. Mim. Fak., Trabzon, 1992.
- 17) Emirzeoğlu N., Bulak ve Samaruksa Köyleri (Trabzon) Civarının Jeolojik İncelenmesi, Lisans Tezi, K.T.Ü. Müh. Mim. Fak., Trabzon, 1986.
- 18) Ergene, A., Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 1987.

- 19) Yong, R.N. and Workentin., B.P., Soil Properties and Behaviour, New York, 1975.
- 20) Zumberge, H., Elements of Geology, New York, 1964.
- 21) Krauskopf, K.B., Jeokimyaya Giriş, (Çevirenler : Akyol, A., İnan, K., Suner, F.), İ.T.Ü. Maden Fak. Jeol. Müh. Böl., 1985.
- 22) Akçay, M., Trabzon-Yalıncağ, Yomra Arasının Petrografik ve Mineralojik İncelenmesi, Lisans Tezi, K.T.Ü. Müh.Mim. Fak., Trabzon, 1990.
- 23) Oflluoğlu, S., Ayasofya- Boztepe- Kireğhane- Değirmendere (Trabzon) Arasındaki Bölgenin Petrografisinin ve Fe-Mn Yumrularını Açısından İncelenmesi, Lisans Tezi, K.T.Ü. Müh. Mim. Fak., Trabzon, 1990.
- 24) Sadıklar, M.B., Goerg, U. and Van, A., Mineralogical and Geochemical Characteristics of Terrestrial-Hydro- Genetic Fe-Mn Nodules in the Trabzon Area, NE- Turkey, Chemie der Erde, (in press).
- 25) Förstner, U. und Müller, G., Schwermetalle in Flüssen und Seen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1974.
- 26) Erler, A., Jeokimyasal Ortamlar, TJK Yayını, 1986.
- 27) Bolt, G.H. and Bruggenwert, M.G.M., Soil Chemistry, Developments in Soil Science, 1987.
- 28) Mott, G.H., Bullard, E.C. and Wilkinson, D.H., Geochemistry, In : Goldschmidt (Editor), The International Series of Monographs on physics, 1934.

- 29) Tunell, G., The Geochemistry of Mercury, New York, 1968.
- 30) T.S.E., Toplam Civa Miktarının Tayini, UDK, 621.1 : 543, 1977, 3-6.
- 31) Jeffery, P.G., Hutchison, D., Chemical Methods of Rocks Analysis, New York, 1981.
- 32) Eggersglüs, D. und Müller, G., Schwermetalle und Nährstoffe in Gartenboden des Rhein-Neckar Kreises und des Stadtgebietes von Heidelberg, Dr. Tezi, Universitaet Heidelberg, 1991.
- 33) Sahama, T.G., Geochemistry, The Universty of Chicago Pres. London, 1949.
- 34) Tokel, S., Silikat ve Sülfidlerin Teflon Basıncılı Kabında Çabuk Çözündürülmeleri ile Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde Analizleri, K.T.Ü. Yerbilimleri Jeoloji Dergisi, 4 (1985) 87-93.
- 35) Rose, A.W., Hawkes, H.E. and Webb, J.S., Geochemistry in Mineral Explaration, Elsevier, Second Ed. New York, 1981.

**EKLER**

- Ek- 1 Trabzon ve çevresinin 1/ 25000'lik jeolojik haritası.
- Ek- 2 Trabzon ve çevresine ait jeolojik kesitler.
- Ek- 3 Trabzon ve çevresinin 1/ 25000'lik örnek alım haritası.



**ÖZGEÇMİŞ**

S.Serpil Karamahmet 1966 yılında Trabzon'da doğmuştur. İlk ve Orta öğrenimini Trabzon'da tamamlamış ve 1984-1985 öğretim yılında K.T.Ü Jeoloji Bölümüne başlamıştır. 1989 yılında mezun olmuş ve aynı yılda yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.

