

57780

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAYABAŞI (KANKÖY-YOMRA-TRABZON) CEVHERİNDE TOPRAK VE BİTKİ
JEOKİMYASININ UYGULANMASI

Jeoloji Müh. Abdurrahman LERMİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Jeoloji Yüksek Mühendisi”
Ünvanı Verilmesi için Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.06.1996

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 08.07.1996

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ali VAN

Juri Üyesi : Doç. Dr. Necati TÜYSÜZ

Juri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Miraç AKÇAY

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Yaşar GÖK

Ağustos 1996

TRABZON

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın amacı, toprak ve bitki jeokimyası yöntemlerini kullanarak bölgemizde yüzeylememiş cevherlerin ekonomik anlamda önemli olanlarının bulunmasıdır. Bu amaç doğrultusunda jeokimyasal çalışmalar için derlenen numunelerin analize hazırlanması ve analizlerinin yapılması işlemleri KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada toprak ve bitki jeokimyası verilerinden yararlanarak “indikatör bitki türü”nün tesbit edilmesi çalışmamızın temelini oluşturmakta olup, masif sülfür mineralizasyonlarının jenezine yönelik herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Daha önce Türkiye’de üzerinde pek fazla durulmayan böyle bir konuda çalışmamı öneren; arazi büro ve laboratuvar çalışmalarımı yakından izleyen değerli yardım ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ali VAN’a teşekkürü bir borç bilirim.

Yapıcı eleştirilerinden dolayı başta Jeoloji Mühendisliği Bölümü akademik personeli olmak üzere, petrografik incelemelerde yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Faruk Aydın’a, çizimlerde yardım ve eleştirilerinden yararlandığım Arş. Gör. İsmail Koçak’a içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca MTA imkanlarından faydalanmamı sağlayan başta Jeoloji Yüksek Mühendisi B. Sabri Yılmaz’a ve tüm MTA personeline, ince kesitlerimi hazırlayan ve jeokimyasal analizlerimi titizlikle yapan teknisyen arkadaşlara da teşekkür ederim.

Ağustos 1996

Abdurrahman LERMİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
Şekil Listesi.....	VII
Tablo Listesi.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
1.2 Coğrafi Özellikler.....	2
1.3 Bölgenin Genel Jeolojik Özellikleri.....	4
2. ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ.....	8
2.1 Giriş.....	8
2.2 Önceki Çalışmalar.....	8
2.3 Stratigrafi ve Petrografi.....	10
2.3.1 Spilitleşmiş Bazalt Lav ve Piroklastları.....	10
2.3.2 Cevherli Dasit Lav ve Piroklastları.....	15
2.3.3 Kırmızı Biyomikrit.....	19
2.3.4 Mor Dasit Lav ve Piroklastları.....	21
2.3.5 Bazalt Lav ve Piroklastları.....	24
2.3.6 Dolerit Daykı.....	25
2.3.7 Alüvyon.....	27
2.4 Yapısal Jeoloji.....	27
2.4.1 Tabakalar ve Kıvrımlar.....	28
2.4.2 Çatlaklar.....	28
2.4.3 Faylar.....	28
3. MADEN YATAKLARI-JEOKİMYA.....	30
3.1 Giriş.....	30
3.2 Kayabaşı (Kanköy) Cevherleşmesi.....	31
3.2.1 Hidrotermal Alterasyon.....	34
3.3 Toprak Oluşumu.....	35

3.3.1 Toprak Oluşumuna Etki Eden Faktörler.....	35
3.3.2 Toprak Profilinin Gelişimi.....	37
3.4 Jeokimyasal Çalışmalar.....	38
3.4.1 Toprak Jeokimyası.....	40
3.4.1.1 Örnek Alımı ve Hazırlanması.....	40
3.4.1.2 Analitik Yöntemler.....	42
3.4.1.3 X-Işınları Floresans Ölçümleri.....	43
3.4.1.4 Çalışılan Elementlere Ait Genel Bilgiler.....	43
3.4.1.5 Temel, Eşik ve Anomali Değerlerinin Tesbiti.....	44
3.4.1.6 Verilerin Değerlendirilmesi.....	46
3.4.2 Biyojeokimya	57
3.4.2.1 Terminoloji ve Tarihçe.....	57
3.4.2.2 Elementlerin Bitki Bünyesine Alınması.....	60
3.4.2.3 Bitki Bünyesindeki Element Miktarını Etkileyen Faktörler.....	62
3.4.2.4 Bitki Anomalilerinin Özellikleri.....	62
3.4.2.5 Hazırlık ve Ön Çalışma.....	63
3.4.2.5.1 Bitki Seçimi.....	64
3.4.2.5.2 Bitkilerden Organ Seçimi.....	67
3.4.2.6 Örnek Alımı ve Hazırlanması.....	67
3.4.2.7 Verilerin Değerlendirilmesi.....	69
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	110
5. KAYNAKLAR.....	112
6. EKLER.....	116
7. ÖZGEÇMİŞ.....	117

ÖZET

Kayabaşı (Yomra-Trabzon) yöresinde örtülü Kayabaşı (Kanköy) cevherleşmesi üzerinde toprak jeokimyası yanında bitki jeokimyası yöntemi uygulanarak anomali tespitine gidilmiştir. Bölgemizde biyojeokimyasal çalışmalar için en uygun bitki türleri araştırılmış, toprak ve bitki jeokimyasal verileri karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

İnceleme alanının tabanı sipilitleşmiş bazalt lav ve piroklastları ile başlar. Bunların üzerine uyumsuz olarak gelen cevherli dasitler, yer yer dayklar şeklinde bu birimi kesmişlerdir. Bölgede masif sülfid cevher yatakları için kılavuz seviye olarak kabul edilen kırmızı biyomikritler ile mor dasit lav ve piroklastları uyumlu olarak cevherli dasitleri üstlerler. Tüm birimleri kesen ve uyumsuz olarak mor dasitlerin üzerine gelen bazalt lav ve proklastları yer yer mor dasitler içerisinde dayklar şeklinde izlenir. Arazide üst kretase yaşlı birimler hakimdir.

Kanköy cevher sahasında toprak jeokimyası yöntemiyle Cu, Pb, Zn anomalileri tespit edilmiş, bunların cevher sahasıyla uygun olduğu saptanmıştır. Doğu Karadeniz bölgesinde bu yöntemin uygulanabilirliği bir kez daha ortaya konmuştur.

Aynı bölgeye uygulanan bitki jeokimyası yöntemiyle bulunan Cu, Pb, Zn anomalilerinin de cevher alanıyla ve toprak jeokimyasıyla tespit edilen anomalilerle çakıştığı görülmüştür. Doğu Karadeniz Bölgesinde biyojeokimyasal çalışmalar için Mor Çiçekli Orman Gülü (Rhododendron Ponticum), Fındık (Corylus Avellana) ve Sarı Çiçekli Orman Gülü (Rhododendron Luteum) bitkiler ile bu türlerin yaygın olduğu bölgelerde çalışılabileceği ortaya konmuştur

Anahtar Kelimeler: jeokimya, toprak jeokimyası, bitki jeokimyası, masif sülfid

SUMMARY

AN APPLICATION OF SOIL AND PLANT GEOCHEMISTRY AROUND THE KANKÖY (YOMRA-TRABZON).

A Soil and Plant geochemical survey was conducted around Kayabaşı (Kanköy) to obtain anomalous values both in plants and soils over the mineralized areas. Main purpose of this study is to investigate the distribution of indicator elements in soils and type(s) of indicator plant species around the Kayabaşı (Kanköy) massive sulphide occurrence.

The oldest rock units exposed in the study area are spilitic basalt lavas and its pyroclastics. These rocks are unconformably overlain by the ore-bearing dacitic lavas. Reddish bio-micrits and purple-dacites lie conformably on these dacites. Basalts, lying on the purple-dacites, cut all these rock units as dykes. Upper Cretaceous units are by far the most widely observed in the studied area.

Using soil geochemistry methods, Cu, Pb, Zn anomalies were obtained at Kayabaşı (Kanköy) mineralization. This method is, therefore, proved to be successful in the eastern Karadeniz area.

Determined Cu, Pb, Zn anomalies from plant geochemistry are overlapped with anomalies from soil geochemistry in the same ore site. This study shows that *Rhododendron Ponticum* (violet flowered forest rose), *Corylus Avellana* (hazelnut) and *Rhododendron Luteum* (yellow flowered forest rose) species can be used as indicator plant species for biogeochemical studies in the eastern Karadeniz area.

Key words : Geochemistry, Soil geochemistry, Plant geochemistry, Massive sulfide occurrence

Şekil Listesi

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	Çalışma alanına ait coğrafi konum haritası.....3
Şekil 1.2 ^a	Bölgenin genelleştirilmiş dikme kesiti..... 6
Şekil 2.1	Yomra Kayabaşı (Kanköy) Kömürcü Köylerinin genelleştirilmiş dikme kesiti.....11
Şekil 2.2	Göz Değirmeninin 300m güneyinde yüzeyleyen spilitleşmiş bazaltların genel görünümü.....12
Şekil 2.3	Hurmalık Mahaltesinde yastık debi gösteren spilitleşmiş bazaltlardan bir görünüm.....13
Şekil 2.4	Spilitleşmiş bazalta ait mikroskopik görünüm.....14
Şekil 2.5	Kömürcü Mahallesi yol kenarında yüzeyli cevherli dasitlerin genel görünümü.....16
Şekil 2.6	Cevherli dasitlere ait mikroskopik görünüm.....17
Şekil 2.7	Dasitik kristal tufün mikroskoptaki görünümü.....18
Şekil 2.8	Yomra Derenin batı yakasında mostra veren kırmızı biyomikritlere ait görünüm.....19
Şekil 2.9	Kırmızı biyomikritlerdeki Globotruncana mikro faunasına ait görünüm.....20
Şekil 2.10	Gürgen tepe batı yakasında yüzeyleyen mor dasitlere ait görünüm.....22
Şekil 2.11	Mor dasitlerin mikroskopik görünümü.....22
Şekil 2.12	Bazaltların mikroskoptaki görünümü.....25
Şekil 2.13	Kanköy yolu üzerinde mostra veren dolerit daykına ait genel görünüm.....26
Şekil 2.14	Doleritin mikroskoptaki görünümü.....27
Şekil 3.1	Kayabaşı (Kanköy) madenine ait asal kesit.....32
Şekil 3.2	Alaşlı Dere kuzey kolu üzerinde kaolenleşmiş, piritleşmiş, limonitleşmiş dasitik tüfler.....35
Şekil 3.3	Kayaçların sıcaklık ve yağışa bağlı olarak bozunma ve şekil dereceleri (Köksoy,1991).....36
Şekil 3.4	Çeşitli zonları gösteren genelleştirilmiş bir toprak profili.....37

Şekil 3.5	Araziden el burgusu yardımıyla örnek alırken.....	41
Şekil 3.6	Araziden alınan örneklerin geçirdiği aşamalar.....	42
Şekil 3.7	Bakır elementi için bulunana CPS -konsantrasyon (ppm) ilişkisi.....	43
Şekil 3.8	Tablo 3.2'deki tüm değerlerden hazırlanan frekans dağılım grafikleri.....	49
Şekil 3.9	Toprak analizlerinden hazırlanan korelasyon grafikleri.....	50
Şekil 3.10	Cevher üzerinde gelişmiş topraktaki Cu genel dağılımı.....	51
Şekil 3.11	Cevher üzerinde gelişmiş topraktaki Pb genel dağılımı.....	53
Şekil 3.12	Cevher üzerinde gelişmiş topraktaki Zn genel dağılımı.....	55
Şekil 3.13	Topraktaki Cu, Pb ve Zn elementlerine ait anomali haritalarının çakıştırılması ile elde edilen anomali haritası.....	56
Şekil 3.14	Bitkilerin beslenme mekanizması ile ilgili olarak bitkilerin kılcal köklerinde katyon alışveriş şeması.....	61
Şekil 3.15	Klastik , hidromorfik ve biyojenik anomaliler arasındaki bağıntı.....	63
Şekil 3.16-17	Tablo 3.4'deki Rhododendron Ponticum (a) bitkisine ait analiz sonuçlarına göre hazırlanan frekans dağılım tabloları grafikleri.....	66
Şekil 3.18	Rhododendron Ponticum (a) bitkisinin Cu için tüm değerlerinin arazideki genel dağılımı	68
Şekil 3.19	Rhododendron Ponticum küllerindeki Cu (normal frekans dağılımı), Pb, Zn elementlerine ait log-normal frekans dağılımları.....	72
Şekil 3.20	Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb, Zn, FeO ve Mno elementlerine ait korelasyon grafikleri.....	74
Şekil 3.21	Yomra Kanköy yöresindeki Rhododendron Ponticum (mor çiçekli orman gülü) bitkisindeki Cu genel dağılımı.....	75
Şekil 3.22	Yomra Kanköy yöresindeki Rhododendron Ponticum (mor çiçekli orman gülü) bitkisindeki Pb genel dağılımı.....	77
Şekil 3.23	Yomra Kanköy yöresindeki Rhododendron Ponticum (mor çiçekli orman gülü) bitkisindeki Zn genel dağılımı.....	78
Şekil 3.24	Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisinin deki Cu, Pb ve Zn elementlerine ait anomali haritalarının çakıştırılması ile elde edilen anomali haritası.....	79
Şekil 3.25	Tablo 3.5'deki Castanea Sativa analizlerinden hazırlanan log-normal frekans dağılımları.....	82

Şekil 3.26	Yomra Kanköy yöresinde <i>Castanea Sativa</i> (Kestane) bitkisindeki Cu genel dağılımı.....	83
Şekil 3.27	<i>Vaccinium Arctostaphylos</i> bitkisine ait log-normal frekans dağılım grafikleri.....	86
Şekil 3.28	<i>Rhododendron Luteum</i> (sarı çiçekli orman gülü) analiz sonuçlarından hazırlanan log- normal frekans dağılımları.....	83
Şekil 3.29	Yomra Kanköy Yöresindeki <i>Rhododendron Luteum</i> (sarı çiçekli orman gülül) bitkisindeki Cu genel dağılımı.....	92
Şekil 3.30	Yomra Kanköy Yöresindeki <i>Rhododendron Luteum</i> (sarı çiçekli orman gülül) bitkisindeki Pb genel dağılımı.....	94
Şekil 3.31	Yomra Kanköy Yöresindeki <i>Rhododendron Luteum</i> (sarı çiçekli orman gülü) bitkisindeki Zn genel dağılımı.....	95
Şekil 3.32	Yomra Kanköy Yöresinde Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisinde Cu, Pb ve Zn genel dağılımlarının aynı harita üzerinde gösterilmesi.....	96
Şekil 3.33	Tablo 3.9'daki <i>R. Platyphylos</i> bitkisine ait analiz sonuçlarının log-normal frekans dağılımları.....	98
Şekil 3.34	<i>Corylus Avellana</i> (findık bitkisinin) bitkisinin analiz sonuçlarından hazırlanan log-normal frekans dağılımları.....	102
Şekil 3.35	Yomra Kanköy yöresinde Findık bitkisindeki Cu genel dağılımı.....	105
Şekil 3.36	Yomra Kanköy yöresinde Findık bitkisindeki Pb genel dağılımı.....	106
Şekil 3.37	Yomra Kanköy yöresinde Findık bitkisindeki Zn genel dağılımı.....	107
Şekil 3.38	Yomra Kanköy yöresinde Findık bitkisindeki Cu, Pb ve Zn dağılımlarının aynı harita üzerinde gösterilmesi.....	108

Tablo Listesi

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1	Örnek tiplerine göre jeokimyasal anomali türleri.....39
Tablo 3.2	Araziden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları ve örnek numaraları.....47
Tablo 3.3	Toprak örneklerinin Cu, Pb ve Zn analizlerine ait istatistikler.....46
Tablo 3.4	Toprak örneklerinin Cu, Pb ve Zn analizlerine ait korelasyon matrisleri.....48
Tablo 3.5	Bitkilerde elementlerin ortalama bollukları.....59
Tablo 3.6	Rhododendron Ponticum (mor çiçekli orman gülü-a) bitkisine ait analiz sonuçları.....71
Tablo 3.7	Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb ve Zn analizlerine ait istatistikler.....70
Tablo 3.8	Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO analizlerine ait korelasyon matrisleri.....73
Tablo 3.9	Castanea Sativa (Kestane) bitkisinin küllerine ait analiz sonuçları.....80
Tablo 3.10	Kestane bitkisinin analizlerinden hazırlanan istatistikler.....80
Tablo 3.11	Kestane bitkisinin analizlerinden hazırlanan korelasyon matrisleri.....81
Tablo 3.12	Vaccinium Arctotaphylos (Trabzon çayı-c) bitkisine ait küllerden elde edilen analiz sonuçları85
Tablo 3.13	Trabzon Çayı bitkisindeki Cu, Pb ve Zn analizlerinden hazırlanan istatistikler.....85
Tablo 3.14	Trabzon Çayı bitkisindeki Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO analizlerine ait korelasyon matrisleri.....87
Tablo 3.15	Rhododendron Luteum (sarı çiçekli orman gülü) bitkisine ait küllerin analiz sonuçları.....89
Tablo 3.16	Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementlerine ait istatistikler.....88
Tablo 3.17	Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb, Zn FeO ve MnO elementlerine ait korelasyon matrisleri.....91
Tablo 3.18	Alnus Glutinosa (kızılağaç-e) bitkisine ait küllerin analiz sonuçları.....93
Tablo 3.19	Rubus Platyphylos (böğürtlen-f) bitkisine ait küllerin analiz sonuçları.....97

Tablo 3.20	Böğürtlen bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementlerine ait istatistikler.....	97
Tablo 3.21	Böğürtlen bitkisindeki Cu, Pb, Zn FeO ve MnO elementlerine ait korelasyon matrisleri.....	99
Tablo 3.22	Corylus Avellana (findık-g) bitkisinin küllerinden elde edilen analiz sonuçları.....	100
Tablo 3.23	Fındık bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementlerine ait istatistikler.....	101
Tablo 3.24	Fındık bitkisindeki Cu, Pb, Zn FeO ve MnO elementlerine ait korelasyon matrisleri.....	103
Tablo 3.25	Carpinus Betulus (adi gürgen-h) bitkisine ait küllerin analiz sonuçları.....	104



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Çalışmanın Amacı

Doğu Pontid Kuzey Zonu olarak bilinen Doğu Karadeniz sahil şeridi Cu, Pb, Zn ve Mn gibi polimetallik maden yatakları açısından oldukça zengindir. Bölgede işletilmekte olan ve fizibilite çalışmaları süren pek çok maden yatağı bunun en açık göstergesidir. Bölgede, değişik parajenezlerde Volkanik Malzeme Eşlikli Masif Sülfid zenginleşmeleri, skarn ve damar tipi maden yatakları mevcuttur. Bu yataklar genellikle dasitik ve granitik sokulumlarla ilişkilidir.

Bilindiği gibi, Karadeniz Bölgesi ikliminden dolayı yoğun bitki örtüsüyle kaplıdır. Buna bağlı olarak, yoğun ayrışma sonucu kalın toprak profili gelişmiştir. Bütün bunlar maden aramalarını zorlaştırmakta ve muhtemel birçok yatağın saklı kalmasına neden olmaktadır. Birimlerin yoğun bir tektonik deformasyon geçirmiş, masif sülfid tipteki cevherleşmelerin de genelde killi bir zonla çevrelenmiş olması, hedef saptamada yanlış sonuçlar bulunmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle diğer yöntemlere göre daha ekonomik olan toprak jeokimyası, hatta bundan daha pratik ve Türkiye’de üzerinde pek durulmayan bitki jeokimyası (Biogeochemistry) yönteminin, özellikle kapalı kalmış mineralizasyonların ortaya çıkarılmasındaki geçerliliği Yomra-Kayabaşı (Kanköy) civarında uygulanarak araştırılmıştır.

Kanköy cevherleşmesi üzerinde gelişmiş toprak ve bitki örtüsü, hem toprak jeokimyası hem de bitki jeokimyası için gerekli olan şartları sağlar. Topoğrafyanın biraz sarp olması yanında, iyi gelişmiş bir toprak profili, bitki örtüsüyle tamamen kapalı olması, çevrede fazla bir bulaşmanın (contamination) olmaması ve bu bölgede M.T.A Enstitüsünün 1986-1988 yıllarında yapmış olduğu sondajlarla cevher kütlesinin konumunun bilinmesi nedeniyle prospeksiyon çalışmalarına uygun bulunmuştur.

Çalışmanın amacı, bölgede benzer tipte örtülü kalmış mineralizasyonları tesbit etmek ve özellikle bitki örtüsünün yoğun olduğu yerlerde toprak jeokimyasının yanında bitki jeokimyasıyla, anomali tesbitinde belirleyici (indikatör) bitkilerin varlığını

araştırmaktır. Bir başka ifade ile kapalı kalmış madenlerin ortaya çıkarılmasında bitkilerden nasıl yararlanılabileceğini; bitkilerden elde edilen jeokimyasal verileri, toprak jeokimyasal verilerle karşılaştırarak hedef tesbitinde uygulanabilirliğini araştırmaktır.

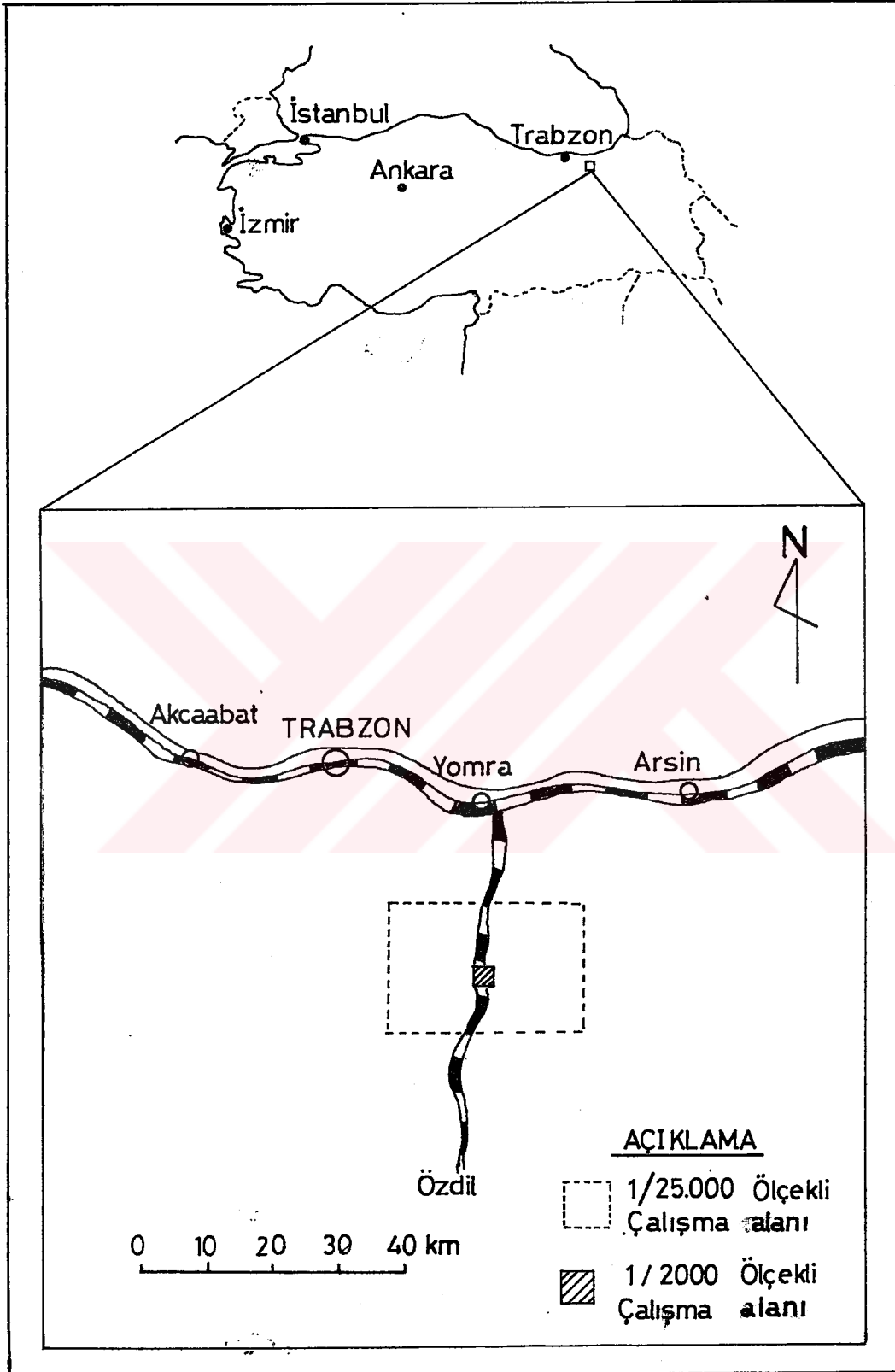
1.2. Coğrafik Özellikler

Çalışma alanı Trazon-Yomra ilçesi sınırları içerisinde kalır. 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılan saha, Trabzon G43b₁b₂ paftalarının yaklaşık 45 km²lik bir kesimini kapsamaktadır, (Şekil 1.1).

Çalışma alanına ulaşım, Yomra ilçesinden güneye doğru, Özdil Kasabasına devam eden devlet karayoluyla yapılmaktadır. Bu karayolu Yomra Deresi (Kalafka) boyunca kuzey-güney istikametinde devam etmektedir. En büyük yerleşim birimi Yomra'ya 6 km uzaklıktadır. Diğer yerleşim yerleri Kayabaşı (Kanköy), Yenice, Kömürcü, Çıraklar, Taşdelen, Çukurköy, Kirazlık, ve Hurmalık köyleridir. Dağınık bir yerleşim görülmekte olup, bütün köyler stabilize yolla birbirine bağlıdır.

Sahanın büyük bir bölümü Karadeniz dağ silsilesinin sahile yakın kesimlerinde kodları 800m-900m yüksekliklerde olan tepe ve sırtlardan oluşur. Yomra Deresi bunları birbirinden ayırır. Yomra Dere'nin aktığı taban ile en yüksek tepe arasındaki kod farkı kısa mesafede yaklaşık 700 m'ye çıkar. Vadi yamaçları ortalama 30⁰-40⁰ eğimlerle yükselerek tepelerde son bulur. Çalışma alanında Soğuksu Tepe (566), Kendirboğazı Tepe (681), Hurmalık (692), Gülyurdu (766) gibi tepelerin yanında çok sayıda küçük tepecikler de bulunur.

Yörenin en büyük akarsuyunu yaklaşık kuzey-güney istikametinde akan Yomra Dere (Kalafka) oluşturur. Buna paralel olarak Sancak Dere ve Harmanlı Dere Yomra sınırlarından denize dökülmektedir. Bu dereleri besleyen irili ufaklı Alaşlı Dere, Gürsel Dere gibi doğu-batı yönünde akan pekçok yan kollar mevcuttur. Bölgede bu derelerin oluşturduğu ağ sistemi dentritik drenaj sistemidir.



Şekil 1.1 Çalışma alanın coğrafi konum haritası

İnceleme alanında Doğu Karadeniz Bölgesine özgü, genelde her mevsim yağışlı ve ılıman kıyı iklimi görülür. Temmuz ve ağustos aylarında, diğer aylara göre daha az yağış vardır. 1950-1995 yılları arasında ortalama yıllık yağış miktarı $808,75 \text{ kg/m}^2$ dir, (Meteoroloji Bülteni, Trabzon).

Bitki örtüsü, yörede oldukça zengin ve sıktır. Çalışma alanının %60-%70'ini fındık bahçeleri, geri kalan bölümünü ise ormanlıklar kaplamaktadır. Yomra Dere vadisi boyunca çok sarp kesimlerde gürgen, yaban gürgeni, kızılbaş ormanları ve aralarında bodur ağaç türlerine rastlanmakla beraber alt kesimler fındık ağaçlarıyla kaplıdır. Yükseklerle doğru gittikçe kızılbaş, gürgen, kestane ve bunların arasında ligarva, mor ve sarı çiçekli orman gülü ve böğürtlenlere daha sıkça rastlanır. Gerek yüksek kesimlerdeki fındık bahçeleri gerekse Orman gülü, Trabzon Çayı ve diğer ağaçların fındık bahçelerinde görülmesi, zamanla bu bölgenin tamamen ormanlıklarla kaplı olduğu ve daha sonra bahçe yapmak amacıyla açıldığı bölge halkı tarafından doğrulanmaktadır.

Rakım yükseldikçe ormanlık alanların sıklaşması ve özellikle uzun boylu ağaçların arasında bodur çalılıkların devasa boyutlara olması ulaşımı zorlaştırmaktadır. Bitki türleri genellikle geniş yapraklıdır. Çalışma alanında iğne yapraklı ağaçlara rastlanmıştır fakat pek yaygın olmadıkları gözlenmiştir.

Halk genellikle tarım ve hayvancılıkla uğraşmaktadır. Fındık tarımının yanında, kendine yetecek kadar sebze ve meyve yetiştirmektedir. Bölgede genelde büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık yapılmaktadır.

1.3. Bölgenin Genel Jeolojik Özellikleri

İnceleme alanı Doğu Pontid Jeotektonik Birliğinin Kuzey Zon'unda yer almaktadır. Tektonik birim olarak " Pontid " adı ilk defa Hemilton (1) tarafından verilmiştir.

Ketin (2), Türkiye'nin tektonik birliklerini Pontid, Anatolid, Torid ve Kenar Kıvrımları olarak adlandırmıştır. Ketin ve Canitez (3) bu tektonik üniteleri yeniden düzenlemiş ve adlandırmışlardır.

Pontidlerin doğu kesimi litolojik farklılıkları göz önüne alınarak Doğu Pontid Kuzey Zonu ve Doğu Pontid Güney Zonu olmak üzere iki ayrı kısımda incelenmiştir, (4). Çalışma alanını da içine alan Doğu Pontid Kuzey Zonu'nun genelleştirilmiş dikme kesiti Şekil 1.2' de verilmiştir.

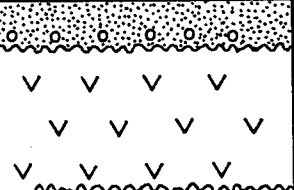
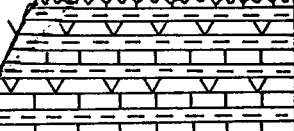
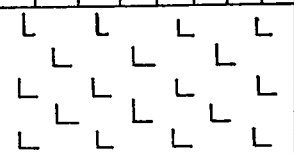
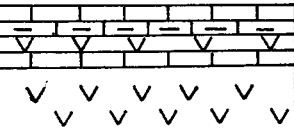
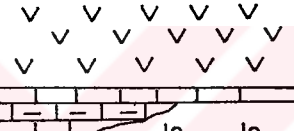
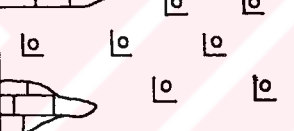
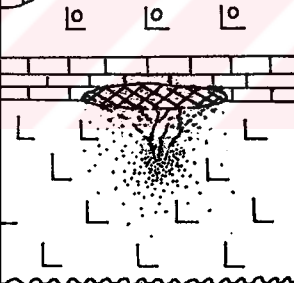
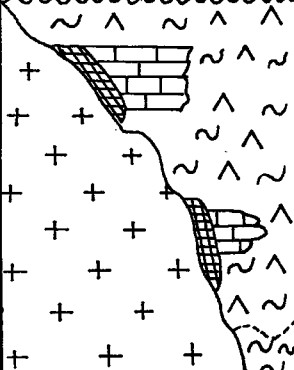

Bu zon içerisinde Paleozoik veya daha yaşlı birimlere ait oluşuklar seyrek olarak gözlenmektedir. Trabzon'un 25 km doğusunda Yanbolu Dere Vadisi'nde ve Giresun'un güneyinde Dereli civarında görülen mikaşist ve mermerlerin, temel kayalarlarına ait yüzeylemeler olduğu düşünülmektedir, (5, 6).

Paleozoik yaşlı granitoid sokulumları, Liyas öncesinde bu taban kayalarını kesmişlerdir. Gümüşhane civarında izlenen bu kayalardan yapılan radyometrik yaş tayinleri yaklaşık olarak 300 milyon yıl yaşını vermektedir, (7).

Doğu Pontid Kuzey Zon'unda Liyas'ta başlayan ve kesikli olarak Alt Kretase'nin sonuna kadar devam eden bir bazik volkanizma hakimdir. "Alt Bazik Volkanik Seri" olarak adlandırılan bu kayalar, bazalt, andezit, diyabaz lav ve piroklastiklerinden oluşmuş olup, kısmen spilitleşmişlerdir, (8, 4, 9, 10).

Dogger-Malm Alt Kretase yaşlarını veren ve Berdiga formasyonu olarak isimlendirilen gri renkli kristalize kireçtaşları ise Kuzey Zon'unda genelde yaygın, çoğunlukla mercekler şeklinde görülmektedir, (8, 11, 12).

Pontid Kuzey Zonu'nda, Üst Kretase yaşlı oluşukların Alt Kretase yaşlı kayalar üzerine uyumsuz olarak geldiği ileri sürülmektedir, (8, 9). Bu kayalar, tabandan itibaren içermiş olduğu ekonomik cevherleşmeler nedeniyle " Cevherli Dasit " olarak adlandırılan dasitik lav ve tüflerle başlar. "Alt Asitik Seri " olarak da bilinen bu seri üzerine uyumlu olarak kırmızı biyomikritler gelir. Bu biyomikritler mercekler şeklinde " Üst Asitik Seri " olarak bilinen ve hiçbir ekonomik mineralizasyon içermeyen mor

Zaman	Devir	As Devir	Yak Kalmık	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	TERSİYER	NEOJEN	>200		Alüvyon , Yamaç molozu , Taraça Olivin-ojit bazalt
			25-100		Volkano tortul seri
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE	<40		Dasit lav ve Piroklastları
			>140		Volkano tortul kayalar
			>140		Andezit , bazalt ve proklastları
			50-200		Mor dasit ve piroklastları (Tortul kayaç arakatlı)
		50-200		Kırmızı biyomikrit Cevher dokanağı Cevherli dasit ve piroklastları	
		Alt Kretase	MALM.	>1500	
JURA	>1500			Kuarsit , mikaşist ve meta volkanitler	

ÖLCEKSİZDİR

Şekil 1.2 Bölgenin geliştirilmiş dikme kesiti (Aslaner, A., Gedikoğlu, A. ve diğerlerinden alınmıştır.)

dasitler arasında uyumlu olarak izlenir. Hematitli dasit olarak da adlandırılan seri, lav ve piroklastiklerle devam eder ve kireçtaşı, marn, kumtaşı, tuf ve aglomeralardan oluşan volkano-tortul seri ile son bulur.

Pontidlerde çok yaygın bir dağılım gösteren üçüncü volkanitler ise bazalt, andezit ve volkano-tortul arakatıklarından oluşan “ Üst Bazik Seri ” dir, (13). Tersiyer’de görülen genç volkanizma andezitik breşler, hornblend-ojit bazalt ya da bunların püskürükleri üst bazik seriyi uyumsuz olarak üstlerler.

Doğu Pontidlerde hacim olarak en yaygın kayalar Alpin orojenezi esnasında sokulum yapan granitler oluşturur. Bunların en büyüğü “ Tatos Batoliti ” dir. İlk plütonik kayalar Paleozoik yaşlıdır. Diğerleri ise Üst Kretase, Eosen, Oligosen yaşlı olanlardır.

Pontidlerin evrimi hakkında iki görüş vardır. Birinci görüşü savunanlar Pontidlerde yitimin Kuzeyden güneye olduğunu (14), diğerleri ise güneyden kuzeye olduğunu ileri sürmektedirler, (15).

Tokel (14), Paleozoikten beri Pontid’lerde yitim aktivitesinin güneyden kuzeye doğru olduğunu ve ilk adanın Karboniferde su yüzüne çıktığını, daha sonra Üst Kretasede Kuzey Anadolu Tetis’in kapandığını belirtmiştir.

Aslaner (15)’e göre ise, Doğu Karadeniz Bölgesindeki masif sülfid yatakları dalma zonundaki ada yayında oluşmuşlar ve sonradan kıtaya lehimlenmişlerdir. Ayrıca bölgedeki porfiri bakır Cevherleşmelerinin, Karadeniz Okyanus Kabuğu’nun Anadolu Plaka’cığı altına dalmasıyla kalk alkaleen mağmadan itibaren oluştuğunu ileri sürmüştür.

2. ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ

2.1. Giriş

İnceleme alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi sahil şeridinde yakın Trabzon ili sınırları içerisinde yer alır, (Şekil 1.1). Yörenin çok sayıda cevherleşmeler içermesi birçok araştırmacının ilgisini çekmiş ve incelemeler yapmasına neden olmuştur.

1993 yılına kadar bölgede yapılan çalışmalar, inceleme alanı güneyinde Özdil, Özlü, Kanköy, Çukurköy, Kalafka, Hatipli cevherleşme alanlarında ve civarında yapılan genel ve detay çalışmalar ile 1988 yılında MTA tarafından Kanköy’de yapılan sondajlardan ibarettir.

Bu çalışma süresince yörenin 1/25000 ölçekli jeolojik haritası yapılmış ve Kanköy cevher sahası etrafında 1/2000 ölçekli detay jeolojik harita hazırlanmıştır. elde edilen veriler önceki çalışmalardan elde edilen bilgilerle denştirilerek çalışma alanının genel jeolojisi, stratigrafisi ve kayaçların petrografik özellikleri bu bölümde açıklanmaya çalışılmıştır.

2.2. Önceki Çalışmalar

Bilinen ilk çalışma Atabek (in Yılmaz, 10) tarafından yapılmıştır. Yazar, “ Trabzon Vilayeti, Sürmene ve Of kazaları Dahilindeki Maden Zuhuratına Ait Rapor ” isimli çalışmasında yöreyi “ Kalafka Hatipli Pirit Jijmanı ” başlığı altında irdelemektedir.

Gattinger (16) tarafından Trabzon paftasını 1/500000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmış ve Yomra Arsin arasındaki cevherleşmelere işaret etmiştir.

Pejatoviç (17), Kanköy zuhurunun iki üniteden meydana geldiğini, üste sedimanter tüfitik tabaka, altta ise piroklastik seri olduğunu ve bu serinin kuvvetle alterasyona uğradığını vurgulamıştır. Ayrıca, aynı çalışmasında sahayı “ Kanköy Cevher Zuhuru ” başlığı altında incelemiş ve ayrıntılı çalışılması gerektiğini belirtmiştir.

Iğdır (18), Trabzon G43-b1 paftasının 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır. Çalışma alanında en altta “ Alt Bazik Seri ” denilen spilitleşmiş bazalt türü kayaçların bulunduğunu, bunların üzerine “ Alt Asitik ” ve “ Üst Asitik ” serinin uyumlu olarak geldiğini ve bütün bu serilerin Üst Kretase yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Alpan (19), Trabzon-Of arasında yapılan çalışmaları derlemiş ve Iğdır (19)'a benzer bir stratigrafik dizilim önermiştir.

Türk-Japon projesi (20), inceleme alanında bulunan Üst Kretase yaşlı seriler üzerine Tersiyer yaşlı birimlerin uyumsuz olarak geldiğini belirtmiş ve bölgenin bakır, pirit cevherleşmesi açısından önemini vurgulamışlardır. Ayrıca, Yomra-Kayabaşı (Kanköy) civarında kırmızı biyomikritlerle birbirinden ayrılabilen iki ayrı seviye halindeki dasitik kayaçları birlikte haritalanmış ve çamurtaşlarını ana katkı olarak göstermişlerdir. Tek birim olarak kabul ettikleri bu kayaçları Tersiyer olarak yaşlandırmışlardır.

Yılmaz ve Zaralioğlu (21), Yomra Arsin arasının 1/10000 ölçekli jeolojik haritasını yaparak burada Üst Kretase yaşlı denizaltı volkanitlerinin üzerine Tersiyer yaşlı kayaçların uyumsuz olarak geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca yöreyi volkano-sedimanter masif sülfid yatakları açısından önemli görüp, toplam 500 m olmak üzere üç adet arama sonda ve jeofizik IP uygulama önermişlerdir..

Ereeren ve Yılmaz (22), Yomra -Kanköy bakır zuhurunun 1/2000 ölçekli detay jeolojik haritasını yaparak, Üst Kretase yaşlı birimlerin Alt Kretase yaşlı spilitleşmiş bazaltları kestiğini vurgulamışlardır.

Pejatoviç (23), Pontid Tipi Masif Sülfid Yatakları'nın metalojenisini incelerken, Yomra-Kanköy Zuhuru'nu, geometrisi bilinmeyen Üst Kretase yaşlı baritik polimetallik parajeneze sahip masif tipte bir cevher zuhuru olarak kabul ettiğini belirtmiştir.

Yılmaz (24), 1986-88 yılları arasında MTA Enstitüsünün sahada gerçekleştirmiş olduğu sondajlarla, muhtemel olan rezervin bir kısmının görünür hale geldiğini ayrıca

sahada jeofizik IP metodu uygulandığını ve bunun üzerine Alaşlı Dere'nin bir fay hattı üzerinde olabileceği kuşkusuyla çeşitli lokasyonlarda 1800 m sondaj yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

2.3. Stratigrafi ve Petrografi

Önceki çalışmalara dayanılarak hedef saha olarak seçilen Kanköy, Kömürcü ve civarının 1/25000 ölçekli jeolojik haritası (Ek 1) ile Kanköy cevherleşmesini içine alan yaklaşık 2 km² alanın 1/2000 ölçekli detay jeoloji haritası (Ek 2) hazırlanmıştır. Buna göre inceleme alanında şu birimler ayrıtlanmıştır;

Alüvyon

Dolerit Daykı

Bazalt Lav ve Piroklastları

Mor Dasit Lav ve Piroklastları

Kırmızı Biyomikrit

Cevherli Dasit Lav ve Piroklastları

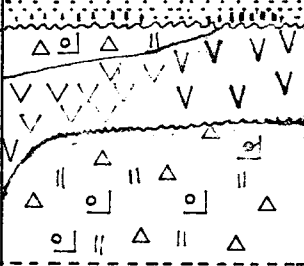
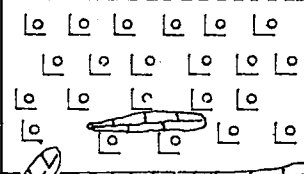
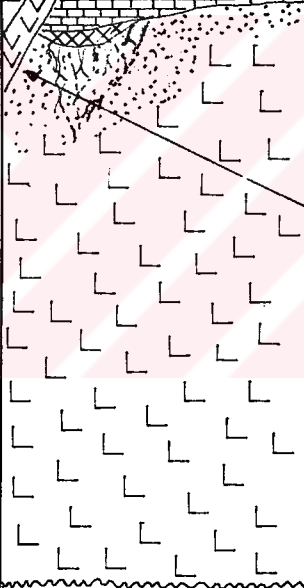
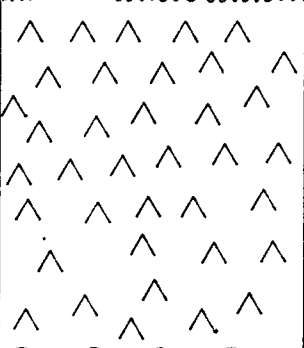
Spilitleşmiş Bazalt Lav ve Piroklastları

Çalışma alanının genelleştirilmiş dikme kesiti Şekil 2.1'de verilmiştir.

2.3.1. Spilitleşmiş Bazalt Lav ve Piroklastları

Yörenin en yaşlı kayaçlarını bu birim oluşturmaktadır. Bu birim için kullanılan “Alt Bazik Seri” terimi ilk defa Shultz-Westrum (25) tarafından Doğu Pontit Kuzey Zon'undaki en yaşlı, çoğunlukla bazik volkanik kayaçlarla ve bunlar içindeki kristalize kireçtaşı mercceklerinden oluşan kayaç topluluğunu belirtmek için kullanılmıştır.

İnceleme alanında bu birime ait kayaçlar Yomra Deresi boyunca Kömürcü Köyü, Goz değirmeni, Çıraklar Mahallesi, Gülyurdu ve Taşdelen Köyü civarında izlenmektedir.

ZAMAN	DEVİR	ASDEVİR	SİMGE	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE	DRd	> 200		Alüvyon Bazaltik lav Aglomera Dasit veya Riyodasit tuf breş Geçişli dokanak
			Rd	200		Riyodasit Lav ve piroklastları (Hematitli) Kırmızı biyomikrit mercikleri Masif cevher
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE	Dc	~ 400		Ağsai cevher Saçınımlı cevher (Pirit, kalkopirit, Galenit) Dolerit daykı Cevherli dasit Lav ve piroklastları
			Bs	> 400		Bazalt lav ve piroklostları (spilitleşmiş) ve yer yer pirit minerali içerir.
					?	
					?	
					?	
					?	
						ÖLÇEKSİZDİR

Şekil 2.1 Yomra - Kayabaşı (Kanköy) ve Kömürcü Köyleri yöresinin genelleştirilmiş dikme kesiti

Birim genellikle spilitleşmiş bazalt lav ve piroklastiklerin oluşmuştur. Araştırmacılar tarafından bu birime dahil edilen kristalize kireçtaşları, inceleme alanında gözlenememiştir.

Bu birime ait kayaçlar diğer bazik bileşimli kayaçlara oranla daha fazla ayrılmış ve bu nedenle daha yumuşak röliyefler verdiği gözlenmiştir. Kahverengimsi ve koyu yeşilimsi renklere sahip olan birim bol gözenekli olup bu gözeneklerin kalsit ve klorit gibi minerallerle doldurulmuştur. Yer yer öz şekilli pirit kristalleri içerdikleri görülür.

Bu birime ait kayaçlar makroskobik olarak birbirine son derece benzemektedirler. Ayrıca inceleme alanındaki bitki örtüsünün sıklığı ve yoğun yüzeysel ayrışma gibi nedenler bu kayaçları arazide birbirinden ayırtlamayı imkansız kılmaktadır. Bu sebeple ayrı ayrı haritalanmaları oldukça zordur.



Şekil 2.2 Goz Değirmeninin 300 m güneyinde yüzeylenen spilitleşmiş bazaltların genel görünümü

Birim genellikle aglomeratik özelliktedir. Arazinin güneyine doğru lavlara geçiş gösterir. Aglomera çakıllarının boyu 10 cm ile 30 cm arasındadır. Bu çakıllar arasında

yer yer pirit mineralizasyonlarına rastlanır. Goz değirmeninin 300 m güneyinde, bu tür piritleşmenin görüldüğü yerde limonitleşme ve hematitleşmeden dolayı birim sarımsı kahverengimsi hal almıştır, (Şekil 2.2).

Hurmalık Mahallesi yolu üzerinde birime ait lavlar yastık debi gösterir, (Şekil 2.3). Bu da bize bu lavların denizaltı volkanizması ürünü olduklarını gösterir.



Şekil 2.3 Hurmalık Mahallesi'nde yastık debi gösteren spilitleşmiş bazaltlardan bir görünüm.

Bu birimden alınan örneklerden yapılan ince kesitlerin incelenmesi sonucunda, mikrolitik porfirik ve mikrolitik entersertal strüktürde oldukları görülmüştür (Şekil 2.4).

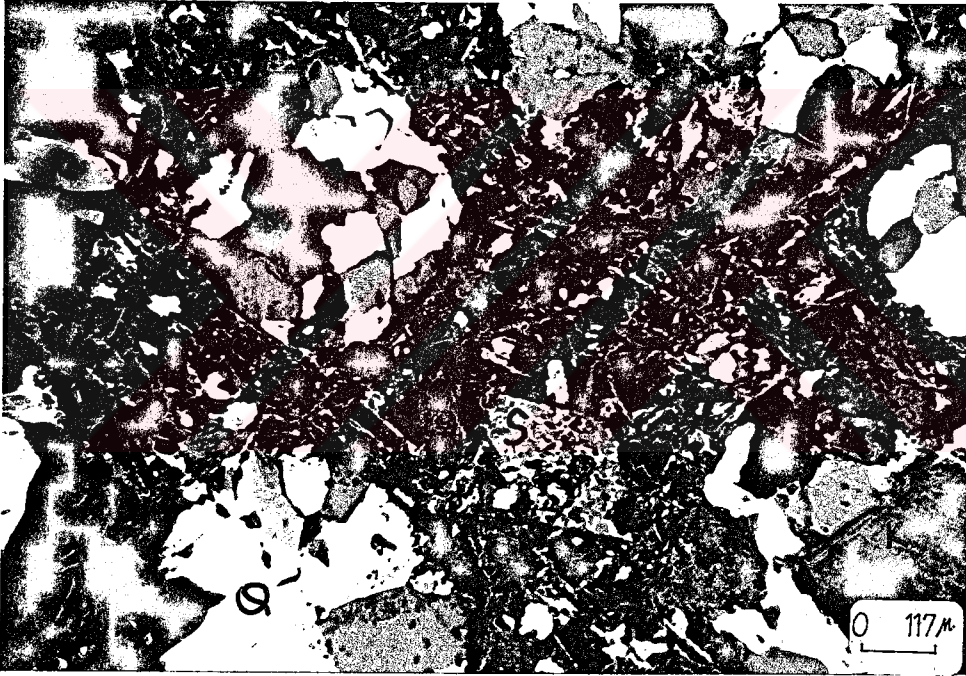
Plajiyoklas, iri kristaller ve hamurda mikrolitler şeklinde görülür. Oldukça ayrılmış olduğundan anortit içeriği tam olarak tayin edilememiştir. Ancak anortit içeriğinin bazı mikrolitlerde %50 oranında olduğu görülmüştür. Spilitleşmenin yoğun olduğu kısımlarda tamamen albitleşmiş ve kısmen serizitleşmişlerdir.

Mafik minerallerin tamamına yakını ayrışarak ikincil minerallere dönüşmüşlerdir. Yüksek sıcaklık ferromağnezyen mineraller uralitleşmişlerdir.

Opak minerallerin öz şekilli olanlarının pirit ve manyetit olabileceği düşünülmektedir

(Makroskobik olarak pirit).

Kuvars, Paralel sönme ve negatif uzanım gösteren mineralleri, gözenek dolgusu olarak görülür. Bu haliyle kalsedon minerali olduğu söylenebilir. Oval şekilli boşluk dolgusu şeklindeki kuvars kristalleri çoğu zaman dalgalı sönme göstermektedir. Bu haliyle de strese maruz kaldığını söyleyebiliriz.



Şekil 2.4 Spilitleşmiş bazaltlara ait mikroskopik görünüm. (Q) Kuvars, (Pl) Plajiyoklas, (S) Serisit, (O) Opak mineral. (K) Kalsit

Kalsit, minerallerin ayrışma ürünü olarak veya hamurda özşekilsiz küçük taneler halindedir. Gözeneklerin ve ince çatlakların dolgu maddesini oluşturmaktadır. Yer yer dilinimleri her iki nikelde de ayırt edilebilen kristallerine rastlanmıştır.

Klorit, öz şekilsiz veya boşluk dolgusu olarak bol miktarda görülür. Ojit gibi mafik minerallerin ve yer yer plajiyoklasların ayrışmasıyla oluşan kloritler koyu yeşil, bazen de mor renkleriyle kolayca tanınır.

Epidot, plajiyoklas ve ojit mineralleri içerisinde fazla olmamakla birlikte rastlanmıştır.

Spilitlerin oluşumu oldukça tartışılan bir konudur. Spilitleşmeye genellikle birden fazla etkenin sebebiyet verdiği görüşü hakimdir. Arazide yastık debi gösteren bu lavların denizaltı volkanizması ürünü olduğu ve lavların kristallenmesi sırasında deniz suyundan etkilenecek plajiyoklasların albitleştiği söylenebilir.

Diğer yandan granitleşmeden önce gelişen asidik volkanizmaya bağlı hidrotermal sıvıların spilitleşmeye etken olabileceği savını; çalışma alanının güneyine sokulum yapmış Özdil Granitoidi'nin varlığı ve kloritleşme, kalsitleşme, epidotlaşma gibi bölgede gözlenen hidrotermal ayrışma ürünleri, doğrular niteliktedir.

İnceleme alanının da içinde bulunduğu Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda çalışmalar yapan Yalçınalp (4), Gedikoğlu (8), Tokel (15) Yılmaz (24), tarafından Jura yaşlı bazik volkanik kayaçların varlığı stratigrafik ve paleontolojik olarak ortaya konmuştur. Bu araştırmacılar tabanı belli olmayan "Alt Bazik Seri"nin Alt Kretaseye kadar çıktığını ve ileri derecede spilitleşmiş bazik volkanitlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu seri üzerine Malm-Alt Kretase yaşlı kristalize kireçtaşlarının geldiğini saptamışlardır. Ayrıca Yalçınalp (4) Alt Bazik Seri'nin yaşını Liyas olarak kabul etmiştir. Bu çalışmalar ışığında ve diğer birimlerle kıyaslanarak çalışma sahasında yüzeylene spilitleşmiş bazalt ve bunlara ait piroklastların yaşı alt kretase olarak kabul edilmiştir.

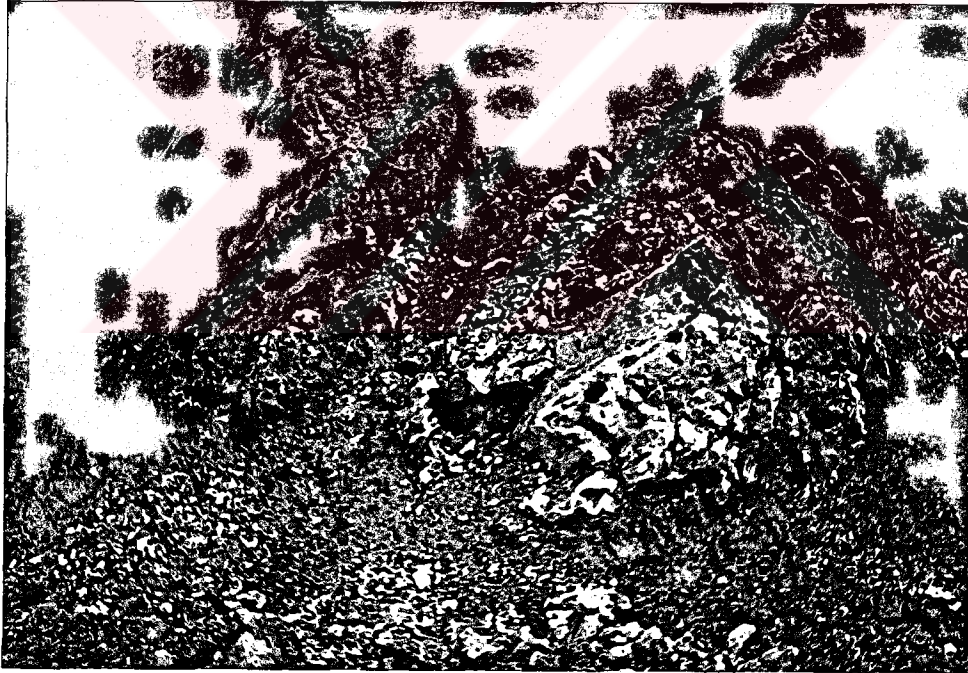
2.3.2. Cevherli Dasit Lav ve Piroklastları

Bu birime, bünyesinde hemen her zaman saçınım halinde pirit mineralizasyonu içermesi ve bölgedeki önemli hidrotermal metal birikimlerinin bu dasitlerle ilgili piroklastiklerin içinde bulunması nedeniyle, araştırmacılar tarafından " Cevherli Dasit " adı verilmiştir, (15, 19, 27). Doğu Karadeniz Bölgesinde çalışan yer bilimcilerin

çoğunun bu terimi kullanması nedeniyle bu çalışmada da cevherli dasit adı tercih edilmiştir. Birimin ayrıca “ Alt Asidik ” seri olarakta adlandırıldığı olmuştur.

Yomra Deresi'nin her iki yakasında Kömürcü köyü, Hurmalık mahallesi ve Çukurköy civarında mostra veren cevherli dasit ve piroklastları, bol miktarda öz şekilli pirit kristalleri içerirler ve kil, silis, limonit gibi ikincil minerallerce zengindir. Ayrışma çeşidine ve miktarına göre özellikle beyazımsı, açık yeşilimsi, sarımsı ve kahverengimsi renkler gösterirler, (Şekil 2.5).

Kuvars kristalleri cevherli dasit lavlarında gözle görülür boyutlara ulaşmıştır. Lavların ayrılmış olduğu kesimlerde kuvars mineralleri birikerek kuvars kumları şeklinde veya ele aldığımız beyaz killi toprağın sert malzemelerinin hemen hemen tamamını oluşturmaktadır.



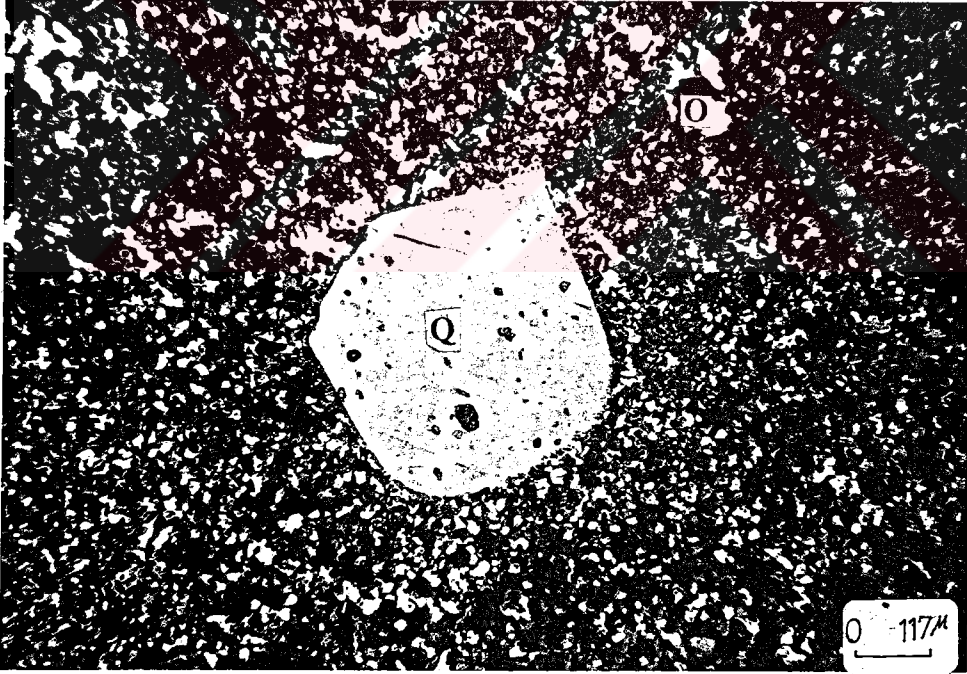
Şekil 2.5 Kömürcü Mahallesi'nde yol yarmasında cevherli dasit lavlarından bir görünüm.

Yapılan mikroskobik incelemelerde bu lavların genellikle mikrogrönü porfirik strüktürlü dasit olduğu tespit edilmiştir. Hamur camı, felsitik veya mikro taneli olup, özşekli kuvars ve plajiyoklaslar içermektedir, (Şekil 2.6).

Plajiyoklas; hem iri, öz şekilli kristaller, hem de küçük taneler şeklinde görülür. %34-%40 An içeriği ile cinsinin andezin , bazı kesitlerde ise %23-%26 An içeriği ile oligoklas olduğu saptanmıştır. Hidrotermal ayrışma olan kesitlerde plajiyoklaslar kısmen albitleşmişler; serisit, kalsit ve kil gibi ikincil minerallere dönüşmüşlerdir.

Kuvars; genellikle iri ve özşekillidirler. Bazı kristallerinin hamur tarafından yendiği ve kırıklar içerdiği görülmüştür. İri kristallerin yanında hamur içine dağılmış küçük tanecikler şeklinde de izlenir.

Cevherli dasitler mafik mineral bakımından oldukça fakirdir. Kesitlerde görülen kloritleşmenin bu mafik minerallerin ayrışma ürünü olduğu söylenebilir. Cevherli dasitlerin içinde bol miktarda öz şekilli ve yer yer öz şekilsiz opak minerallere de rastlanmıştır, (makroskobik olarak pirit).



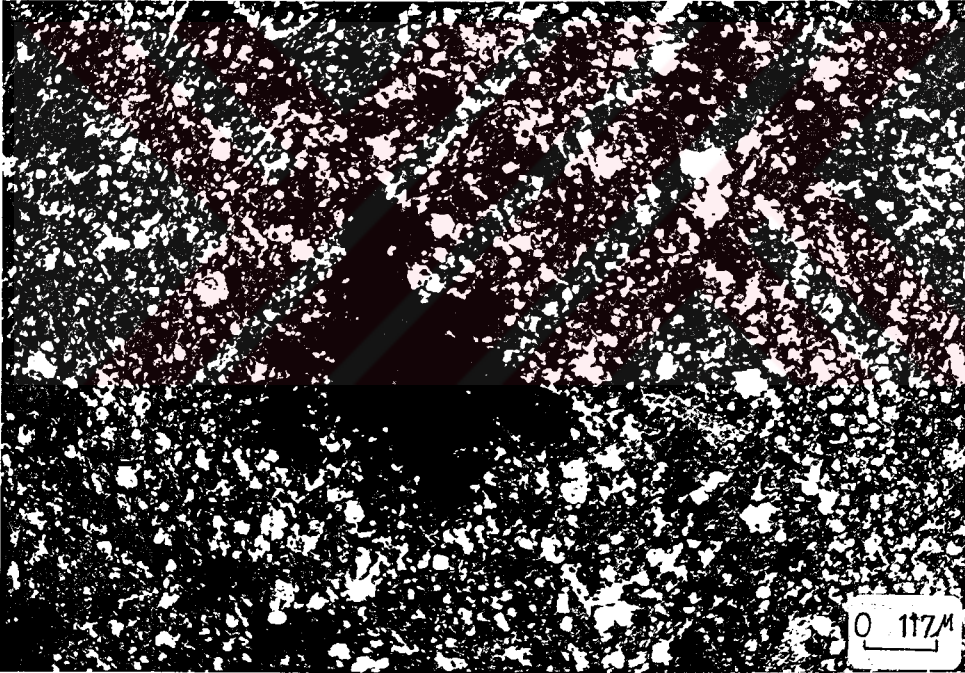
Şekil 2.6 Cevherli Dasit lavlarının mikroskop altında görünümü. (Q) Kuvars, (Pl) Plajiyoklas (O) Opak mineral.

İkincil mineralleri, plajiyoklasların ayrışma ürünü olarak serisit, kalsit, kil mineralleri oluşturur.

Cevherli dasite ait piroklastik kayaçlar genellikle tuf karakterinde olup, aşırı ayrışmadan dolayı toprağimsı görünüştedirler. Çalışma alanında en az lavlar kadar yaygındırlar ve dasit lavlarının etrafında mostra verirler.

Aşırı ayrışmış dasitik piroklastikler arazide oldukça yaygındır. Bu kayaçlar mikroskopta da ayrışmış bir hamur içinde kuvars ve plajiyoklas parçaları görülür. Çimentoyu oluşturan ince taneli malzeme ayrışarak, serizit, kil ve limonit minerallerine dönüşmüştür, (Şekil 2.7).

Pontidlerdeki kalkalkalen volkanizmaya bağlı olarak oluşan ve büyük yataklanmalara vücut veren Cu-Pb-Zn cevherleşmesine bağlı olarak gelişen hidrotermal olaylar cevherli dasite ait tüflerin yoğun ayrışmasına neden olmuştur.



Şekil 2.7 Dasitik tufün mikroskop altındaki görünümü, (Q) Kuvars, (S) Serisit, (L) Limonit

Bölgede çalışan araştırmacılar (19, 4, 10, 11) cevherli dasit ve piroklastların üst seviyelerindeki tortul kayaçlardan yaptıkları paleontolojik tayinler sonucunda cevherli dasitlere üst kretase yaşını vermişlerdir. Ayrıca cevherli dasitlerin üstüne uyumlu olarak gelen kırmızı biyomikritlerden alınan örneklerin paleontolojik tayinleri mastrihtiyen-

kampaniyen yaşını vermektedir. Buna göre cevherli dasitlerin Mastrihtiyen'den biraz daha yaşlı oldukları kabul edilebilir.

2.3.3. Kırmızı Biyomikrit

İnceleme alanında üst kretase yaşlı cevherli dasit lav ve piroklastları üzerine uyumlu olarak gelen bu birim, Doğu Pontidler'de masif sülfid yataklarının aranmasında rehber seviye olarak bilinir. Alaşlı dere vadisi boyunca mercекler şeklinde bulunan birimin kalınlığı bu derenin Yomra Deresine döküldüğü yerin hemen batısında 20 m'ye varmaktadır, (Şekil 2.8).

Mercекler şeklinde yüzeyleyen kırmızı biyomikritler tabakalı olup, tabaka kalınlıkları 5 cm-30 cm arasında değişmektedir. Çatlak ve küçük kıvrımlar içeren kırmızı biyomikrit mercекlerinin eğim 30° - 45° arasında kuzeye doğrudur. Bazı kesimlerde küçük faylanmalardan dolayı eğimleri değişmektedir.



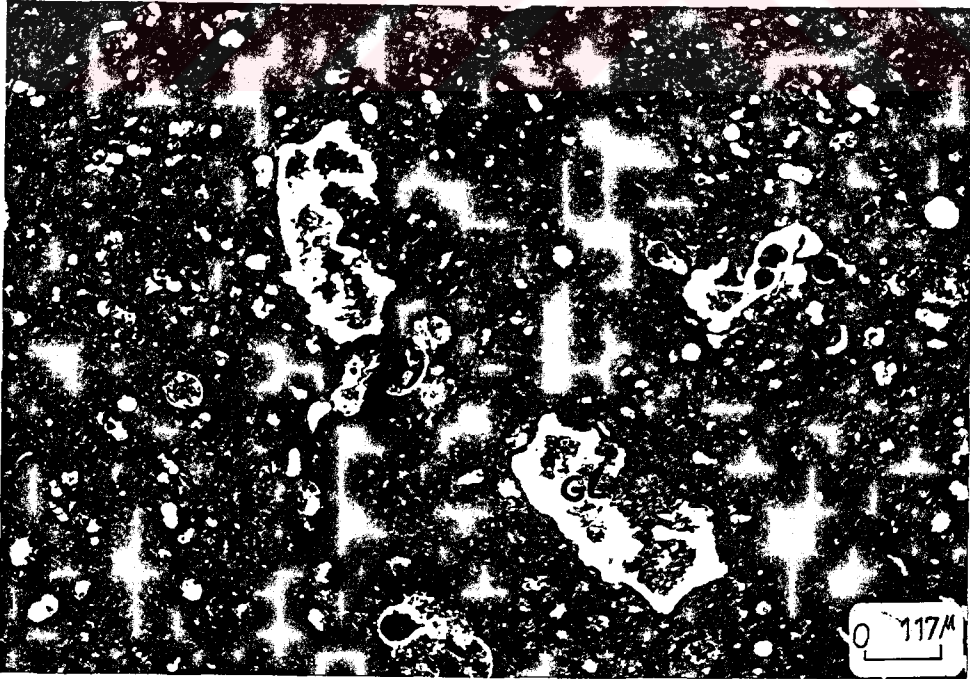
Şekil 2.8 Yomra Deresinin batısında sağlık ocağı karşısında mostra veren kırmızı biyomikritlere ait görünüm

Makroskobik olarak kırmızı renklidirler. Bu biyomikritlerin kırmızı renginin Senomaniyen karasında gelişen lateritik kabuktan, çökelme ortamına taşınan demirli ve manganlı bileşiklerden kaynaklandığı kabul edilmektedir, (27).

Bu birimden alınan örneklerden yapılan mikroskobik incelemelerde, birimin bol hematitli tuf kırıntıları ve mikritik bir çimento içerdiği görülmüştür. Bol fosil içermesi ve renginden dolayı kırmızı biyomikrit olarak isimlendirilmiştir, (Şekil 2.9).

Önceki çalışmaların ve yapılan ince kesitlerin paleontolojik incelemeleri sonucunda (27, Özcan, E., Niğde.Ü., sözlü bilgi) şu mikro fosiller tayin edilmiştir;

- Globotruncana Dicarilenna Sp.
- Globotruncana Heterohelix Sp.
- Globotruncana Hedbergella Sp.
- Rosita Contusa (CUSMAN)
- Rosita Fornicata (PLUMMER)
- Globotruncana Conica (WHITE)
- Globotruncana Arca (CUSMAN)



Şekil 2.9 Kırmızı biyomikritlerdeki globotruncana mikro faunasına ait görünüm. (G1)

Globotruncana

Canon (28), bu biyomikritlerin temsil ettiği ortamın derin deniz olduğunu belirtmektedir.

Aynı birim içerisinde izlenen ineceramus kavkuları ise sığ ortamın canlı türleridir. Ancak, ince kesitte ineceramus kavkularına kırık parçalar şeklinde rastlanması bunların taşınmış olabileceğini düşündürmektedir. Mikritik çimento ise düşük enerjili durgun bir denizel ortamı yansıttığında birimin ancak derin deniz ortamlarında oluşmuş olabileceğini göstermektedir.

Önceki çalışmalardan ve tayin edilen fosillerden, kırmızı biyomikritlerin yaşının Mastrohiyen-Kampaniyen olduğu saptanmıştır.

2.3.4. Mor Dasit Lav ve Piroklastları

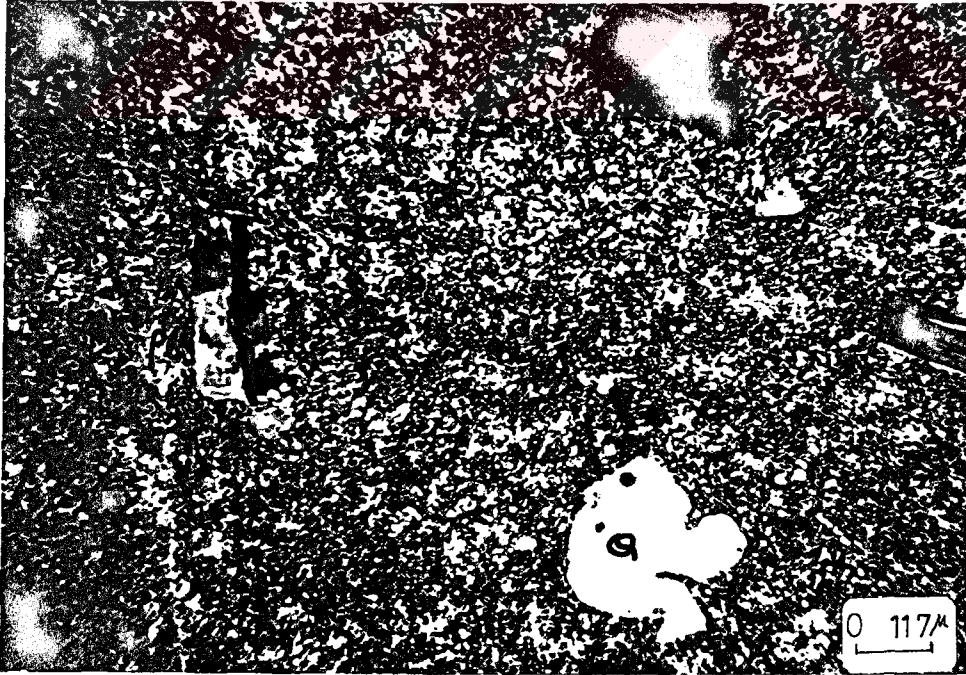
İnceleme alanında cevherli dasitlerin üzerine uyumlu olarak gelen ve hiçbir mineralizasyon içermeyen mor dasit lav ve piroklastları Kömürcü Köyü, Kavun Sırtı, Gürgen Tepe'nin doğu kesimi, Çukurköy yörelerinde yüzeylenir. Renginin ayırtman özelliğinden dolayı önceki çalışmalarda " Mor Dasit " olarak adlandırılmıştır. Cevherli dasitlere oranla daha koyu renklidir. Kayaç kahverengi, sarımsı kahverengi ve mor renklere izlenir, (Şekil 2.10).

Bu birim çoğunlukla tuf ve breş karakterindedir. Yer yer prizmatik debi gösteren lavlar da görülmüştür. Makroskobik olarak; çok kırıklı ve çatlaklı ve bol hematitlidirler. Birim oldukça ayrılmıştır ve orjinal kayaç çoğunlukla tanınmaz haldedir. Lavlarında kuvars kristalleri çıplak gözle görülemez

Bu birim cevherli dasit birimine ait piroklastiklerle geçişlidir. Bu yüzden kesin bir formasyon sınırı çoğu zaman çizilmez, (Ek 2).



Şekil 2.10 Gürgen Tepe batı yakasında yüzeyleyen mor dasitlere ait görünüm



Şekil 2.11 Mor Dasitlere ait mikroskopik görünüm. (Q) Kuvars, (Kl) Klorit, (Pl) Plajiyoklas

Mor dasit lavlarından alınan örneklerin mikroskobik incelemeleri neticesinde mikro taneli porfirik strüktürde oldukları görülmüştür. Hamur içerisinde hem küçük taneler halinde hem de çabuk soğumaya bağlı olarak gelişen caamsı özelliktedir, (Şekil 2.11).

Kuvars; yer yer iri öz şekilli veya yarı özşekilli kristaller halindedir. Bazı kristaller hamur tarafından yenmiş (korrode olmuş) tir. Ayrıca hamurda küçük tanecikler şeklinde de görülür.

Plajiyoklas; genellikle %23-%27 An içeriği ile değişkenlik göstermekte fakat çoğunlukla andezin türündedir. Oldukça ayrıışmışlardır. Ayrıışma genellikle killeşme ve serisitleşme şeklindedir.

Mafik mineral hemen hemen görülmez. Fakat kesitlerde kloritleşme ve limonitleşmeye rastlanması mafik minerallerin ayrıışmasına yorumlanmıştır. Killeşme, kloritleşme, limonitleşme ve hematitleşme oldukça yaygın olup kalsitleşme ve silisleşme de görülür.

Mor dasit birimine ait piroklastiklerden alınan örneklerin mikroskobik incelemesinde tuf olduğu ve iri kuvars taneleri yanında plajiyoklas parçaları içerdiği görülür. Çimentoyu oluşturan ince taneli malzeme ayrışarak serisit, kil, limonit ve hematite dönüşmüştür.

Cevherli dasit ve mor dasit birimlerine ait formasyon sınırı geçişlidir. Mor dasit lavlarının kırmızı biyomikrit mercceklerine yakın olması ve mor dasitlerin içinde de kırmızı biyomikritlere rastlanması bu birimin alt sınırının kırmızı biyomikritlerle başladığı savunulmaktadır, (4, 22). Mor dasit piroklastiklerinin lavlara göre daha açık renkte ve hematitleşmenin daha az olması birbirinden ayrılmalarını kolaylaştırır. Ayrıca tüfler içerisinde yer yer bazalt dayklarının izlenmesi bir başka ayırtman özelliğidir.

Kalınlığı arazi ve jeoloji kesitlerinden yaklaşık olarak 350 m civarında bulunmuştur. Bu birimin yaşını ise alt dokanağında ve tüfler içerisinde görülen kırmızı

biyomikritlerin içermiş olduğu fosillere dayanılarak Mاستrihtiyen-Kampaniyen kabul edilebilir.

2.3.5. Bazalt Lav ve Piroklastları

Bu birim, Konaklar Mahallesi, Soğuksu, Gürsel mahallesi ve Alaşlı Dere kuzeyinde yüzeylenir. Genellikle aglomera karakterinde olup, yer yer lav akıntıları da izlenir. Riyodasit tuf ve breşleri içerisinde dayklar şeklinde görülmüştür. Birimin tabanında Konaklar Mahallesiinde normal bir fayla görünür hale geldiği düşünölen 1 m-1.5 m kalınlıkta kırmızı biyomikrit merceği tespit edilmiştir.

Birim, makroskobik olarak koyu renkli olup yüksek topoğrafya vermesine rağmen oldukça ayrışmış ve boşluklu yapı kazanmıştır. Ayrışmadan dolayı dokanaklar iyi izlenememektedir. Yer yer kloritleşmeden dolayı kayaç yeşil renkte izlenmekte, boşluk dolgusu olarak kalsit ve zeolitler beyaz benekler halinde görölmektedir.

Birimden alınan örneklerin mikroskobik incelemesi sonucunda mikrolitik porfirik dokuda oldukları görölmüştür, (Şekil 2.12).

Plajiyoklas, Gerek özşekilli iri kristaller gerekse hamurda mikrolitler şeklindedir. Plajiyoklas %56-%60 An içeren labrodor cinsindedir. Oldukça fazla ayrışarak serizit, kalsit ve klorite dönüşmüşlerdir.

Ojit; Üst Kretase yaşlı bazaltların hemen her kesimine rastlanan mafik mineral olup, iri kristallerin yanında küçük tanecikleri de izlenir. Yer yer uralitleşmişlerdir.

Ayrışmaya bağılı olarak Üst Kretase yaşlı bazaltlarda propilitleşme, kloritleşme ve kalsitleşme gelişmiştir. Kesitlerde kloritleşme oldukça yaygındır. Boşluk dolgusu olarak kalsit ve zeolitler görölmüştür.

Bu birim, daha önce de söz edildiği gibi Konaklar Mahallesi'nde görölen kırmızı biyomikritler ve diğere çalışmalara dayanılarak Üst Kretase yaşlı olduğu söylenebilir.



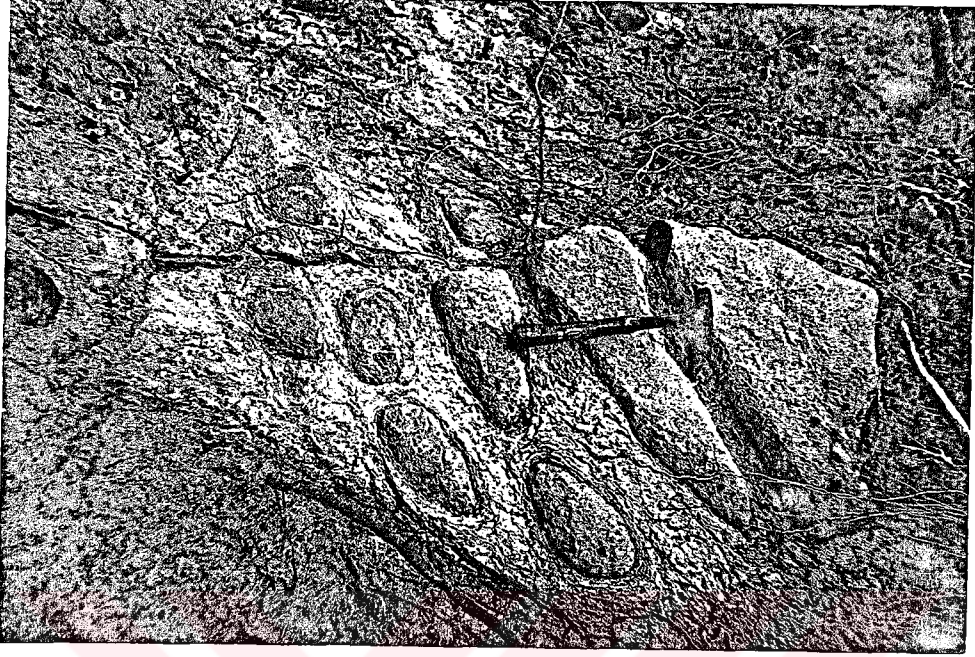
Şekil 2.12 Bazalt lavlarının mikroskop altındaki görünümü. (Pl) Plajiyoklas, (Oj) Ojit, (KI) Klorit, (K) kalsit

2.3.6. Dolerit Daykı

Alaşlı dere üzerinde, Kayabaşı Köyü doğusunda ve yer yer Gürsel Mahallesi civarında izlenen dayklar cevherli dasitleri ve mor dasit pirokastları içerisine sokulum yapmış doleritlerdir. Soğan kabuğu şeklinde (eksfolyasyon) ayrışma gösterirler, (Şekil 2.13). Bu ayrışmanın görüldüğü kayaçların etrafları tamamen topraklaşmıştır.

Alaşlı dere de izlenen dolerit daykının uzunluğu 50 m genişliği 5 m civarında, K25D doğrultusunda ve diktir. Diğer kesimlerde küçük sokulumlar şeklindedir. Gürsel Mahallesi'nde ise daha büyük kütleleri görülür.

Soğan kabuğu şeklinde ayrılmış bu kayaçların çekirdek kısmından alınan örneklerin ince kesit incelemelerinde genel olarak doleritik ve iri plajiyoklas kristalleri içinde piroksenlerin varlığı ile karakterize olan ofitik strüktür gösterdikleri belirlenmiştir, (Şekil 2.14).



Şekil 2.13 Kayabaşı mahallesi batısında dasitik pioklastlar içinde eksfoliasyon gösteren dolerit daykına ait görünüm

Plajiyoklas: Hem iri kristaller, hem de küçük kristaller halinde bulunmakta olup, oldukça fazla ayrışarak serisitleşmişlerdir. Ayrışmadan dolayı tür tayini yapılamamıştır.

Ojit: Bazen iri bazen de küçük taneler halinde olup, kısmen klorit ve kalsite yer yer de aktinolite dönüşmüşlerdir. Tek nikolde renksiz, çift nikolde ise yüksek polarizasyon renkleri gösterir ve sönme açısı 35° - 50° 'dir.

İkincil mineral olarak klorit en çok görülen mineral olup, zeolit, kalsit ve serizit mineralleri de yaygındır. Ayrıca ışınal lifler halinde aktinolit mineralleri kesitlerde görülmüştür.

Bu birimin, bazalt lav ve piroklastları ile ilişkili olduğu düşünülmekte ve birimin yaşı Üst Kretase olarak kabul edilmektedir.



Şekil 2.14 Dolerit Dayk'ına ait ince kesitlerin mikroskoptaki görünümü (Pl) Plajiyoklas, (Oj) Ojit, (Kl) Klorit.

2.3.7. Alüvyon

İnceleme alanında Yomra Deresi boyunca görülür. Yaklaşık 15 m kalınlıkta olup, kötü boylanmışlardır. Dere boyunca genellikle suyun enerjisini kaybettiği ve vadinin genişlediği kesimlerde kalınlıkları artmaktadır.

Alüvyon malzemesi genellikle, dasit ve bazalt bileşimli kayalardan oluşur. Riyodasit gri kristalize kireçtaşları, kırmızı biyomikritler ve cevherli kayaç parçalarına sık olmamakla birlikte rastlanır. Bölgede alüvyonlar yol yapımında stabilize malzemesi olarak kullanılmaktadır.

2.4. Yapısal Jeoloji

Çalışma sahasının en önemli yapısal unsurlarını değişik boyutlardaki kırıklar oluşturur. Genellikle volkanik kayalardan oluşan sahada kıvrımlı yapılar çok az

görülür. Çalışma alanındaki birimlerin oldukça ayrıışmış ve bu sebeple örtülü olması, yapısal unsurların saptanmasını oldukça güçleştirmekte hatta birimlerin dokanaklarını bile saptamak mümkün olmamaktadır.

Çalışma alanında izlenen tüm birimler üzerinde Alp orojenik fazlarından Avustrik ve Anadolu fazlarına ait etkilerin görüldüğü, bölgede çalışan diğer araştırmacılar tarafından belirtilmektedir, (4, 11).

2.4.1. Tabakalar ve Kıvrımlar

İnceleme alanında cevherli dasitlerle mor dasit lav ve piroklastları arasında izlenen kırmızı biyomikritler ve Riyodasitik tüfler arasındaki bazı seviyeler haricinde tabakalı kayaç görülmemiştir. Kırmızı Biyomikrit merceklerinde çok küçük kıvrımlanma görülmüş, bunun dışında arazide büyük çapta kıvrımlanma tespit edilmemiştir.

Biyomikritlerin tabaka kalınlıkları 5cm ile 30 cm arasında değişmektedir. Yaklaşık doğu batı doğrultulu olup, 30^0 - 50^0 arasında kuzeye eğimlidirler. Genelde dasitlerle uyumlu olan ve diğer birimler içinde mercekler şeklinde görülen kırmızı biyomikritlerin kuzeye eğimli olmasıyla tüm birimlerin de kuzeye eğimli olduğu söylenebilir.

2.4.2. Çatlaklar

Çatlaklar genellikle mağmatik kayaçlarda belirgin olarak izlenir. Cevherli dasit lavları kırıklı ve çatlaklıdır. Çatlak aralıkları 3 cm ile 100 cm arasında, çatlak açıklıkları 1 cm-3 cm arasında değişmektedir. Makaslama çatlaklarına ise lav karakterinde olan yerlerde daha sık rastlanır. Dolgu maddesi başta kil olmak üzere kalsit ve silis olarak saptanmıştır. Aynı şekilde alt bazik seride de birçok kırık sistemi gelişmiştir. Ancak ayrıışmanın fazla olması bu kırık sistemlerini değerlendirmemizi engellemektedir.

2.3.4. Faylar

İnceleme alanında büyük ölçekte bir faya rastlanmamıştır. Konaklar Mahallesi'nde bazaltlar içerisindeki kırmızı biyomikrit merceği normal bir faya maruz kalmıştır ve

Konaklar Mahallesi'nin güney kesimi yaklaşık 15 m düşmüştür. Alaşlı Dere'nin bir fay üzerinde olabileceğinden şüphelenilmiş, Ek 2'de de grlebileceğ gibi Kırmızı Biyomikritlerin yaklaşık 200 m atıldığı ve burada sol atımlı bir fay tespit edilmiştir. Bunun gibi Alaşlı Derenin bir fay sistemi üzerinde olabileceğ düşünülmektedir.

Bölgede pekçok küçük çaplı heyelan tespit edilmiştir. Ayrışmanın fazla ve hızlı olması, ormanların yok edilmesi ve yağışların etkisi yamaçlarda biriken toprak ve molozlarının kaymasına neden olmuştur. Konaklar Mahallesi kuzeyinde Goz Değirmeni doğusunda, Alaşlı Derenin güney kolu üzerinde hidrotermal alterasyonun ve yer yer pirit mineralizasyonlarının ve yoğun killeşmenin ortaya çıktığı çeşitli çaplarda heyelanlar görülmüştür.



3. MADEN YATAKLARI -JEOKİMYA

3.1. Giriş

Çalışma alanı Pontid polimetalik maden provensi içerisindeki piritik kuşakta yer alır, (Pejatoviç, 23).

Cevherleşme gerek jenez ve yataklanma, gerekse mineralojik olarak volkanik malzeme eşlikli masif sülfid yataklanma tipindedir. Dasitik volkanizma ile ilgilidir ve hemen hemen cevherli dasitlerin üzerine uyumlu olarak gelen kırmızı biyomikritlerle aynı stratigrafik seviyede izlenir. Bu tipteki zuhurlar genellikle polimetalik parajenezde olup, sadece piritten oluşan zuhurlarda vardır.

Volkanizma Eşlikli Masif Sülfid yataklar, denizaltı volkanik kayaçları ile karakteristik olan tipik jeolojik ortamlarda bulunan, sinvolkanik (volkanizma ile eş yaşlı) sülfid minerallerinin birikimidir. Bu yataklar pirit ve daha az miktarlarda kalkopirit, galen, sfaleritten oluşmaktadır. Tipik olarak bir Masif Sülfid yatak; stratiform (tabaka şekilli) masif sülfid cevheri ve hidrotermal alterasyona uğramış taban kayacı içinde bir stokwork sülfid zonundan ibarettir, (29).

Volkanizma Eşlikli Masif Sülfid ifadesi; hidrotermal solüsyonların deniz tabanına boşalımı ile oluşan, bütün masif veya yarı masif sülfid birikimlerini içeren yataklara ait büyük bir sınıfı kapsamaktadır.

Sillitoe (30) bu yatakları; yayılım merkezlerinde oluşan ve yüksek Cu/Zn oranına sahip tip ve adayayında yada kıtasal kenarlarda yerleşen nisbeten yüksek Pb, Zn, Ag ve Ba konsantrasyonuna sahip tip olmak üzere iki sınıfa ayırmıştır. Sawkins (31) ise plaka tektoniği yönünden Kroko tipi, Kıbrıs tipi, Beshi tipi olmak üzere üç sınıfa ayırmıştır.

3.2. Kaybaşı (Kanköy) Cevherleşmesi

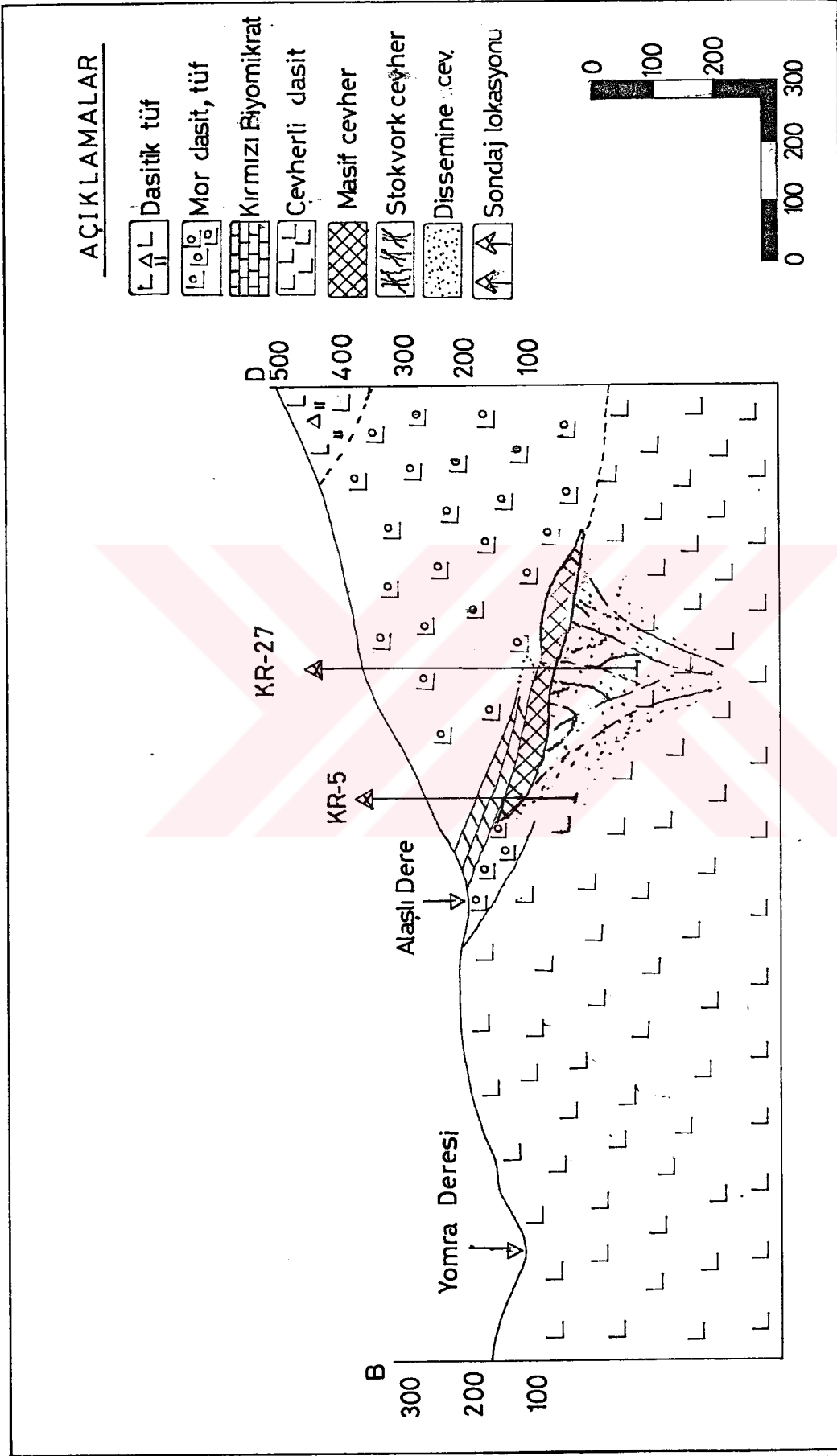
Cevher zuhuru toprak ve bitki jeokimyası yapılan ve bu yöntemlerin uygulanabilirliğini araştırdığımız sahanın içerisinde yer alır. Zuhurun ne zaman bulunduğu ve kimler tarafından işletildiği bilinmemektedir. Sahada bulunan göçmüş galeriler, curuf yığınları eski işletme izlerini oluşturur. Bu galeriler Alaşlı Deresi'nin 10 m-15 m kuzeyinde, sağlık ocağının güney doğusunda yan yana ve kuzeye doğru açılmışlardır.

Cevherleşmenin ana kayacı (Host-rock) dasitik tüflerdir. Masif kütle, dasitik tüflerin içinde ve örtü kayacı olan kırmızı biyomikritlerin kontağında yerleşmiştir. Cevherleşmenin stratigrafik seviyesi civardaki cevherleşmelerle hemen hemen aynıdır, (Köprübaşı Madeni, Elmaalan Cevherleşmesi, Kutlular Cevherleşmesi vb.).

Cevher kütlesi, Alaşlı Dere'nin kuzeyinde BKB-DGD yönünde uzanan, 30° - 55° arasında kuzeye dalımlı, yaklaşık 100 m eninde 250 m boyunda kalınlığı kenarlara doğru incelen mercekle şekindedir, (Şekil 3.1). Şekil 3.1'den de görüldüğü gibi MTA sondajlarıyla tespit edilen cevher, her yerde masif olarak izlenemez. Masif cevherin altında ağsal damarcık ve saçınım şeklinde yer alır. Masif cevherin kalınlığı 10 cm ile 5 m-6 m arasında değişmektedir. Yeryüzüne en yakın kısmının derinliği 60 m civarındadır, (24).

Cevherleşme merkezden itibaren masif sarı cevherle başlar (Pirit, Kalkopirit), siyah cevherle (Galenit, Sfalerit) sona erer. 1986-1987 yılları arasında MTA tarafından yapılan sondajlarla %1.826 Cu tenörlü 574281 ton tüvenan cevher görünür hale gelmiştir. Masif cevherle birlikte 2-7.6 gr/ton altın ve galenit içerisinde nabit gümüş izlenmiştir. Muhtemel ve mümkün rezerv 2203556 ton civarındadır, (24).

Maden sahası Rio-Tur adlı özel bir şirket adına ruhsatlıdır. Firma henüz fizibilite çalışmaları yapmaktadır. Firma yetkilileri, sadece Kanköy cevherleşmesi için tesis kuramayacaklarını bölgede buna ek olarak başka bir cevher tespit edilemediği takdirde işletme için ekonomik olmayacağını söylemektedirler. Firmanın halen rezerv genişletme çalışmaları sürmektedir.



Şekil 3.1 Kayabaşı (Kanköy) Madenine ait asal kesit(Yılmaz, 1988)

Bölgede parlatma yapacak kadar numune elde edilememiştir. MTA'nın sondajlardan ve cürüflardan yapmış olduğu parlatmalardan aynen yararlanılmıştır. Sondajlardan alınan numunelerden cevher mikroskopisi'nde şu özellikler tespit edilmiştir;

Bütün örneklerde en çok bulunan cevher minerali pirittir, yaklaşık %35-%40'ını oluşturmaktadır. Cevherli kayaç içerisinde homojen bir dağılım gösterir. Genellikle öz şekilli ve yarı öz şekillidir. Bazen de gang içerisinde saçınımlar şeklinde izlenir. Pirit gelimi cevherleşmenin birinci fazını oluşturur. Cevherde üç şekilde piritte rastlanmıştır. Bunlar; öncelikle bakteriyel pirit, daha sonra melnekovit (jel) pirit ve öz şekilli pirittir. Bu oluşum ısısının gittikçe arttığını göstermektedir, (30).

Fahlerz, genellikle masif cevherleşmenin olduğu kısımlarda ve piriti kesen damar ve çatlaklarda izlenir. Bütün cevher yatağının genelinde çok düşük miktarlarda bulunur. Tetraedrit ve tenantit cinsindedir.

Sfalerit, cevherli zonların üst kısımlarında, masif, ağsal damarcık ve saçınımlı cevherlerde izlenebilir. Fakat cevherli kayaç içindeki oranı çok düşüktür. Genellikle piritin ara ve çatlaklarını doldurmuş olarak bulunur. Fahlerz mineralleri ile kenetli olarak ve bunlar tarafından ornatılmış olarak görülür.

Galenit, süksesyonda en son ürün olarak görülür. Piritin çatlaklarında damarlar şeklinde diğer minerallerle birlikte ve onlarla kenetli olarak bulunur. Bazı damarlarda 1.5 mm-2 mm.'ye varan galen minerali izlenmiştir.

Bornit, cevherli zonda kalkopiritle birlikte bulunur. Bornit piritle birlikte de kolloidal dokulara iştirak eder. İri öz şekilsiz taneler şeklindedir.

Cevher genellikle mozaik dokulu metalik, kirli sarı-gri renklidir. Cevher gang oranı yaklaşık 3/5' tir.

Buna göre Kömürcü (Kanköy) cevherleşmesine ait mineral dizilimi şöyledir;

Birincil mineraller

1. FAZ	<u>Pirit (Küresel, Jel, Öz şekilli)</u>	Kırılma
	Tedraedrit I	
2. FAZ	----- Kalkopirit I	Ornatım
	----- Kuars I	Kırılma
3.Faz	<u>Kalkopirit II</u>	Kuvvetli ornatım
	----- Tedraedrit II	Ornatım
	----- Sfalerit	Ornatım
	<u>Galenit</u>	Kuvvetli ornatım
	----- Bornit	

İkincil mineraller

Götit
Hematit
Limonit
Malakit
Azurit

Cevher mikroskobisi incelemeleri ile Kanköy cevherinin, volkanik malzeme eşlikli masif sülfid tipinde ve polimetallik parajenezde olduğu söylenebilir.

3.2.1. Alterasyon

Cevherleşme sahası ve civarında oldukça kuvvetli bir alterasyon söz konusudur. Özellikle cevherleşmenin ana kayacı bu alterasyondan en fazla etkilenmiştir. Tüfler hemen hemen her yerde killeşmişlerdir. Eski galeriler etrafında buna silisleşme de eşlik etmektedir.

Yüzeysel sularla etkileşime giren ve pirit mineralizasyonu içeren cevherli kayalar limonitleşerek sarımsı kahverengimsi renge bürünmüşlerdir. Özellikle Alaşlı Dere içerisinde buna çok sık rastlanır, (Şekil 3.2).

3.3. Toprak Oluşumu

Toprak; ana kayacın ayrışmasıyla onun üst kısmında oluşan, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip, topoğrafyaya paralel zonlar içeren organik ve inorganik maddelerden meydana gelen bir örtü tabakasıdır. Genel olarak toprağın %45'ini mineraller, %30'unu su, %20'sini hava, %1-%5'ini de organik madde oluşturur. Toprağın en önemli özelliği topoğrafyaya paralel zonlardan oluşmasıdır. Toprağı ana kayadan ayıran bu özelliğin meydana gelişinde üst zondaki organik madde birikimi ile biyolojik faaliyetlerin rolü çok büyüktür. Bunun içindir ki biyolojik faaliyetlerin ve organik madde birikiminin bulunmadığı yerlerde toprak oluşmaz, (32, 33).



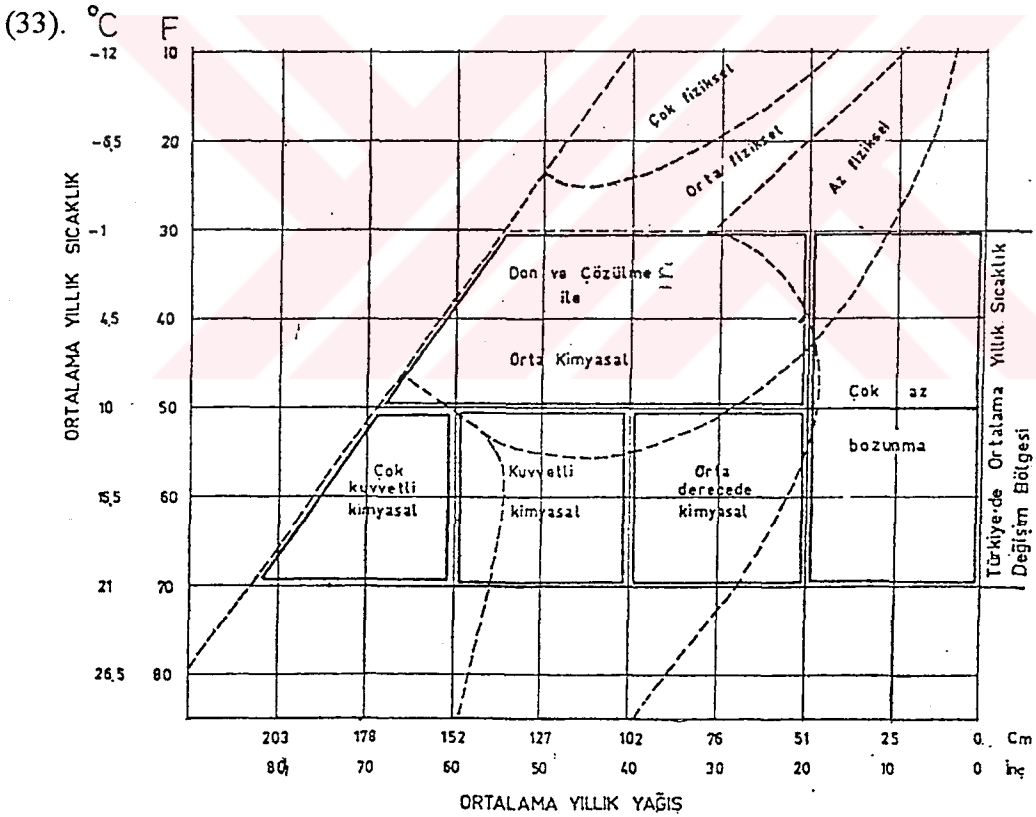
Şekil 3.2 Arazide dasitik tüflerdeki kaolenleşme, piritleşme ve limonitleşme

3.3.1. Toprak Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Toprak, üzerinde bulunduğu ana kayacın ayrışmasıyla meydana gelir. Genel anlamda ayrışma, mekanik parçalanmayı, kimyasal bozulmayı ve alterasyonu içerir. Bu

olaylar canlılar ve doğal faktörlerin çeşitli şekilde etkisiyle meydana gelir. Ayrışma kayalarda yüzeyden başlar ve zonlar şeklinde derinlere doğru ilerler. Ayrışma zonunun derinliği ve ayrışmanın özelliği; üzerinde bulunduğu kaya türüne, ayrışmaya neden olan faktörlere ve topoğrafya koşullarına bağlıdır. Kayaların ayrışmasına ve toprak oluşumuna etki eden faktörler kısaca; ana kayacın cinsi, iklim ve bitki örtüsü, topoğrafik engebe ve zaman olarak sıralayabiliriz

Bir bölgede toprak oluşumu ne kadar gelişirse gelişsin ana kayadaki mineraller ne kadar bozulursa bozulsun toprağın incelenmesi ile çoğu zaman ana kayadaki litolojik değişiklikler saptanır. Topraktaki bozulmayan birincil minerallerden, toprağın dokusundan, ikincil minerallerden ve topraktaki eser elementlerin dağılımının incelenmesi ile bu daha da kolaylaşır. Jeokimyasal prospeksiyonda kayacın cevher minerali içerip içermediği, toprağın eser element miktarından gidilerek tespit edilebilir,



Şekil 3.3 Kayaların sıcaklık ve yağışa bağlı olarak bozunma ve şekil dereceleri, (Köksoy,1971)

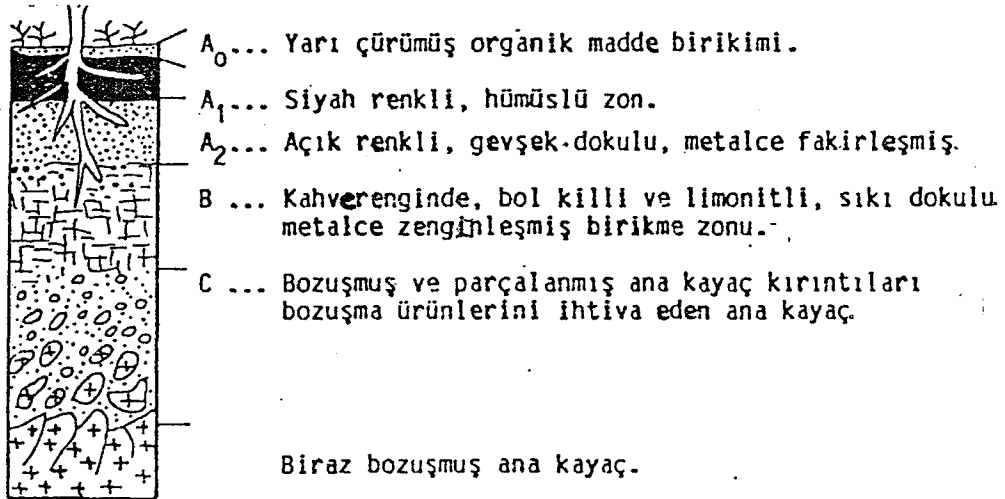
Toprak oluşumuna etki eden faktörlerden biri, bu çalışma için öneminden dolayı üzerinde durulan iklim ve bitki örtüsüdür. İklim, yağış ve sıcaklık gibi iki önemli

faktöre sahiptir. Sıcaklık bir yandan kimyasal reaksiyonları hızlandırırken diğer yandan buharlaşmayı artırmaktadır. Yağış miktarı ise hidrasyon, hidroliz, basit ve karmaşık çözünme olaylarına etki eder ve diğer kimyasal ve biyokimyasal olaylara ortam hazırlar. Suda taşınabilen bozunma ürünlerini yağmur su tablasına doğru taşır. Az yağışlı bölgelerin toprakları alkali olup, baz alışı verisi yüksek killerin oluşmasına sebep olmaktadır. Diğer yandan yağışlı bölgelerdeki topraklar nötr veya asidik olup, baz alışı verisi az killerin oluşmasını sağlarlar, (34, 35, 36), (Şekil 3.3).

Bitki örtüsü yağışlı bölgelerde daha bol, kurak bölgelerde daha azdır. Toprak suyundaki CO_2 ve dolayısıyla bikarbonik asitin büyük bir kısmı bitki kökleri tarafından üretilmektedir, (34, 35). Bundan başka bitkiler kökleri ile de kayacın küçük çatlaklarını büyüterek su dolaşımını sağlamakta ve ayrışmayı hızlandırmaktadır. Organik maddelerin bozulmaları sonucunda toprağın pH'ını düşürmektedir, (34, 37).

3.3.2. Toprak Profiline Gelişimi

Toprak kayaların bozulmaları sonucu oluşan A, B, C gibi farklı zonlardan meydana gelir. Zonlanma yani; "Toprak Profiline Oluşumu" deyimini toprak oluşumu ile eş anlamlıdır. Zonlanma, organik ve inorganik bozunma ürünlerinin üstten aşağıya veya aşağıdan yukarı taşınmaları ve çeşitli zonlarda birikmelerinin bir sonucudur, (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Çeşitli zonları gösteren genelleştirilmiş bir toprak profili, (Rose ve diğ. 1979)

Toprak profilinde bulunan A,B,C zonlarının genel yapıları şu şekildedir;

A Zonu: Suda kolayca çözülebilen Ca, Mg, Kolloidal kil ve birçok eser element A zonundan yağmur suları tarafından B zonuna taşınır. Bunun için A zonuna taşınma zonu denir. Organik reaksiyonlar sonucunda oluşan hümik asit gibi organik çözücüler ve bunlara bağlı olarak meydana gelen asitik ortam birçok elementin çözünerek B zonuna taşınmasını kolaylaştırır, (34, 38). İyi gelişmiş bir toprak profilinin A zonu A₀, A₁, A₂ olarak 3 alt zona ayrılabilir. A₁ zonu bol miktarda humus ve metal organik bileşikleri içermesi ile siyah renkli olup, eser elementleri absorbe etme özelliğinden dolayı çok önemlidir, (37, 38).

B Zonu: Süspansiyon veya kolloid halindeki maddelerin biriktiği zondur. Bu nedenle B zonuna birikme zonu (zon of acumulation) denilmektedir. Biriken kil ve demir oksit mineralleri ile kahverengi, sarı, kırmızı bir renge ve sıkı bir dokuya sahiptir. Bu zonda biriken kil , demir ve alüminyum oksit mineralleri metal iyonlarını bol miktarda adsorbe etme özelliğine sahiptir. Jeokimyasal prospeksiyonlarda en çok bu zon kullanılır, (32, 33, 34)

C Zonu: Kimyasal olarak bozulmuş ana kayaç kırıntılarından oluşan, açık renkli ve gevşek dokulu bir zondur. Organik madde birikimi ve organik reaksiyonlar yok denecek kadar azdır. Bütün bu zonlar ayrışmamış taze kayaç üzerine otururlar, (39).

Karadeniz Bölgesinde gelişen topraklar, Şekil 3.1'de de görüldüğü gibi, sıcaklık, yağış ve bitki örtüsünü de göz önüne alırsak, Podzol ve Podzolik topraklar sınıfına girer. Bu topraklar bitki örtüsü çok sık olan yağışlı ve serin bölgelerin tipik topraklarıdır. Bu toprakların en önemli özelliği yıkanmış bir A₂ zonu ve bu elementlerin koyu renkli B zonunda birikmiş olmalarıdır, (35, 39).

3.4. Jeokimyasal Çalışmalar

Gelişen teknolojinin ham madde ihtiyacını karşılamak için yeni kaynaklar bulunması ve var olan kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesini zorunlu hale

getirmiştir. Bunun için var olan yöntemlerin geliştirilmesi yanında yeni yöntemlerin bulunması zorunlu hale gelmiştir.

Tablo 3.1 Örnek tiplerine göre jeokimyasal anomali türleri, (Köksoy, 1978; + Önem Derecesi)

1975'te % Örnek	ÖRNEK TİPİ		YARARLANMA		
			GENEL	DETAY	ÖZEL
20	DERE KUMU	Tüm analiz	++++	+	
		Soğuk analiz	+++	+	
		Ağır Min. Anç.	++	+?	
20	KAYAÇ	Tüm kayaç	++	+++	
		Mineral fraksiyonu	+	+	
50	TOPRAK		+	++++	
5	SU	Yeraltı suyu	+	?	Örtülü yat.
		Yerüstü suyu	+	?	
5	BOTANİ K	Jeobotanik	?	+	
		Biyojeokimya	?	++	Örtülü yat.
		Uzaktan algılama	+	?	
--	HAVA	Atmosfer	+	?	Hg-Ra-
		Toprak havası	?	+	Petrol

Toprak jeokimyası, ayrıntılı çalışmalarda en iyi sonuç veren yöntemdir, (Tablo 3.1.). Tabloya bakıldığında en fazla kullanılan yöntemin önem derecesi ortaya çıkar. Ancak bitki jeokimyasından ise yeterince yararlanılmadığı görülür. Toprak örneği alınması oldukça güç olan ve yoğun bitki örtüsü ile kapalı olan alanlarda uygulaması en uygun ve pratik yöntemin bitki jeokimyası olduğu daha sonraki bölümlerde anlatılacaktır. Bu çalışmada toprak ve bitki jeokimyası, kapalı kalmış Kanköy cevher sahasına ayrı ayrı uygulanmış ve hedefin tespitine çalışılmıştır.

3.4.1. Toprak Jeokimyası

Pontid Polimetalik Cevher Kuşağı, içinde bulunduğu coğrafik bölgenin iklim şartları nedeniyle yoğun bir bitki ve değişken kalınlıkta toprak örtüsüyle kaplıdır. Bitkilerin toprakta çürümesi ile hümik asit oluşumu oldukça yaygındır. Bu zayıf asit, ortamı asitik yapmakta ve bu şartlar altında Cu, Zn hareketli duruma geçmektedir, (39, 40). Hiç bir ortamda akıcı olmayan Pb, bu elementlerle birlikte ele alınmış, anomali haritaları yorumlanarak sonuca gidilmeye çalışılmıştır.

Kayabaşı (Kanköy) Masif Sülfür Madeni'nde eski işletme curufları haricinde etrafta fazla bir bulaşma söz konusu değildir. Kapalı cevherin yeryüzüne en yakın mesafesi 60 m civarındadır, (24), (Şekil 3.1).

3.4.1.1. Örnek Alımı ve Hazırlanması

Hedef olarak seçilen sahada çalışmaya örneklerin doğadan alınmasıyla başlanmıştır. Örnekleme değişik şekillerde yapılabilmektedir. Burada, hem çalışma sahasını eşit tarama açısından hem de analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde avantajlı olduğu için kareyaj yöntemi seçilmiştir. Tabiki şartların bu yöntemi uygulamada elverişliliği göz önüne alınmıştır. Arazide öncelikle yatayda ve düşeyde eşit arayla (kare şebeke sistemi 100 m) örnek alınmış, cevher alanından uzak bölgelerde bu iki katına çıkarılmıştır.

Örnekleme sırasında genelde, sahaya uygunluk göstermesi itibarıyla coğrafi yönlere göre hareket edilmiş, toprak hatları (soil lines) belirlenirken jeolog pusulası ve altimetre'den yararlanılmıştır. Pusulanın doğru kullanılması örneklerin yer tespiti açısından çok önemlidir. Özellikle kapalı alanlarda pusula yanında altimetrenin kullanılması, bulunan noktanın doğruluğunu tespit etmek açısından önem taşımaktadır.

Örnekler genellikle toprağın B zonundan alınmıştır. Bu zonun çalışma sahasındaki derinliği 20 cm-100 cm arasında değişmektedir. Örnek alınırken el burgusu kullanılmıştır, (Şekil 3.5). Analizlerde yaklaşık 20 gr-50 gr kurumuş, elenmiş miktar

yeterlidir. Bu miktardaki bir örneği elde etmek için doğadan 200 gr-500gr örnek almak gerekmektedir, (39).

Doğadan alınan bu örnekler, naylon poşetlere konmuş ve üzeri alım yeri numarasıyla numaralandırılmıştır.



Şekil 3.5 Arazide el burgusu yardımıyla örnek alımı

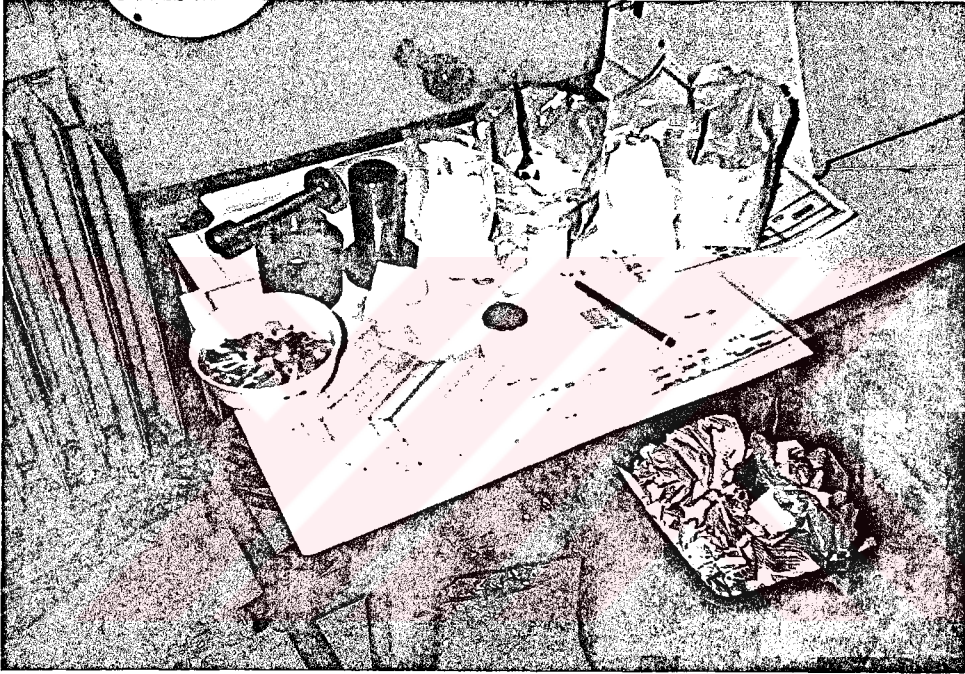
Toprağın tane boyu da iz element dağılımı için önemli bir etkidir. Akıcılığı (mobilitesi) yüksek elementler, kil ve Fe-Mn oksitli minerallerce soğurulduklarından, toprağın ince taneli bileşenlerinde zenginleşirler. En iyi sonuç ise bu ince tanelerin alınmasıyla elde edileceğinden örneğin ince malzemedan alınmasına özen gösterilmiş ve en ideal olarak kabul edilen 80 mesh'lik (177 mikron) elekte eleneceğinin bilinciyle hareket edilmiştir, (39, 42)

Araziden alınan toplam 120 adet örnek 105 °C'de 24 saat fırında kurutulduktan sonra, porselen havanda öğütülmüş ve 80 mesh'lik elekten geçirilmiştir. Çeyreklerek elementlerin her yere eşit dağılması sağlanmış ve 2 gr örnek 4 gr-6 gr toz borik asit,

kalıpta 400 Kg/cm²'lik basınçla tablet (4 cm çapında disk) haline getirilmiştir, (Şekil 3.6).

3.4.1.2. Analitik Yöntemler

Analiz işlemleri K.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Jeokimya Laboratuvar'ında Jeol. Sx-2 X-Işınları Floresans cihazında gerçekleştirilmiştir.



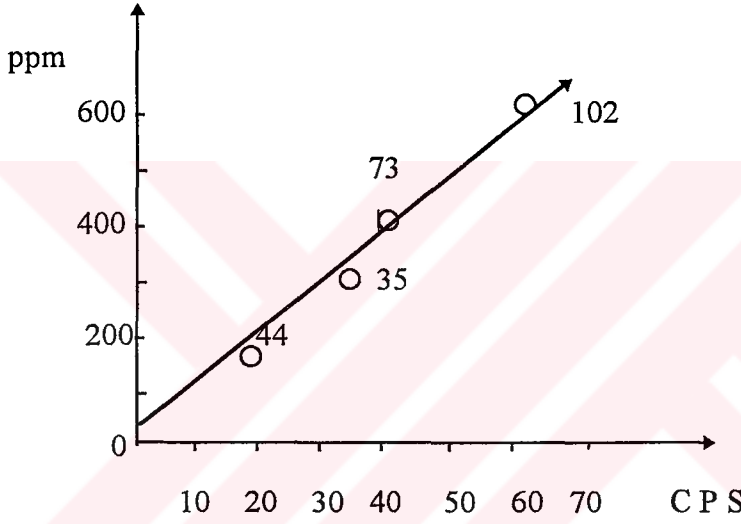
Şekil 3.6 Araziden alınan örneklerin geçirdiği aşamalar. 1) Kurutulmuş örnek 2) öğütülmüş ve elenmiş örnek 3) Tablet haline getirilmiş örnek 4) Pres kalıpları 5) Toz borik asit.

X-Işınları floresans yöntemiyle yapılan analizlerde örnekler Cu, Pb, Zn için ayrı ayrı total metal miktarları analize tabi tutulmuştur. Topraktaki silikat minerallerinin kafes yapısına girmiş metal miktarları ihmal edilebilir konsantrasyonlarda olduklarından göz önünde bulundurulmamıştır.

3.4.1.3. X-Işınlari Flöresans Ölçümleri

Grafik ölçümle konsantrasyonun hesaplanmasında kullanmak için güvenilir standartların olması şarttır. Aksi halde sağlıklı analiz yapma olanağı yoktur.

Bu çalışmada kullanılan standartlar toprak için hazırlanmış ve atomik absorpsiyon aletinde element miktarları ölçülmüş standartlardır. Hazırlanan bu örnekler X-Ray flöresans cihazında her element için intensite değerleri ve temel değerleri okunarak, net pikleri (CPS) bulunmuş, grafiksel olarak CPS değerleri ve konsantrasyon'un doğrusal ilişkisine bakılarak en ideal standart, o element için seçilerek alınmıştır, (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Standartların Konsantrasyonları ve XRF intensiteleri (Cu için) arasındaki ilişki

X-Işınlari ile yapılan analizlerde sonucu etkileyebilecek iki önemli problem; girişim (interferans) ve kütle soğurması (mass absorption), standartların konsantrasyonları (ppm) ile XRF intensitelerinin (net peak) doğrusal bir ilişkiye sahip olması nedeniyle ihmal edilmişlerdir. Cu, Pb, Zn analizinde W (vofram) tüpü yayınımlı altında LIF 200 kristali kullanılmıştır.

3.4.1.4. Çalışılan Elementlere Ait Genel Bilgiler

Cu elementi; yer kabuğunda en fazla bulunan eser elementtir. Özgül ağırlığı 8.5-9 gr/cm³, erime noktası 1083 °C, kırık yüzeyi kanca şekilli ve asitlerde kolay çözülür.

Jeokimya açısından Cu mobil ve kalkofil karakterde bir elementtir. En önemli mineralleri, bornit, kalkopirit, kuprit, kalkosin, malakit ve azurittir, (42, 43).

Pb elementi; gümüşsü beyaz ya da grimsi renkli, yumuşak, çok dövülgen ve yoğunluğu $11,29\text{gr/cm}^3$ olan bir metaldir. Atom ağırlığı 207.19, erime noktası 327.5°C , yükseltgenme durumu +2 ve +4 dür. Jeokimyasal olarak kurşun, kalkofil (Kükürde duyarlı) ve akıcı olmayan (immobil) bir elementtir. Bu nedenle sızıntı anomalisi (yalancı anomali) vermesi çok nadirdir

Pb'un endüstriyel kaynağı galen'dir. Kayaç minerallerinden mikalar ve K feldispatlar içerisinde (kafes yapılarında) yer alır. Kurşunun alterasyon ürünleri ise serüzit, piromorfit, anglezit, plumbojarosittir, (43).

Zn elementi jeokimyasal olarak mobil ve kalkofil karakterde olup, litosferin üst kısımlarında bol bulunur. Bazaltik kayaçlardaki oranı yaklaşık 100 ppm civarındadır. En önemli çinko mineralleri sfalerit, simitsonit, gahnit ve franklinittir. Zn içeren minerallerin bazıları amfibol, piroksen, melilit, turmalin ve granattır.

3.4.1.5. Temel, Eşik ve Anomali Değerlerinin Tespiti

Bir elementin, mineralize olmamış yeryuvarı malzemeleri içerisindeki (kayaç, toprak gibi) normal bolluğu çoğunlukla temel değer (background) olarak gösterilir. Her hangi bir element için temel değer, bir malzemedan diğerine farklılık gösterebilir. Bu nedenle, temel değeri kesin bir değer olarak değil de bir aralık olarak değerlendirmek daha gerçekçi olur, (39).

Eşik değer ise, en basit anlamı ile normal temel değer dalgalanmasının üst sınırıdır. Yani bu değerlerden daha düşük değerler temel değer, yüksek olan değerler ise anomali olarak kabul edilir. Daha karışık durumlarda birden fazla eşik değer seçilebilir.

Anomali ise normalden (ortalama değerden) sapmadır. Jeokimyasal anomali, bir kimyasal çevrenin seçilen bir alanı için normal olan değerden saptmasıdır. Yani burada

cevher yatağının kendisi bir jeokimyasal anomalidir. Anlamlı anomaliler diye adlandırılanlar, cevherle ilişkili olanlardır ve klavuz olarak kullanılırlar. Ancak, ekonomik olmayan cevherleşmelerden ortaya çıkan jeolojik yada cevherle ilişkisi olmayan jeokimyasal işlemlerden ve olaylardan kaynaklanan süperjen anomaliler de vardır. Bunlar ise anlamsız anomaliler diye adlandırılırlar. Bu iki anomaliyi birbirinden ayırmak çoğunlukla zordur ve gereksiz yatırımlara neden olabilmektedir.

Eşik değerin seçilmesi çok önemlidir. Yüksek alınması bazı anomali alanlarının inceleme dışı bırakılmasına, eşik değerin düşük alınması ise bir kısım normal alanların gereksiz ayrıntıda incelenmesine neden olabilmektedir. Bu sakıncaları en aza indirebilmek için ayrıntılı veri değerlendirme işlemlerinin yapılması gerekir.

Anomali değerini temel değerden ayırmak için bir çok yöntem kullanılır. Yöntem seçimi; veri miktarına, incelemenin amacına, inceleme alanına ait bilgilere ve seçimin ekonomik sonuçlarına bağlıdır, (39, 44). Söz konusu metodlar;

- 1- Literatürden elde edilen bilgilerle karşılaştırma yapmak,
- 2- Histogram üzerinde toprak örneklerinin oluşturacağı sayısal kümelenmeler,
- 3- Aritmetik ortalamaya standart sapmanın iki yada daha çok katının eklenmesi,
- 4- Logaritmik olasılık kağıdına birikimli frekansların çizilmesi ve anomali, temel değer topluluklarının birbirinden ayrılması,
- 5- Verilerin haritaya aktarıldığında anomali değerlerine ait kümelerin tanınması,
- 6- Oryantasyon çalışması sonuçları ile mukayese,
- 7- Temel değer topluluklarının, verileri histogram üzerinde ikinci veya birinci pikin alt kısmında bulunan daha küçük anomali değerlerinden grafiksel ayrımı,

Eşik değer tespitinde yukarıda belirtilen metodların hemen hepsinden az çok yararlanılmıştır. Ancak en çok üçüncü metod yani; aritmetik ortalama artı bir ($X+s$ veya daha çok) standart sapma yöntemi kullanılmıştır.

3.4.1.6. Verilerin Değerlendirilmesi

Araziden alınan 118 adet örneğin analizi yapılmış ve bu çalışma sonucunda bulunan değerlerin dünya ortalamalarının üzerinde olduğu görülmüştür. Dünya ortalamaları toprakta; Zn için 36 ppm, Cu için 15 ppm ve Pb için 17 ppm'dir, (39, 44).

Toprak örneklerinin Cu, Pb, Zn içerikleri Tablo 3.2'de gösterilmiştir. Winsurf, Grapher ve Excel programları ile bu sonuçlar değerlendirilmiş, her bir element için tüm değerlere normal log-normal frekans dağılımları uygulanmış, korelasyon matrisleri hesaplanmış ve anomali haritaları çizilmiştir.

Tablo 3.2'deki verilerden Cu, Pb ve Zn elementlerinin normal log-normal frekans dağılımları Şekil 3.8 de görülmektedir. Bu verilerin de yardımıyla bu elementlere ait özet istatistik bilgiler Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3 Toprak örneklerinin Cu, Pb ve Zn analizlerine ait istatistikler

Element	Ö. sayısı	Logaritmik (ppm)			Kontrast	Min.	Max.
		Ortalama(x)	Medyan	S. sapma(s)			
Cu	118	1.99	1.72	1.7	7	16	1073
Pb	118	2.07	1.46	1.83	4.7	4	884
Zn	118	1.99	1.99	1.83	5.6	5	948

Cu elementi; dünya ortalaması toprakta 15 ppm olduğu bilinmektedir, (39). Çalışma alanında Cu'nun ortalama değeri ise 1.99 (98) ppm olduğu göz önünde bulundurulursa dünya ortalamasının yaklaşık 5 katı olduğu görülür. Cu'nun hesaplanan standart sapması 1.7 (53) ppm (Tablo 3.3) ve bölgesel eşik değerleri ise 151 ppm ($x+s$), 204 ppm ($x+2s$) ile 257 ppm ($x+3s$) olarak belirlenmiştir.

Cu elementi için; tüm değerlerden elde edilen normal frekans dağılım grafiğinde verilerin ters " j " oluşturacak şekilde dağıldığı görülmüş, aynı değerler logaritmik sınıflamaya tabi tutulmuş log-normal frekans dağılımları hazırlanmıştır. Sonuçta grafikte değerlerin normal dağılıma yaklaştığı görülmüştür, (Şekil 3.8).

Tablo 3.2 Araziden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları

Örnek No	Sonuçlar (ppm)			Örnek No	Sonuçlar (ppm)		
	Cu	Pb	Zn		Cu	Pb	Zn
101	67	4	190	313	28	19	78
102	41	30	103	315	1073	450	755
103	58	11	105	316	215	430	341
104	61	27	252	317	23	10	57
105	113	20	94	318	346	11	160
106	83	60	117	401	113	199	143
107	24	40	67	402	80	303	82
109	27	13	117	403	83	61	179
110	30	20	81	404	66	13	112
111	23	10	52	405	135	243	102
112	21	21	73	406	204	150	270
113	30	13	93	407	74	368	24
201	83	22	93	408	30	30	114
202	60	13	106	409	39	10	82
203	43	19	99	411	42	32	102
204	23	7	57	412	39	28	147
205	42	23	78	413	26	13	61
206	84	30	67	414	30	25	27
207	51	15	80	415	61	135	152
208	44	10	96	416	103	304	56
209	23	10	39	417	60	239	57
211	57	13	53	418	33	18	79
212	37	15	75	419	20	20	42
213	24	16	20	501	82	12	43
214	71	10	134	502	188	79	136
215	122	11	71	503	79	124	146
216	39	13	83	504	60	48	195
217	23	119	44	505	25	10	78
301	195	48	145	506	41	375	5
302	85	434	227	507	30	10	71
303	88	190	85	508	16	30	35
304	478	515	948	509	18	21	48
305	45	13	77	511	23	13	272
306	30	20	53	512	50	18	28
309	11	15	22	513	51	59	7
312	38	19	75	514	34	41	68

Tablo 3.2'nin devamı

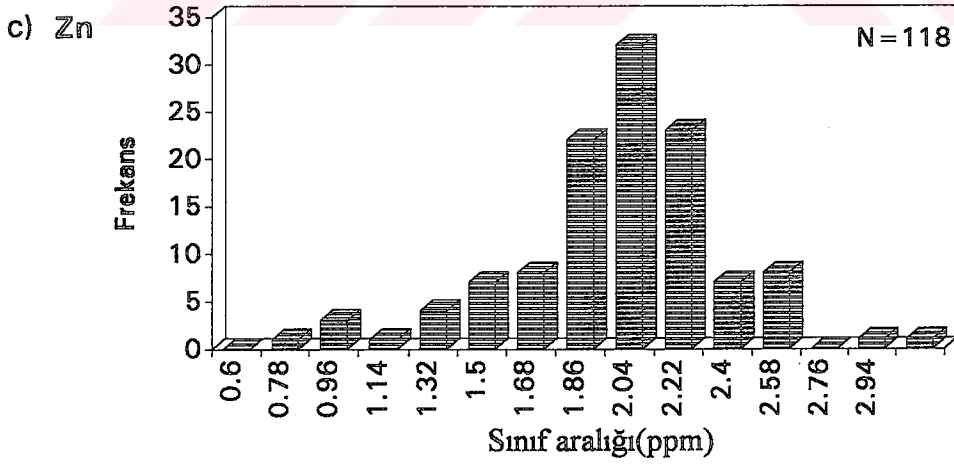
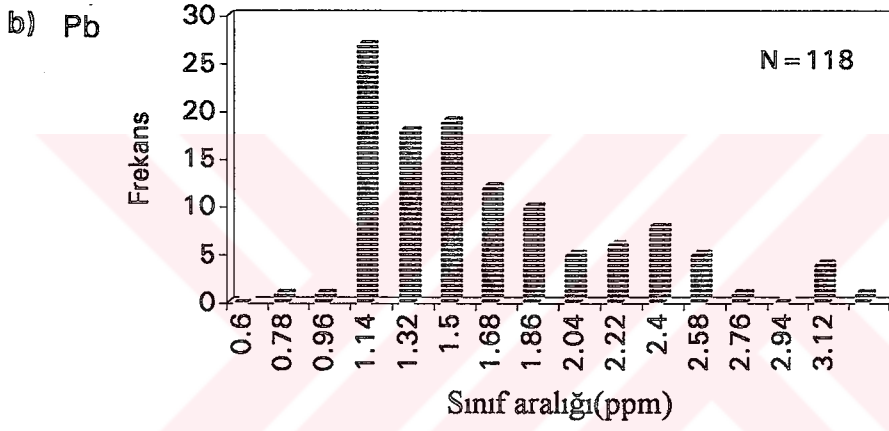
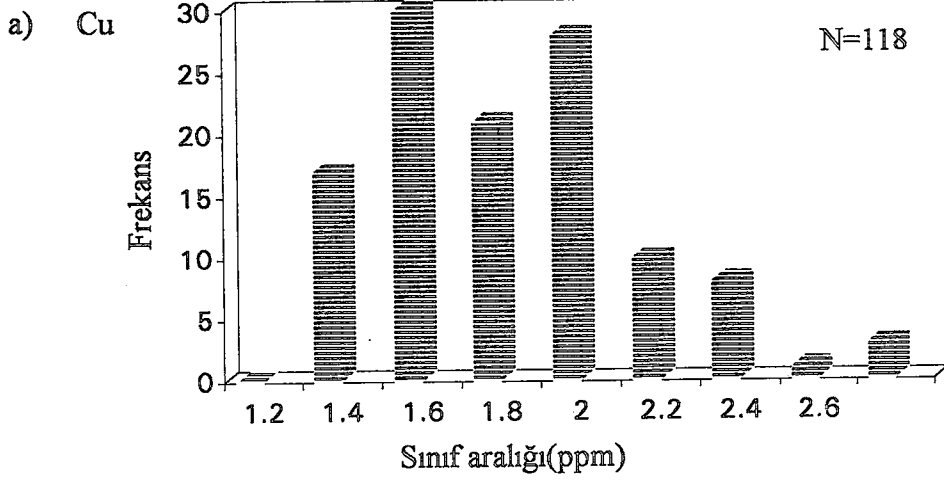
Örnek No	Sonuçlar (ppm)			Örnek No	Sonuçlar (ppm)		
	Cu	Pb	Zn		Cu	Pb	Zn
515	73	38	16	706	41	10	59
601	196	21	302	708	18	24	35
602	86	134	48	710	36	45	48
603	18	180	88	711	64	10	32
604	33	20	75	712	33	45	112
605	79	155	50	713	20	35	80
606	24	10	66	801	152	103	311
607	27	15	73	802	694	275	210
609	25	34	42	803	91	63	258
612	35	22	19	804	35	40	175
613	56	13	57	805	188	323	56
614	10	16	32	806	145	88	110
701	70	38	98	807	81	224	55
702	130	62	21	808	30	16	84
703	82	54	138	809	70	15	12
704	132	23	63	811	31	10	62
705	70	21	225	812	26	29	150

Cu, Pb ve Zn elementlerine ait korelasyon matrisleri Tablo 3.4'te verilmiştir. Cu elementi ile Pb arasında Zn elementine nazaran daha yüksek pozitif korelasyon elde edilmiştir, (0.4584). Bu ilişki korelasyon grafiklerinde daha açık bir şekilde görülmektedir, (Şekil 3.9). Pozitif bir korelasyon elde edilmesine rağmen Cu, elementlerden nispeten bağımsız hareket etmektedir.

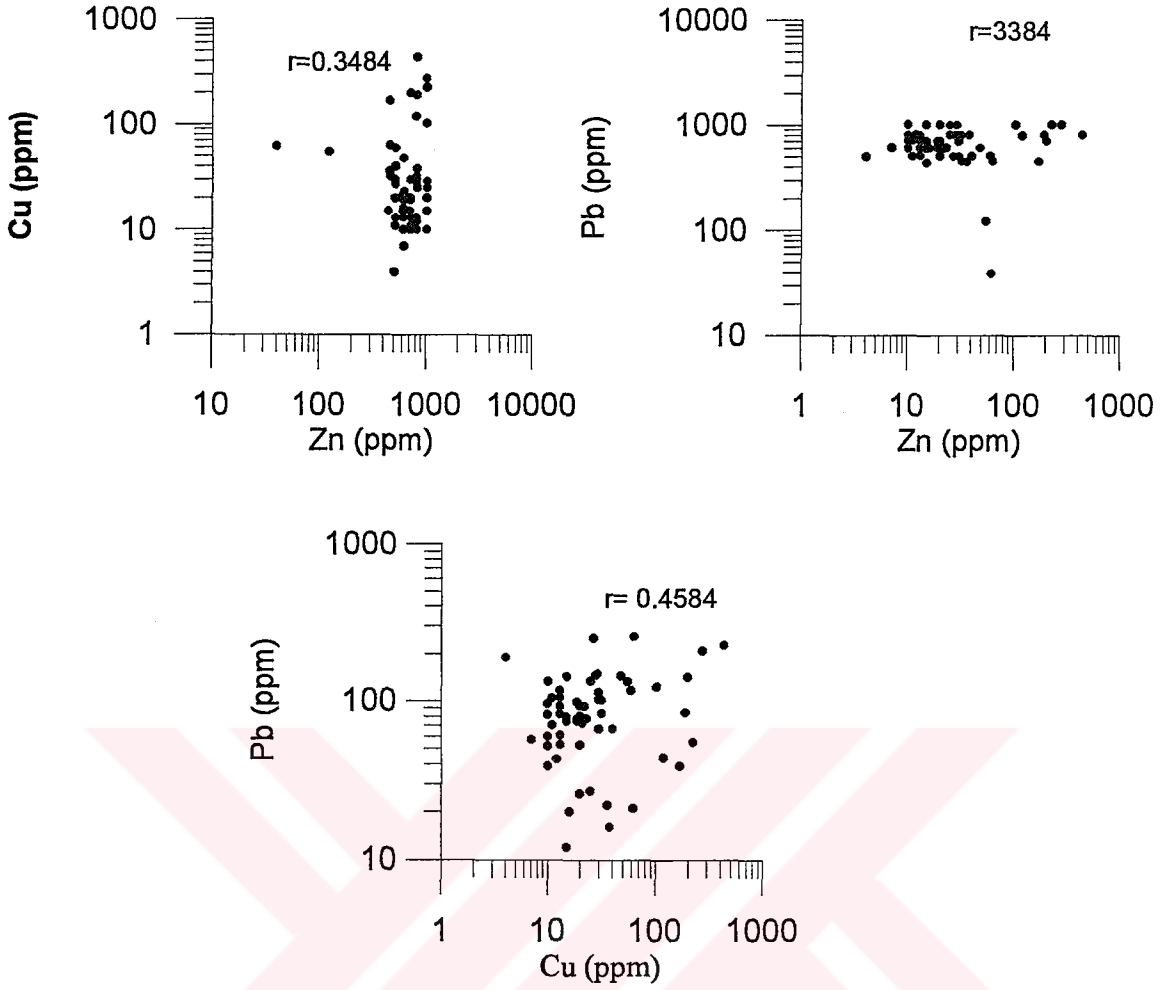
Tablo 3.4 Topraktaki Cu, Pb ve Zn elementlerine ait korelasyon matrisleri

	Cu	Pb	Zn
Cu	1		
Pb	.4584	1	
Zn	.3453	.3384	1

Cu elementinin Kanköy cevher sahasında topraktaki en yüksek değeri 1073 ppm'dir, (Tablo 3.3). Ortalama temel değeri ise 151 ppm (x+s)'dir. Topraktaki Cu kontrastı ise 7'dir, (1073 ppm: 151 ppm= 7).



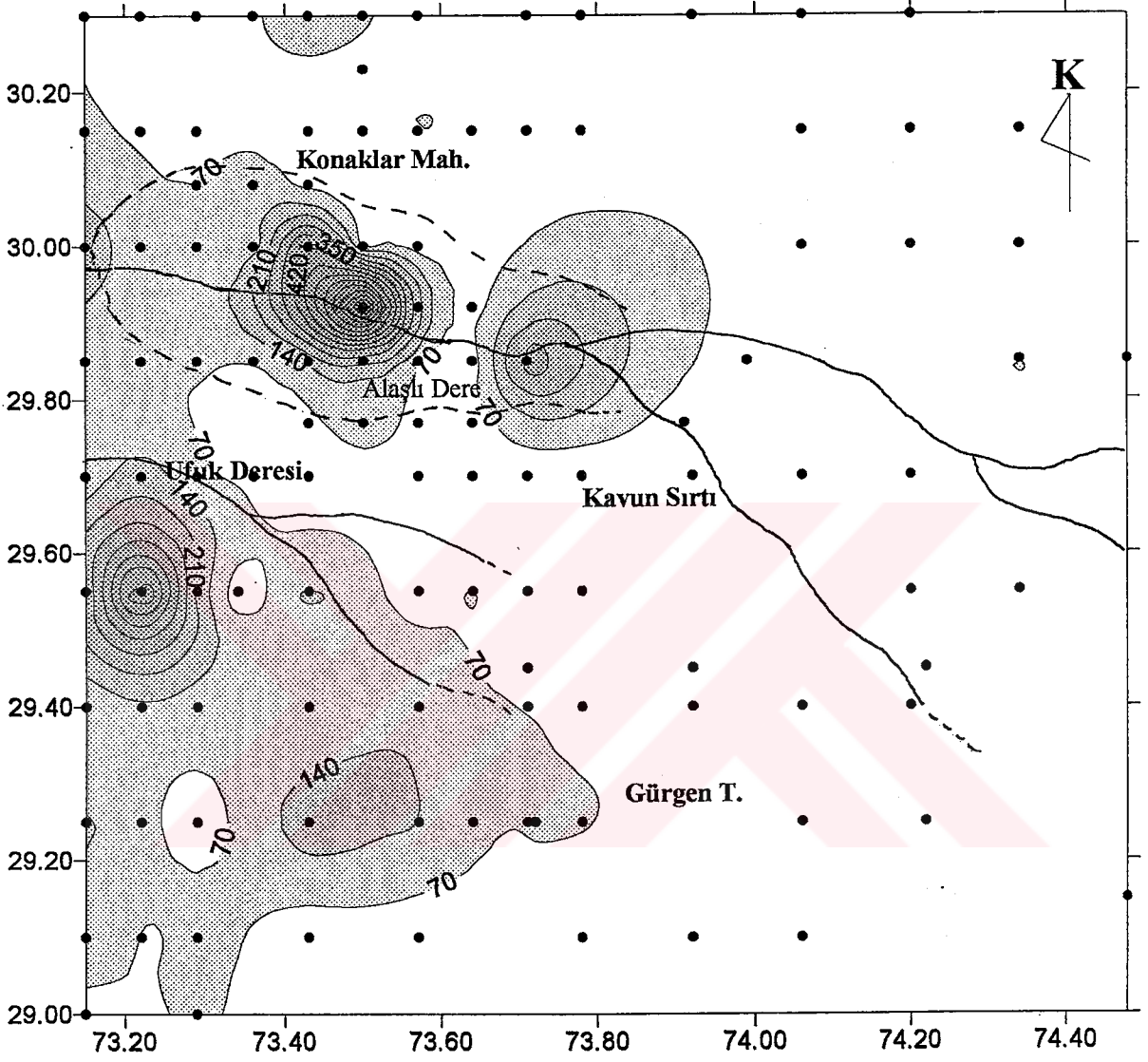
Şekil 3.8 Tablo 3.2'deki analiz sonuçlarına göre hazırlanan log-normal frekans dağılım grafikleri



Şekil 3.9 Toprak örneklerinin Cu, Pb ve Zn analizlerinden hazırlanan korelasyon grafikleri

Alınan tüm örnekler için Cu dağılım haritası çizildiğinde, yüksek Cu konsantrasyonu içeren lokasyonların Alaşlı Dere üzerinde ve Alaşlı Derenin güneyinde Kömürcü Mahallesi civarında bulunduğu görülmüştür. Anomalilerin dasit, mor dasit ve bunların piroklastları üzerine geldikleri tespit edilmiştir, (Şekil 3.10).

Pb Elementi; dünya ortalamalarında toprakta 17 ppm olduğu bilinmektedir, (39). Bu çalışmada bulunan ortalama değeri ise 2.07 (118) ppm'dir, (Tablo 3.3). Dolayısıyla dünya ortalamasından 10 kat daha yüksek bir değer yakalanmıştır. Elde edilen standart sapma ise 1.83 (69) ppm ve bölgesel eşik değerlerinin ise 187 ppm ($x+s$), 256 ppm ($x+2s$) ve 325 ppm ($x+3s$) olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.10 Çalışma alanında topraktaki Cu genel dağılımı (kontur aralıkları 70 ppm'dir)

-----: Cevher sınırı

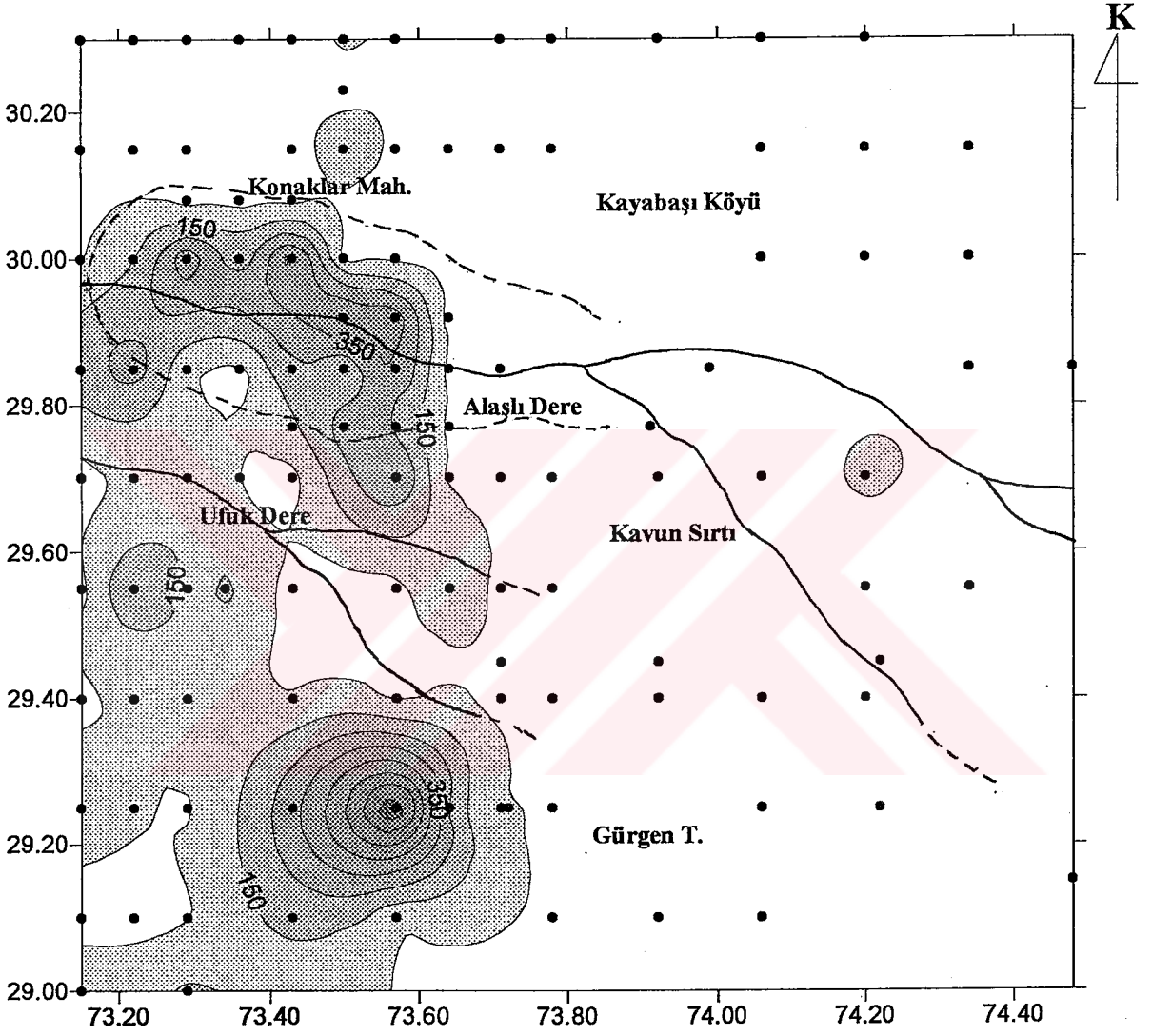
Aynı verilerden hazırlanan log-normal frekans dağılım grafiği incelendiğinde, histogram eğrisi yine Cu elementinin dağılımında olduğu gibi ters “ J ” şeklinde bir dağılım verir, (Şekil 3.8). Bu verilerin çoğunun ortalama Pb değerinin altında olduğunu gösterir. Bu tür bir dağılım, küçük değerli sınıflarda kayacın Pb konsantrasyonlarına etki eden önemli bir faktör olduğunu göstermektedir, (45). Fakat bu faktörün etkisi daha büyük sınıflarda azalmasına rağmen başka bir faktörün etkisi ile histogram eğrisi x eksenine ile hemen asimptot yapmakta ve ileri doğru uzanmaktadır. Burada ikinci bir faktörün etkisinden de söz edilebilir, (45). Pb'un akıcılığının (mobilitésinin) az oluşu ve killerin absorpsiyon özelliğinin yüksek oluşu, Pb elementinin dağılımında ve sınıflar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Pb, Cu ve Zn elementlerine ait korelasyon matrisleri Tablo 3.4 'de de görüldüğü gibi Pb elementi ile Cu arasında Zn elementine nazaran daha yüksek pozitif korelasyon elde edilmiştir, (0.4584). Korelasyon grafiklerine (Şekil 3.9) bakıldığında Zn, Pb'dan tamamen bağımsız hareket etmektedir. Bu sonuç ancak Pb elementinin hareketsiz (immobil) olmasıyla açıklanabilir.

Pb elementinin Kanköy cevher sahasında topraktaki en yüksek değeri 884 ppm'dir, (Tablo 3.3). Ortalama temel değeri ise 187 ppm'dir, (x+s). Topraktaki Cu kontrastı ise 4.7'dir, (884 ppm: 187 ppm= 4.7).

Pb elementi için; tüm verilerden hazırlanan anomali haritası çizildiğinde, anomalilerin Alaşlı Dere boyunca ve bu derenin güney kesiminde yoğunlaştığı görülür. Dolayısıyla bu alanlarda yaygın olan kayaç birimleri dasitik tüfler, mor dasit ve bunların piroklastlarıdır, (Şekil 3.11).

Zn elementi'nin dünya ortalamasının toprakta 36 ppm (39) olduğu göz önüne alınırsa, çalışma alanında Zn'nun ortalama değeri 1.99 (98) ppm'le yaklaşık bu değerden 3 kat daha fazla bir zenginleşme gösterdiği anlaşılacaktır, (Tablo 3.3). Standart sapması 1.83 (69) ppm ve bölgesel eşik değerleri, 167 ppm (x+s), 236 ppm (x+2s) ve 305 ppm (x+3s) olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.11 Yomra Kanköy cevher sahasında Pb genel dağılımı (kontur aralıkları 100 ppm'dir)

-----: Cevher sınırı .

Aynı verilerle hazırlanan Zn elementi frekans dağılım grafiğinde histogram eğrisinin asimetric pozitif yani sağa çarpık olduğu görülmüş, log-normal frekans dağılımı uygulanarak dağılımın normale yaklaştığı görülmüştür, (Şekil 3.8). Bu tür asimetric dağılımlarda birden fazla faktörün etkisinden veya tek bir faktörün değişik sınıflar üzerindeki etkisinden ileri gelmektedir. Grafiğin asimetric sağa çarpık olması verilerin çoğunun ortalamanın üstünde olduğunu gösterir, (45).

Zn, Pb ve Cu elementleriyle karşılaştırıldığında Şekil 3.9'da görüldüğü gibi bu elementlerden tamamen bağımsız hareket etmekte, aralarında çok az bir ilişki bulunmaktadır. Çalışma sahasında topraktaki kontrastı ise 5.6'dır, (948 ppm: 167 ppm = 5.6).

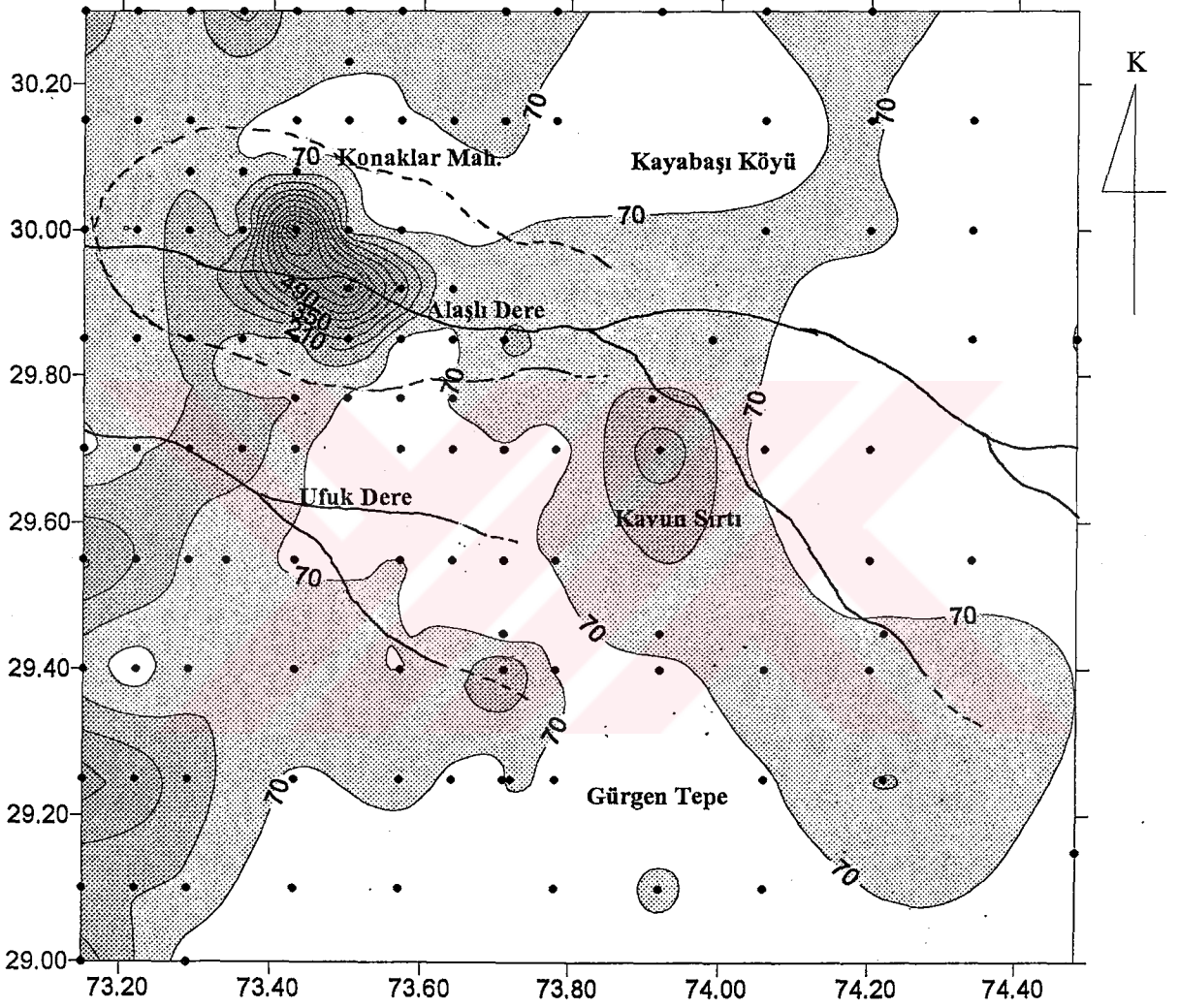
Zn elementi dağılımı ise tüm verilerden hazırlanan anomali haritasından da görülebileceği gibi önemli anomalilerin Alaşlı Dere ve güneyi Yomra Dere civarında, Kömürcü Mahallesi ve Kavun Sırtı civarında yoğunlaşmıştır. Bu bölgelerde yaygın olan kayaç birimleri ise dasit, mor dasit ve bunların piroklastlarıdır, (Şekil 3.12).

Topraktaki Cu, Pb ve Zn dağılımlarına bakıldığında her üç elemente ait esas anomalilerin, MTA'nın sondajlarla tespit ettiği cevher kütlesinin üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir, (Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12). Pb, Cu ve Zn' ya nazaran daha sınırlı anomali vermiştir. Bunun asıl nedeni Pb elementinin immobil (hareketsiz) olmasıdır. Zn ve Cu elementlerinin ise suda daha fazla çözünerek hidromorfik yayılıma uğradığı, cevher alanından daha alt seviyelere kolaylıkla taşınabildiğini ortaya koymaktadır.

Cu, Pb ve Zn Anomali haritaları üst üste çakıştırılmıştır. Sondajlarla tespit edilen cevher alanı, sahada diğer bölgelere göre daha az eğimlidir Bu sebeple; Cu, Pb ve Zn anomalileri bu alanda çakıştığı halde, daha eğimli bölgelerde Pb'un en üst seviyelerde Cu'nun ve Zn'nun ise buna simetric fakat daha alt seviyelerde anomali verdiği tespit edilmiştir, (Şekil 3.13).

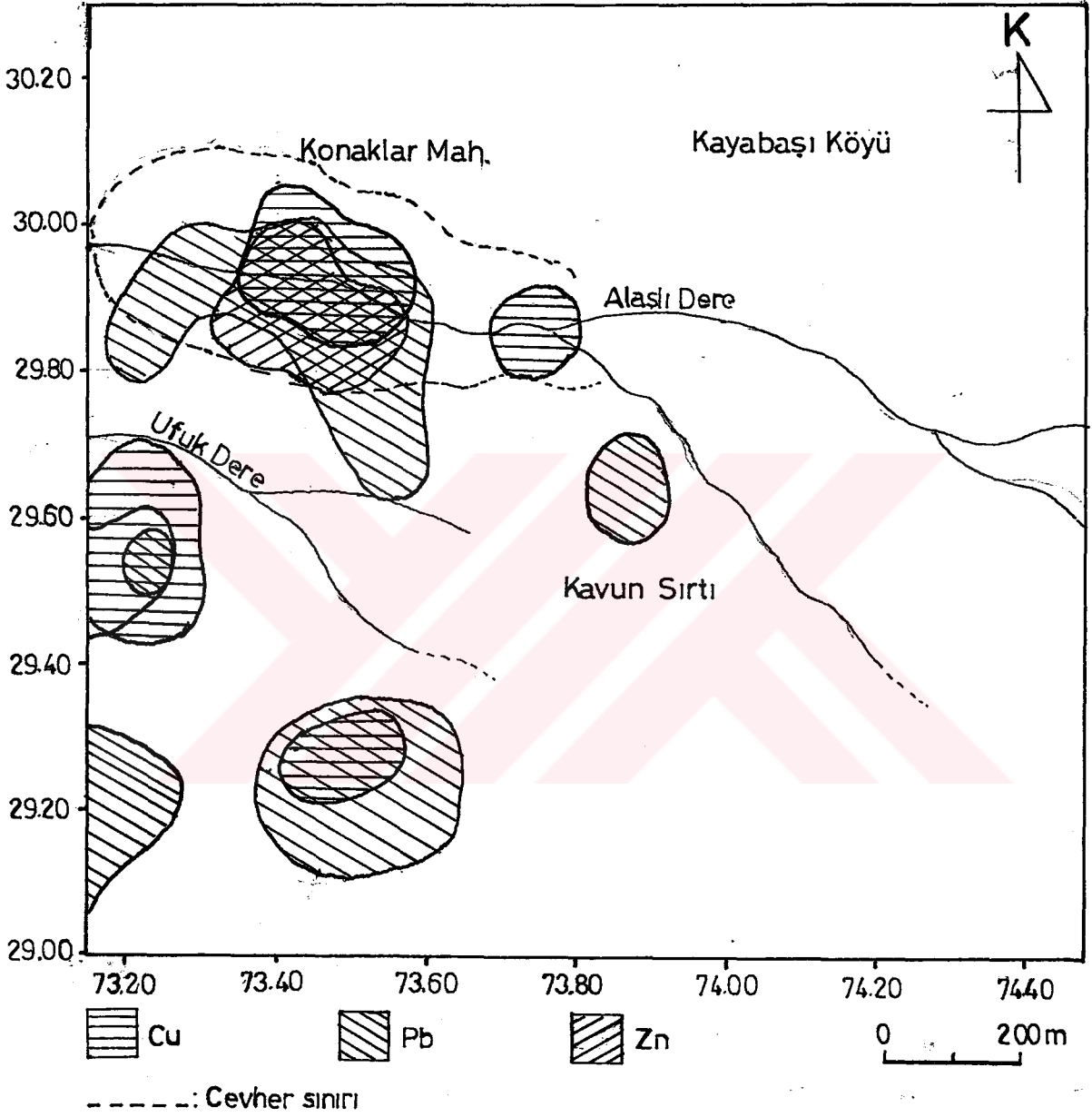
Sonuç olarak, Yomra Kanköy cevher sahasında en yüksek kontrastı (7) Cu elementi vermektedir. Diğer yandan, kapalı cevherlerin tespitinde, eğimi az olan

sahalarda toprak jeokimyası metodunun başarıyla uygulanabileceği bir kez daha görülmüştür.



Şekil 3.12 Yomra Kanköy cevher sahasında Zn genel dağılımı (kontur aralıkları 70 ppm'dir)

-----: Cevher sınırı



Şekil 3.13 Kayabaşı (Kanköy) yöresinde topraktaki Cu, Pb ve Zn elementlerinin eşik değerlerine göre çizilmiş anomaliler, (Eşik değerler (x+s) Cu 151 ppm, Pb 187 ppm ve Zn 167 ppm).

3.4.2. Biyojeokimya

Esas olarak, biyojenik anomaliler tüm canlıları içeren bitki, hayvan ve mikroorganizmaların jeokimyasal özellikleri ile ilgili bir anomali grubudur. Ancak, biyojenik anomaliler denince çoğu zaman yaygın uygulama alanı göz önüne geldiğinden, bitki (Botanik) anomalileri anlaşılmaktadır. Çünkü hayvan ve mikroorganizmalarla ilgili jeokimyasal anomalilerin uygulama alanları çok sınırlıdır.

Bu çalışmada, topraktaki ve bitkilerdeki nadir elementlerden hareket edilmiştir. Toprak profilinin B zonundan alınan örneklerin element konsantrasyonlarının aynı alan üzerinde yetişen bitkilere olan yansımaları incelenmiş ve araziden alınan 8 çeşit bitki türünden bölgede, bu tür kapalı maden yataklarını belirleyici (indikatör) bitki veya bitkilerin tespitine çalışılmıştır.

Bu çalışma için uygun görülen Kayabaşı (Kanköy) maden sahası civarında 240 adet bitki numunesi yaklaşık 2 km² 'lik alandan derlenmiştir. Her tür bitki Cu, Pb, Zn, Fe ve Mn için analiz edilmiş, analizler XRF.1000D marka aletle KTÜ Jeoloji Mühendisliği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.4.2.1. Terminoloji ve Tarihçe

Bitki organlarından (dal, yaprak, kabuk, sürgün, kök gibi) sistematik olarak alınan örneklerin kimyasal analizlerinin yapılması ile cevher aranmasına "Biyojeokimyasal Prospeksiyon" ve bunun dayandığı anomaliye "Biyojeokimyasal Anomali" denir. Bitki türlerinin cevherleşmeye bağlı olarak gösterdikleri dağılım ve morfolojik değişikliklerinin gözleme dayalı incelenmesi ile yapılan cevher aramalarına "Jeobotanik Prospeksiyon" ve bunun dayandığı anomaliyede jeobotanik anomali denir.

Biyojeokimyasal ve jeobotanik prospeksiyon yöntemlerinin her ikisi birden "Botanik Prospeksiyon Yöntemleri" adıyla ifade edilmektedir. İnceleme alanında bitkilerle yapılan çalışmada, yaprak ve taze sürgünler kullanıldığından bitki anamalisi tespiti için yapılan biyojeokimyasal prospeksiyon çalışmasıdır.

Biyojeokimyasal prospeksiyon dünyanın pek çok yerinde, önemli derecede ekonomik mineral birikimlerini araştırmada kullanılmıştır. Genel olarak bu prospeksiyon tekniği Kanada'da, A.B.D.'nde ve Sovyetler Birliğinde (37, 44) ortaya koyulmuştur. Bütün ülkelerde bu prospeksiyon yöntemi gelişmiş, fakat Sovyetler Birliği'nde bu gelişme daha hızlı olmuştur. Nedeni ise 1946 yılında bu ülkede bir "Jeobotanik Enstitüsü" kurulmuş olması ve bütün çalışmalarında ekip halinde, en az mesleğinde iyi bir kimyacı ve botanikçi eşliğinde projelerini devam ettirmiş olmalarıdır, (36, 37, 43).

1946 yılından beri Rusya ve diğer ülkelerde botanik prospeksiyon metodu gelişmesine rağmen 1828'de ve daha sonrasına kadar bitkiler ekonomik yatakların belirleyicisi olarak kullanıldı. Ancak biyojeokimyanın tarihinin bu kadar önce başladığı Alman jeolog Dorn tarafından 1937 yılında ortaya konulmuş ve o yıllarda sadece bununla yetinilmişti. Fakat Rus Tkalich, 1938' de bir prospeksiyon aracı olarak ve bitkilerin nadir element içeriklerini analiz etmesi, analitik tekniklere işaret etmesiyle bir hayli gelişme göstermiştir. Tkalich, bitkileri hem indikatör olarak hem de arsenopirit damarları üzerinde yetişen bitkileri analiz ederek, bitki analiz tekniklerini geliştirmekle kalmayıp, analitik yolla bitkilerdeki yansımayı da ortaya koymuştur, (44).

Aynı zamanda " İsveç Prospekting Company " de çalışan Palmquist ve Burudin (in Timperley ve diğer., 38) detay prospeksiyonlarda bitki küllerinin spektrografik analizleri yardımıyla Cornwall'da vanadyumca zengin şeyl ve tungusten yataklarını ortaya çıkarmıştır.

Sistematik olarak botanik prospeksiyon metodu 1945-1955 yılları arasında Rusya'da gelişmiştir. Pek çok bitki türü analiz edilmiş ve bir çok alanın jeobotanik haritaları çıkarılmıştır. Bundan da anlaşılacağı gibi hem bitki haritaları yardımıyla hemde analizlerle; tuz domlarını, Cu, Fe, Cr, Mo yataklarını araştırmada kullanılmıştır. Benzer çalışma, Kanadalı Fortescue ve Hornbrook grubu tarafından 1967-1969 yılları arasında Kanada da, Amerika'da İskandinavya'da ve Yeni Zellanda da gerçekteştirilmiştir, (45).

Timperley ve diğerleri (38)'nin 1970'de Yeni Zelanda'da yaptıkları çalışmada bitkilerdeki ve toprakdaki Cu, Zn ve Ni içeriklerini karşılaştırmış, bitki yapraklarından alınan

örneklerin Cu içerikleri toprakla iyi korele edilmiştir. Bunun yanında bitkilerde Zn'nun ihmal edilebilecek derecede zayıf olduğunu ortaya koymuşlardır.

Russel ve Vanmoort (46) 1981'de Tasmania'da bitki organları ve toprak zonları arasında bir korelasyon yaparak, toprağın üst A₀ zonunda bozmuş organik materyaller ve ince taneli killer tarafından elementlerin absorbe edildiğini, bu element zenginleşmesinin topraktan bitki organlarına geçerek zenginleştiğini vurgulamışlardır. Toprak horizonları ve bitkiler arasında iyi bir korelasyonun yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Türkiye'de ise bu tür çalışmalar deneysel olarak ilk kez 1960'da Giresun Tirebolu Köprübaşı madeni etrafında Alfred Pollak (47) tarafından yapılmıştır. Killik, Karaerik ve Karılar madeni civarından toplamış olduğu Rhododendron (Orman gülü) küllerinin atomik absorpsiyonda Cu muhtevalarını ölçmüştür. Çalışmasında, kırık zonları boyunca hidrotermal solüsyonların sızıntısı sonucu çatlaklar boyunca yetişen bitkilerin iyi gelişmiş, iyi beslenmiş olduğunu ve bu yolla kırık zonlarının tespit edilebileceğini vurgulamıştır.

Tablo 3.5 Elementlerin Litosfer, toprak ve bitkilerdeki kimyasal bolluğu (ppm).
(Vinogradov, 1959; Taylor,1964; Bear,1964 ve Boven,1966 ; Siegel, F. R., in Siegel 44)

<u>Element</u>	<u>Litosfer</u>	<u>Toprak</u>	<u>Bitki Küllerinde</u>
Al	81.650	71.000(10-300)	14.000
Mn	950	850(100-4.00)	7.500
Fe	53.000	38.000(7.00-550.00)	10.000
Cu	55	20(2-100)	200
Zn	70	50(10-100)	900
As	1.8	6(0.1-40)	30
Sn	2.0	10(2-200)	5
Pb	12.7	10(2-200)	10

Bu çalışmalar ışığında bazı elementlerin litosfer, toprak ve bitki küllerindeki ortalama bollukları Tablo 3.5'de verilmiştir

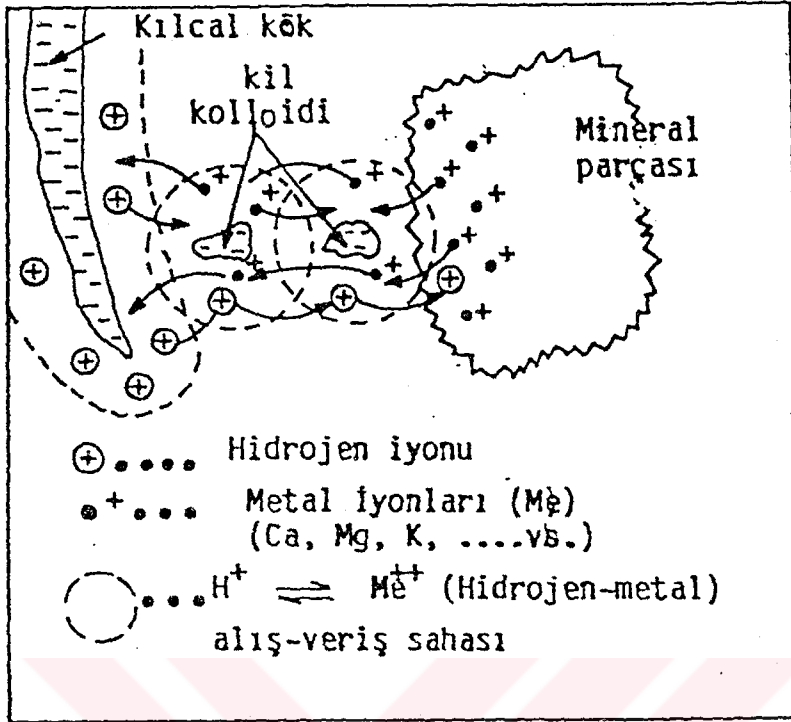
Tablodan da görüleceği gibi topraktaki element muhtevasının, üzerinde yetişmiş olan bitkilere yansıdığını ve bu yolla yeraltında ulaşamadığımız derinliklerdeki element konsantrasyonlarının bitkiler yardımıyla ortaya çıkarılabileceği görülebilir.

3.4.2.2. Elementlerin Bitki Bünyesine Alınması

Bitkiler toprakta ve daha derinlerdeki yeraltı sularında çözülmüş elementleri kökleriyle bünyelerine alarak beslenirler. Bu nedenle bitki besin suyu, köklerinin ulaşabileceği geniş bir sahada toprak ve yeraltı suyunu temsil eder. Bitkilerin besin suyu vasıtası ile bünyesine aldıkları elementler, fotosentez ve metabolizma sonucunda organik bileşiklere dönüşürler. Bunun için bitkilerin beslendikleri toprak ve yeraltı suları ile besin suyunun, bitki organlarının kimyasal yapılarında tartışmasız bir bağıntı vardır, (32, 34). İşte bu bağıntı sayesinde botanik anomaliler oluşmakta ve bu anomalilerin tespitine dayalı olarak prospeksiyon çalışmaları yürütülebilmektedir.

Toprakta ve kayada bulunan elementlerden bitkilerin yararlanabilmesi için, bu elementlerin bitkiler tarafından emilebilir olması gerekir. Toprak neminde, kil mineralleri ve kolloidler üzerinde çözülmüş olarak bulunan iyonları kolayca bünyelerine alabilirler. Fakat bu durumda bulunan elementlerin toprakta ve kayada bulunan miktarına göre çok az bir oranı oluşturur. Bu durum; toprağın cinsine, Eh-pH derecesine, organik bileşik miktarına, elementleri iyon değiştirme kapasitesine, iklime, su seviyesine, topoğrafya ve ana kayaç gibi bir çok sebebe bağlıdır. Emilebilen iyonlar difüzyon veya iyon değişme yoluyla bitkilerin kılcal köklerindeki sitoplazmaya ve oradan da bitkinin diğer hücrelerine taşınırlar, (32, 34, 35), (Şekil 3.14).

Bugünkü genel görüşe göre, bitkiler kılcal kökleri çevresinde asitik bir ortam yaratırlar. Bu ortam, bitkilerin salgıladıkları organik asitlerle ve köklerin çıkardığı CO₂'nin suda çözünmesi ile oluşan karbonik asitten meydana gelmektedir. H⁺ iyonunca zenginleşmiş kılcal kökler çevresinde kuvvetli bir iyon değiştirme ortamı oluştururlar. İyonlar halindeki elementler bu değişme sonucunda bitki bünyesine alınırlar. Ayrıca oluşan bu asitik ortam kayaçların parçalanmasına ve elementlerin emilebilir duruma gelmesini sağlar, (34, 44).



Şekil 3.14 Bitkilerin beslenme mekanizması ile ilgili olarak bitki kılcal köklerinde katyon alış veriş şeması (Keller ve Frederikson, 1952, in Rose ve diğ., 40).

Bitkilerin ihtiyacına göre topraktaki emilebilir elementleri üç gruba ayırmak mümkündür, (33, 34).

- " Besleyici esas " elementler : N, K, P, S, Ca, Mg, Fe, I, Br,...
- " Gerekli Eser " elementler : Cu, Zn, Mn, Co, Mo, Se, F, Ba, B,...
- Gerekli olduğu henüz bilinmeyen elementler : Pb, Au, Al, Bi, Sn, Ti, Ni, Hg,...

Bitki metabolizmasındaki organik moleküller, besin suyuna alınan iyonları bitki organlarına taşıırken, bitkiye gerekli olmayan iyonları bitki köklerinde tuzlar halinde birikmelerini veya toprağa tekrar iade edilmelerini sağlarlar. Böylece bitkiler beslenirken bir seçme mekanizmasına sahiptirler. Ancak topraktaki emilebilir miktarları çok fazla olan elementleri seçemeyerek bünyesine alırlar. Bu elementler bitkilerde toksik (zehirlenme) etkisi yaparak hastalık ve sakatlıklara neden olurlar. Toksik elementlerin büyük bir kısmı

bitki köklerine, diğer kısmı ise zorunlu olarak organlara dağılırlar. Bunun için toksik elementlerin bitki küllerindeki miktarları topraktaki miktarlarından daha azdır, (33, 35, 44).

3.4.2.3. Bitki Bünyesindeki Element Miktarını Etkileyen Faktörler

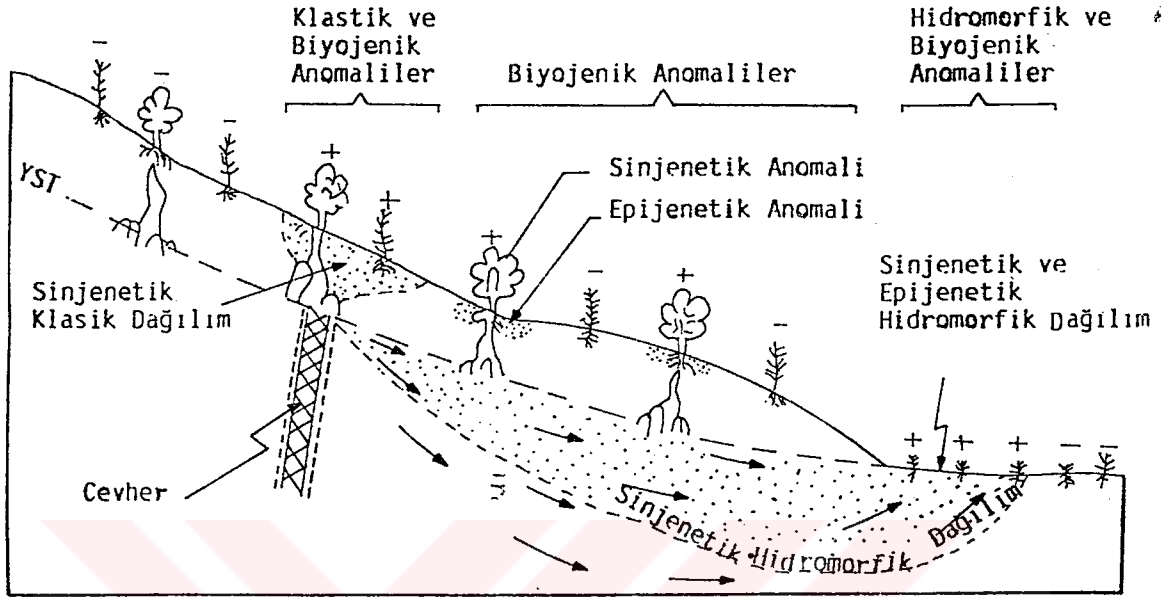
Cevherleşme zonlarında gelişen topraklar, cevher minerallerince oldukça zengindir. Dolayısıyla bu topraklarda yetişen bitkiler diğerlerine göre daha fazla miktarda elementi bünyesine alırlar. Bu bitkilerden giderek cevher anomalileri tespit edilebilir. Ancak, bitki bünyesindeki element miktarı yalnız topraktaki elementlerin bolluğuna değil, bitkiye, toprağın içermiş olduğu minerallere, toprağın yapı ve karakterine, çevreye, elementlerin topraktaki emilebilir miktarına ve bunun gibi birçok faktöre bağlıdır, (33, 39, 48).

3.4.2.4. Bitki Anomalilerinin Özellikleri

Biyojeokimyasal prospeksiyonun en önemli özelliği, bitkilerin kök sistemleri sayesinde geniş ve oldukça derinlere inebilen bir sahanın yüzeyde tek bir örnekle temsil edilebilmesidir, (33, 34). Diğer jeokimyasal metodlarda bulunmayan bu derinlik faktörü en çok çöl, yarı çöl, kurak ovalar, bataklıklar ve dağlık bölgelerde örtülü kalmış cevher yataklarının bulunduğu yerlerde başarı ile uygulanabilmektedir, (34, 37, 44).

Biyojeokimyasal anomaliler daima ya klastik yada hidromorfik dağılım ile ilgilidir, (33, 35). Bu yüzden bir biyokimyasal anomali klastik veya hidromorfik anomalinin belirtkenleridir. Hidromorfik anomalinin veya klastik anomalinin cevherleşme ile ilgisi ne ise, aynen bitkilere de yansıdığı görülür, (Şekil 3.15).

Hidromorfik anomalilerle ilgili biyojeokimyasal anomalilerin içermiş olduğu element miktarı orantılıdır. Fakat klastik anomalilerle ilgili biyojeokimyasal anomalilerin ise klastik malzeme içerisinde bitkiye elverişli emilebilir miktarları ile orantılıdır. Bu yüzden Mo, Cu, U gibi kimyasal mobilitesi yüksek olan elementler diğer elementlere göre daha şiddetli biyojeokimyasal anomali verirler, (32, 33, 38).



Şekil 3.15 Klastik, hidromorfik ve biyojenik anomaliler arasındaki bağıntı, (YAST: yeraltı su tablası), (Köksoy, 1984)

Elementlerin bitki bünyesine alınışlarında pek çok faktörün rol oynadığı göz önüne alınır, biyojeokimyasal anomalilerin dağılımının pek homojen olacağını düşünmek yanlış olur. Bu yüzden düzgün bir değişim göstermeyen bitkileri daima toprak analizleri ile kontrol etmek gerekir, (37, 38, 48).

3.4.2.5. Hazırlık ve Ön Çalışma

Bitki jeokimyası çalışmalarına başlamadan önce yapılacak işin içine pek çok faktör girdiği daha önce belirtilmiştir. Bunun için bir yerde yapılan çalışmada başarılı olabilen diğer bir yerde başarısızlığa uğrayabilir. Bütün faktörleri göz önüne alarak temkinli ve titiz çalışmak gerekir. Öncelikle bu konudaki eski çalışmalar derlenmiş, rapor ve makaleleri okunarak onlardan gerekli bilgi birikimi sağlanmıştır. Tarihçede de değinildiği gibi Türkiye’de böyle bir çalışma elde edilememiştir. Dünyada yapılmış olan çalışmaları elde

etmede yayın tarihleri eski olduğundan güçlük yaşanmıştır. Daha sonra çalışılacak alan hakkındaki çalışmalar gözden geçirilerek, arazi çok iyi tanınmış ve pilot saha buna göre seçilmiştir.

Öncelikle hedef, kapalı bir madeni bitki anomalileri vasıtasıyla tespit etmek olduğundan önceki çalışmalardan madenin konumunu ve cevherleşme alanlarını iyi tespit etmek gerekir. Eğer arazide çeşitli nedenlerle bir bulaşma (Contamination) olmuşsa veya çevreyi kirletecek faaliyetler mevcutsa, çalışmalar esnasında bu göz önüne alınmalıdır. Toprak ve bitki örneklemesinde bu tür alanlardan mümkün olduğunca kaçınılmalı ve yanıltıcı anomalilerin tespitine sebebiyet verilmemeye özen gösterilmiştir.

Çalışma alanında yol kenarından alınan bitkiler üzerinde element konsantrasyonu ekzost dumanları ile artacağı bilinerek, bu artış analiz sonuçlarında dikkate alınmıştır. Ayrıca bitkilerle yapılan prospeksiyon toprak örnekleriyle de kontrol edilmiştir.

3.4.2.5.1. Bitki Seçimi

Öncelikle çalışılan alanda bitki örneği alınma geçmeden önce, çeşitli bitki türlerinden numune alınarak analiz edilmeli ve en etkili, çalışılan elementleri en iyi akümüle eden ve analizlerinde bunu yansıtan bitki türleri seçilmelidir. Ayrıca bu bitki türleri arazide yaygın olarak bulunmalıdır, (33, 36, 44).

Bu çalışmada 8 çeşit bitki türünden yararlanılmıştır. Belirlenen lokasyonlarda bulunan bitki türleri örneklenebilir çalışılmıştır. Toplanan bitki örnekleri Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO için analiz edildi. Daha önce uzun boylu ağaçların ve kökleri derinlere inebilen bitkilerin geniş alandan elementleri bünyesine alacağı belirtilmişti. Bu düşünceden hareketle üzerinde çalıştığımız madenin yanında, çevrenin de yanıltıcı konsantrasyonlara sebep olabileceği göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre şu bitki türlerinden örnekler derlenmiştir, (Şekil 3.16, 17).

-Mor Çiçekli Orman Gülü (Rhododendron Ponticum-a): Kısa boylu, arazide oldukça yaygın geniş yapraklı, odunsu bir bitkidir. Yer yer 1 m'den 3 m-4 m'ye ulaştığı kesimler vardır.

-Kestane (Castanea Sativa-b): Bölgede yaygın olan bir başka bitki türüdür. Uzun boylu ağaçlar şeklinde ve yüksek kesimlerde daha yaygındır.

-Trabzon Çayı-Ligarva (Vaccinium Arctostaphylos-c): Bu cins çalışılan alanda oldukça yaygın, dasitik karakterdeki kayalar üzerinde daha sık diğer kesimlerde ise daha seyrek gözlenir. Kısa boylu olup boyu 1 m-2 m arasında değişir.

-Sarı Çiçekli Orman Gülü (Rhododendron Luteum-d): Bir üsteki cins ile aynı yayılımı gösterir. Bodur, odunsu bir bitkidir. 1m ile 2 m-3 m arasında boya ulaşabilir. Oldukça yaygın, kot farkı yükseldikçe daha da yaygın hale geçmektedir.

- Kızılağaç (Alnus Glutinosa sub sp. barbata-e): Bölgede yaygın olan bir başka bitki türüdür. Daha çok sulak arazileri sevdiğinden dere kenarlarında ve suyun ulaşabildiği her yerde görülebilir. Uzun boylu ve genellikle boyu 10 m-20 m arasında değişebilir.

-Böğürtlen (Rubus Platyphyllos-f): Bu bitki türü arazide oldukça yaygın, özellikle ırmak kenarları, gölgeli ve ıslak kesimlerde daha da yaygındır. Ormanlar içerisinde ulaşımı engeller; geniş yapraklı ve dikenlidir. Yatay olarak büyür ve yayılma özelliği çok fazladır.

-Fındık (Corylus Avellana-g): En yaygın bitki türüdür. Boyu 3 m ile 8 m arasında değişir. Yaban fındığı olarak bilinen türleri ise 10 m'ye ulaşabilir. Fındık bahçeleri bölgede yaşayan halk tarafından açılan ormanlıklar içerisinde gittikçe çoğalmaktadır.

-Adi Gürgen (Carpinus Betulus-h): Daha çok sırtlarda ve yüksek kesimlerde görülür. Küçük yapraklıdır. Boyu yaklaşık 10 m 'ye kadar çıkabilmektedir. Arazide pek yaygın değildir.



Şekil 3.16-Şekil 3.17 Yomra Kanköy yöresinde yaygın bitkilerin arazideki genel görüntüleri, (R.P), Rhododendron Ponticum (Mor Çiçekli Orman Gülü), (R.L), Rhododendron Luteum, (Sarı Çiçekli Orman Gülü)

Araziden derlenen bu bitki türleri haricinde kuşkusuz başka bitki türleri de vardır. Ancak yaygın bitki türleri olmadığından yukarıda adı geçen bitkiler tercih edilmiştir. Analiz için bodur, odunsu ve kökleri fazla derinlere inmeyen türlere öncelik tanınmıştır. Cevhersiz araziden alınan aynı türlere ait örneklerin dağılımı nispeten daha seyreklerdir.

3.4.2.5.2. Bitkilerden Organ Seçimi

Bir bitki örneğinin farklı organlarının farklı miktarlarda element topladığı bilinir. Elementlerin farklı organlar tarafından yansıtılma sırası önceki yazarlara göre şu şekilde sıralanmıştır, (33, 35).

Ağaçlar için : Kabuk < Kökler < Gövde < Sürgünler < Yapraklar

Küçük Bitkiler İçin : Gövde < Kök < Yapraklar

Yukarıdaki sıralamadan da görüldüğü gibi elementlere en duyarlı organ genel olarak yapraklardır. Daha önce de değinildiği gibi bunu etkileyen pek çok faktör vardır. Bu çalışmada bu sıralama göz önüne alınarak analiz için bitkilerin yapraklarından ve taze sürgünlerinden yararlanılmıştır.

3.4.2.6. Örnek Alımı ve Hazırlanması

Sahada, örnek alınacak bitki türleri ve organları tespit edildikten sonra örnek alım işlemine başlanmıştır. Öncelikle yaprak ve sürgünleri tercih edilen bitkilerin genelde aynı boyda olmasına ve bir veya iki yıllık yapraklardan aynı seviyelerden almaya dikkat edilmiştir. Bitkilerin güneş ışığına ve yönlere göre element konsantrasyonları değişeceğinden (35, 39) genelde aynı yönden örnek almaya dikkat edilmiştir. Örnekler arazide düzenli bir şekilde dağılmadığından, Fındık (*Corylus Avellana* hariç), eşit aralıkla örnek almada oldukça zorluk çekilmiştir. Ancak eş yükseltilerde pusula ve altimetre yardımıyla K-G doğrultusunda hareket edilerek 200 m aralıklarla karelaçlama yöntemine yaklaşılmıştır. Her lokasyondan yukarıdaki bitkilerden mevcut olanları örneklenmiştir.

Örneklerin alındığı lokasyonlarda, bitkilerde element konsantrasyonunu artıracak etkiler (cevherleşme, yol kenarı, dere kenarı, sırtlar olmak üzere) not edilmiş ve analizlerin yorumlanmasında göz önünde bulundurulmuştur.

Örnek alımı için bağ makasları, bıçklar, keskin ve taşınabilecek bıçak türü aletler kullanılabilir. Normal olarak bir analiz için 20 gr-30 gr. yaş bitki örneği yeterlidir, (39, 44). Alınan örnekler kağıt veya bez torbalara koyularak üzerlerine ve içine alındığı lokasyonu belirten numaralar verilmiş ve bu numaralar aynı zamanda örnek alım haritasına işaretlenmiştir, (Ek 5). Mümkün oldukça örnekler ayrı ayrı poşetlere konulmuş, küflenme olmaması için arazide kurutulmamaya çalışılmış, koruma amacıyla kurutmak için temiz laboratuvarlardan yararlanmıştır.

Jeokimyasal analiz için eş yükseltilerden, her lokasyondan ortalama 4 çeşit bitki türüne ait yaprak örneği olmak üzere toplam 240 adet örnek alınmıştır. Örneklerden üzerinde toz olanlar temizlenerek, temiz bir ortamda, gölgede kurumaya bırakılmıştır, (Şekil.3.18). Araziden hergün alınan örnekler küflenmemesi için aynı işlem takip edilmiştir. Bu tür arazilerde günde ortalama 20-25 civarında örnek alınabilmektedir.



Şekil 3.18 Gölgede kurumaya bırakılan örnekler

Gölgede kurumaya bırakılan örneklerden kalın yapraklı olanların *Rhododendron Ponticum* (Mor çiçekli orman gülü) gibi, kurummasının uzun zaman aldığı görülmüştür. Daha iyi saklanabilmesi için örnekler, 60 °C civarında ısıtılmış bir etüvde kurutularak (33), bıçkı veya öğütücülerle öğütülerek küçük parçalar veya toz haline getirilmiştir. Bulaşma olmaması için, kullanılan aletlerin temizliğine azami derecede dikkat edilmiştir. Öğütülen örnekler kese kağıtlarına numara ve türleri yazılarak koruma altına alınmıştır.

Öğütülen örnekler yakma işleminde birden fazla örneği yakma olanağı sağlamış ve zamandan tasarruf edilmiştir. Toz haline gelmiş örnekler 1200 °C'ye kadar ısınabilen fırında yavaş yavaş ısıyı artırmak suretiyle (saatte 100 °C) 550 °C de yakmadan kül haline (Dry Compustion) getirilmişlerdir, (35, 36). Ancak küçük ve ince yapraklı olanların (*Vaccinium arctostaphylos*, *Carpinus Betulus*, *Rubus Platyphyllos*) daha kısa zamanda yandığı ve özellikle bazı bitkilerin (*Castanea Sativa*, *Rhododendron Ponticum*) daha uzun zamanda yandıkları görülmüştür. Yakma işlemi porselen ve nikel krozelerde yapılmıştır.

Kül haline gelmiş örnekler; fırından çıktıktan sonra soğumaya bırakılmış, diğer numuneler yanarken bulaşmaya sebebiyet vermemek için soğuyan örnekler agat havan yardımıyla öğütülerek homojen hale getirilmiştir. 2 gr homojen kül malzemesi 4 gr-6 gr toz borik asit ilave edilerek, Şekil 3.6'da görülen şablon kaplar yardımıyla 300 kg/cm² yüklemeye preslenerek 4 cm çapında tablet haline getirilmiştir. Örnekleri tablet haline getirirken kullanılan malzeme çok ince taneli olduğundan şablon kaplara yapıştığı ve preslenen bitki külü eğer karbon içeriyorsa daha sonra kabardığı görülmüştür. Bu yüzden bitkileri karbon içermeyecek derecede kül haline getirmek gerekir. Kullanılan aletler saf alkolle temizlenerek bitkiler arasındaki bulaşmayı engellemeye özen gösterilmiştir.

3.4.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmanın esasını bitkiler oluşturmaktadır. Çalışma alanından derlenen sekiz çeşit bitki türü yakmadan kül haline getirilmiş ve analiz edilmişlerdir. Sahada en yaygın olan bitkiler Mor çiçekli Orman Gülü (*Rhododendron Ponticum* -a), Sarı çiçekli Orman Gülü (*Rhododendron luteum*-d) ve Fındık (*Corylus Avellana*-g) türleridir.

Her bitki türüne ait küllerin Cu, Pb ve Zn içeriklerinin analizi için standart bulunamamış, bu yüzden bütün bitkiler Japonya'da hazırlanan çay standardıyla analiz edilmişlerdir. Ayrıca yapraklardaki Fe ve Mn konsantrasyonlarını ölçmek için Kayaç standardı kullanılmıştır. Fe ve Mn elementleri yapraklardaki konsantrasyonları hakkında bir fikir vermesi açısından analiz edilmiştir. Bölgemiz için önemli olan Cu, Pb, Zn element konsantrasyonlarının bitkilere hangi miktarlarda yansıdığını tespit etmektir.

Buna göre bitki türlerindeki Cu, Pb, Zn içerikleri ve bunların arazideki genel dağılımları aşağıda sırasıyla incelenecektir.

Mor Çiçekli Orman Gülü (Rhododendron Ponticum-a): Bu bitkiye ait 48 adet örneğin analiz sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir. Sonuçlar Winsurf, Grapher ve Excel programları ile değerlendirilmiştir. Her bir element için tüm değerlere normal log-normal frekans dağılımları uygulanmış, korelasyon matrisleri hesaplanmış ve anomali haritaları çizilmiştir.

Bu bitkiye ait Cu, Pb ve Zn analiz sonuçlarına normal, log-normal frekans dağılımı uygulanmıştır, (Şekil 3.19). Bu histogramlardan da yararlanarak Mor çiçekli Orman Gülü bitkisine ait özet istatistik bilgiler Tablo 3. 6'da verilmiştir.

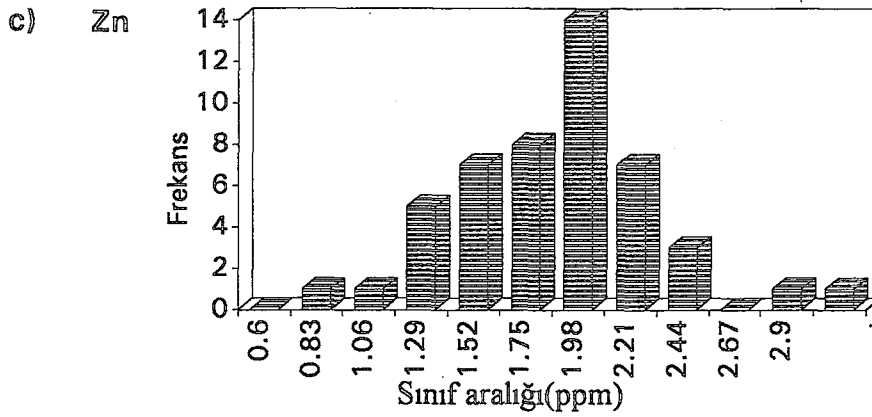
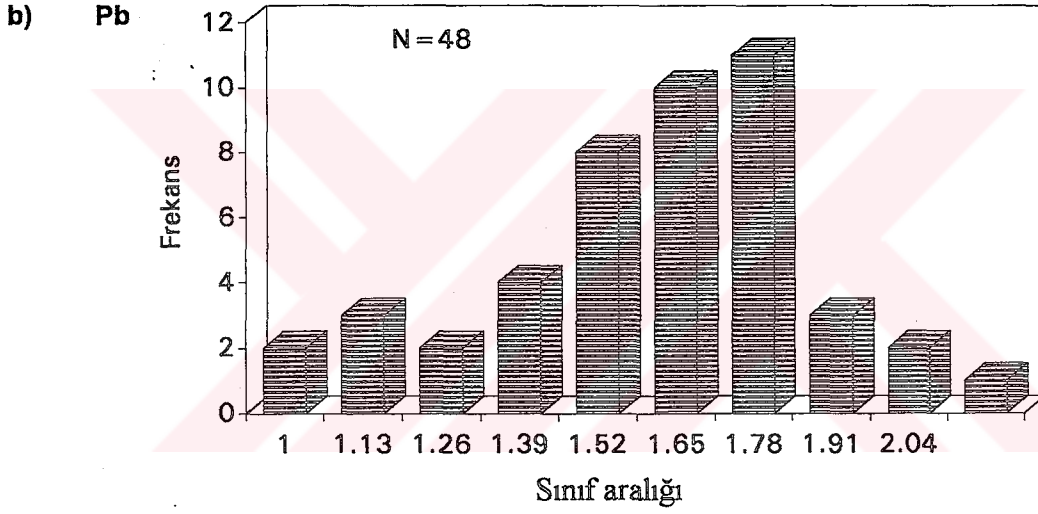
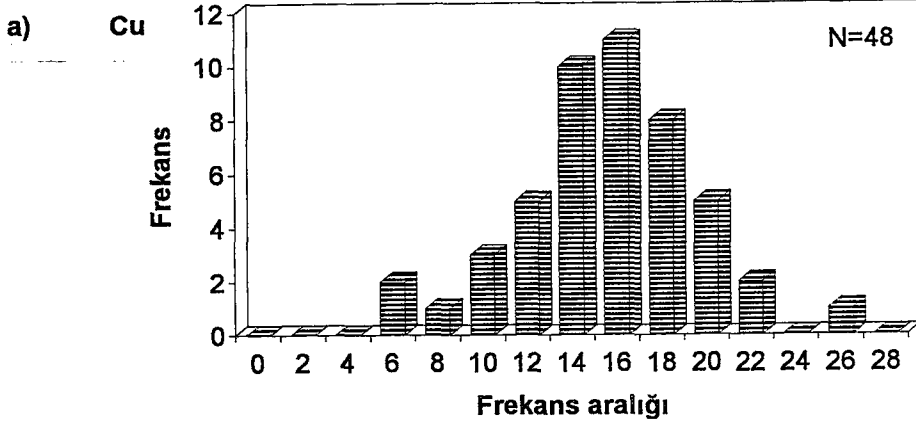
Tablo 3.7 Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementlerine ait istatistikler

Element	Ö. sayısı	Logaritmik (ppm)			Kontrast	Min.	Max.
		Ortalama(x)	Medyan	S. sapma(s)			
Cu	48	1.17	0.6	0.6	2	5	25
Pb	48	1.63	1.59	1.41	1.3	10	138
Zn	48	2.03	1.79	1.72	7.7	5	1244

Cu elementi için tüm değerlerden hazırlanan normal frekans dağılım grafiği incelendiğinde, verilerin normale yakın bir dağılımda olduğu görülür, (Şekil 3.19).

Tablo 3.4 Mor Çiçekli Orman Gülü (*Rhododendron ponticum-a*)'nin analiz sonuçları,
(ppm)

Örnek No	X	Y	Cu	Pb	Zn	FeO	MnO
12	73,3	31,1	15	39	91	6878	3878
13	73,5	31,1	16	138	50	20521	13093
15	73,9	31,1	5	92	67	7815	4178
23	73,5	30,91	14	126	1244	8380	3191
24	73,7	30,91	16	28	27	4618	1124
25	74,1	30,91	16	34	47	5246	3162
31	73,3	30,71	15	38	65	4844	1527
32	73,5	30,71	14	43	54	7778	1273
36	74,3	30,71	12	54	53	5145	1231
37	73,1	30,71	18	19	115	6570	553
41	73,3	30,48	12	30	30	5000	500
42	73,5	30,48	15	40	64	5918	4594
44	73,9	30,48	9	70	115	7578	10291
45	74,1	30,48	15	33	5	5209	2316
46	74,3	30,48	14	44	64	7527	4649
52	73,1	30,12	17	24	91	5683	3612
53	73,3	30,12	8	75	19	6987	7645
55	73,5	30,12	15	36	75	5615	4185
56	73,7	30,12	10	60	686	6087	2630
58	73,9	29,94	16	29	39	5472	553
61	74,1	29,94	14	42	27	5938	3256
62	74,3	29,94	10	66	62	5551	2538
65	74,5	29,94	5	90	16	6977	5042
66	73,1	29,94	22	46	78	4759	1374
71	73,3	29,71	16	28	128	7814	3725
72	73,5	29,71	20	10	19	4556	1095
73	73,7	29,71	20	11	82	4849	1511
74	73,9	29,71	20	11	102	4958	2125
75	74,1	29,71	12	50	28	6867	4460
83	74,3	29,57	14	44	47	5294	3054
84	73,1	29,57	15	36	33	5303	3174
85	73,3	29,57	12	50	189	6114	3644
86	73,5	29,57	22	52	11	4143	607
87	73,7	29,3	11	57	183	7641	2999
93	73,1	29,3	13	45	42	5000	1875
95	74,1	29,3	17	27	24	5920	2448
96	74,3	29,3	17	24	141	6086	954
97	73,1	29,3	13	45	14	6456	5443
98	73,3	29,07	20	11	75	4731	1984
101	73,5	29,07	13	49	13	14397	8668
102	73,7	29,07	25	15	262	4142	510
104	73,9	29,07	17	28	134	4907	855
105	74,1	29,07	18	20	95	5138	713
106	74,3	29,07	13	45	83	5842	4289
107	73,1	28,85	18	18	37	4241	1437
112	73,5	28,85	17	29	158	10617	3612
114	73,9	28,85	20	10	23	4095	420
115	74,1	28,85	14	44	62	5225	1881



Şekil 3.19 Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisinin Cu, Pb ve Zn analizlerinden hazırlanan normal (Cu), log-normal frekans dağılım grafikleri

Cu elementinin Mor Çiçekli Orman Gülü (*Rhododendron Ponticum*) bitkisine ait küllerdeki ortalama değeri 1.7 (15) ppm, standart sapması ise 0.6 (4) ppm (Tablo 3.7) ve bölgesel eşik değeri ise 19 ppm ($x+2s$) olarak bulunmuştur.

Cu elementi ile Pb, Zn, Mn, Fe analizlerinden hazırlanan korelasyon matrisleri Tablo 3.8'de görülmektedir. Tablo'dan da görüldüğü üzere Cu diğer tüm elementlerle zayıf bir negatif korelasyon göstermektedir. Cu ile Pb, Pb ile Zn, Cu ile Zn ve FeO ile MnO elementlerine ait korelasyon grafikleri Şekil 20'de gösterilmiştir.

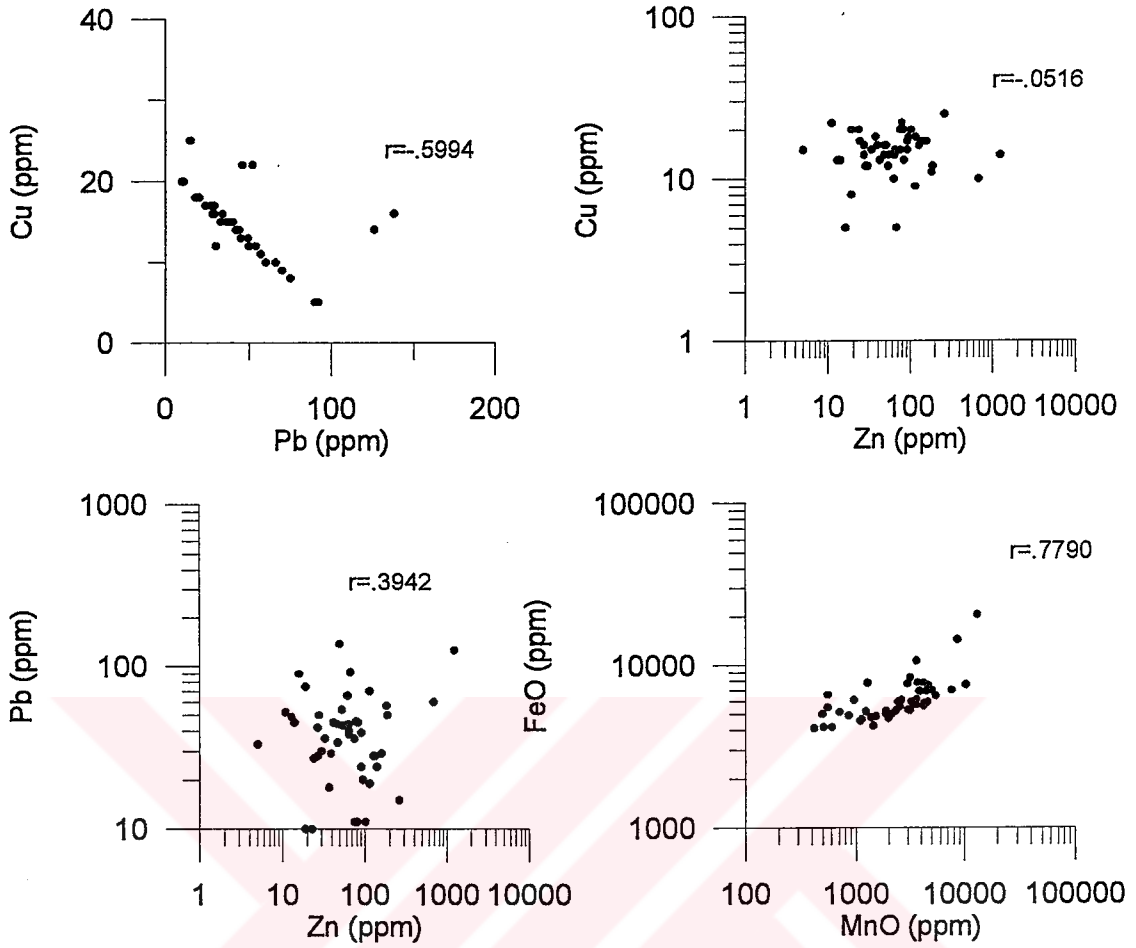
Tablo 3.8 Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO elementlerine ait korelasyon matrisleri

	Cu	Pb	Zn	FeO	MnO
Cu	1				
Pb	-.5994	1			
Zn	-.0516	.3943	1		
FeO	-.2393	.6188	.0828	1	
MnO	-.4555	.6393	-.0359	.7790	1

Arazide genelde yaygın olan Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisinden alınan örneklerin analiz sonuçlarından hazırlanan Cu anomali haritasında anomalilerin genelde Alaşlı Dere ile Ufuk Dere arasında, Kömürcü Mahallesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca Kayabaşı Köyü civarında da anomaliler izlenmektedir. Esas anomaliler ise Kömürcü Mahallesi Alaşlı Dere ve Ufuk Dere arasında yoğunlaşmıştır. Bu alanlarda yaygın olan kayaç birimleri dasit, mor dasit ve bunların piroklastlarıdır, (Şekil 3.21).

Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb, Zn, elementlerinin kontrastları Cu için 1.3, Pb için 2 ve Zn için ise 7.7' dir, (Tablo 3.7).

Pb elementine ait tüm değerlerden hazırlanan log normal frekans dağılım grafiği incelendiğinde, sağa çarpık pozitif yani verilerin çoğu ortalamanın üzerinde olduğunu gösterir, (39), (Şekil 3.19).



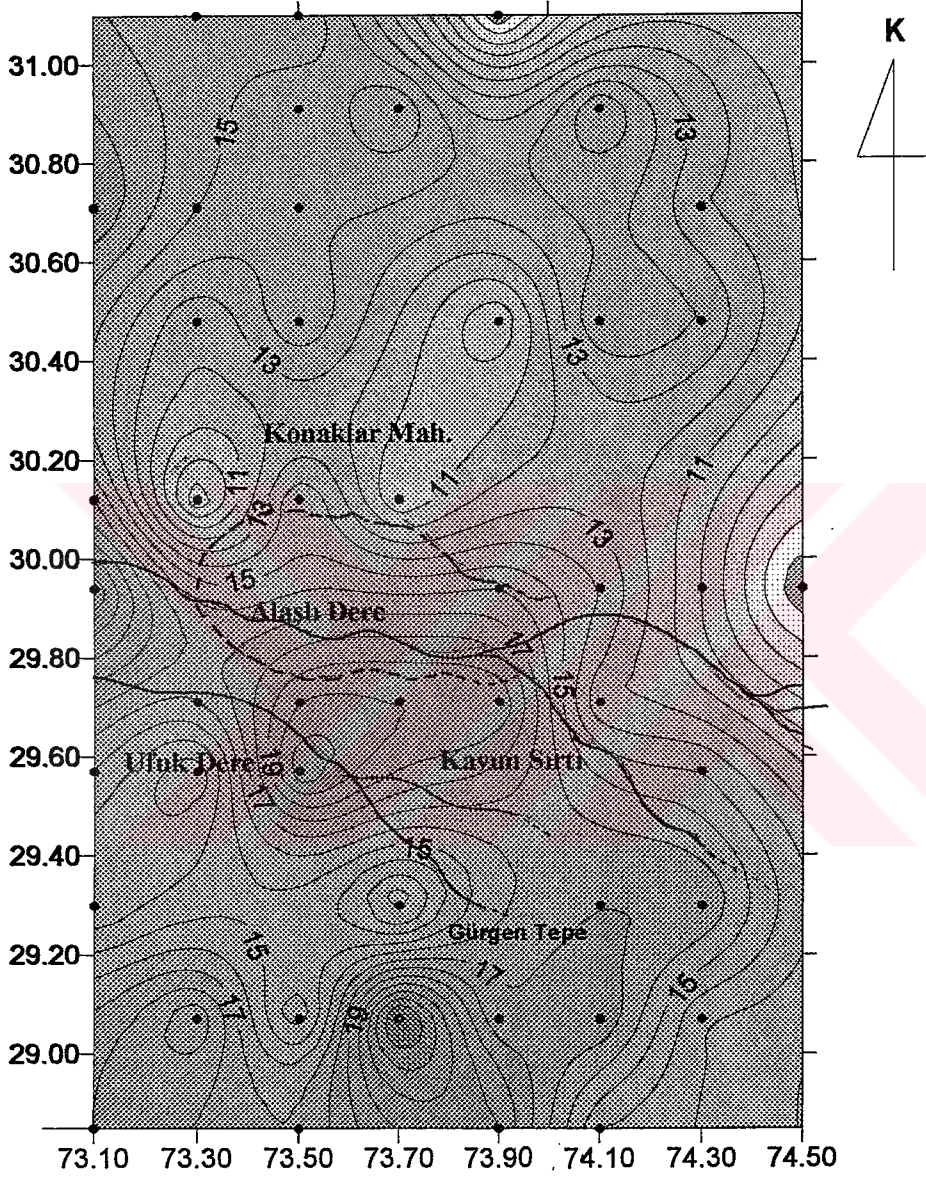
Şekil 3.20 Mor Çiçekli Orman Gültü bitkisindeki Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO arasındaki korelasyon grafikleri

Pb elementi için analiz edilen Mor Çiçekli Orman Gültü küllerinde bölgedeki ortalama değeri 1.63 (43) ppm, standart sapması 1.41 (26) ppm ve bölgesel eşik değerleri ise 69 ppm ($x+s$), 95 ppm ($x+2s$) olarak tespit edilmiştir. En yüksek ortalama değer ile temel değer arasındaki oran olan kotrastı ise, bu bitki için 2 olarak hesaplanmıştır.

Pb, Cu, Zn, Feo ve MnO arasındaki korelasyon matrisleri incelendiğinde Cu elementi ile zayıf negatif bir korelasyon göstermekte FeoO ve MnO elementleri ile otraderecede pozitif bir korelasyon izlenmektedir. Pb ile FeO ve MnO arasında belirgin bir ilişki göze çarpmaktadır. Bu ilişki, killerin bu elementleri akümüle etmesine ve dolayısıyla bitkinin bu elementlerden daha fazla beslenebileceği gerçeğine bağlanabilir, (35).

Pb elementinin bölgedeki Mor Çiçekli Orman Gültü bitkisindeki genel dağılımında anomalilerin; Ufuk Dere'nin güneyi, Alaşlı Derenin kuzeyinde ve Konaklar Mahallesinde

yoğunlaştığı görülür. Esas anomalilerini ise Konaklar mahallesinin kuzeyinde ve Alaşlı Dere civarında verdiği görülür. Bu bölgelerde yaygın olan kayaç birimleri ise dasit riyodasit ve bunların piroklastlarıdır, (Şekil 3.22).



Şekil 3.21 Cevher sahasında Mor Çiçekli Orman Gülündeki (*Rhododendron Ponticum*=a)

Cu genel dağılımı (kontur aralığı 1 ppm'dir)

-----: Cevher sınırı

Zn elementi'nin Mor Çiçekli Orman Gülü küllerindeki konsantrasyonu oldukça yüksektir. Çalışma alanındaki ortalama değeri 2.03 (108) ppm, standart sapması ise 1.72 (53) ppm'dir. Bölgesel eşik değerleri 161 ppm ($x+s$) ve 214 ppm ($x+2s$) olarak tespit edilmiştir. Zn elementinin bu bitkideki kontrastı ise 7.7 olarak hesaplanmıştır, (Tablo 3.7).

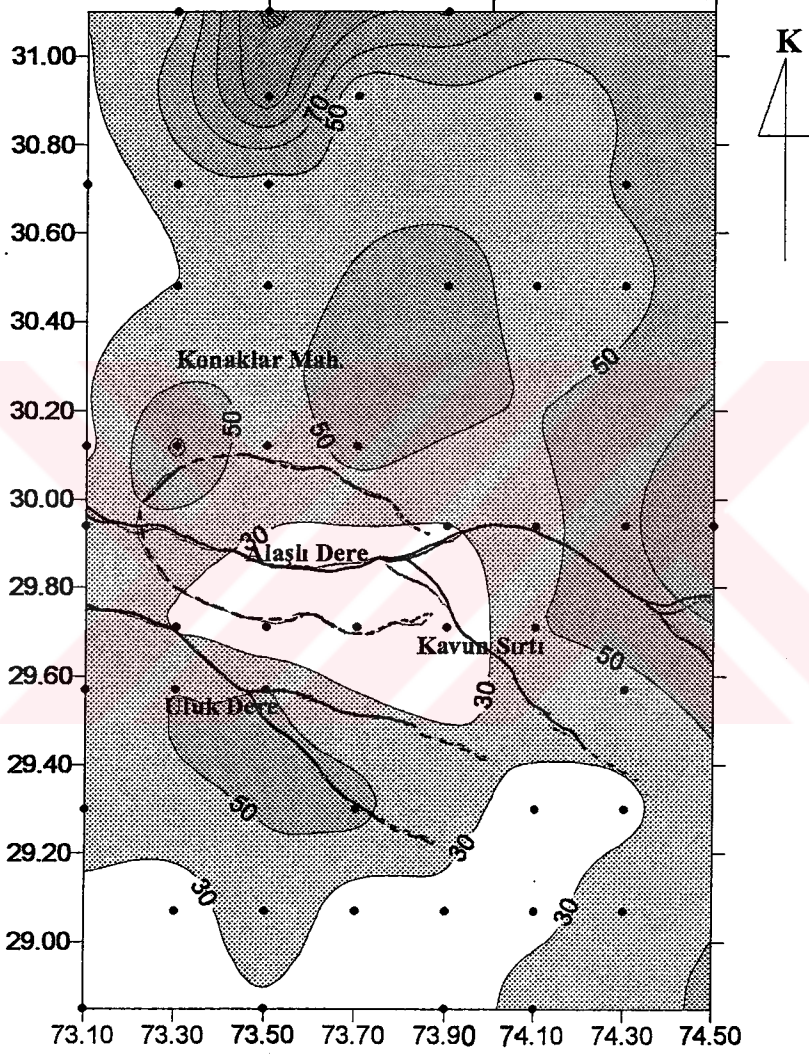
Tüm değerlerden hazırlanan Log-normal frekans dağılım grafiği ise normale yakın bir dağılım göstermektedir, (Şekil 3.19).

Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Zn genel dağılımına bakıldığında anomalilerin Alaşlı Dere kuzeyinde Dasitik piroklastlar üzerinde, Ufuk Dere'de ayrılmış dasitler ve dasitik tüfler üzerinde, Konaklar Mahallesi kuzeyinde dasit mor dasit ve piroklastları üzerinde yoğunlaştığı görülür, (Şekil 3.23). Ayrıca Cu, Pb ve Zn anomali haritaları üst üste çizilmiş Konaklar Mahallesi kuzeyinde ve Ufuk dere güneyinde çakıştığı görülmüştür, (Şekil 3.24).

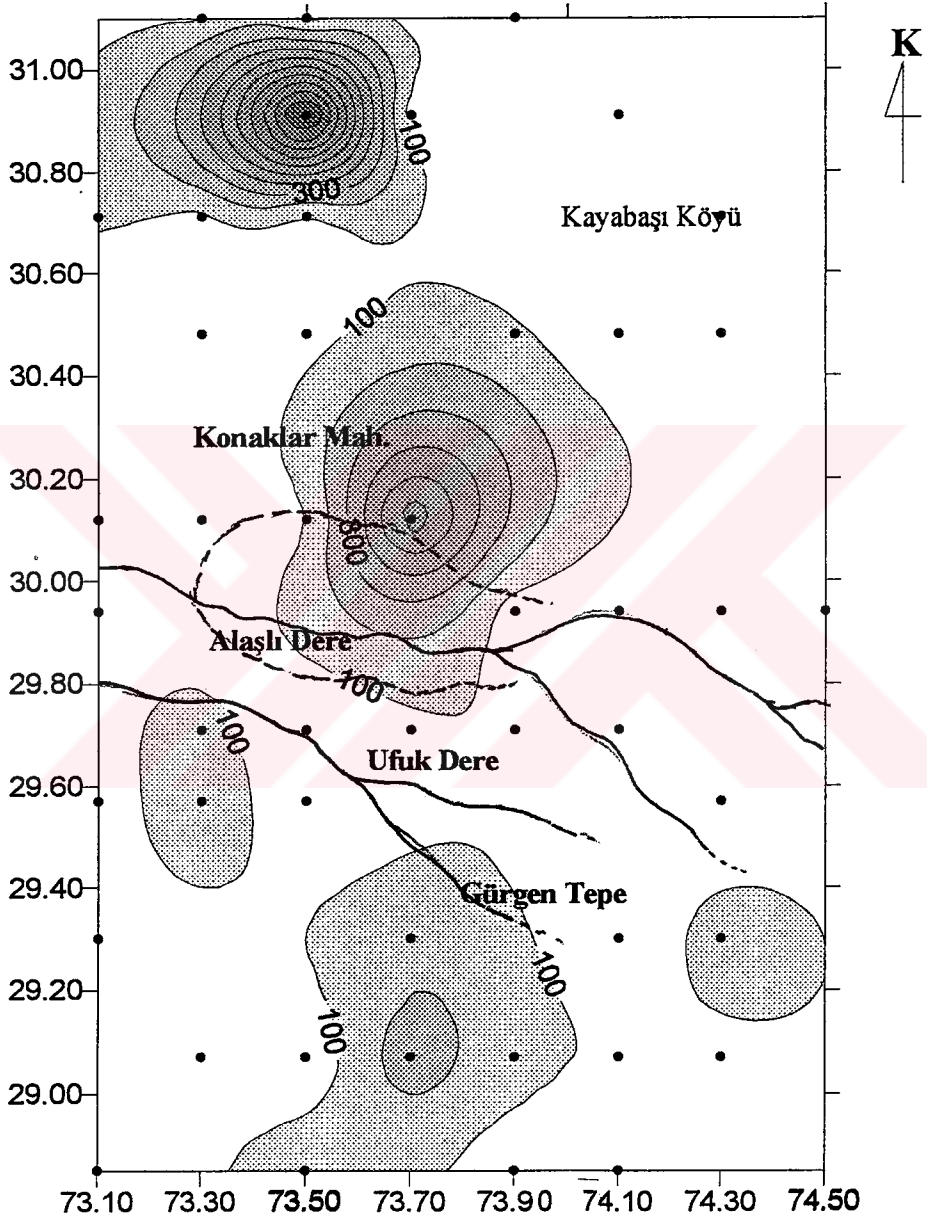
Genel olarak elementlerin Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki ortalama bolluklarına bakıldığında en fazla Zn elementini bünyesine aldığı, daha sonra ise Pb ve bünyesine almada en fazla seçme hassasiyeti Cu elementi için göstermiştir.

Konaklar Mahallesinin kuzeyinde Mor Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki küllerinde Pb ve Zn'nun yüksek olması (bu bölgede her hangi bir cevher mineraline rastlanmamıştır), kapalı bir cevher zuhurundan veya kırıklar boyunca hidrotermal solüsyonlarca taşınan element konsantrasyonlarının bitkilere yansıdığını düşündürmektedir. Buradan alınan bitki örnekleri araba yolundan uzak ve bölgede her hangi bir suni kirlenme tespit edilmemiştir.

Diğer taraftan Mor Çiçekli Orman Gülü külleri Fe ve Mn için analiz edilmiş, bu elementler toprak jeokimyasıyla kontrol edilmediğinden bitkideki diğer element konsantrasyonlarıyla karşılaştırmak açısından önemli görülmüştür. Tablo 3.4'te görülen FeO verilerinin ortalaması 6384 ppm, MnO verilerinin aritmetik ortalaması ise 3080 ppm'dir. Görülüyor ki, bitkilerin yapraklarında Klorofilin vazgeçilmez unsuru olan Fe elementi, yapraklarda bitki tarafından oldukça konsantre hale getirilmiştir.



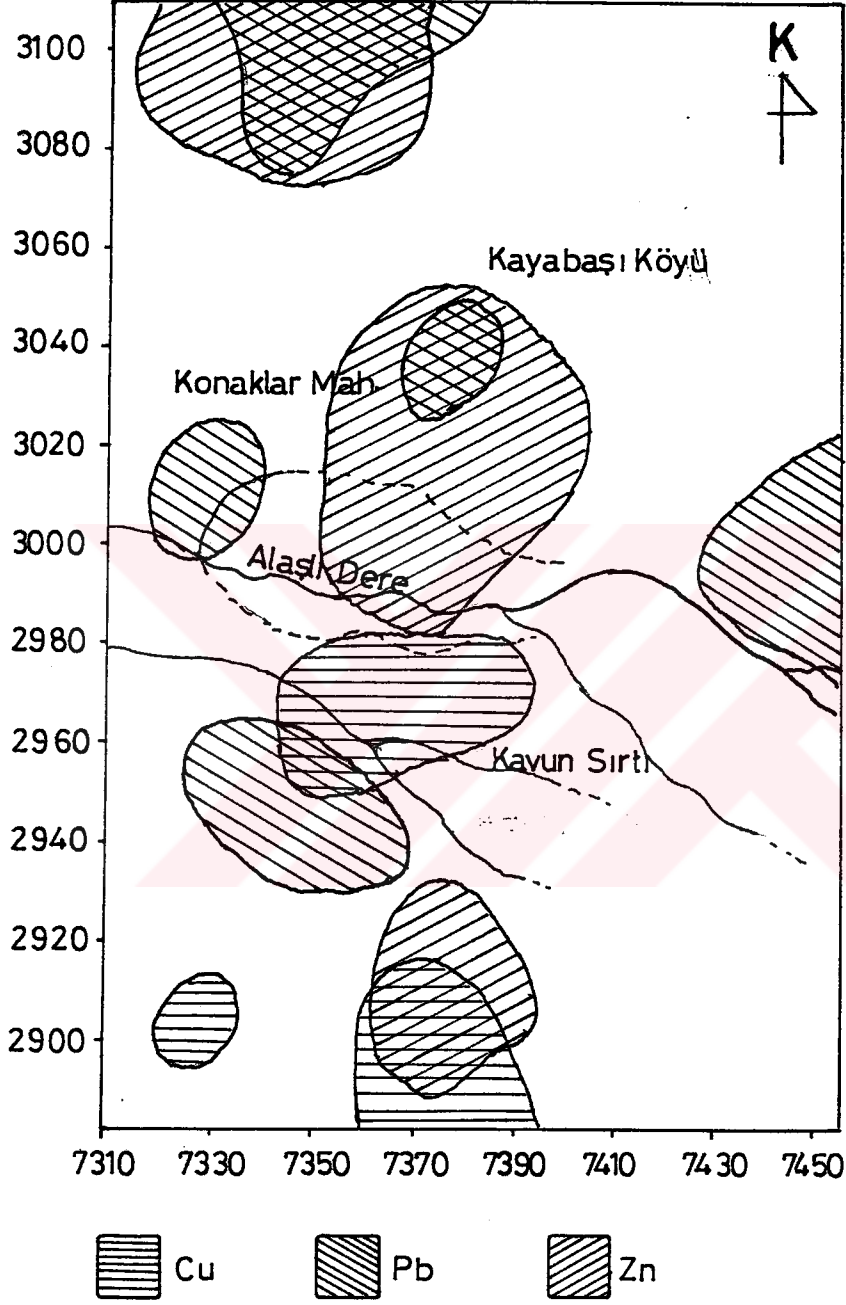
Şekil 3.22 Cevher sahasında Mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum*=a) bitkisindeki Pb genel dağılımı (kontur aralığı 30 ppm'dir).
 ----- : Cevher sınırı



Şekil 3.23 Cevher sahasında Mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum*=a)

bitkisindeki Zn genel dağılımı (kontur aralığı 100 ppm'dir).

----- : Cevher sınırı



Şekil 3.24 Kayabaşı (Kanköy) yöresinde bulunan Mor çiçekli orman gülü bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementlerinin eşik değerlerine göre hazırlanmış anomaliler (Eşik değerler (x+s) Cu 19 ppm, Pb 69 ppm, Zn 161 ppm).

Kestane (Castanea Sativa-b): Bu bitkinin küllerinden Cu, Pb, Zn, Fe ve Mn için elde edilen analiz sonuçları Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9 Kestane (Castanea Sativa) bitkisinin küllerine ait analiz sonuçları (ppm)

Örnek No	X	Y	Cu	Pb	Zn	FeO	MnO
23	73,5	30,91	12	55	187	6880	2930
36	74,3	30,71	12	56	79	6555	210
41	73,3	30,48	2	107	170	11663	10422
44	73,9	30,48	12	53	144	6542	1754
45	74,1	30,48	18	205	16	26702	18192
52	73,3	30,12	16	32	287	7594	3618
53	73,7	30,12	6	87	191	7548	3509
54	74,1	30,12	16	154	1044	10046	5015
55	73,3	29,94	18	28	713	5712	2134
56	73,1	29,71	10	60	70	11601	8444
62	73,3	29,71	20	10	198	5734	312
71	74,1	29,71	8	74	97	8695	5888
72	73,7	29,57	7	80	22	9661	6778
76	73,9	29,57	23	48	194	837	963
84	74,3	29,57	15	38	7	4566	764
85	73,5	29,3	7	80	105	7719	4363
87	73,7	29,3	9	73	43	8423	1313
93	74,5	29,3	15	38	65	7195	2899
94	73,5	29,07	16	31	338	8281	4438
98	74,1	29,07	2	107	180	12791	13904

Cu elementi için; Kestane bitki küllerinden elde edilen tüm değerlerden hazırlanan log-normal frekans dağılımına bakıldığında, normale yakın bir dağılıma yaklaştığı görülebilir, (Şekil 3.25).

Log-normal frekans dağılım grafiklerindende yararlanarak Kestane bitkisindeki Cu, Pb ve Zn için hazırlanan özet istatistik bilgiler Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10 Kestane bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementlerine ait istatistikler

Element	Ö. sayısı	Logaritmik (ppm)			Kontrast	Min.	Max.
		Ortalama(x)	Medyan	S. sapma(s)			
Cu	20	1.11	1.07	0.77	1.3	2	23
Pb	20	1.8	1.76	1.65	1.8	10	205
Zn	20	2.31	2.19	2.20	2.9	7	1044

Cu elementinin Kestane bitki küllerinden elde edilen analiz sonuçlarından; arazideki ortalama dağılımı 1.1 (13) ppm, standart sapması 0.77 (6) ppm ve bölgesel eşik değeri ise 19 ppm ($x+s$) olarak bulunmuştur. En yüksek ortalama değerle temel değer arasındaki oranlamayla hesaplanan kontrast ise, Cu için 1.3'tür, (Tablo 3.10).

Kestane bitkisindeki Cu, Pb, Zn, Feo ve MnO için hesaplanan korelasyon matrisleri Tablo 3.11'de görülmektedir. Tabloya bakıldığında Cu ile diğer elementler arasında korelasyon yok denecek kadar zayıftır.

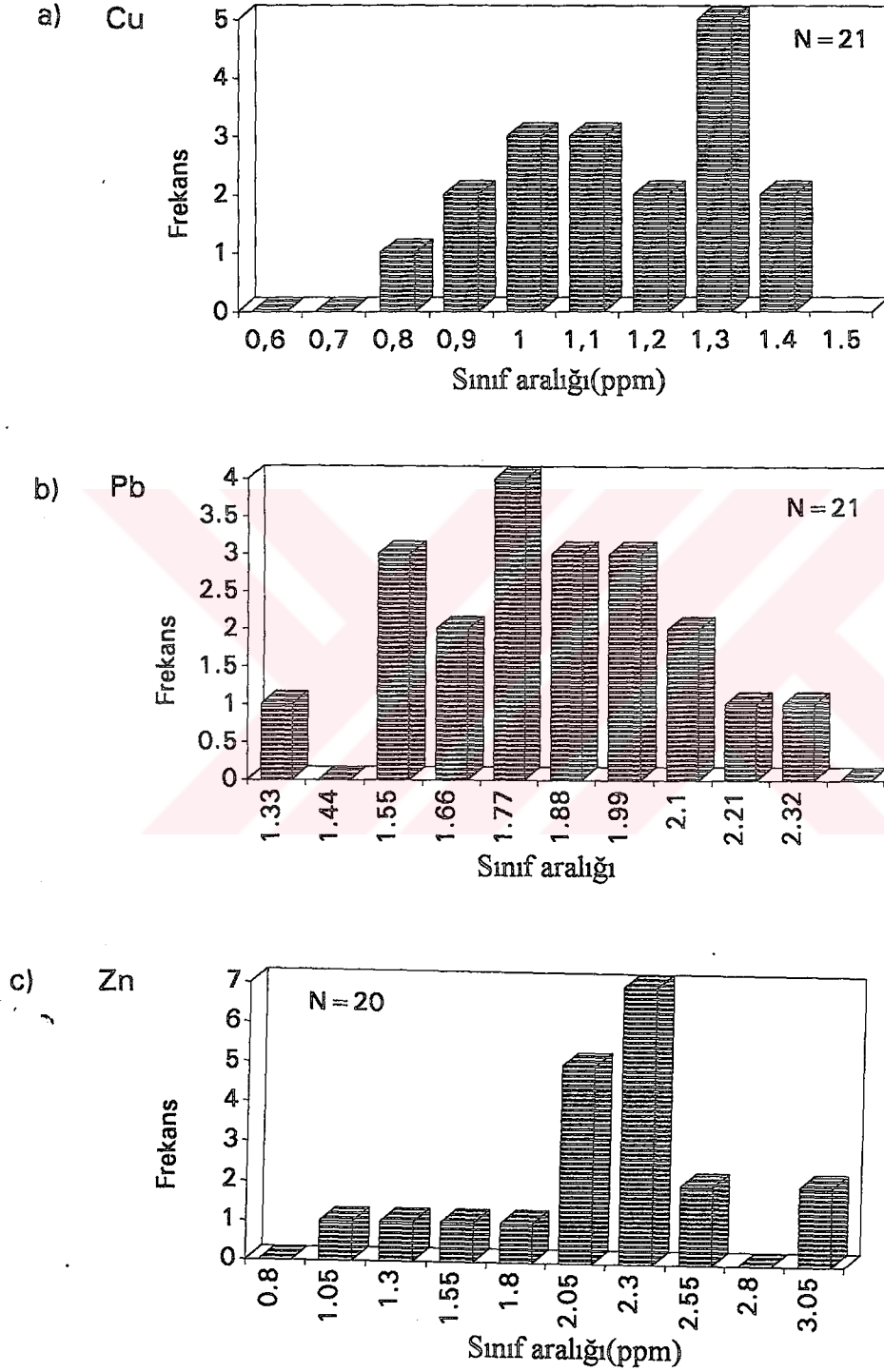
	Cu	Pb	Zn	FeO	MnO
Cu	1				
Pb	-.2525	1			
Zn	.2968	.1136	1		
FeO	-.1932	.8147	-.1246	1	
MnO	-.3574	.7706	-.1190	.8974	1

Cu, Kestane bitkisindeki genel dağılımında; anomalilerin Alaşlı Dere ile Ufuk Dere arasında Dasit ve piroklastları üzerinde, Kömürcü ve Kayabaşı Köyü kuzey kesiminde mor dasit, dasit lav ve piroklastları üzerinde yoğunlaştığı görülür. Esas anomalilerse Alaşlı Dere ile Ufuk dere arasında ve Kömürcü Mahallesi'ndedir, (Şekil 3.26)

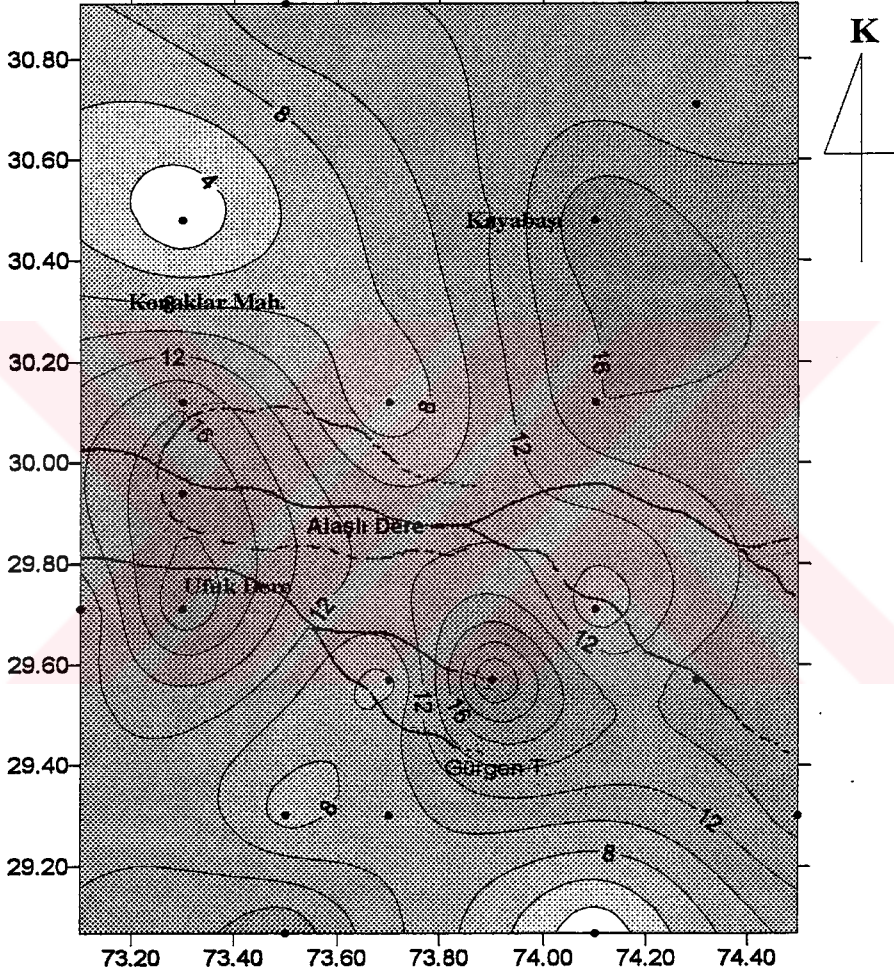
Pb elementi'nin Kestane bitkisi analiz sonuçlarından hazırlanan log normal frekans dağılım grafiğinde değerlerin normale yakın bir dağılım gösterdiği, bu durumda sınıflar üzerinde sadece bir faktörün etkili olduğu, bunun da kayalardaki Pb konsantrasyonu olabileceği düşünülmektedir, (45), (Şekil 3. 21).

Aynı değerlerden hesaplanan Pb'un aritmetik ortalaması 1.8 (70) ppm, standart sapması 1.65 (45) ppm ve bölgesel eşik değeri ise 115 ppm ($x+s$) olarak tespit edilmiştir. Kontrastı ise (205 ppm: 115 ppm = 1.8) olarak hesaplanmıştır, (Tablo3.10).

Pb, korelasyon matrisleri tablosuna bakıldığında Feo ve MnO ile aralarında oldukça güçlü, pozitif korelasyon olduğu görülebilir.



Şekil 3.25 Tablo 3.5'deki *Castanea Sativa* bitkisinin analiz sonuçlarından hazırlanan log-normal frekans dağılımları



Şekil 3.25 Yomra (Kanköy) yöresinde Kestane (*Castanea sativa-b*) bitkisindeki Cu genel dağılımı (kontur aralıkları 2 ppm'dir).

----- : Cevher sınırı

Zn elementi için analiz sonuçlarından hazırlanan Log normal frekans dağılım grafiğinde verilerin, sağa çarpık pozitif bir dağılım gösterdiği yani verilerin çoğunun ortalamadan büyük olduğu söylenebilir, (Şekil 3.25).

Kestane küllerinde Zn elementi analizlerinin aritmetik ortalaması 2.31 (203) ppm, standart sapması 1.72 (162) ppm'dir. Bölgesel eşik değerleri ise 365 ppm ($x+s$), 527 ppm ($x+2s$) olarak hesaplanmıştır. Kontrastı ise 2.9 oranındadır, (Tablo3.10).

Kestane bitkisinde Kayaç standartları kullanılarak analiz edilen FeO değerlerinin aritmetik ortalaması 9114 ppm, MnO değerlerinin ortalaması ise 4988 ppm dir. Aralarındaki korelasyon oldukça yüksek ve pozitifdir (Tablo3.10).

Genel olarak Kestane bitkisinin yapraklarından analizlerle elde edilen Zn elementi konsantrasyonu en yüksek olup, Pb ise dünya ortalamalarından (5 ppm) 12-13 kat daha fazla bir ortalama ulaşmıştır. Cu elementi ise oldukça düşük seviyelerdedir. Mn, toprağın üst A₀ zonundaki zengin organik malzeme tarafından kolaylıkla akümüle edildiğinden bitkiler Mn elementini iyon değiştirme yoluyla bünyelerine alabilme zamanı bulabilmişlerdir. Buradan çalışılan sahanın Mn bakımından zengin olduğu sonucuna varabiliriz.

Trabzon Çayı (Vaccinium Arctostaphylos-c): Bu bitkiye ait analiz sonuçları Tablo 3.12'de verilmiştir. Buna göre Cu, Pb, Zn, Fe ve Mn için değerlendirmeler ayrı ayrı ele alınmıştır.

Cu elementi'nin Trabzon Çayı bitki küllerindeki tüm değerlerinin aritmetik ortalaması 1.1 (13) ppm, standart sapması 0.77 (6) ppm ve bölgesel eşik değerlerinin ise 19 ppm($x+s$) olarak tespit edilmiştir. Kontrastı ise 1.3 olarak hesaplanmıştır, (Tablo 3.13).

Trabzon Çayı küllerinden Cu için elde edilen tüm değerlerden hazırlanan log normal frekans dağılım grafiğinde verilerin sağa çarpık pozitif , yani çoğunun ortalamadan büyük olduğu tespit edilmiştir, (Şekil 3.27).

Tablo 3.12 Trabzon çayı (*Vaccinium Arctostahylos -c*) bitkisine ait analiz sonuçları (ppm)

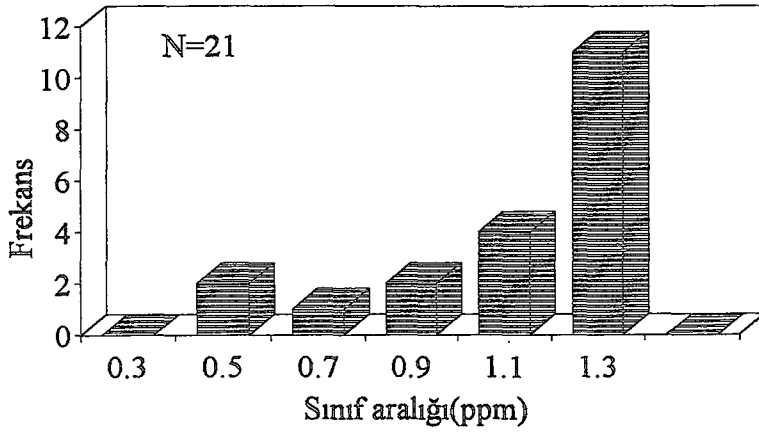
Örnek No	X	Y	Pb	Cu	Zn	FeO	MnO
15	73,7	30,91	62	10	221	7403	3533
24	73,1	30,71	168	19	10	12850	13081
31	74,1	30,71	113	8	57	11721	12332
36	74,3	30,48	110	3	94	10940	8337
47	73,3	30,12	54	22	62	5859	682
52	74,1	30,12	254	25	338	18783	25292
56	73,1	29,94	87	6	4	15231	6643
61	73,3	29,94	17	20	235	8298	280
62	73,5	29,94	120	10	46	14378	1037
63	73,7	29,94	153	15	30	10776	14109
64	74,1	29,94	33	16	182	5746	2808
66	73,3	29,71	70	9	9	9697	5328
72	73,5	29,71	105	2	10	10954	10684
73	73,7	29,71	129	15	103	12816	12429
74	73,3	29,57	89	6	34	10846	4467
82	73,5	29,57	75	8	77	9899	4239
83	73,7	29,57	151	15	69	14886	16734
84	74,1	29,3	30	16	57	6773	2717
96	73,1	29,07	27	17	28	12923	3023
101	73,7	29,07	315	19	150	21883	41393
104	73,9	29,07	135	16	85	19093	14304
105	74,1	29,07	39	15	63	8688	6395
106	73,1	29,85	96	4	17	16596	7665
111	73,9	29,85	150	18	10	1441	16912

Trabzon Çayı bitkisindeki Cu, Pb ve Zn analizlerinin frekans dağılım grafiklerinden de yararlanarak hazırlanan özet istatistik bilgiler Tablo 3.13’de verilmiştir.

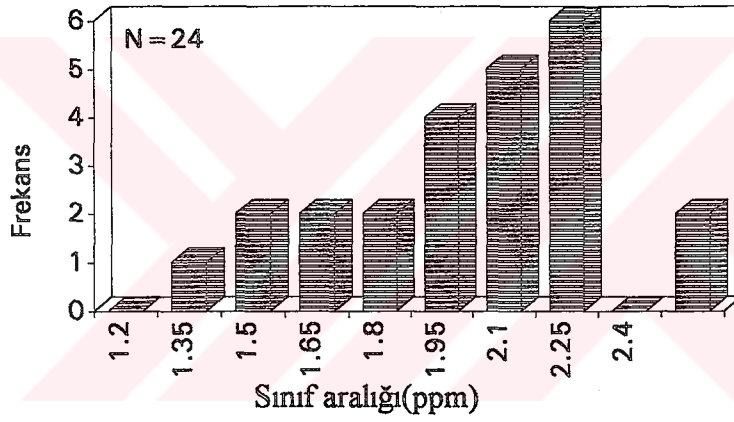
Tablo 3.13 Trabzon Çayı bitkisindeki Cu ,Pb ve Zn analizlerinin istatistik sonuçları

Element	Ö. sayısı	Logaritmik (ppm)			Kontrast	Min.	Max.
		Ortalama(x)	Medyan	S. sapma(s)			
Cu	24	1.1	1.17	0.77	1.3	2	25
Pb	24	2.8	2	1.85	1.7	17	315
Zn	24	1.91	1.78	1.67	2.6	4	338

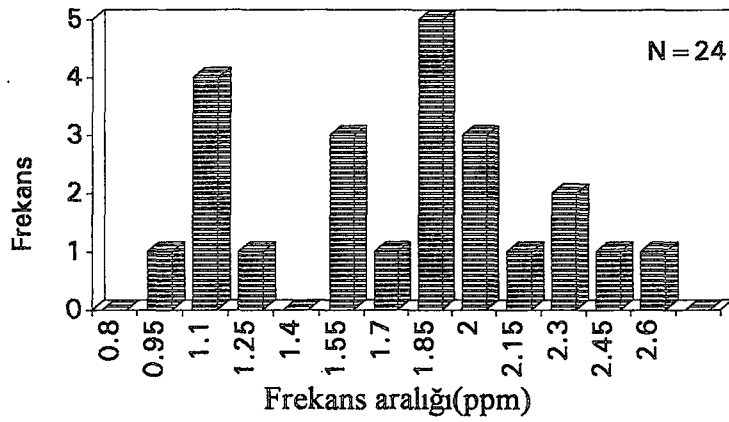
a) Cu



b) Pb



c) Zn



Şekil 3.27 Trabzon Çayı (*Vaccinium Arctostaphylos-c*) bitkisine ait log-normal frekans dağılım grafikleri

Cu, Trabzon Çayı bitkisinde, Zn elementi ile pozitif fakat düşük korelasyon göstermekte diğer elementlerden tamamen bağımsız hareket ettiği söylenebilir, (Tablo 3.14).

Tablo 3.14 Trabzon Çayı bitkisindeki Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO elementlerinin korelasyon matrisleri

	Pb	Cu	Zn	FeO	MnO
Pb	1				
Cu	.2555	1			
Zn	.2072	.4660	1		
FeO	.6398	-.0066	.1389	1	
MnO	.9331	.3068	.2255	.5867	1

Pb elementi; Trabzon Çayı küllerinden elde edilen verilerin aritmetik ortalaması 2.08 (107) ppm, standart sapması ise 1.85 (70) ppm'dir. Bölgesel eşik değerleri ise 177 ppm ($x+s$) ve 247 ppm ($x+2s$) olarak hesaplanmıştır. Pb'nun Trabzon Çayı'ndaki kontrastı ($315 \text{ ppm} : 177 \text{ ppm} = 1.77$) olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.13) Aynı değerlerin log normal frekans dağılımı ise sağa çarpık pozitifdir, (Şekil 3.27).

Pb, FeO ve MnO arasında oldukça güçlü pozitif bir korelasyon vardır. Cu ve Zn elementleri ile pozitif fakat zayıf bir korelasyon mevcuttur, (Tablo 3.14).

Zn elementi'nin Trabzon Çayı bitkisinden elde edilen analiz sonuçlarında aritmetik ortalaması 2.1 (82) ppm, standart sapması 1.72 (47) ppm ve bölgesel eşik derleri ise, 129 ppm ($x+s$), 176 ppm ($x+2s$) olarak tespit edilmiştir. En yüksek ortalama değer ile temel değere oranıyla hesaplanan kontrastı ise 2.6 olarak bulunmuştur, (Tablo 3.13)

Aynı değerlerden hazırlanan log normal frekans dağılım grafiği incelendiğinde normale yakın bir dağılım gösterdiği, değerlerin $\log_{10}70=1.85$ ppm sınıfı etrafında toplandığı görülmektedir (Şekil 3.27).

Tablo 3.6'daki V.A bitkisinden elde edilen Fe ve Mn oksit konsantrasyonlarının oldukça yüksek olduğu görülür. Fe oksitin aritmetik ortalaması 12144 ppm, Mn oksitin aritmetik ortalaması ise 10257 ppm'dir. Aralarındaki korelasyon diğer bitkilere göre pozitif fakat düşük bulunmuştur, ($r = 0.5867$), (Tablo 3.14).

Genel olarak tüm değerlendirmeler göz önüne alındığında Trabzon Çayı bitkisi yapraklarında en fazla Pb konsantre edilmiş, Zn ve Cu için daha seçici davrandığı tespit edilmiştir. Diğer bitkilerle karşılaştırıldığında Pb, Fe, ve Mn elementlerini yapraklarda daha yüksek konsantrasyonlara ulaştığı ortaya konulmuştur. Elementlerin bu bitkideki kontrastlarına bakıldığında ise en yüksek oranı Zn vermiştir, (Tablo 3.13).

Sarı Çiçekli Orman Gülü (Rhododendron Luteum -d): Araziye genelde yaygın olan bir bitki türüdür. Bitkiye ait analiz sonuçları Tablo 3.15' de verilmiştir.

Cu elementi'nin Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki ortalama değeri 1.1 (13) ppm, standart sapması 0.77 (6) ppm ve bölgesel eşik değeri ise 19 ppm ($x+s$)'dir (Tablo 3.16). Cu elementi için tüm değerlerden hazırlanan log normal frekans dağılım grafiği Şekil 3.28'de görülmektedir.

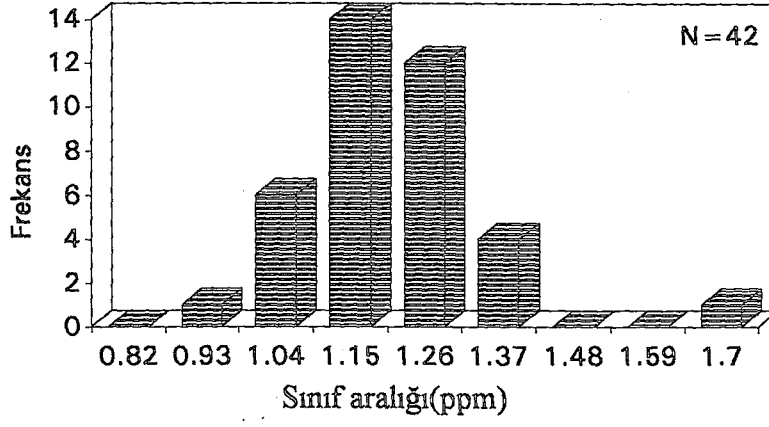
Tablo 3.16 Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementlerine ait istatistikler

Element	Ö. sayısı	Logaritmik (ppm)			Kontrast	Min.	Max.
		Ortalama(x)	Medyan	S. sapma(s)			
Cu	41	1.1	1.15	0.77	2.6	1	50
Pb	41	1.66	1.70	1.38	2.5	3	225
Zn	41	1.86	1.75	1.51	3.3	5	344

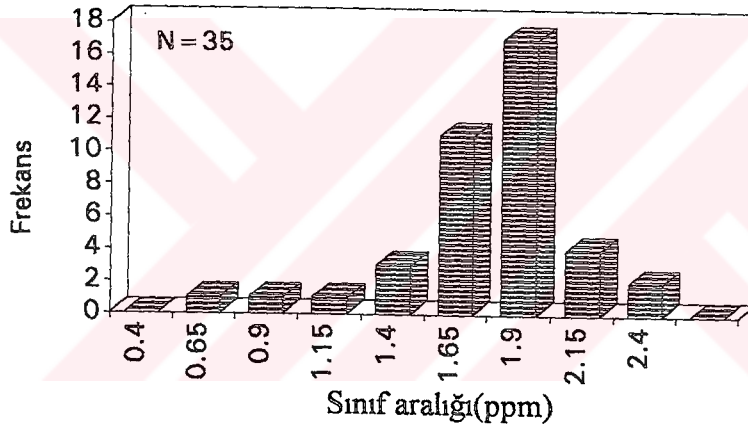
Tablo 3.15 Sarı Çiçekli Orman Gülü (Rhododendron Luteum-d)'ne ait analiz sonuçları
(ppm)

Örnek No	X	Y	Pb	Cu	Zn	FeO	MnO
12	73,3	31,1	56	11	60	8240	5304
13	73,5	31,1	21	18	10	5486	2837
15	73,9	31,1	59	11	59	9355	5436
21	73,1	30,91	6	21	46	3963	2130
24	73,7	30,91	30	16	32	6808	1101
25	73,9	30,91	58	11	52	10514	7710
31	73,1	30,71	55	12	44	6997	4321
32	73,3	30,71	44	14	10	6095	3486
33	73,5	30,71	10	20	132	6655	2265
34	73,7	30,71	61	11	57	7898	5632
41	73,1	30,48	31	17	54	7159	3427
42	73,3	30,48	36	15	75	6321	3213
44	73,7	30,48	146	50	152	13742	17111
52	73,3	30,12	225	19	96	22866	26947
56	73,5	30,12	82	7	70	8747	6877
57	73,9	30,12	42	14	113	8235	6034
58	74,1	30,12	118	10	66	31752	8819
61	74,3	30,12	53	12	277	7401	5205
62	73,1	29,94	19	18	47	7525	1999
63	73,3	29,94	46	1	45	11088	8027
64	73,5	29,94	26	17	117	7527	1805
71	73,7	29,94	56	11	74	7764	4351
72	73,1	29,71	35	15	50	10688	5501
74	73,3	29,71	35	15	60	6249	3316
76	73,7	29,71	32	16	56	6170	2024
77	74,1	29,71	27	17	15	8594	1425
82	74,3	29,71	61	10	63	7361	5230
84	73,3	29,57	63	10	16	9413	8066
92	73,7	29,57	71	9	217	15864	8539
93	73,3	29,3	19	18	344	6922	3186
94	73,5	29,3	54	12	38	10236	2732
97	73,7	29,3	28	17	214	5707	2648
98	74,3	29,3	133	12	30	12864	17516
101	74,5	29,3	47	13	5	7421	5161
102	73,1	29,07	67	9	16	16666	7121
104	73,3	29,07	3	21	32	6678	6553
107	73,7	29,07	98	3	239	13976	14006
113	74,3	29,07	69	9	52	7428	6463
114	73,5	29,85	56	11	5	9789	5370
116	73,7	29,85	45	14	119	11753	4355

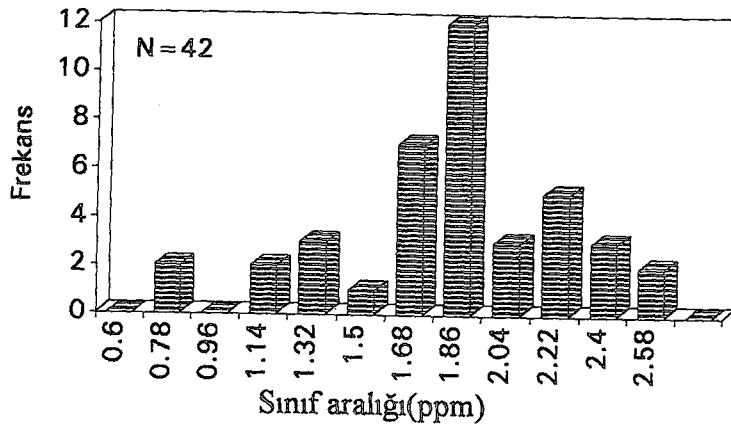
a) Cu



b) Pb



c) Zn



Şekil 3.28 Rhododendron Luteum (Sarı çiçekli orman gültü) analizlerinden hazırlanan log-normal frekans dağılım tabloları

Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO elementlerine ait korelasyon matrisleri Tablo 3.17’de verilmiştir. Cu’ın diğer elementlerle korelasyonu oldukça zayıftır.

Tablo 3.17 Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisinde Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO ait korelasyon matrisleri

	Pb	Cu	Zn	FeO	MnO
Pb	1				
Cu	.0836	1			
Zn	.0638	.1115	1		
FeO	.7290	-.0858	.0618	1	
MnO	.9238	.1317	.1183	.6413	1

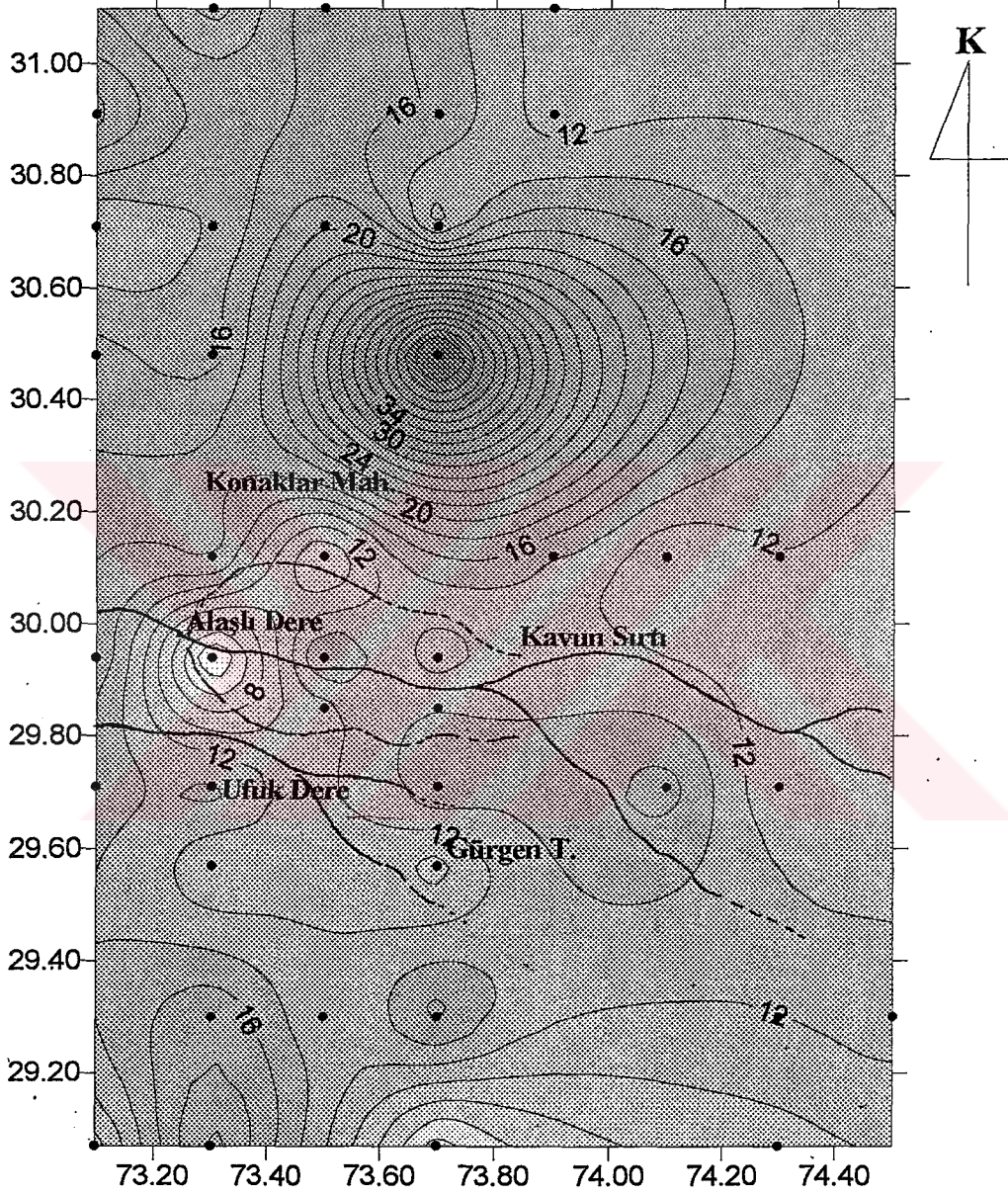
Cu, arazide Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki genel dağılımında anomalilerin Konaklar Mahallesi kuzeyinde, Alaşlı Deresinin üst kesimlerinde yoğunlaştığı görülür. Bu bölgelerde yaygın olan kayaç birimleri dasit, riyodasit ve bunların piroklastlarıdır, (Şekil 3.29)

Pb elementi’nin Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisine ait tüm değerlerden hesaplanan aritmetik ortalaması 1.66 (46) ppm, standart sapması 1.38 (24) ppm ve bölgesel eşik değerleri ise 90 ppm ($x+s$), 114 ppm ($x+2s$) olarak bulunmuştur.

Sarı Çiçekli Orman Gülü bitki külleri analiz sonuçlarından hazırlanan log normal frekans dağılım grafiğinde, değerler sağa çarpık pozitif bir dağılım şeklindedir, (Şekil 3.28).

Arazide Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki Pb genel dağılımında anomalilerin genelde Alaşlı Dere civarında Kömürcü Köyü doğusunda yoğunlaştığı görülebilir, (Şekil 3.30).

Zn elementi’nin Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki ortalama bolluğu 1.86 (72) ppm, standart sapması 1.51 (33) ppm, bölgesel eşik değerleri ise 105 ppm ($x+s$), 138 ppm ($x+2s$) olarak bulunmuştur. Aynı değerlerden hazırlanan log-normal frekans dağılım grafiğinde veriler normale yakın bir dağılım göstermektedir, (Şekil 3.28)



Şekil 3.29 Yomra Kanköy yöresinde Sarı Çiçekli Orman Gülü (*Rhododendron Luteum*) bitkisindeki

Cu genel dağılımı (kontur aralıkları 2 ppm'dir)

-----: Cevher alanı

Zn elementinin Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisindeki genel dağılımında anomalilerin Alaşlı Dere kuzey sağ kolu üzerinde, Kömürcü civarında yoğunlaşmıştır. Bu alanlarda yaygın olan kayaç birimleri ise dasit, riyodasit ve bunların piroklastlarıdır, (Şekil 3.31)

Sonuç olarak Sarı Çiçekli Orman Gülü bitkisinin yapraklarında daha çok Zn'nun konsantre edildiği, Pb ve Cu elementine ise bu bitkinin daha az duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Genel dağılımda Cu değerlerinin düşük olduğu bölgelerde Zn elementinin anomali verdiği Pb 'nun ise Cu elementi ile Alaşlı Dere Kuzeyinde Çakıştığı dikkati çekmiştir, (Şekil 3.32). Bu bitki analizlerinde Cu, Pb ve Zn elementlerin kontrastları 2.6, 2.5 ve 3.3 olarak hesaplanmıştır, (Tablo 3.16).

Kızılağaç (Alnus Glutinosa-e): Söz konusu bitki arazide pek yaygın değildir. bu sebeple az sayıda örnek alınmıştır. Elementlerin bu bitki yapraklarındaki konsantrasyonu diğer bitkilere göre yüksek olduğundan değerlendirilmesi uygun görülmüştür.

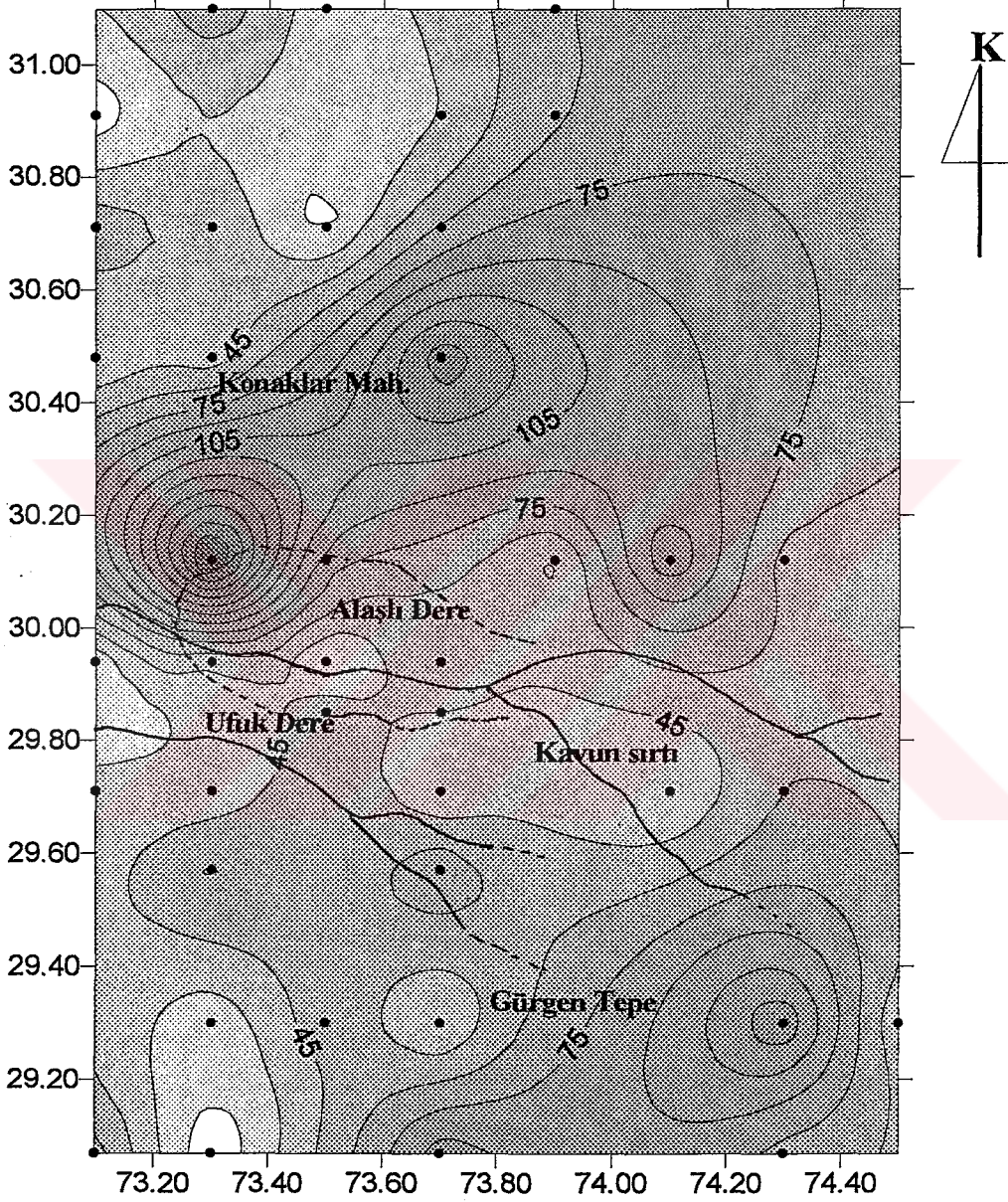
Tablo 3.18 Kızılağaç (Alnus Glitunosa -e) bitkisine ait analiz sonuçları (ppm)

X	Y	Pb	Cu	Zn	FeO	MnO
73,1	29,57	24	18	507	10486	1101
74,1	29,57	54	12	109	10876	9506
73,3	29,3	43	14	139	15771	4321
73,3	29,07	62	12	265	720	3926
73,1	29,85	129	24	162	13319	9562
73,5	29,85	38	15	162	7078	4319
73,9	30,48	31	16	201	5926	9060

Tablo 3.18'deki değerlerden Alnus Glutinosa bitkisinde genel ortalamaları (x) Cu 16 ppm, Pb'un 44 ppm, Zn'nun 221 ppm, Fe oksitin 1009 ppm ve Mn oksitin ise 5971 ppm olarak bulunmuştur.

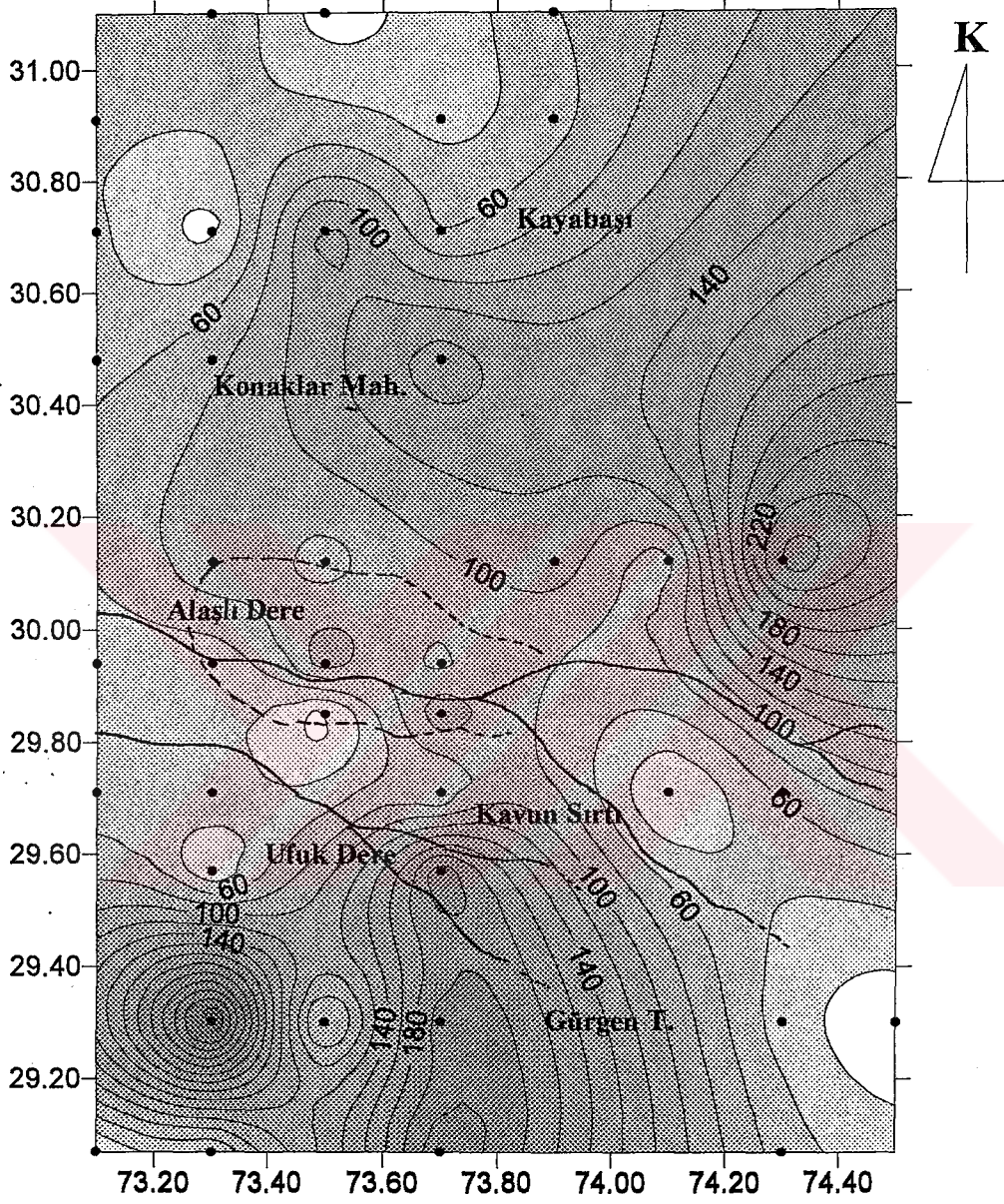
Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere diğer bitkilerle kıyaslandığında Zn elementinin bu bitkinin yapraklarında oldukça yüksek konsantrasyonlara eriştiği görülmektedir. Bu bitkinin sulak arazileri sevmesi ve genellikle dere kenarlarında daha çok bulunması, dolayısıyla su

içerisinde elementlerin ve özellikle Zn'nun bitkiye yararışlı halde bulunma şansının kuru alanlara göre daha fazla olduğu öylenebilir. Biyojeokimyasal çalışmalarda tercih edilebilir.



Şekil 3.30 Çalışma alanında Sarı Çiçekli Orman Gülü'ndeki (Rhododendron Luteum) Pb genel dağılımı (kontur aralıkları 15 ppm'dir)

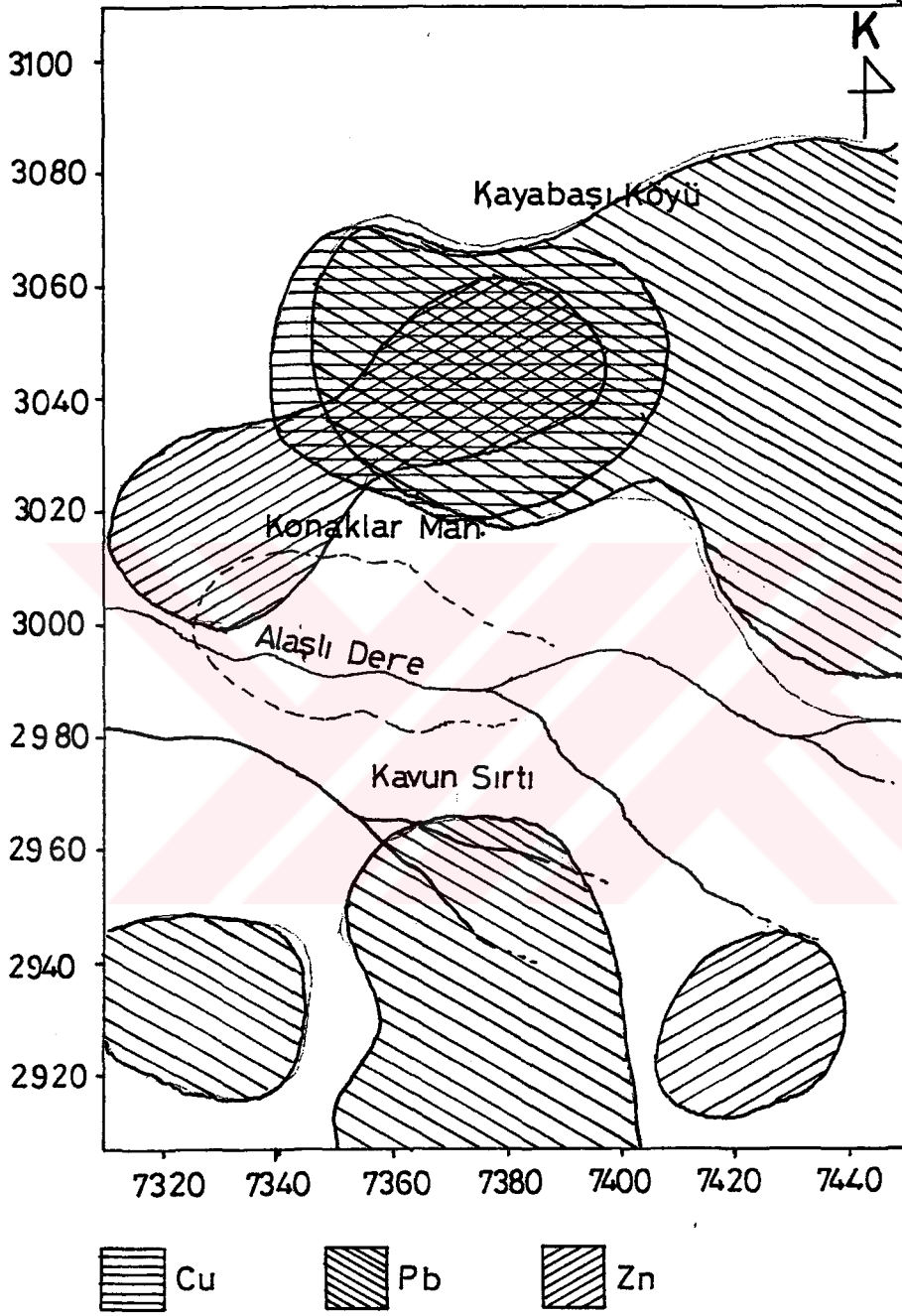
-----: Cevher alanı



Şekil 3.31 Yomra Kanköy yöresinde Sarı Çiçekli Orman Gülü (*Rhododendron Luteum*) bitkisindeki

Zn genel dağılımı (kontur aralıkları 20 ppm'dir)

-----: Cevher sınırı



Şekil 3.32 Kayabaşı (Kanköy) yöresinde bulunan Sarı çiçekli orman gülü bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementlerinin eşik değerlerine göre hazırlanmış anomaliler (Eşik değerler (x+s) Cu 19 ppm, Pb 90 ppm, Zn 105 ppm).

Böğürtlen (Rubus Platyphylos-f): Bu bitkiden alınan yaprak örneklerinin küllerinden elde edilen analiz sonuçları Tablo 3.19 'da verilmiştir. Araziden bu bitki için her yerden yeterli örnek alınamamıştır.

Tablo 3.19 Böğürtlen (Rubus Platyphylos-f) bitkisine ait analiz sonuçları (ppm)

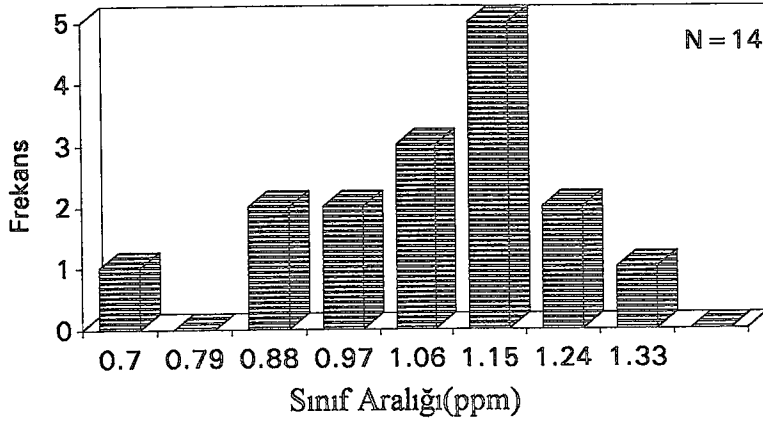
Örnek No	X	Y	Pb	Cu	Zn	FeO	MnO
24	73,7	30,91	88	5	27	8758	7136
31	73,1	30,71	125	13	79	9140	11760
43	73,9	30,71	16	19	16	7807	3552
45	73,5	30,48	32	16	173	6977	2549
51	73,9	30,48	47	14	61	52651	368
58	73,1	30,12	73	9	38	20682	8428
71	74,5	30,12	91	5	74	9738	8943
81	73,1	29,71	43	15	195	12717	3614
86	73,1	29,57	49	13	35	11319	3927
92	74,1	29,57	62	10	135	9954	11448
94	73,3	29,3	63	10	17	7062	3166
95	73,7	29,3	119	10	20	10032	8688
96	73,9	29,3	153	12	121	16690	20538
112	74,1	29,3	40	14	101	7623	4889
113	73,3	29,85	74	8	71	7746	6329
116	73,5	29,85	92	5	64	12391	6288

Cu elementi için analiz sonuçlarının aritmetik ortalaması 1.04 (11) ppm, standart sapması 0.6 (4) ppm, bölgesel eşik değeri ise 15 ppm (x+s) olarak bulunmuştur, (Tablo 3.20). Cu için hazırlanan log normal frekans dağılımı sağa çarpık pozitif olduğu görülmektedir, (Şekil 3.33).

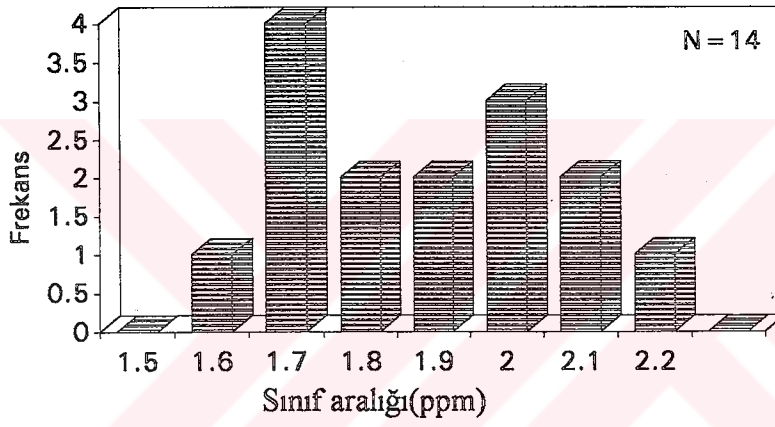
Tablo 3.20 Rubus Platyphylos bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementleri için hesaplanan istatistikler

Element	Ö. sayısı	Logaritmik (ppm)			Kontrast	Min.	Max.
		Ortalama (x)	Medyan	S. sapma(s)			
Cu	16	1.04	1.04	0.6	1.1	5	19
Pb	16	1.86	1.83	1.63	2.1	10	153
Zn	16	1.75	1.82	1.49	2.2	16	195

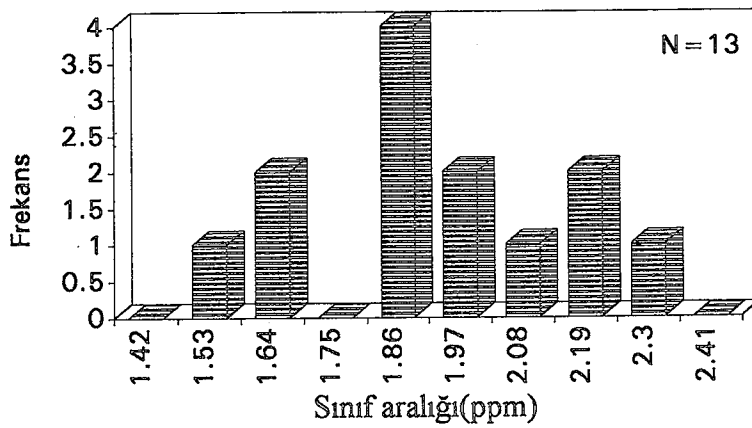
a) Cu



b) Pb



c) Zn



Tablo 3.33 Böğürtlen (*Rubus Platyphyllos-f*) bitkisine ait analiz sonuçlarının log-normal frekans dağılım grafikleri.

Sırasıyla Böğürtlen bitkisinin küllerinde Pb elementinin ortalaması 1.86 (73) ppm, standart sapması 1.63 (43) ppm, Zn elementi aritmetik ortalaması 1.75 (56) ppm standart sapması 1.49 (31) ppm dir, (Tablo 3.20). Bu elementlere ait frekans dağılım grafikleri incelendiğinde Pb elementi sağa çarpık pozitif, Zn elementi ise normale yakın bir dağılım göstermektedir, (Şekil 3.33).

Böğürtlen küllerinin Cu, Pb, Zn, FeO, ve MnO için elde edilen analizlerden bu elementlere ait korelasyon matrisleri Tablo 3.21’de verilmiştir.

Tablo 3.21 Böğürtlen bitkisine ait Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO elementlerine ait korelasyon matrisleri

	Pb	Cu	Zn	FeO	MnO
Pb	1				
Cu	-.5071	1			
Zn	-.1128	.2931	1		
FeO	-.0566	.1205	-.0564	1	
MnO	.8258	-.2803	.1270	-.1939	1

İstatistik tablosundan da görüldüğü üzere, bu bitki en fazla Pb elementini daha sonra ise Zn ve Cu elementlerini konsantr etmiştir.

Fındık (Coryllus Avellana-g): Arazide en fazla yaygın olan bitki türüdür. Bu bitkiden derlenen 60 adet örneğin analiz sonuçları Tablo 3.22’de görülmektedir.

Cu elementi, Fındık bitkisinden elde edilen verilerin aritmetik ortalaması 1.14 (14) ppm, standart sapması 0.69 (5) ppm, bölgesel eşik değeri ise 19 ppm (x+s) olarak hesaplanmıştır, (Tablo 3.23). Tablo 3.22’deki değerlere göre hazırlanan log-normal frekans dağılım grafiğinde veriler sağa çarpık pozitif bir dağılım göstermektedir, (Şekil 3.34).

Fındık bitkisine ait analizlerden hazırlanan Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO elementlerine ait korelasyon matrisleri Tablo 3.24’te verilmiştir. Cu, Pb ve Mn ile kuvvetli negatif korelasyon yaptığı, diğer elementlerle arasındaki ilişki oldukça zayıftır.

Tablo 3.22 Fındık (*Corylus Avellana* -g) bitkisine ait analiz sonuçları (ppm)

Örnek No	X	Y	Cu	Pb	Zn	FeO	MnO
11	73,1	31,1	18	19	118	8785	1499
12	73,3	31,1	7	84	10	9965	7522
13	73,5	31,1	9	67	3	9727	7366
15	73,9	31,1	15	40	45	12347	6121
21	73,1	30,91	18	23	47	7022	2705
23	73,5	30,91	19	14	115	6802	1261
24	73,7	30,91	10	65	45	8261	5921
25	73,9	30,91	21	10	50	5224	1136
26	74,1	30,91	22	15	8	4622	899
27	74,3	30,91	18	22	12	10036	4658
31	73,1	30,71	16	90	21	5566	15824
32	73,3	30,71	11	57	8	11531	6498
33	73,5	30,71	23	56	181	6173	505
34	73,7	30,71	20	10	71	4668	833
35	73,9	30,71	17	24	66	6307	2665
36	74,1	30,71	18	20	169	5559	3298
37	74,3	30,71	14	45	32	10969	6013
41	73,1	30,48	14	45	379	9093	3479
42	73,3	30,48	14	40	11	7612	3752
43	73,5	30,48	20	9	366	7012	1124
44	73,7	30,48	11	62	11	5566	8054
45	73,9	30,48	22	2	216	5331	430
46	74,1	30,48	9	69	70	14840	11609
47	74,3	30,48	10	61	61	11294	8023
51	73,1	30,12	17	32	3	11986	2760
52	73,3	30,12	10	63	68	10116	5565
53	73,5	30,12	7	81	728	9055	3355
54	73,7	30,12	14	42	310	5822	1504
55	73,9	30,12	5	93	4	9354	7676
56	74,1	30,12	13	47	52	6708	2736
57	74,3	30,12	14	40	38	6086	4657
58	74,5	30,12	16	31	283	8734	6814
61	73,1	29,94	20	13	52	4763	202
62	73,3	29,94	4	101	713	8419	4271
63	73,5	29,94	19	17	254	5941	1348
64	73,7	29,94	16	31	125	6162	2680
66	74,1	29,94	14	43	13	9843	6090
71	73,1	29,71	20	12	95	9236	2349
72	73,3	29,71	19	18	33	7081	1043
73	73,5	29,71	17	26	55	7141	2391
74	73,7	29,71	16	30	49	9608	4105
75	73,9	29,71	11	62	22	8908	7124
76	74,1	29,71	14	40	69	9102	3405
82	73,3	29,57	18	20	66	7166	3785
83	73,5	29,57	16	30	44	8608	2140

Tablo 3.22'nin devamı (ppm)

Örnek No	X	Y	Cu	Pb	Zn	FeO	MnO
91	73,1	29,3	14	40	27	12254	2922
92	73,3	29,3	12	53	64	6699	968
98	74,5	29,3	7	81	244	11256	12123
101	73,1	29,07	8	73	13	15182	6866
104	73,7	29,07	12	52	67	8914	5808
105	73,9	29,07	9	70	52	23102	9686
106	74,1	29,07	9	70	71	12192	5427
107	74,3	29,07	13	46	54	7252	4181
111	73,1	29,85	16	31	75	14444	5732
112	73,3	29,85	16	32	122	7962	2043
113	73,5	29,85	18	70	133	15129	1275
114	73,7	29,85	17	24	102	8031	1647
115	73,9	29,85	13	49	216	10547	5592
116	74,1	29,85	13	46	93	6534	2408

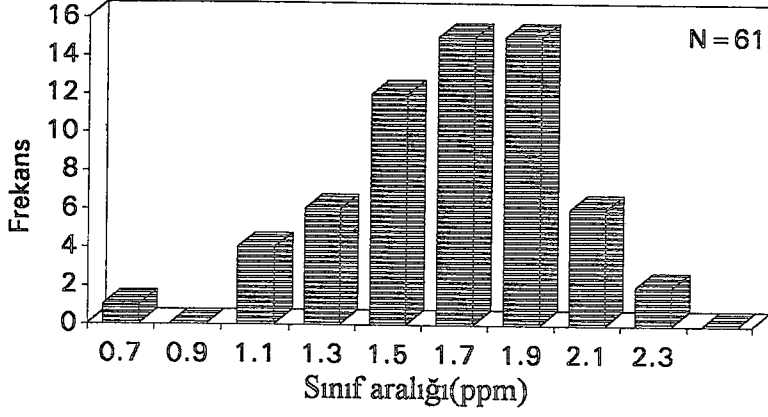
Tablo 3.23 Frekans dağılım grafiklerinden de yararlanarak hesaplanan Cu, Pb ve Zn elementlerine ait istatistikler

Element	Ö. sayısı	Logaritmik (ppm)			Kontrast	Min.	Max.
		Ortalama (x)	Medyan	S. sapma(s)			
Cu	60	1.14	1.15	0.69	1.21	4	23
Pb	60	1.63	1.60	1.31	1.50	2	101
Zn	60	1.89	1.80	1.64	5.96	3	728

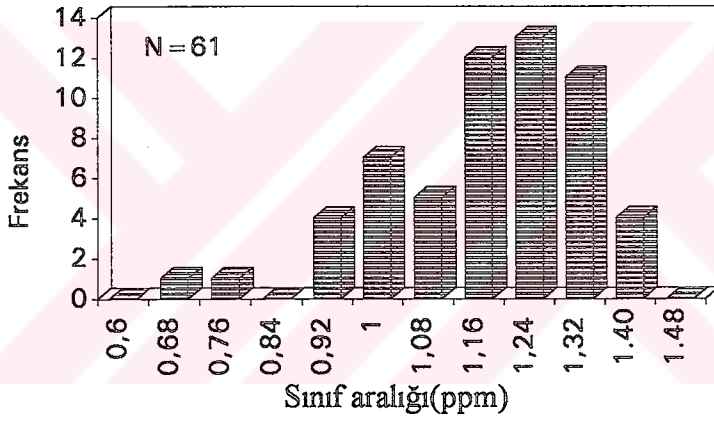
Tüm değerlerden hazırlanan Cu genel dağılımında anomalilerin; Ufuk Dere, Alaşlı Dere civarında , Konaklar Mahallesi ve kuzeyinde dasit mor dasit lav ve piroklastları üzerinde ve Kayabaşı civarında dasitik tüfler üzerinde yoğunlaşmışlardır (Şekil 3.35).

Pb elementinin Fındık bitkisinin küllerindeki ortalama değeri 1.14 (43) ppm, standart sapması 0.69 (24) ppm'dir, (Tablo 3.23). Bölgesel eşik değerleri ise 67 ppm (x+s) ve 91 ppm (x+2s) olarak tespit edilmiştir. Pb analiz sonuçlarından hazırlanan log normal frekans dağılım grafiğinde verilerin normal dağılıma yaklaştığı görülür, (Şekil 3.34)

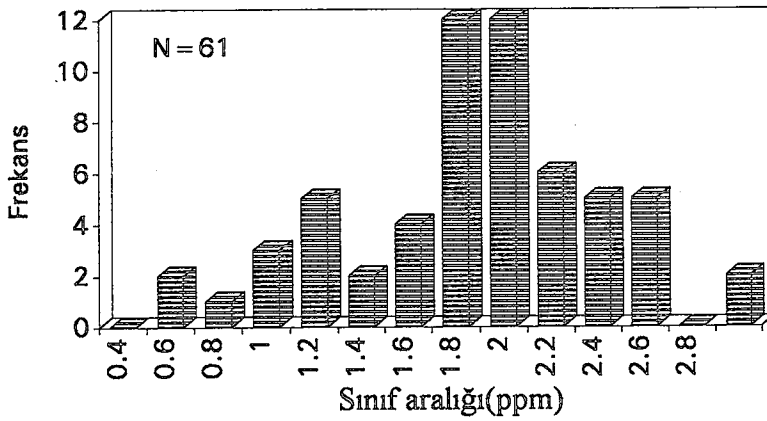
a) Cu



b) Pb



c) Zn



Şekil 3.34 Fındık (*Corylus Avellana-g*) bitkisine ait analiz sonuçlarından hazırlanan log-normal frekans dağılım grafikleri.

Tablo 3.24 Fındık bitkisindeki Cu, Pb, Zn, FeO ve MnO elementlerine ait korelasyon matrisleri

	Cu	Pb	Zn	FeO	MnO
Cu	1				
Pb	-.8603	1			
Zn	-.1560	.1646	1		
FeO	-.4603	.4336	-.1017	1	
MnO	-.6297	.6859	-.1599	.4629	1

Pb elementi'nin arazideki genel dağılımında anomalilerin Alaşlı Dere ve bu derenin sağ kolu üzerinde dasit, riyodasitlerin yaygın olduğu alanlarda ve Konaklar mahallesinde dasitik piroklastlar üzerinde yoğunlaştıkları görülür, (Şekil 3.36).

Fındık küllerinde Pb elementinin Cu ile kuvvetli negatif ve MnO ile aralarında iyi pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir, (Tablo 3.24).

Fındık yapraklarındaki Zn elementi konsantrasyonunun aritmetik ortalaması 1.89 (78) ppm, standart sapması 1.64 (44) ppm'dir, (Tablo 3.23). Bölgesel eşik değerleri 122 ppm ($x+s$), 166 ($x+2s$) olarak bulunmuştur.

Zn elementinin arazide Fındık bitkisindeki genel dağılımı ise, anomalilerin Konaklar Mahallessinde ve Alaşlı Dere üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bölgelerde yaygın olan kayaç birimi dasit, riyodasit ve bunların piroklastlarıdır, (Şekil 3.37).

Ayrıca Fındık bitkisinin yapraklarında FeO ve MnO elementlerinin aritmetik ortalamalarının sırasıyla 8875 ppm ve 3827 ppm olduğu Tablo 3.22'deki değerlerden hesaplanmış, Fe'in Mn'a göre Fındık yapraklarında daha fazla konsantre olduğu görülmüştür.

Genel olarak değerlendirildiğinde Corylus Avellana bitkisinin yapraklarında Zn elemeti konsantrasyonu yüksektir. Bu bitkinin Pb ve Cu elementlerine nazaran Zn'ya daha duyarlı olduğu ve en fazla yardımcı eser element olarak kullandığını söyleyebiliriz. Zn elementi

ayrıca en yüksek kontrastı 5.6 oranıyla verdiği görülmektedir, (Tablo 3.23). Cu, Pb ve Zn anomali haritaları çakıştırılarak karşılaştırılmış, bu elementlere ait anomalilerin Pb ile Zn'ya ait olanlar cevher alanı sınırları içinde Alaşlı Dere üzerinde çakıştığı, Cu ise tamamen farklı alanlarda anomali verdiği tespit edilmiştir, (Şekil 3.38).

Carpinus Betulus (Adi gürgen-h) : Söz konusu bitki arazide pek yaygın değildir. Araziden alınan az sayıdaki örneğin analizleri Tablo 3.25'de sunulmuştur. Analiz sonuçlarına bakıldığında, bu bitkinin yapraklarında Zn değerlerinin oldukça yüksek olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 3.25 Adi Gürgen (Carpinus Betulus -h) bitkisine ait analiz sonuçları

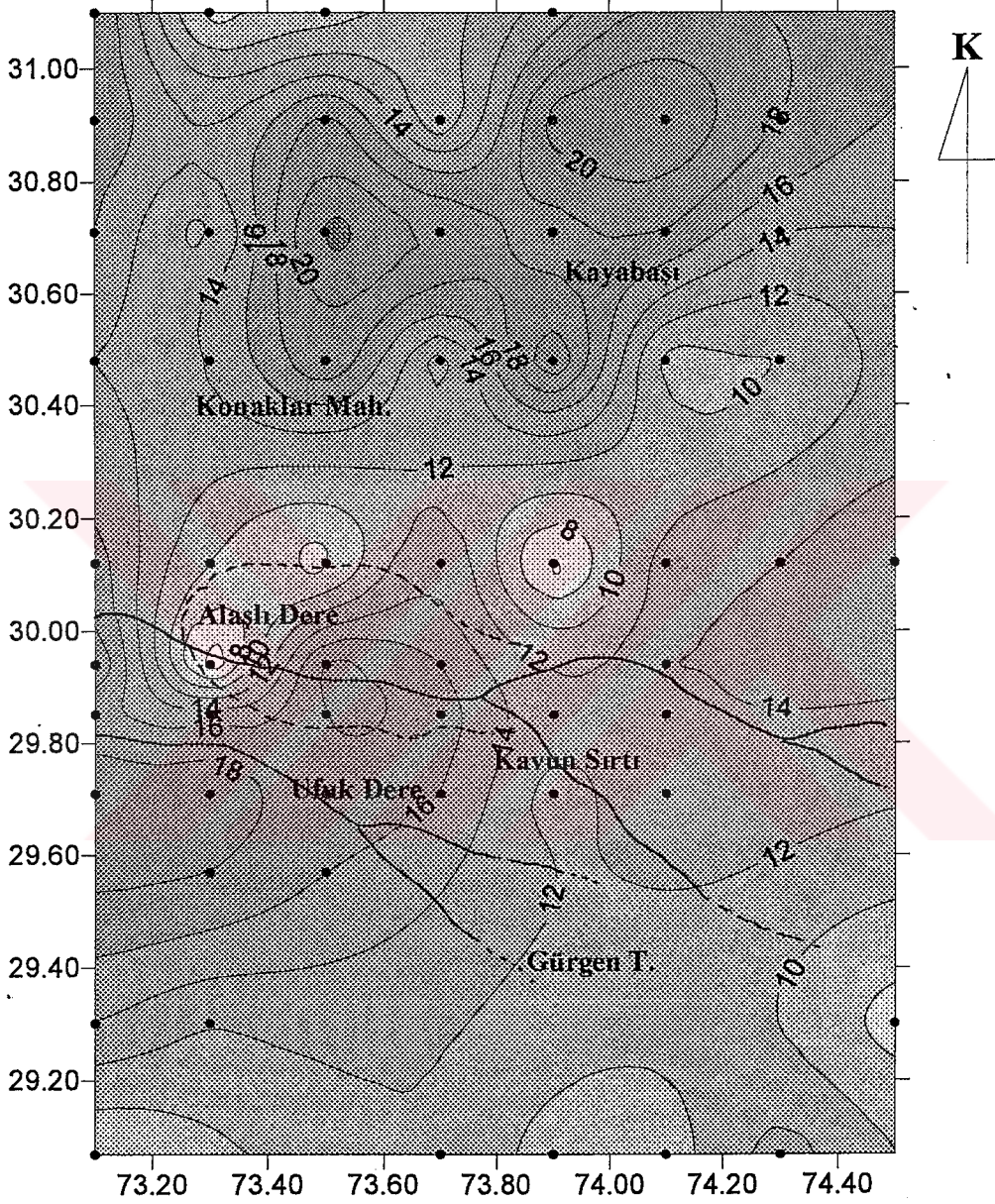
X	Y	Pb	Cu	Zn	FeO	MnO
73,1	31,1	45	13	155	8085	4378
73,5	30,91	54	12	180	7584	15,8
73,5	30,71	76	8	70	12057	1580
73,1	29,57	49	13	18	12062	949
73,3	29,57	51	12	80	7852	3002
73,5	29,85	147	10	216	17168	15376

Bütün bitkiler üzerinde genel bir değerlendirme yapılırsa; genel dağılımda en isabetli sonucu, cevher üzerinde anomali veren Sarı Çiçekli Orman Gülü (Rhododendron Ponticum), Fındık (Corylus Avellana) ve Kestane (Castanea Sativa) bitkilerinde Cu vermiştir.

Genel olarak bitkiler, cevherin yüzeye yakın olduğu kesimlerde anomali vermemişlerdir. Cu elementi suda kolayca iyonlaştığından, ortamdan yıkanarak uzaklaşmış olduğu düşünülmektedir. Ancak cevherin derin olan kesiminde (Alaşlı Dere kuzeyi) anomaliler tespit edilmiş, bitkilerin biyojeokimyasal çalışmalarda genişliğin yanında köklerinin derinlere inebilmesi nedeniyle derinlik faktörü etkisinin ortaya konulması bakımından oldukça önemlidir.

Pb elementi en iyi sonucu Corylus Avellana, Rhododendron Ponticum ve Rhododendron Luteum bitki analizlerinde vermiştir. Pb genel dağılımlarında cevher alanı dışında Konaklar mahallesinin kuzeyinde bir anomali tespit edilmiş, bu bölgede Rio-tur adlı

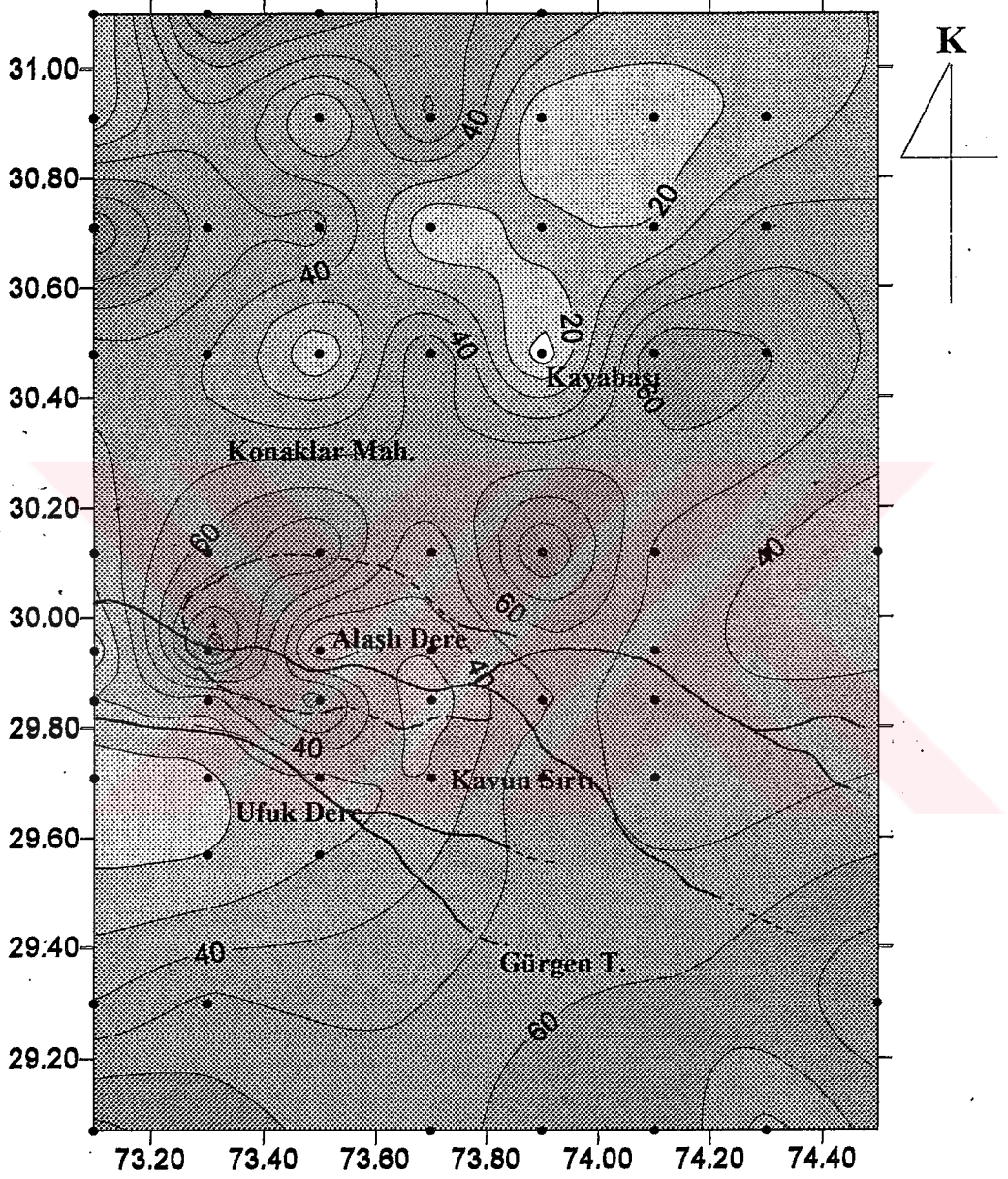
özel şirket adına Elektrik rezistivite yöntemiyle cevher bakımından zengin olduğu tespit edilmiş fakat cevherin çok derinde olduğu öğrenilmiştir, (Sabri Yılmaz, sözlü bilgi).



Şekil 3.35 Yomra Kanköy yöresinde fındık (*Coryllus Avellana*) bitkisindeki Cu genel dağılımı

(kontur aralıkları 2 ppm'dir)

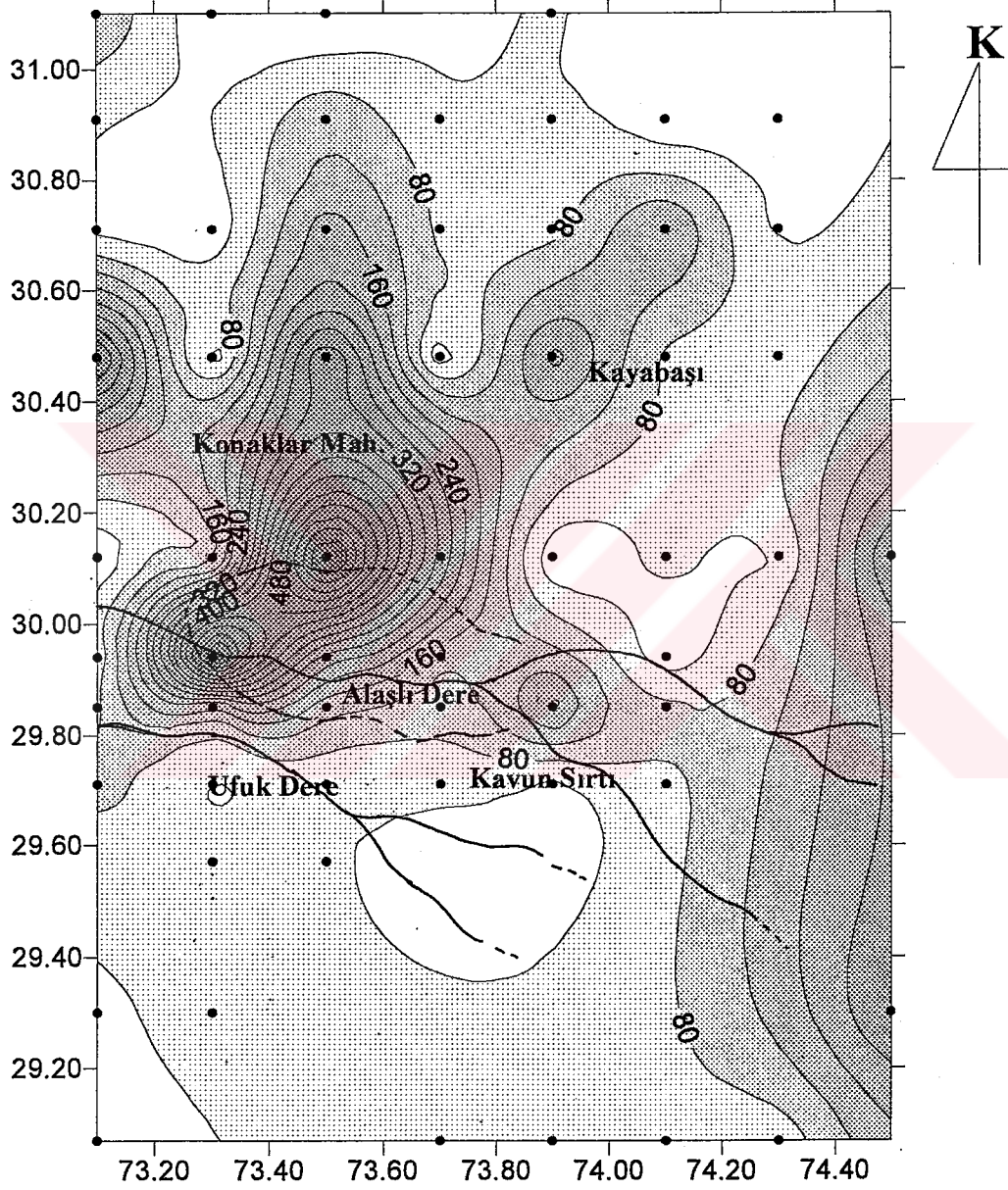
-----: Cevher alanı



Şekil 3.36 Yomra Kanköy yöresinde Fındık (*Coryllus Avellana*) bitkisindeki Pb genel dağılımı

(kontur aralıkları 10 ppm'dir)

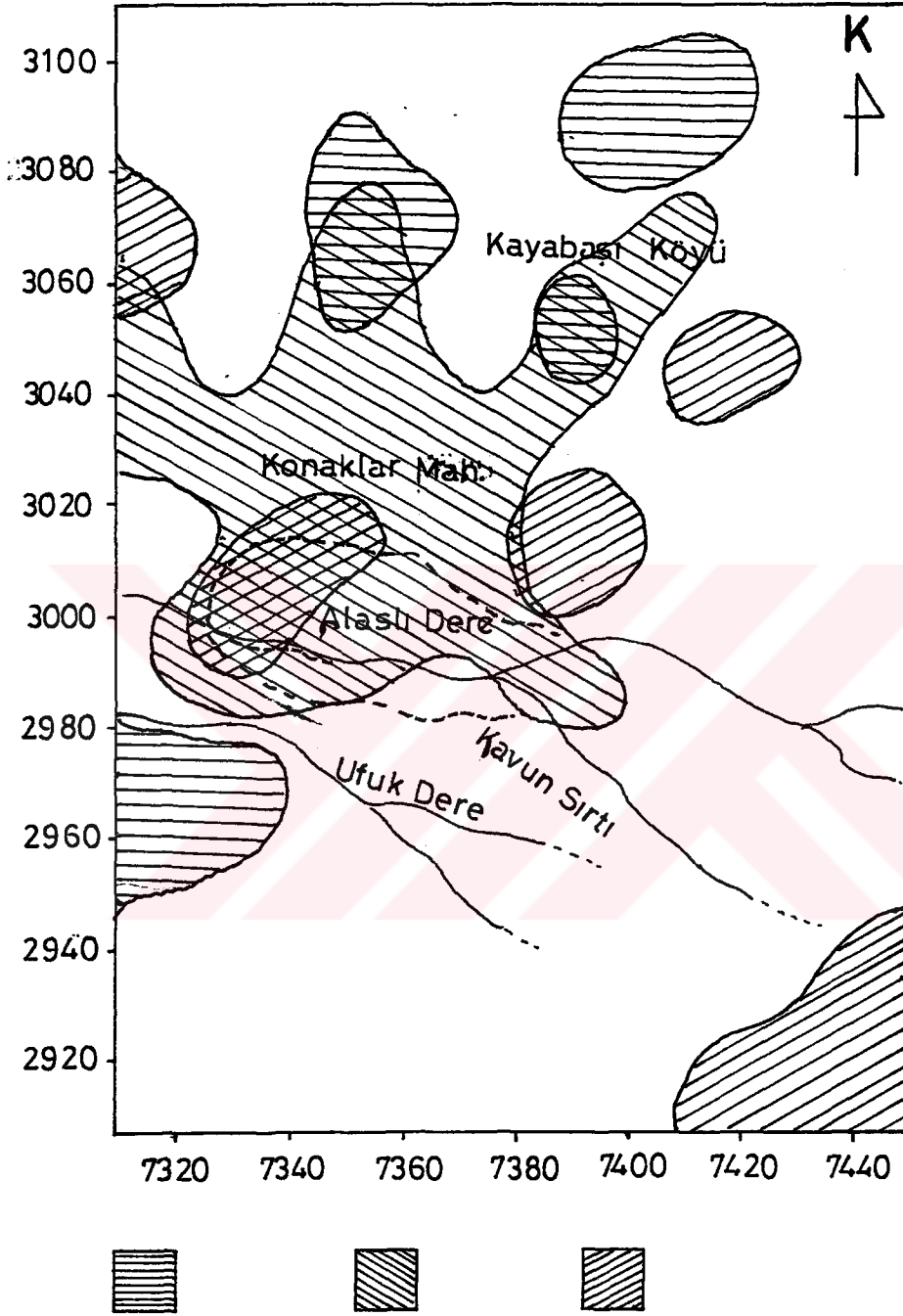
-----: Cevher sınırı



Şekil 3.37 Yomra Kanköy yöresinde Fındık (*Coryllus Avellana*) bitkisindeki Zn genel dağılımı

(kontur aralıkları 40 ppm'dir)

-----: Cevher sınırı



----- : Cevher sınırı

Şekil 3.38 Kayabaşı (Kanköy) yöresinde bulunan Fındık bitkisindeki Cu, Pb ve Zn elementlerinin eşik değerlerine göre hazırlanmış anomaliler (Eşik değerler (x+s) Cu 19 ppm, Pb 67 ppm, Zn 122 ppm).

Zn elementinin bitkilerden elde edilen analiz sonuçlarının genel dağılımında en isabetli sonucu vermiştir. Rhododendron Luteum bitkisi haricinde bütün bitkilerdeki Zn dağılımı cevher alanı üzerinde anomali vermiştir. Rhododendron Luteum bitkisi Pb'da olduğu gibi Konaklar mahallesinde anomali vermiştir.

Kanköy cevherleşmesi üzerinde yapılan bu çalışma da topraktaki Cu, Pb, Zn konsantrasyonunun bitkilere de yansıdığı görülmüştür. Bölgeden alınan bitki türlerinden en yaygın olanları Corylus Avellana, Rhododendron Ponticum, Rhododendron Luteum ve Castanea Sativa biyojeokimyasal çalışma açısından iyi sonuç vermişlerdir.



4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1) Çalışma alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası, toprak ve bitki jeokimyası yöntemlerinin uygulandığı bölgenin ise 1/2000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası hazırlanmıştır.

2) Kapalı kalmış ve yüzeye en yakın derinliği 60 m olan Volkanizma Eşlikli Masif Sülfür Tipindeki Kayabaşı (Kanköy) cevher sahasında uygulanan toprak Jeokimyası, bu tip kapalı kalmış cevherlerin aranmasında uygulanabilir bir yöntem olduğu bu çalışmada bir kez daha tam isabet kaydedilerek ortaya konmuştur.

3) Kanköy cevher sahasında cevherin yüzeye yakın olduğu ve nispeten düz ve az eğimli kesimlerde anomaliler elde edilmiştir. Toprak jeokimyası yöntemiyle eğimi düşük olan arazilerde, eğimi yüksek alanlara göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür..

4) Kanköy cevher sahasında toprakta en yüksek kontrastı Cu (7) ve Zn (6) vermiştir. Bu bölgede Toprak Jeokimyası yönteminde kullanılacak elementler Cu ve Zn elementleridir.

5) Bitki Jeokimyası Yöntemi için bir ön deneme olan bu çalışma, bölgede örtülü kalmış benzer tipte yatakların aranmasında toprak jeokimyasıyla kontrol edilerek uygulanmıştır.

6) Bitki jeokimyasının uygulanacağı sahada oryantasyon çalışması yaparak bölgedeki bitki türleri tanınmalı, organlarından örnekler alarak analiz edilmeli, hangi türle veya türlerle çalışılacağına ve hangi organlarının kullanılacağına karar verilmelidir.

7) Araziden 200 gr-300 gr yaş bitki örneği alınmış (yaprak ve taze sürgün) yeterli olmadığı görülmüştür. Örnekleme eğer yapraklardan yapılıyorsa 500 gr veya daha fazla miktarda yaş örnek alınmalıdır.

8) Örnekler gölgede veya 60 °C'ye kadar ısıtılmış etüvde kurutularak öğütülmelidir. Yakma işleminde birden fazla örnek aynı anda yakılmakta ve dolayısıyla zamandan tasarruf edilmektedir.

9) Bitkileri yakma işleminde ısı kademeli olarak artırılmalı, kül kısmında karbon kalmayacak şekilde yakılmalıdır. Aksi takdirde karbon, elementleri adsorbe ettiğinden analizler, bitkilerde var olan gerçek konsantrasyonu yansıtmayacaktır. Bu çalışmada, yakma işlemi birçok kez denenmiş, bu denemeler sonucunda ısı saatte 100 °C arttırılarak 600 °C 'de bitkiler kül haline getirilmiştir.

10) Bölgede yapılan bu çalışma sonunda kapalı kalmış cevherlerin aranmasında bitkilerden Mor Çiçekli Oman Gülü (Rhododendron Ponticum), Fındık (Corylus Avellana), Sarı Çiçekli Orman Gülü (Rhododendron Luteum) türleriyle çalışılabileceği ortaya konmuştur.

11) Zn elementi tüm bitkilerde en yüksek konsantrasyona ulaştığı görülmüştür. Bitkilerde elementlerin kontrastı Mor Çiçekli Oman Gölünde Zn (7.7) ve Cu (2), Sarı Çiçekli Orman Gölünde Zn (3.3) ve Cu (2.6) Fındık bitkisinde ise Zn (6) olarak tespit edilmiştir. Bu bitkilerin yaprak analizlerinde, bitki jeokimyası için Cu ve Zn elementleri en iyi sonucu vermiştir.

12) Bitki jeokimyası yapılacak bir sahada sonuçlar mutlaka toprak jeokimyasıyla kontrol edilmelidir. Ayrıca aynı birimlerin yaygın olduğu ve hiç bir cevher minerali içermeyen bir pilot sahada da uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmalıdır.

13) Tamamen örtülü olan ve bitkilerle anomali tespit edilen Konaklar Mahallesi kuzeyi daha ayrıntılı çalışılmalı ve gerekirse sondajlı aramalarla desteklenmelidir.

6. KAYNAKÇA

- 1) Hemilton, W. J., Researches in Asia Minor, Pontus and Armenia, London, 1942.
- 2) Ketin, İ., Türkiyenin Tektonik Birlikleri, MTA Yayın No: 66, Ankara, 1966, 20-34
- 3) Ketin, İ. ve Canitez, N., Yapısal Jeoloji, İ.T.Ü Kütüphanesi, 520, İstanbul, 1972.
- 4) Yalçınalp, B., Güzelyayla (Maçka-Trabzon) Porfiri Cu-Mo Cevherleşmesinin Jeolojik yerleşimi ve Jeokimyası, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Trabzon, 1992.
- 5) Gülibrahimoğlu, İ., Araklı Güneyinin Jeolojik Etüt Raporu, MTA Raporu (Yayınlanmamış), Ankara, 1986.
- 6) Boynukalın, S., Dereli (Giresun) Baraj yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçlarının Jeomekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1989.
- 7) Coğulu, E., Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrografik ve Jeokronolojik Araştırmalar, İ.T.Ü. Kütüphanesi, Yayın No: 1034, 1975.
- 8) Gedikoğlu, A., Harşit Granit Karmaşığı ve Çevre Kayaçları, Doçentlik Tezi, K.T.Ü. Yerbilimleri Fakültesi, Trabzon, 1978.
- 9) Van, A., Pontid Kuşağında Artvin Bölgesinin Jeokimyası, Petrojenezi ve Masif Sülfid Mineralizasyonları, Doktora Tezi, K.T.Ü. Jeoloji Müh. Böl., Trabzon, 1990.
- 10) Yılmaz, B. S., Trabzon Yomra Kayabaşı (Kanköy) Bakır, Kurşun, Çinko, Pirit yatağı Maden Jeolojisi Raporu, MTA Yayınları, Rap. No: 225, Ankara, 1977
- 11) Bulut, F., Çambaşı (Trabzon-Çaykara) Barajı ve Uzungöl Hidro Elektrik Santral Yerlerinin Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen. Bil. Enst., Trabzon, 1989.
- 12) Taslı, K., İkisü (Gümüşhane) İle Hamsiköy (Trabzon) Yörelerinin Jeolojisi ve Berdiga Formasyonu'nun Biyostratigrafik denestirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bil. Enst., Trabzon, 1984.
- 13) Leitch, C. H. B., Türkiye'deki İki Volkanik Kökenli Sülfid Yatağına Ait Eser Metallerin Yanal Dağılımı, Master Tezi, Çeviri, University of London, 1975.
- 14) Tokel, S., Doğu Karadeniz Bölgesinde Eosen Yaşlı Kalkalkalen Andezitler ve Jeotektonizma, TJK Bül., 20 (1977) 49-54

- 15) Aslaner, M., Türkiye Bakır, Kurşun, Çinko Yataklarının Jeolojik ve Bölgesel Sınıflamasıyla Plaka Tektoniği Yönünden İncelenmesi, K.T.Ü. Yer Bil. Fak., Yayın No: 85, 1977.
- 16) Gattinger, T. P., 1/500000 Ölçekli Trabzon Paftası ve Açıklaması, 22-26, MTA Yayını, Ankara, 1962.
- 17) Pejatoviç, S., Türkiye Karadeniz Sahil Metalojenik Zonu Piritik ve Skarn Cevher Zuhurlarının Kıymetlendirilmesi, M T A Yayını JD-2, 1979.
- 18) İğdır, İ., Sürmene, Araklı, Yomra Bölgesinin Jeolojisi, MTA Raporu No: 5022, Ankara, 1971
- 19) Alpan, T., Trabzon İli ile Of İlçesi Arasındaki Bölgenin Jeolojik Çalışması, MTA Rap. No: 1117, Ankara, 1971.
- 20) Türk-Japon Projesi, Report on Geological Survey of Trabzon Area, Northeastern Turkey, Mining Agency of Japan, Tokyo, 1977.
- 21) Yılmaz, B. S., ve Zaralioğlu, B. S., Yomra-Arsin Arası Güney Yöresi 1/10000 Ölçekli Jeoloji Haritası, M T A Enstitüsü, Rapor No:167, Ankara, 1978.
- 22) Ereren, E., ve Yılmaz, B. S., Yomra Kayabaşı Bakır Zuhurunun 1/2000 Ölçekli Jeolojik Haritasına Ait Rapor, M T A Rap. No: 292, Ankara, 1979.
- 23) Pejatoviç, S., Bakır Kurşun Çinko Yatakları Hakkında Bazı Açıklayıcı Bilgiler, MTA Enstitüsü, Raporu, JD2, Ankara, 1970.
- 24) Yılmaz, B.S., Trabzon Yomra- Kayabaşı (Kanköy) Bakır, Kurşun, Çinko, Pirit Yatağı Maden Jeolojisi Raporu 2, M T A, Rap. No: 226, Ankara, 1988.
- 25) Schultz-Westrum ve Hans H., Kuzey Doğu Anadolu'da, Doğu Pontus Cevher ve Mineral Bölgesinin Jeolojisi ve Maden Yatakları ile İlgili Mütalaalar, MTA Yayınları, Ankara, 1961.
- 26) Aslaner, M., Kor ve Kor Kıvrıntılı Kayaçlar, K T Ü Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Genel yayın No: 23, Fakülte Yayın No: 12, Trabzon 1983.
- 27) Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., Doğu Pontidlerde Üst Kretase Yaşlı Biyomikritlerin Oluşumu, Karadeniz Üniversitesi Dergisi, 1-2 (1984) 1-17.
- 28) Canon, M., La Speciation Chez les Foraminiferes Plantiques une Reponse Adaptee Aux Contraintes de l'envirent, Zittelina, 10 (1983) 671-676.
- 29) Çağatay, N., Joekimya Temel Kavramlar ve İlkeler, İkinci Baskı, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayınları, Ankara, 1983.

- 30) Sillitoe, R. H., A Plate Tectonic Model for the Origin of Porphyry Copper Deposits, Econ. Geol., 67 (1972) 184-197.
- 31) Sawkins, F. S., Sulfide Ore Deposits in Relation Plate Tectonics, Jour. of Geol., 80 (1972) 377-397.
- 32) Akalan, İ., Toprak Bilgisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, yayın No: 1058, Ankara, 1988.
- 33) Köksoy, M., Uygulamalı Jeokimya, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A/64, 368
- 34) Usta, S., Toprak Kimyası, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1387, Ankara, 1987.
- 35) Köksoy, M., Doğal Kaynakların Aranmasında Jeokimyasal yöntemler, T J K Yer Bilimleri Konferans Dizisi, 2-3, 1978.
- 36) Gatahouse, S., Russel, D. W. ve Van Moort, J. C., Sequential Soil Analysis in Expoloration Geochemistry, Journal of Geochemical Expoloratipon, 8 (1977) 483-494.
- 37) Canon, H. L., Botanical Prospecting for Ore Deposits, Science, 32, No:3427, (1960).
- 38) Timperley, M. H., Brook, R. R. ve Peterson, P. j., Prospecting for Copper and Nikel in Newzealand by Statistical Anlalysis of Biogeochemical Data, Eco. Geology, 65 (1970) 505-510.
- 39) Rose, A. W., Hawkes, H. E. ve Weeb, J.S., Geochemistry in Mineral Expoloration, Second Edition, New York, 1981.
- 40) Lewinson, A. A., Introduction to Expoloration Geochemistry, Second Edition, Applied Publishing, London, 1980.
- 41) Evans, A. M., Ore Geology and Industrial Minerals an Introduction, Blackwell Scientific Publications, Third Edition, Oxford, London, Edinburg, 1993.
- 42) Bürküt, Y., Uygulamalı Jeokimya, İ T Ü Maden Fakültesi, Birinci Baskı, Sayı 1327, 1986.
- 43) Brauns, R. ve Chudoba, K. F., Özel Mineraloji, Çeviri, İkinci Baskı, Trabzon, 1973
- 44) Siegel, F. R., Applied Geochemistry, A Wiley İnterscience Publication, 1974, 353
- 45) Temur, S., Jeolojide Veri Analizleri, Ders notları, Selçuk Üniversitesi Yayını, Yayın No: 21, Konya 1995.

- 46) Russel, D. W., ve Van Moort, J.C., Biogeochemistry and Pedogeochemistry of The White Spur Area, Near Rosobery, Tasmania, Eco. Geology, 76 (1981) 339-349.
- 47) Pollak, A., Killik-Lahanos-Karılar (Giresun) Civarından Alınan Rhododendron Küllerinin Bakır Muhtevaları, M T A Maden Etüd Şubesi, Rap. No: 2564, Ankara, 1960.
- 48) Carlisle, D. ve Cleveland, G. B., Plant As a Guide to Mineralzation, California Div. Mines Geology Spec. Rpt. 50, 31 (1958) 93-108.



6. EKLER

Ek 1 : 1/25000 Ölçekli Jeoloji Haritası

Ek 2 : 1/2000 Ölçekli Jeoloji Haritası

Ek 3 : 1/2000 Ölçekli Jeoloji Kesitleri

Ek 4 : 1/2000 Ölçekli Örnek Alım Haritası (Toprak)

Ek 5 : 1/2000 Ölçekli Örnek Alım Haritası (Bitki)



7. ÖZGEÇMİŞ

Abdurrahman LERMİ, 1971 yılında Trabzon'un Akçaabat ilçesi Gökçeler Köyünde doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini 1984 yılında köyünde, lise öğrenimini ise Trabzon Affan Kitapcıoğlu Lisesinde 1987 yılında tamamlamıştır.

1988-89 öğretim yılında K.T.Ü. M.M.F Jeoloji Müh. Bölümünde başladığı yüksek öğrenimini, Ekim 1992 yılında başarıyla tamamlamış ve aynı yıl başladığı yüksek lisans öğrenimine aynı üniversite de devam etmektedir.

Abdurrahman Lermi 1993 yılından beri Niğde Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Yabancı dili İngilizce'yi iyi derecede bilmektedir.