ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Serkan ÖZKÜMÜŞ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KURTYUVASI (OLTU-ERZURUM) BAKIR-ALTIN CEVHERLEŞEMESİNİN JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

Serkan ÖZKÜMÜŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez / /200 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza: ……	..İmza: ……..	İmza: ……
Yrd.Doç. Dr.Mustafa AKYILDIZ	Prof. Dr. Fikret İŞLER	Prof.Dr. Fevzi ÖNER
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bireysel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: MMF2007YL19

- **Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KURTYUVASI (OLTU-ERZURUM) BAKIR-ALTIN CEVHERLEŞEMESİNİN JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

Serkan ÖZKÜMÜŞ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : **Yrd. Doç.Dr. Mustafa AKYILDIZ**
Yıl : **2009, Sayfa: 64**
Jüri : **Prof. Dr. Fikret İŞLER**
Prof.Dr. Fevzi ÖNER
Yrd. Doç. Dr.Mustafa AKYILDIZ

Bu çalışma; Oltu-Narman-Tortum (Erzurum) cıvarında MTA tarafından 2004 yılında "Doğu Anadolu Polimetal Aramaları Projesi" kapsamında etütlerine başlanan Erzurum-Oltu-İnanmışköyü Cu sahasının jeolojik ve jeokimyasal çalışmalarını kapsamaktadır. Çalışma bölgesi, Doğu Pontitlerin güney kenarında Tortum-H 47a2 paftasında yer almaktadır. Çalışma alanında yaşlıdan gence doğru, Kratese öncesi ve Kratese yaşlı bazik bileşimli volkanitler, Alt Kratese ve Üst Kratese yaşlı kireçtaşları, Eosen yaşlı kırıntılı kayaçlar ve bazik bileşimli kayaçları kesen asidik ve bazik kayaçlar gözlenir. Sahadaki en genç birimler ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır. Sahada gözlenen magmatik kayaçlar alterasyon ve cevherleşmeden etkilenmişlerdir. Toprakta ve kayaçlarda saptanan yüksek Cu ile anomali düzeyindeki altın değerleri, çok yoğun olarak gözlenen hidrotermal alterasyon, porfirik dokulu asidik ve ortaç bileşimli dayklar, yer yer ağsal olarak gözlenen kuvars kalsit damar/damarcıkları, breşik yapılar ile kalkopirit ve bornit türü cevher minerallerinin varlığı, İnanmış sahanın porfiri tip Cu-Au cevherleşmelerine benzerlik gösterdiğinin önemli göstergeleridir.

Anahtar Kelimeler: Oltu, İnanmış, jeokimya, porfiri, bakır

ABSTRACT

MSc. THESIS

GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF KURTYUVASI (OLTU - ERZURUM) COPPER-GOLD MINERALIZATION

Serkan ÖZKÜMÜŞ

DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor	**: Assist. Prof. Mustafa AKYILDIZ**
Year	**: 2009, Pages: 64**
Jury	**: Prof. Fikret İŞLER**
	Prof. Fevzi ÖNER
	Assist. Prof. Mustafa AKYILDIZ

This study comprises some geological and geochemical researches of Inanmış (Oltu-Erzurum) Cu field. MTA has been proceeding geological research around Oltu-Narman-Tortum (Erzurum) district which host the study area, since 2004, in the context of "Eastern Anatolian Polymetal Exploration Project". The study area, located on the southern magrin of the Eastern Pontides, is within the topographic map sheet on the H47 a2. In the study area, from oldest to youngest, pre-Cretaceous and Cretaceous aged basic volcanics, lower and upper Cretaceous aged limestones, Eocene aged clastic rocks, and acid-basic rocks intruding basic volcanics are observed. The youngest unit in the field is Quaternary aged alluvium. Igneous rocks observed in the field have undergone intense alteration and mineralization. High Cu content and small amount of Au values detected from soul and rock samples, pervasive hydrothermal alteration, porphyry-textured acid and intermediate dykes, network of quartz – of calcite vein-veinlets, brecciated structur and the presence of chalcopyrite and bornite ore minerals indicate that Inanmıs mineralization show many similarities to porphyry type Cu-Au mineralization.

Key Words: Oltu, İnanmış, geochemistry, porphyry, copper

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans çalışması olarak yapılmıştır.

Çalışmanın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve çalışmanın tamamlanmasında büyük pay sahibi olan hocam Yrd. Doç.Dr. Mustafa AKYILDIZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Her an fikir danıştığım ve değerli katkılarını gördüğüm çalışma arkadaşlarım İsmet CENGİZ ve Mehmet ASLAN'a teşekkür ederim.

Tezin çeşitli aşamalarında desteklerini gördüğüm MTA Maden Etüt ve Arama Dairesinde görevli Hayrullah YILDIZ, Abdurrahman TABLACI, Sabriye YÜKSEL, İlhan ODABAŞI, Cahit DÖNMEZ ve Kemal REVAN'a teşekkür ederim.

MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı'na ve Kamp çalışmalarına katılan bütün arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmaların yürütülmesi sırasında sosyal hayatlarından çaldığım ailem ve tüm dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİİ VI
ŞEKİLLER DİZİNİ VII
EKLER IX
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3. MATERYAL VE METOD 7
3.1. Arazi Çalışmaları 7
3.2. Laboratuar Çalışmaları 8
3.3. Büro Çalışmaları 8
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 9
4.1. Bölgesel Jeoloji 9
4.2. Çalışma Sahasının Jeolojisi 17
4.2.1. Stratigrafi 17
4.2.1.1. Ayrılmamış Volkanitler 17
4.2.1.2. Meydantepe Kireçtaşı 18
4.2.1.3. Ezinsordere Formasyonu 21
4.2.1.4. Tortumçayı Volkaniti 21
4.2.1.5. Dağdibi Formasyonu 22
4.2.1.5.(1). Sağlıcak Çakıltaşı Üyesi 23
4.2.1.6. Magmatik Kayaçlar 24
4.2.1.6.(1). Dasit/Riyodasit 25
4.2.1.6.(2). Andezit 25
4.2.1.6.(3). Granit 25

4.2.1.7. Büyükdere Formasyonu 25
4.2.1.8. Alüvyon 26
4.3. Yapısal Jeoloji 26
4.4. Maden Jeolojisi 27
4.4.1. Alterasyon ve Doku 27
4.4.1.1. Piritleşme 29
4.4.1.2. Limonitleşme / Hematitleşme / Killeşme 30
4.4.1.3. Epidot / Kloritleşme / Kalsit 31
4.4.1.4. Silisleşme 32
4.4.2. Madencilik Tarihçesi 33
4.4.3. Cevherleşme 33
4.4.3.1. Cevherleşme Tipleri: 33
4.4.3.1.(1). Damar Tip Cevherleşme 33
4.4.3.1.(2). Çatlak ve Kırıklarda Sıvama Tip Cevherleşme 34
4.4.3.1.(3). Saçınımlı Tip Cevherleşme 34
4.4.3.2. Cevher Mineralleri 34
4.5. Jeokimya çalışmaları 39
4.5.1. Kayaç Jeokimyası 39
4.5.1.1. Bakır 40
4.5.1.2. Kurşun 41
4.5.1.3. Çinko 41
4.5.1.4. Molibden 41
4.5.1.5. Altın/Gümüş/Antimuan 41
4.5.1.6. Arsenik 41
4.5.2. Toprak jeokimyası 42
4.5.2.1. Bakır 44
4.5.2.2. Kurşun 46

4.5.2.3. Çinko 49
4.5.2.4. Molibden 51
4.5.2.5. Arsenik 53
4.5.2.6. Altın/ Gümüş/Antimuan 56
4.5.3. Korelâsyon 57
4.6. Cevher Oluşumu 58
5. SONUÇLAR 60
KAYNAKLAR 62
ÖZGEÇMİŞ 64

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 4.1. İnanmış çalışma sahasından alınan ve yüksek Cu değeri veren kaya örneklerine ait özellikler. 40
Çizelge 4.2. Çalışma sahasından alınan örneklerin tanımlayıcı istatistiki özellikleri.... 43
Çizelge 4.3 Bazı elementlerin yerkabuğunda ve toprakta ortalama bulunabilirlikleri... 43
Çizelge 4.4. Çalışma sahası toprak örnekleri Cu istatistiksel parametreleri 45
Çizelge 4.5. Çalışma sahası toprak örnekleri Pb istatistiksel parametreleri 48
Çizelge 4.6. Çalışma sahası toprak örnekleri Zn istatistiksel parametreleri 50
Çizelge 4.7. Çalışma sahası toprak örnekleri Mo istatistiksel parametreleri 52
Çizelge 4.8. Çalışma sahası toprak örnekleri As istatistiksel parametreleri 55
Çizelge 4.9. Çalışma sahası Toprak örnekleri Elementleri Korelasyonu..... 58

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Alpin orojeni üzerinde bilinen porfiri bakır maden bölgeleri 2
Şekil 1.2. Çalışma alanına ait yerbulduru haritası..... 3
Şekil 4.1. Türkiye'nin tektonik birlikleri Ketin (1966)..... 9
Şekil 4.2. Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999) 10
Şekil 4.3. Bölgedeki tektonik birliklerin ve örtü kayaların sadeleştirilmiş jeoloji haritası(Konak ve arkadaşları. 2001 den değiştirilerek alınmıştır)..... 12
Şekil 4.5. Kuzey ve Güney Eosen Havzalarının Paleocografik konumu (Konak ve arkadaşları. 2001'den değiştirilerek alınmıştır)..... 16
Şekil 4.4. Çalışma alanını sınırlayan tektonik birliklerin karşılaştırmalı Ölçeksiz stratigrafisi (Konak ve arkadaşları. 2001 den değiştirilerek alınmıştır) 16
Şekil 4.6. İnceleme alanının jeoloji haritası..... 19
Şekil 4.7. Meydantepe Kireçtaşı Bakış yönü kuzeye..... 20
Şekil 4.8. Meydantepe Kireçtaşlarında gözlenen ağsal kalsit damarları..... 20
Şekil 4.9. Ezinsordere Formasyonu ve Tortumçayı Volkanitleri arasındaki tektonik ilişki, Bakış yönü yaklaşık kuzey 22
Şekil 4.10. Zeyneller Sırtından Ayrılmamış Volkanikler, Meydantepe Kireçtaşı ve Dağdibi Formasyonuna Bakış yönü batıya 23
Şekil 4.11. Çalışma sahasındaki alterasyona genel görünüşü, bakış yönü batı..... 28
Şekil 4.12. Kurtyuvası sırtından alterasyona bakış yönü kuzeydoğu..... 28
Şekil 4.13. Ayrınmamış Volkanikler içerisinde pirit damarlarından görünüm..... 29
Şekil 4.14. Zeyneller Sırtı güney yamacında Ayrılmamış Volkanitler içerisinde gelişen limonit ve hematitleşmeden görünüm..... 31
Şekil 4.15. Ayrılmamış Volkanitler içerisinde gelişmiş epidotlaşmadan görünüm,..... 32
Şekil 4.16. Saçınımlı piritlerin parlak kesit görünümü 35
Şekil 4. 17. Masif piritlerin parlak kesit görünümü 36
Şekil 4. 18. Çatlak dolgusu şeklinde gelişmiş kalkopirit mineralinin parlak kesit görünümü 36
Şekil 4.19. Pirit kırık ve çatlaklarını doldurmuş kalkopiritin..... 37

Şekil 4. 20. Parlak kesitte pirit içinde mantetit kapanımı 38
Şekil 4.21.Pirit ve rutil kalıntıları..... 39
Şekil 4.22. Çalışma sahası Cu dağılım haritası..... 45
Şekil 4.23. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin Cu elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi..... 46
Şekil 4.24. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin Cu elementine ait olasılık eğrisi..... 46
Şekil 4.25. Çalışma sahası Pb dağılım haritası 47
Şekil 4.26. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin Pb elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi..... 48
Şekil 4.27. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin Pb elementine ait olasılık eğrisi..... 49
Şekil 4.28. Çalışma sahası Zn dağılım haritası 50
Şekil 4.29. Zn elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi 51
Şekil 4.30. Zn elementine ait olasılık eğrisi..... 51
Şekil 4.31. Çalışma sahası Mo dağılım haritası 52
Şekil 4.32. Mo elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi 53
Şekil 4.33. Mo elementine ait olasılık eğrisi..... 53
Şekil 4. 34. Çalışma sahası As dağılım haritası 54
Şekil 4.35. As elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi 55
Şekil 4.36. As elementine ait olasılık eğrisi..... 56
Şekil 4. 37 Çalışma sahası Au dağılım haritası..... 57

EKLER

Ek 1: 1/10.000 Ölçekli Jeoloji Haritası

Ek 2: 1/10.000 Ölçekli Alterasyon Haritası

Ek 3: 1/10.000 Ölçekli Cu Anomali Haritası

Ek 4: 1/10.000 Ölçekli Numune Yeri Haritası

Ek 5: Toprak Jeokimya Sonuçları

Ek 6: Petrografi Analiz Sonuçları

Ek 7: XRD Analiz Sonuçları

Ek 8: Kayaç Jeokimya Sonuçları

1. GİRİŞ

İnceleme alanı, 'Pontid ve Anatolid' tektonik bölgeleri arasında, 'Doğu Anadolu Yığışım Karmaşığının' kuzeyinde, Balkanlardan Türkiye'nin doğusuna ve buradan da İran'a uzanan yaklaşık batı-doğu uzanımlı önemli bir metalojenik kuşak içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.1).

Bu kuşak üzerinde Türkiye'de izlenen granitoyidlerle ilintili maden yatak ve zuhurları şu şekilde sıralanabilir; Demirköy (Kırklareli), Bakırçay (Amasya), Ovacık (Tunceli), Güzelyayla (Tabzon), Ulutaş (Erzurum) ve Balcılı (Artvin)'dir. Ayrıca Espiye-Lahanos, Çayeli, Kutlular, Murgul ve Cerattepe volkanik masif sülfid yatakları bu kuşak üzerinde bulunmaktadır.

Bu metalojenik kuşak içerisinde Kurtyuvası Cu sahası yakın çevresinde Güzelyayla Cu-Mo, Ulutaş Mo-Cu ve Balcılı Cu-Mo porfiri tip zuhurlar bulunmaktadır.

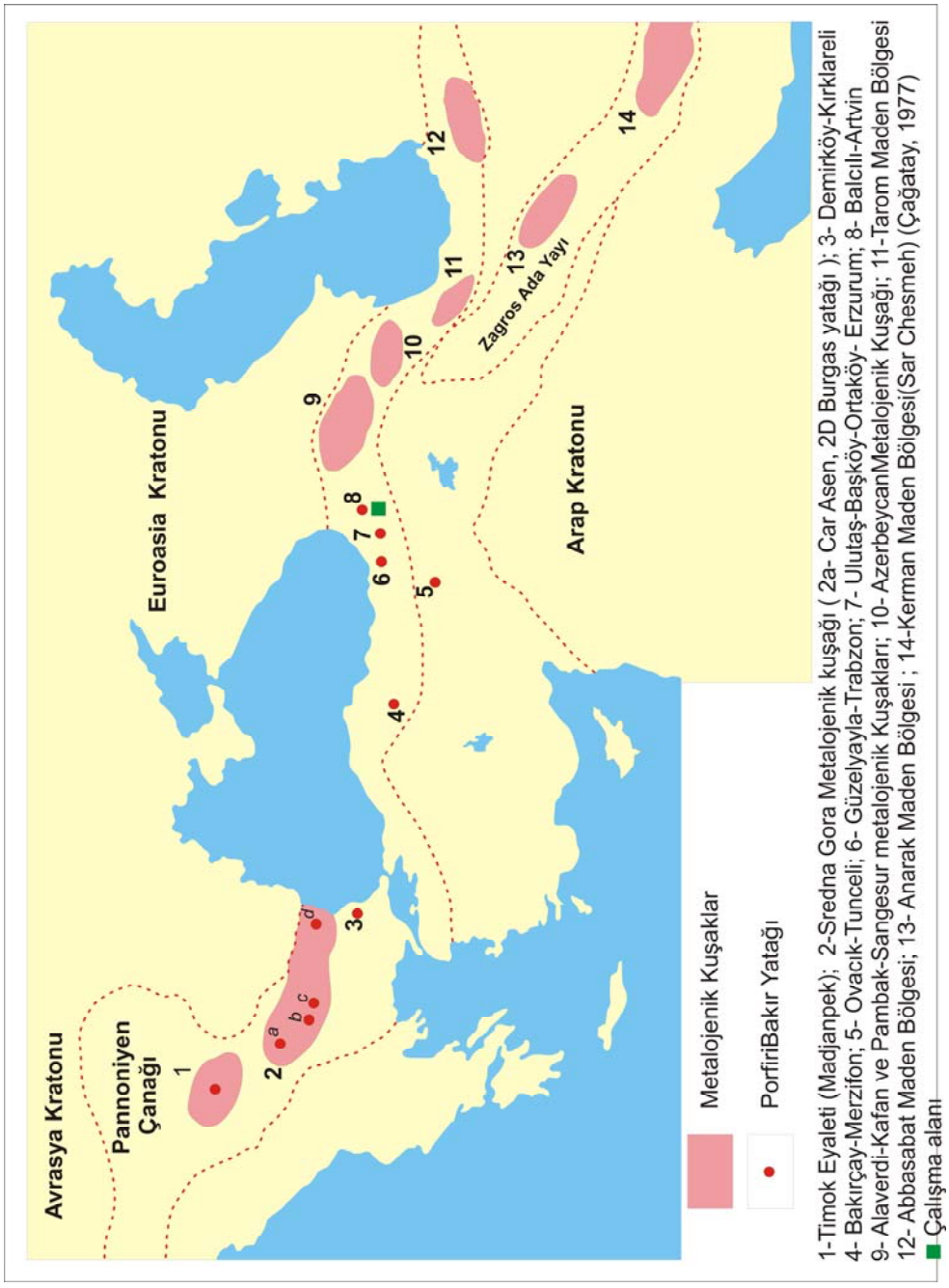
Kurtyuvası Cu sahası coğrafik olarak Erzurum İli, Oltu İlçesinin 30 km batısında, 1/25.000 ölçekli H47 a2 ve G47 d3 paftalarında yaklaşık 30 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.2).

Kurtyuvası Cu sahasına yönelik ilk çalışmalar 1936 yılında MTA tarafından yapılmış olup Romberg (1939), cevherleşmenin intrüzüflere bağlı saçınımlı tipte önemsiz bir bakır zuhuru olduğu ifade edilmiştir.

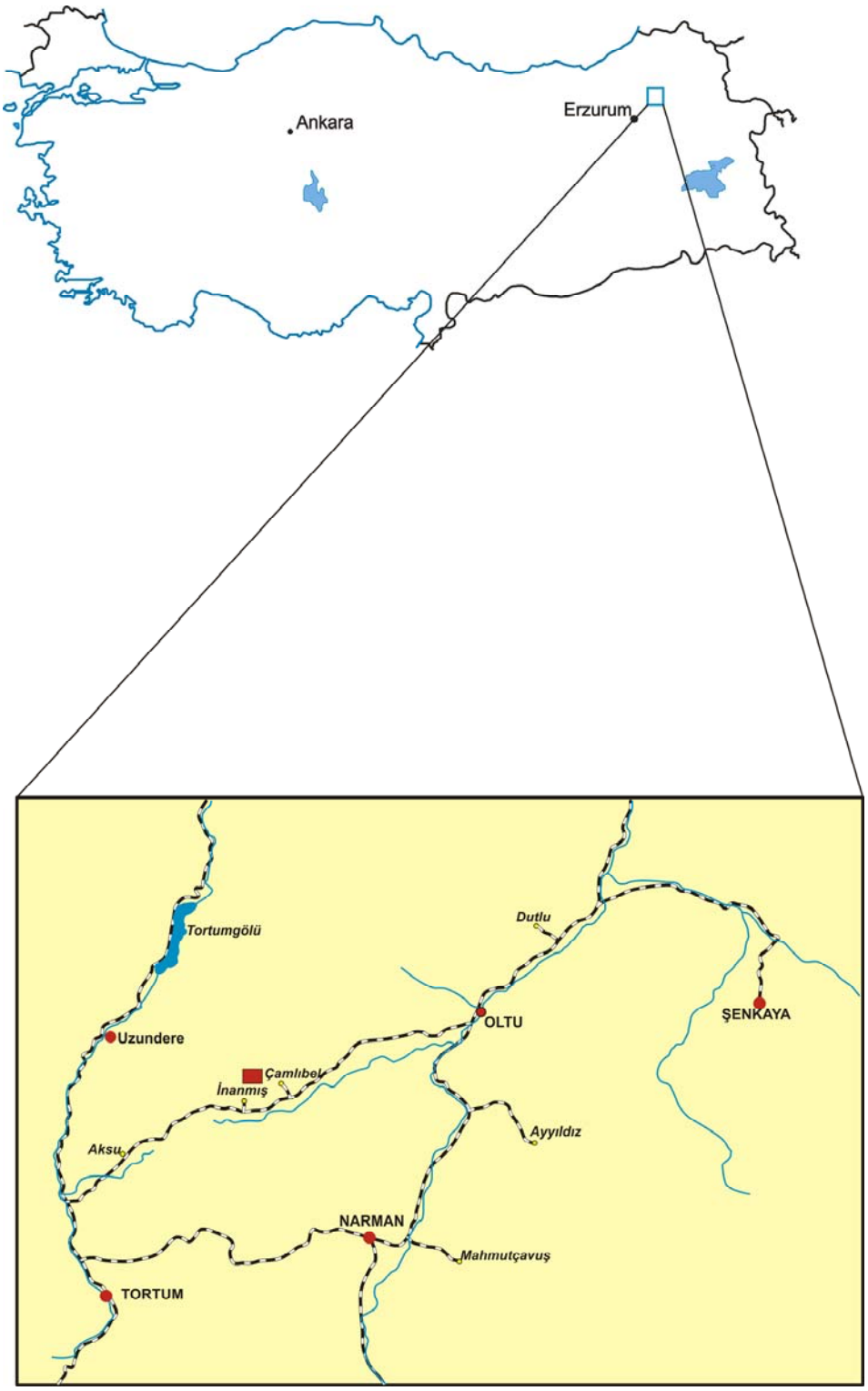
Bununla birlikte 1991 yılında MTA tarafında bölgede yapılan 'Genel Jeokimyasal Prospeksiyon' (dere sedimanı) çalışmaları sonucunda, Kurtyuvası sahasında Cu, Pb, Zn ve Mo anomalileri saptanmıştır (Cengiz ve arkadaşları 1997). Belirlenen bu anomaliler ile birlikte, yan kayaçta göz önüne alınarak, Kurtyuvası sahasının porfiri tipte olacağı varsayılarak, 1997 yılında sahada tahkik kayaç jeokimyası çalışması gerçekleştirilmiştir. Tahkik kayaç jeokimyası sonucunda sahadan Cu:>1000 ppm, Pb: 611, Zn:>1000 ppm Mo:>600 ppm, As:>600 ppm, Au:1.2 g/t, Ag: 2.9 ppm değerleri elde edilmiştir.

Sahanın ekonomik potansiyelini belirlemek amacıyla, 2004 yılından itibaren MTA tarafından detay maden arama çalışmalarına başlanmış olup çalışmalar halen devam etmektedir.

MTA tarafından yürütülen bu çalışmalara ilave olarak tez konusu bu çalışmayla minerilizasyonun cevherleşme tipinin ve yan kayaç alterasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1.1. Alpin orojeni üzerinde bilinen porfiri bakır maden bölgeleri



Şekil 1.2. Çalışma alanına ait yerbulduru haritası

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tokel (1980), Doğu Anadolu Neojen volkanizmasının jeokimyasını incelemiştir. Erzurum-Kars yöresindeki volkanizmanın Üst Miyosen'de olivin bazaltlarla başladığını, bunların lav ve kül akıntılarıyla takip edildiğini söyler. Pliyosen'de volkanik etkinliğini yinelenerek, bölgenin andezitik bileşimde örtü kayalarla kapladığını ileri süren araştırmacı, Kuvaterner'deki kalkalkalen karakterdeki volkanizmanın son evreyi oluşturduğunu belirtir.

Ketin (1983), "Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış" adlı eserinde Erzurum-Kars bölgesinde gelişen volkanizmayı iki evreye ayırmıştır. İlk volkanizma evresinin Üst Miyosen'de başlayıp, Kuvaterner'e kadar devam ettiğini, ikinci volkanizma evresinin Pliyosen'de başlayıp Kuvaterner'e kadar toleyitik örtü bazaltlarının oluşturduğunu açıklamıştır.

Koçyiğit ve Rojay (1984), Horasan-Narman dolayında yaptıkları çalışmada Kuzey Anadolu Ofiyoliti Karışığı olarak tanımlanan allokton konumlu ofiyolitli kayaların ilk yerleşiminin Erken Kretase sonu-Geç Kretase öncesi bir dönemde gerçekleştiğini ve daha sonraki dönemlerde de tektono-sedimanter yolla bir kaç evrede tekrar taşındığını ileri sürer.

Özkan ve arkadaşları (1984), Narman ilçesi batısında yer alan karadağ ofiyolitlerinde yaptıkları çalışmada, Tersiyer öncesi temelin Üst Kretase (Maastrihtiyen) yaşlı sedimanter ve volkanik kayalar ile bunlar üzerinde tektonik olarak yer alan ofiyolitik kayalardan meydana geldigini, volkanik arakatkılı kumtaşı-kiltaşı-marn ardalanması ile temsil edilen Alt-Orta Eosen çökellerin ise ofiyolitleri uyumsuzlukla örttüğünü belirtirler.

Bayraktutan (1985a, 1985b, 1994)'a göre, Narman Havzası'ndaki volkanitler andezitik ve kalkalkalen bileşimli olup, yay magmatizması özelliğindedir. Narman Havzası'nın Paleosen temelini oluşturan bu volkanitler, Alt Miyosen'de çökerek havzayı kapalı gölsel bir ortama dönüştürmüştür. Ayrıca, bu araştırmacı 1994'teki araştırmasında yörede Erken Miyosen, Pliyosen ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı olmak üzere üç ayrı volkanizmadan söz eder.

Karanis ve arkadaşları (1988), Yusufeli-Oltu-Tortum yöresinde yaptıkları jeokimyasal araştırmalar sonucunda 17 adet anomali sahası saptamışlardır.

Bulut ve arkadaşları (1989), Tortum-Narman-Oltu-Olur bölgesinin Tersiyer stratigrafisini ve kömür potansiyelini araştırmışlardır. Tersiyer öncesi temel üzerinde uyumsuzlukla yer alan Eosen yaşlı çökelleri, fliş ve sığ denizel olmak üzere iki farklı fasiyeste değerlendirirler. Eosen üzerinde uyumsuzlukla yer alan Oligo-Miyosen çökellerini Narman Formasyonu adı altında ve sekiz üyeye ayırarak incelemişlerdir. Tüf ve aglomeradan meydana gelen volkanitlerin yaşını Miyosen olarak yorumlarlar ve daha yaşlı birimler üzerine uyumsuzlukla geldiğini belirtmişlerdir.

Kılıç ve Cengiz (1990), Olur-Tortum Zonu kapsamındaki Olur Birliği'nde Alt Tersiyer yaşlı Coşkunlar Dasiti'ne bağlı olarak, doğu-batı yönlü belirli bir zon boyunca gelişen alterasyonlarda inceleme yapmışlardır. Bu alterasyon zonlarında düşük sıcaklık ürünleri olan silisleşme, piritleşme, killeşme, limonitleşme, alunitleşmenin yanı sıra hematit, kuvars, barit, jips, kalsit, kalkopirit ve galen gözlemlemişlerdir. Epitermal sisteme ait veriler bulunan bu bölgede, ayrı ayrı sahalarda yaptıkları detay çalışmalarda Au, Ag, Sb, As, Mo, Pb, Zn, Cu gibi elementlerin varlığına rastlamışlardır.

Bozkuş (1990 ve 1992), Oltu-Narman Havzası'nın kuzeydoğusunda yaptığı çalışmalarda yöredeki Tersiyer istifinin Eosen yaşlı sığ denizel çökellerle başladığını ve üste doğru volkanosedimanter kayalarla devam ettiğini belirtir.

Cengiz ve Çakır (1997), Erzurum-Tortum-Narman civarı jeokimyasal prospeksiyon raporunda, Erzurum-Tortum civarında yüzeyleyen Üst Kretase yaşlı ofiyolitik istif ve Tersiyer yaşlı volkano-tortul istifin metalojenezini incelemişler ve 11 adet anomali sahası belirlemişlerdir.

Kansız ve arkadaşları (2000), Oltu-Olur-Şenkaya yörelerinde epitermal altın yatağı aramaları yapmışlardır. Epitermal sistemin ısı kaynağını oluşturan yüzeylenmiş veya gömülü Üst Kretase-Eosen yaşlı sokulum kayaçlarının alterasyon ve cevherleşme ile ilgili olduğunu ileri sürmüşler, bu volkanik kayaların epitermal altın yatağı için önemli olabileceğini belirtmişlerdir. Buradaki cevherleşme ve alterasyonun kırık sistemiyle kontrol edildiğini vurgulamışlardır.

Konak ve arkadaşları (2001) tarafından, Oltu–Olur–Şenkaya–Narman–Tortum–Uzundere–Yusufeli–Ardanuç arasında kalan alanın ayrıntılı jeoloji haritası yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, inceleme alanının birbirleriyle tektonik ilişkili farklı litostratigrafik özellikli çeşitli birliklerden meydana geldiği saptanmıştır. Yaklaşık KD-GB doğrultulu yapısal hatlarla yan yana veya üst üste gelmiş olan ve bir kısmı Üst Paleosen'e kadar süreklilik gösteren Jura-Kretase yaşlı bu birlikler, aralarındaki ortak özellikler dikkate alınarak, Hopa-Tortum kesitinde dört zon bazında gruplandırılarak incelenmiştir. Bu zonlar kuzeyden güneye doğru Hopa-Borçka Zonu, Artvin-Yusufeli Zonu, Olur-Tortum Zonu ve Erzurum-Kars Ofiyolit Zonu olarak sıralamıştır.

3. MATERYAL VE METOD

İnceleme alanı, Doğu Anadolu bölgesinde Erzurum iline bağlı Oltu ilçesi sınırları içinde H47 a2 ve G47 d3 paftaları içinde yaklaşık 30 km^2 lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışma 2006–2007 yılları arasında arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere birbirini takip eden üç aşamada gerçekleşmiştir.

3.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları 2004-2006 yılları arasında sekiz aylık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında, çalışma alanından sistematik olarak toprak örneklemeleri alınmış ve sahanın 1/10.000 ölçekli jeoloji ve jeokimya dağılım haritaları yapılmıştır.

Yaklaşık 30 km^2'lik bir alanı kapsayan çalışmalarda, inceleme alanında gözlenen kayaçlar tanımlanmış ve bu kayaçlarda gözlenen alterasyon ve cevherleşmeler haritalanmıştır.

Jeoloji ve jeokimyasal çalışmalar için öncelikle, sırt-yamaç profilleri belirlenmiş ve profil hatları üzerinde de 50 m aralıklarla toprak örneği yerleri işaretlenmiştir. Toprak örneklemelerinde 20-25 cm çaplı çukurlar açılarak, üstteki humuslu A zonu atılıp 10-20 cm derinlikte B+C zonundan örnekler alınmıştır. Bu çalışma sırasında alterasyon ve cevherleşme açısından ilginç görülen kesimlerden kayaç jeokimya ve mineroloji-petrografi örnekleri de derlenmiştir. Profillerin başlangıç noktalarının arazi de sabit ve daha sonraki çalışmalarda bulunabilecek bir topografik / morfolojik nokta olmasına özen gösterilmiştir.

Toprak örnekleri kampta kurutularak elenmiş, elek altında (-80 meş) kalan kısmı torbalanarak analize hazır edilmiştir. Kayaç örnekleri ise doğrudan laboratuara gönderilmiş, orada kırıcılarda öğütülüp torbalanmış ve analize gönderilmiştir.

Harita alımı sırasında jeokimya, mineraloji-petrografi ve parlatma amaçlı kayaç numuneleri derlenerek litoloji tanımlamaları yapılmıştır. Alterasyonun yoğun olduğu kesimlerden XRD örnekleri alınarak alterasyon mineralleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma alanından mineraloji-petrografi amaçlı 67 adet, XRD amaçlı 15 adet, jeokimya amaçlı 578 adet toprak ve 101 adet kayaç örneği alınmıştır.

3.2. Laboratuar Çalışmaları

Saha çalışmaları sırasında alınan jeokimya amaçlı örneklerin analizleri MTA laboratuarlarında yapılmıştır. Cu (bakır), Pb (kurşun), Zn (çinko), Mo (molibden), As (arsen), Sb (antimuan) ve Ag (gümüş) elementlerinin analizi için örnekler nitrik asitte çözdürülüp sıvı haline getirilmiş ve alevli AAS (atomik absorbsiyon spektrofotometresi) ile sonuçlar tayin edilmiştir. Au (altın) elementi analizi için örnekler HBr (hidrojen brom) içinde çözdürülüp, çözünen kısım metil iso butil keton fazına alınmış ve alevli AAS ile sonuçlar tayin edilmiştir. Jeokimya laboratuarında yapılan analizlerde herbir element için ayrı ayrı belirlenmiş olan dedeksiyon limitlerinin üzerindeki değerler okunmuştur. Dedeksiyon limitleri Au: 40 ppb, As: 20 ppm, Sb: 10 ppm, Ag:1 ppm, Cu: 5 ppm, Pb: 10 ppm, Zn: 5 ppm, Mo:5 ppm olarak alınmıştır. Petrografi amaçlı alınan örneklerin incekesit ve parlatmaları MTA laboratuarlarında hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler Zeiss marka alttan aydınlatmalı mikroskop ve Leitz marka üstten aydınlatmalı mikroskop ile incelenerek çalışma alanındaki birimler mineralojik ve petrografik olarak tanımlanmış, cevher-gang mineralleri ve alterasyonlar belirlenmiştir.

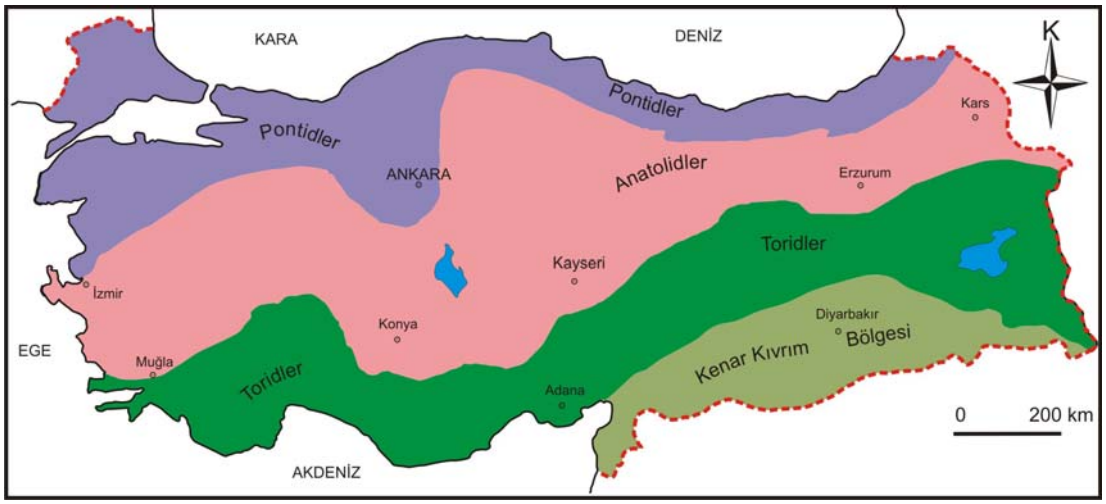
3.3. Büro Çalışmaları

Arazi çalışmaları öncesinde literatür derlemesi yapılmıştır. Büroda yapılan çalışmalarda ise arazi incelemeleri, mineralojik-petrografik incelemeler ve jeokimyasal incelemeler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek kesit, harita çizimi ve analizlere ait yorumların yapılması, gerekli kaynakların araştırılması ve tezin yazımı gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma sahası, doğu Pontit tektonik kuşağının güneyinde Anatolitlerin ise kuzeyinde yer almaktadır. Ketin (1966), dağ kuşaklarının orojenik gelişimlerini esas alarak Türkiye'yi dört tektonik birliğe ayırmıştır. Bunlar kuzeyden güneye doğru; Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar kıvrımları bölgesidir (Şekil 4.1)



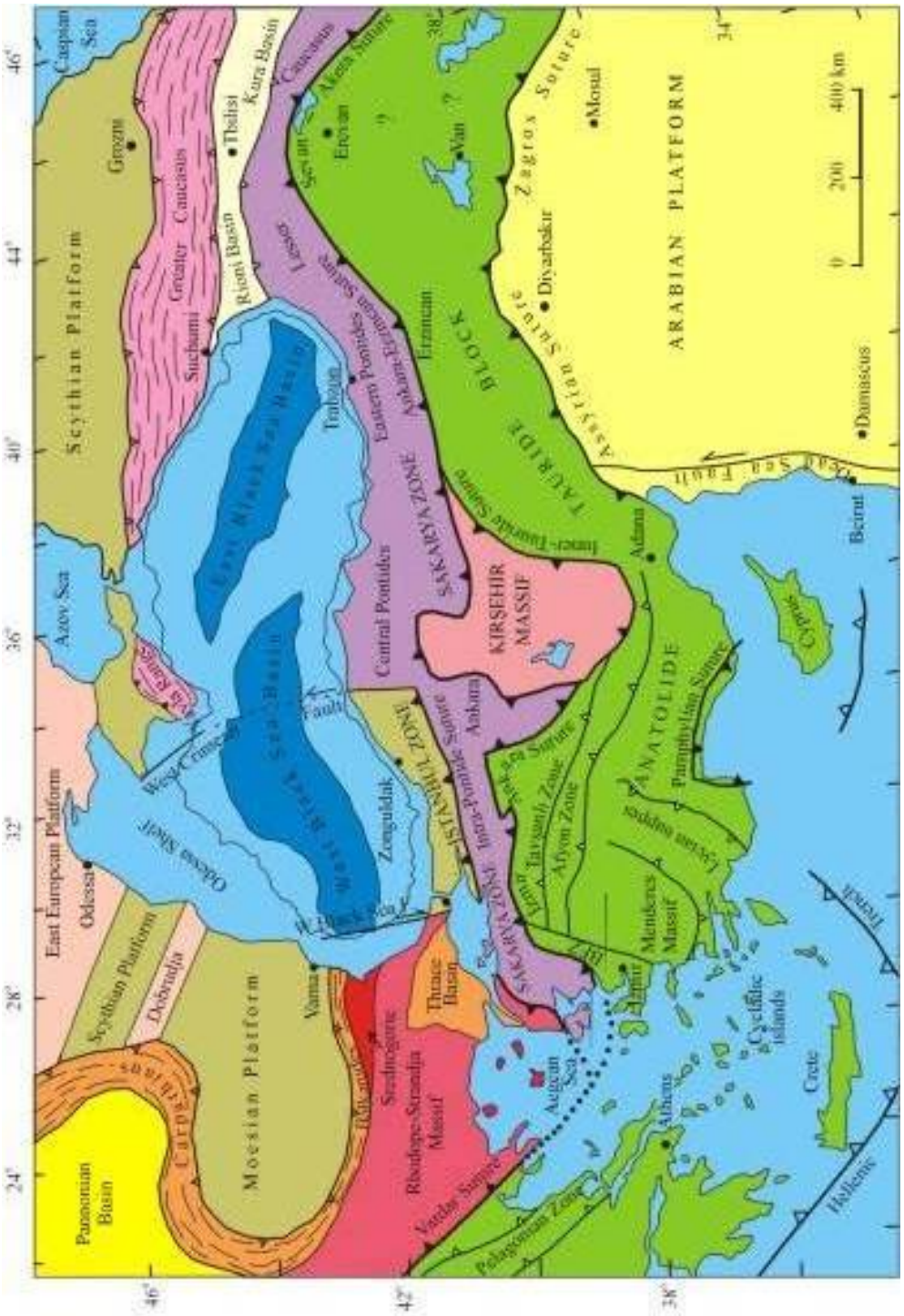
Şekil 4.1. Türkiye'nin tektonik birlikleri Ketin (1966)

Okay ve Tüysüz (1999)'ün Türkiye tektonik birliklerini irdeleyen çalışmasına göre ise çalışma alanı Ankara Erzincan Sütür zonunun güneyinde Toros bloğunun ise kuzeyinde yer alır (Şekil 4.2.).

Bölgesel jeoloji bu tez çalışmasında Konak ve arkadaşları (2001) dan olduğu gibi alınmış olup, adlamalara sadık kalınmıştır (Şekil 4.3.)

Bölgede ayrıntılı çalışma yapan Konak ve arkadaşları (2001), çalışma alanınında içinde olduğu Doğu Pontitlerin güneyinden kuzeyine doğru 4 tektonik birim ayırt etmişlerdir. Bunlar, güneyden kuzeye doğru, 1- Erzurum Kars Ofiyolit zonu 2- Olur Tortum Zonu, 3-Artvin Yusufeli, 4- Hopa Borçka zonu olarak adlandırılmıştır. Bu zonlar, Pontitlerin güneyinde yer alan Tersiyer yaşlı volkano

sedimanter havzanın kuzey kenarı boyunca düzensiz bir şekilde dilimlenerek ekaylı bir zon oluşturular. Bu zonlara ait değişik kaya birimlerini içeren ve birbirleriyle



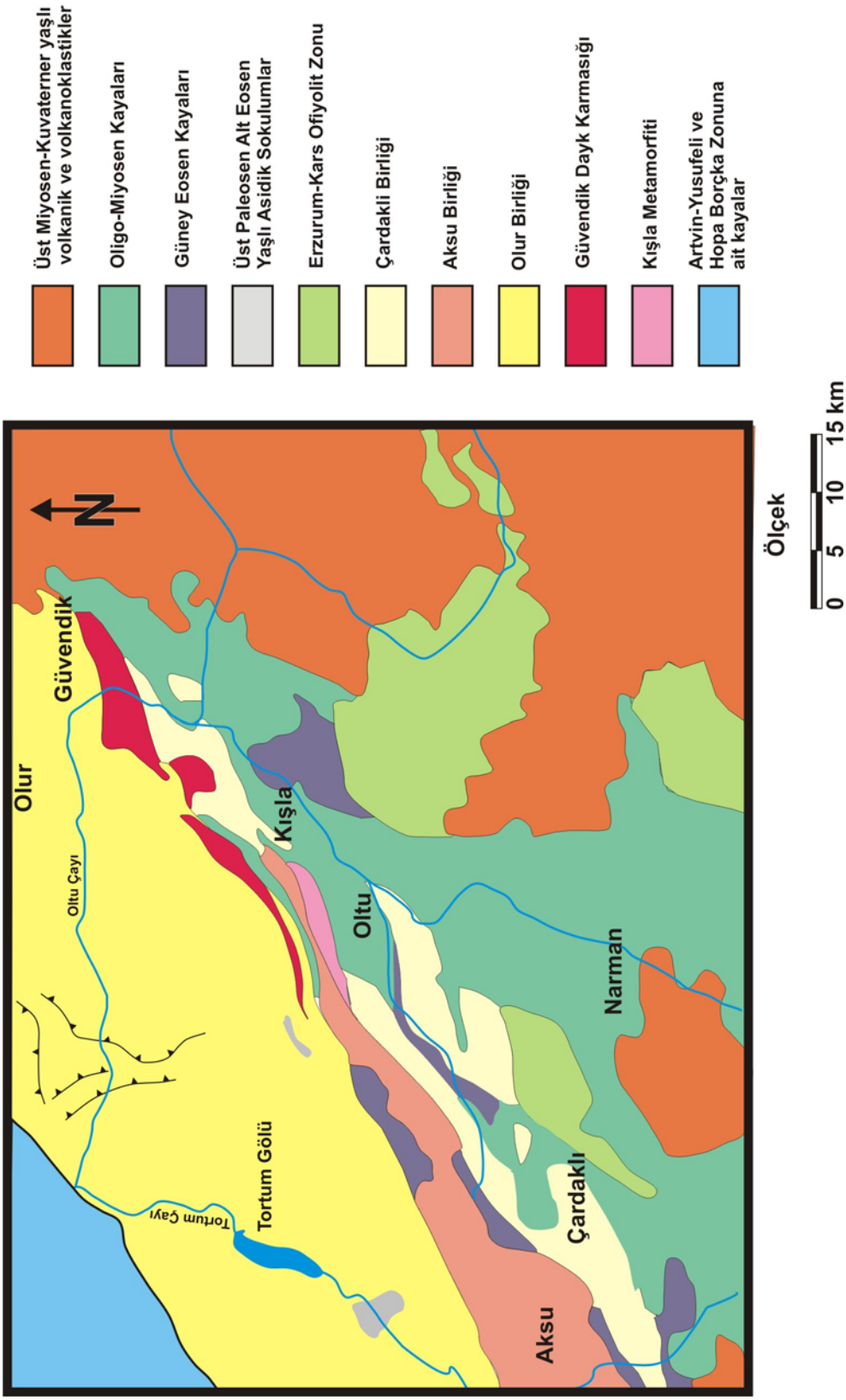
Şekil 4.2. Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999)

tektonik ilşkisi olan bu kuşağı Konak ve arkadaşları "Oltu Ekaylı Zonu" (OEZ) olarak tanımlamışlardır. Çalışma alanıda bu Oltu Ekaylı Zonu (OEZ) içinde yer alır.

En kuzeyde yer alan Hopa-Borçka Zonu, Öğdem kuzeyi-Artvin-Ortaköy (Berta) hattının kuzeyinde yayılım gösterir. Tipik olarak gözlendiği Hopa-Borçka kesitindeki en alt düzeyini Santoniyen-Kampaniyen yaşlı andezitik, dasitik lav ve piroklastikler oluşturur. Üste doğru Üst Kampaniyen-Alt Maastrihtiyen'de türbiditik çökellerle, Alt-Orta Maastrihtiyen'de türbidit arakatkılı killi kireçtaşlarıyla, Orta Maastrihtiyen-Paleosen'de çamurtaşları ve biyomikritlerle temsil edilen istif ortaç ve asidik bileşimli volkanit ve volkano-klastiklerin egemen olduğu Eosen kayaları tarafından uyumsuzlukla örtülür.

Hopa-Borçka Zonu'nun güneyinde yer alan Artvin-Yusufeli Zonu birbirleriyle tektonik ilişkili altı birliği kapsar. Kuzeybatıdan güneydoğuya doğru Öğdem, Zeytinlik, Madenler, Ardanuç, Üçsu ve Günyayla birlikleri şeklinde sıralanan bu ünitelerin arasında Jura öncesi temele ait iki farklı kaya birimi tektonik dilim halinde yer alır. Bu kayalardan olası Prekambriyen-Alt Paleozoyik yaşlı gnays ve mikaşistler Harsdere Metamorfiti olarak tanımlanmıştır. Gabro ve diyabaz özellikli yan kayasının diyabazik, tonalitik, dasitik, aplitik ve granitik bileşimli çeşitli dayk ve damarlar tarafından sıkça kesilmesiyle oluşan magmatik kompleks ise Demirkent Dayk Karmaşığı adıyla ayırtlanmıştır.

Birbirleri üzerine güneydoğudan kuzeybatıya doğru itilmiş olan ünitelerden en kuzeyde yer alan Öğdem Birliği'nin en alt düzeyini olası Dogger yaşlı bazik-ortaç özellikli lav ve piroklastikler oluşturur. Bunların üzerine uyumsuz olarak gelen yelpaze deltası karakterli çökeller başlıca kırmızı konglomeralardan oluşur. Arasında Malm ve Barremiyen-Apsiyen yaşlı olmak üzere iki resifal kireçtaşı düzeyi içeren istifin daha üst kesimi gözlenmez.



Şekil 4.3.Bölgedeki tektonik birliklerin ve örtü kayaların sadeleştirilmiş jeoloji haritası(Konak ve arkadaşları. 2001 den değiştirilerek alınmıştır)

Daha güneydeki Zeytinlik Birliği'nin temelini olasılı Alt-Orta Karbonifer yaşlı granitoyidler oluşturur. Bu temel üzerine tartışmalı bir uyumsuzlukla gelen Liyas-Dogger istifinin alt kesimi kırıntılı kayalarla, üst kesimi ise bazalt bileşimli spilitik volkanitlerle temsil edilir. Bunları uyumsuzlukla örten karasal çökeller üste doğru Malm yaşlı resifal kireçtaşlarına, daha üstte ise andezitik lav ve piroklastiklere geçer. Turoniyen ile başlayan Üst Kretase volkano-sedimanter istif alttaki birimleri uyumsuzlukla örter.

Zeytinlik Birliği üzerine güneydoğudan bindiren Madenler Birliği'nin en alt düzeyini Dogger yaşlı bazik-ortaç karakterli volkanitler ve kırıntılı kayalar oluşturur. Bunların üzerine uyumsuzlukla gelen kırmızı renkli yelpaze deltası çakıltaşları ve kumtaşları alt düzeylerde Malm yaşlı resif merceklerini, üst kesiminde ise Valanjiniyen yaşlı kireçtaşlarını bulundurur. Bunların da üzerinde uyumsuzlukla yer alan ve yarı pelajik kireçtaşı ve çamurtaşı aradüzeyleri içeren Üst Kretase yaşlı volkano-sedimanter istifi, Geç Kampaniyen-Erken Maastrihtiyen'de transgresif olarak sığ denizel kireçtaçları örter. Orta Paleosen'e kadar çökelimini sürdürmüş olan bu kireçtaşları ise Orta-Geç Paloesen'de kumtaşı arakatmanlı silttaşı-marn istifine geçer.

Litostratigrafik bazı farklılıklarla Madenler Birliği'ne benzeyen ve Senoniyen'den daha yaşlı birimlerin gözlenmediği Ardanuç Birliği'de, Geç Kampaniyen-Üst Paleosen istifini Alt Eosen sığ denizel çökelleri uyumsuzlukla örter.

Kuzeydeki Ardanuç Birliği ile güneyindeki Günyayla ve Olur birlikleri arasında yer alan Üçsu Birliği'nin en alt düzeyini olası Dogger yaşlı bazik-ortaç karakterli volkanitler oluşturur. Üstte uyumsuz olarak yer alan Malm yaşlı platform karbonatları yanal yönde sığ denizel kırıntılılara geçer. Üstte keskin bir dokanakla yer alan Üst Kretase yaşlı andezitik-bazaltik volkanitler, üst düzeylerinde kumtaşı-marn-killi kireçtaşı ardalanmasından oluşan merceksel ara düzeyler içerir.

Artvin-Yusufeli Zonu'nun en güneyindeki Günyayla Birliği'nin en alt düzeyini olası Dogger yaşlı bazaltik volkanitler ve bunlarla girik kırıntılı kayalar oluşturur. Üstte uyumsuzlukla yer alan Malm-Alt Kretase istifi altta karasal kırıntılılarla başlar

ve üste doğru resif mercekli sığ denizel kırıntılılarla devam eder. Alttaki tüm birimleri uyumsuzlukla örten Üst Kretase kayaları Turoniyen'de resifal kireçtaşı mercekli sığ denizel kırıntılılarla, Koniyasiyen-Santoniyen'de yarı pelajik kireçtaşlarıyla, Üst Santoniyen'de lav ve tüf arakatkılı kumtaşı-silttaşı-marn ardalanmasıyla ve daha üstte tüf ve epiklastik arakatmanlı killi kireçtaşı ve marnlarla temsil edilir.

Kuzeydeki Artvin-Yusufeli Zonu ile güneydeki Erzurum-Kars Ofiyolit Zonu arasında yer alan Olur- Tortum Zonu birbirleriyle tektonik ilişkili üç birliği kapsar. Kuzeybatıdan güneydoğuya doğru Olur, Aksu ve Çardaklı birlikleri olarak sıralanan bu üniteler Oltu-Balkaya Tersiyer havzasının kuzeyi boyunca düzensiz bir şekilde dilimlenerek Oltu Ekaylı Zonu'nu oluştururlar. Bu zon boyunca Jura öncesi temele ait iki farklı kaya birimi tektonik dilimler şeklinde yer alır. Bunlardan pelitik kökenli, düşük dereceli metamorfik şistlerle temsil edilenler Kışla Metamorfiti olarak tanımlanmış, ilksel ilişkisi gözlenemeyen gnays, amfibolit, metagabro ve metabazitlerden meydana gelen yan kayanın diyoritik, tonalitik, dasitik, aplitik, pegmatitik, granitik ve diyabazik dayk ve damarlarca sıkça kesilmesiyle oluşan magmatik kompleks Güvendik Dayk Karmaşığı adıyla ayırtlanmıştır.

Olur-Tortum Zonu'nun en kuzeyindeki Olur Birliği en altta olası Dogger yaşlı, birbirleriyle girik bazik-ortaç-asidik karakterli volkanitlerle başlar. Bunların üzerinde keskin bir dokanakla yer alan Oksfordiyen-Berriyasiyen yaşlı deltayik ve türbiditik kırıntılılar Berriyasiyen-Apsiyen'de yarı pelajik çörtlü karbonatlara, Apsiyen-Santoniyen'de kumtaşı-silttaşı-marn ardalanmasına geçer ve bunların üzerinde yanal yönde kamalanan ortaç karakterli volkanitler yer alır. Santoniyen–Maastrihtiyen döneminde marn ve killi kireçtaşlarıyla devam eden istif Alt-Orta Paleosen'de neritik kireçtaşlarıyla, Üst Paleosen'de ise türbiditik kumtaşı ve kireçtaşı arakatmanlı marn ve silttaşlarıyla temsil edilir ve Üst İpresiyen'de karasal/sığ denizel kırıntılılar tarafından açısal uyumsuzlukla örtüIür.

Daha güneydeki Aksu Birliği'nin gözlenebilen en alt düzeylerini oluşturan Malm yaşlı türbiditler ve bunların üzerinde geçişli olarak yer alan Alt Kretase yaşlı yarı pelajik kireçtaşları Olur Birliği istifiyle benzerdir. Farklılık sunan Üst Kretase

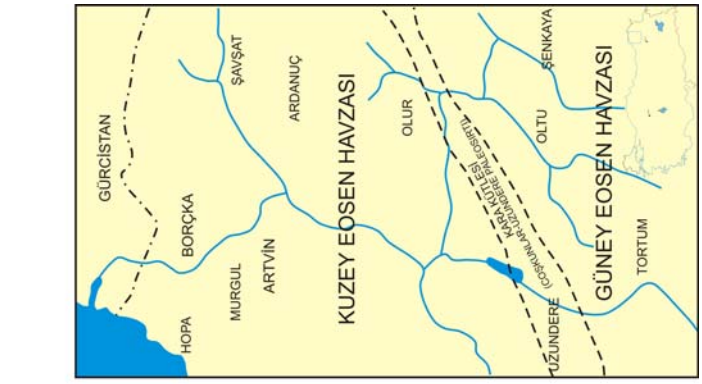
istifinin alt kesimi siltli-kumlu-killi kireçtaşı, silttaşı ve kumtaşı ardalanması, üst kesimi ise bazik volkanitlerle temsil edilir.

En güneydeki Çardaklı Birliği'nin alt kesimini olası Dogger yaşlı bazik lav ve volkano-klastikler oluşturur. Bunların üzerinde keskin bir dokanakla yer alan Malm-Alt Kretase yaşlı sığ denizel karbonatlar, türbiditik çökellerle yanal yönde girik ve düşey yönde geçişlidir. Bu istifle doğrudan ilişkisi gözlenemeyen ve altta kireçtaşı mercekli flişle, üstte ise neritik kireçtaşlarıyla temsil edilen Üst Kretase çökelleri Çardaklı Birliği'nin en üst kesimi olarak yorumlanmıştır. Tüm bu birlikler Geç Paleosen-Erken Eosen'de dasitik sokulumlarla kesilmiştir.

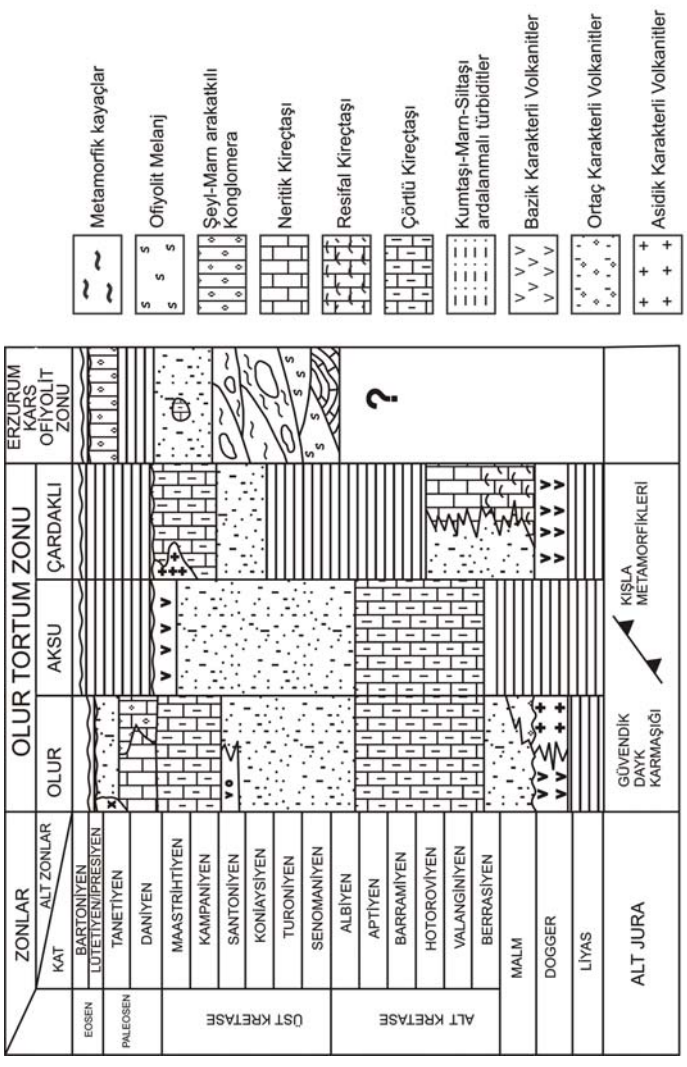
En güneydeki Erzurum-Kars Ofiyolit Zonu tipik bir yığışım karmaşığı özelliğindedir. İnceleme alanındaki kesimi Kırdağ-Karadağ Birliği olarak nitelendirilen bu zon boyunca gabro, mikrogabro, diyabaz, peridotit, ofiyolitli melanj, glokofanlı yeşil şist, dinamometamorfik / ankimetamorfik çökeller ve granitik kayalar tektonik olarak birbirleriyle ekaylanmıştır. İlk tektonik biçimlenmesini Kampaniyen öncesinde kazanan bu zondaki gabrolar üzerinde uyumsuzlukla yer alan ve altta karasal/sığ denizel çökellerle başlayıp, üste doğru olistolitli türbiditik çökellerle devam eden Kampaniyen istifini ofiyolitik kayaların tektonik olarak üzerlemesi, ofiyolitik kayaların, izleyen dönemlerde yeniden aktarıldığını belgeler.

Konak ve arkadaşları (2001), Coşkunlar (Olur)-Uzundere hattının kuzeyinde ve güneyinde iki farklı Eosen istifi (Şekil 4.5). Alt Eosen ile başlayan, altta karasal ve sığ denizel kırıntılılarla üstte ise volkanit arakatkılı delta ve denizaltı yelpazesi çökelleriyle temsil edilen Kuzey Eosen istifi Olur Birliği üzerinde açısal uyumsuzlukla yer alır. Güneydeki Eosen istifi kuzeydekinden tamamen farklıdır. Burada kaba taneli denizaltı yelpazesi/yelpaze deltası karakterli çökellerle temsil edilen ve Kırdağ-Karadağ Birliği kapsamındaki kayalarla tektonik ilişkili olan Üst Paleosen (?)-Alt Eosen istifini, Bartoniyen-Priyaboniyen yaşlı volkanik arakatkılı sığ denizel kırıntılı kayalar açısal uyumsuzlukla örter. Daha üstte uyumsuzlukla yer alan Oligosen-Orta Miyosen yaşlı fluviyal ve gölsel çökeller volkanik arakatkıları ile kömür ve jips içermektedir. İnceleme alanında Üst Miyosen yaşlı volkano-

sedimanter ve volkanik kayalar daha eski tüm birimleri açılı uyumsuzlukla örtmektedir.



Şekil 4.5.Kuzey ve Güney Eosen Havzalarının Paleocografik konumu (Konak ve arkadaşları. 2001'den değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 4.4.Çalışma alanını sınırlayan tektonik birliklerin karşılaştırmalı Ölçeksiz stratigrafisi (Konak ve arkadaşları. 2001 den değiştirilerek alınmıştır)

4.2. Çalışma Sahasının Jeolojisi

4.2.1. Stratigrafi

Çalışma alanında yaşlıdan gence doğru, Kratese öncesi ve Kratese yaşlı bazik lavlar ve piroklastik kayaçlar, Alt Kratese ve Üst Kratese yaşlı kireçtaşları, Eosen yaşlı kırıntılı kayaçlar ve dayk şeklinde asidik ve bazik kayaçlar gözlenir. Sahadaki en genç birimler ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

Buna göre, sahada gözlenen Kratese öncesi bazik volkanitler, "Ayrılmamış volkanitler", Alt Kratese yaşlı kireçtaşları "Meydantepe Kireçtaşı ", bunun üzerine uyumlu olarak gelen yine Alt Kratese yaşlı kireçtaşı "Ezinsordere Formasyonu " Üst Kratese yaşlı bazik volkanitler "Tortumçayı volkaniti", çakıltaşı, kumtaşı, marn ile temsil edilen kırıntılı birim "Dağdibi Formasyonu" olarak alınmıştır.

Sahada ayrılmamış volkanitleri dayk ve kafalar şeklinde keser gözlenen dasitik/andezitik ve riyolitik kayaçlar, Konak ve arkadaşları (2001), tarafından tanımlanan altere ve cevherli, Geç Paleosen- Erken Eosen yaşlı Coşkunlar Dasitine benzerlik gösterirler. Ancak adı geçen yazarlar, ayrılmamış volkanitlerin içinde Üst Eosen-Oligosen volkanizmasına ait tektonik dilimlerin olma olasılığını da belirtirler. Böylesi bir olasılığın var olması durumunda, yani ayrılmamış volkanitler içinde tanımlanamayan olası Eosen–Oligosen volkanizmasını kesen asidik ve andezitik bileşimli kayaların Oligosen'den genç, en azından Miyosen yaşlı olması gerekmektedir. Dayk ve kafalar şeklinde ayrılmamış volkanitleri kesen dasitik, andezitik ve granitik kayalar şimdilik, granit/dasit/andezit/riyolit başlığı altında içerdiği cevherleşme ve alterasyon, element analiz değerleri ve mikroskopik özellikler gibi parametrelerin ışığında değerlendirilecektir. Sahada gözlenen en genç birim ise alüvyonlardır.

4.2.1.1. Ayrılmamış Volkanitler

Konak ve arkadaşları (2001) tarafından, Çardaklı, Aksu ve Olur birliklerine ait değişik yaştaki bazaltik ve andezitik volkanitlerin yanal veya yatay hareketler sonucu dilimlenerek ayırtlanamayacak şekilde bir araya gelmesiyle oluşan ekaylanmış volkanik kaya topluluğu **"Oltu Ekaylı Zonu Ayrılmamış Volkanitleri**"

olarak tanımlanmıştır (Konak ve arkadaşları 2001). Ancak bu çalışmada ayrılmamış volkanitler olarak tanımlanan kaya birimleri içinde değişik tane boyutuna sahip çakıllar içeren piroklastik kayaçlarda gözlenmiştir. Bu kayaçlar, ince taneli 1-2mm den 15 cm ye kadar değişen yuvarlak ve köşeli çakıllar içermektedir. Çakıllar genellikle pirit, kalkopirit içeren kayaçlardan oluşmaktadır.

Ayrılmamış volkanitler, çalışma sahasında geniş alanlarda mostra vermektedir. İnanmış köyü batısı ile Çamlıbel köyü arasında yaklaşık 2.5 km genişliğinde uzanır. Pedüt T., Turulun D., Kurtyuvası sırtı, Yaylabaşı T., Küçük T., Atmacaçukuru T., Sarıgüney T. ve Kurtyuvası T. civarında tipik yüzeylemeler sunarlar. Makroskopik olarak yeşilimsi siyahımsı renklerde gözlenir. Klorit ve epidot mineralleri içermeleri nedeniyle yeşilimsi renkleri ile arazide kolaylıkla tanınırlar. Genellikle bazalt karekterinde olup bazen gaz boşluklarında beyazımsı zeolit olduğu düşünülen ikincil mineral oluşumlarına rastlanır. Bu özellik, Kurtyuvası T. ve Pedüt T. cıvarında gözlenir. Bu volkanitler her zaman, saçınımlı ve damarcıklar ya da kırık ve çatlak dolgusu şeklinde pirit içerikli olarak gözlenirler.

Çalışmalar sırasında "bazik volkanit" diye tanımlanan ve haritalanan bu birimden 23 adet petroğrafi örneği alınmış, ancak mikroskop tayinlerinde, "altere bazik volkanit"," bazalt", "diyabaz", "lapilli tüf" olarak tanımlanmıştır (EK: 6a). İnce kesitte kayaçlar, genellikle porfirik dokulu olarak gözlenmiştir

4.2.1.2. Meydantepe Kireçtaşı

Konak ve arkadaşları (2001), tarafından yer yer çört bantlı, killi mikritlik kireçtaşlarına Meydantepe Kireçtaşı adı verilmiştir. Çalışma sahasında İnanmış köyünü içine alacak şekilde batıda Gediklerin Tepe, doğuda ise Sarıgüney Tepe de yüzeylenerek kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu olarak uzanır. Makroskopik olarak pembemsi ve bej renkli, masif, tektonik hatlarda ezik, breşik ve ağsal kalsit damarcıklı olarak gözlenir (Şekil 4.7 ve 4.8). Ayrılmamış volkanitler ve dasitik kayaçlarla olan dokanaklarında, yoğun hematit ve limonit oluşumu ile belirgin ince bir pişme zonu gelişmiştir. Birimden alınan 1 adet petrografi örneği, kumlu fosilli kireçtaşı olarak tanımlanmıştır (Ek:6b).



Şekil 4.6. İnceleme alanının jeoloji haritası



Şekil 4.7. Meydantepe Kireçtaşı Bakış yönü kuzeye



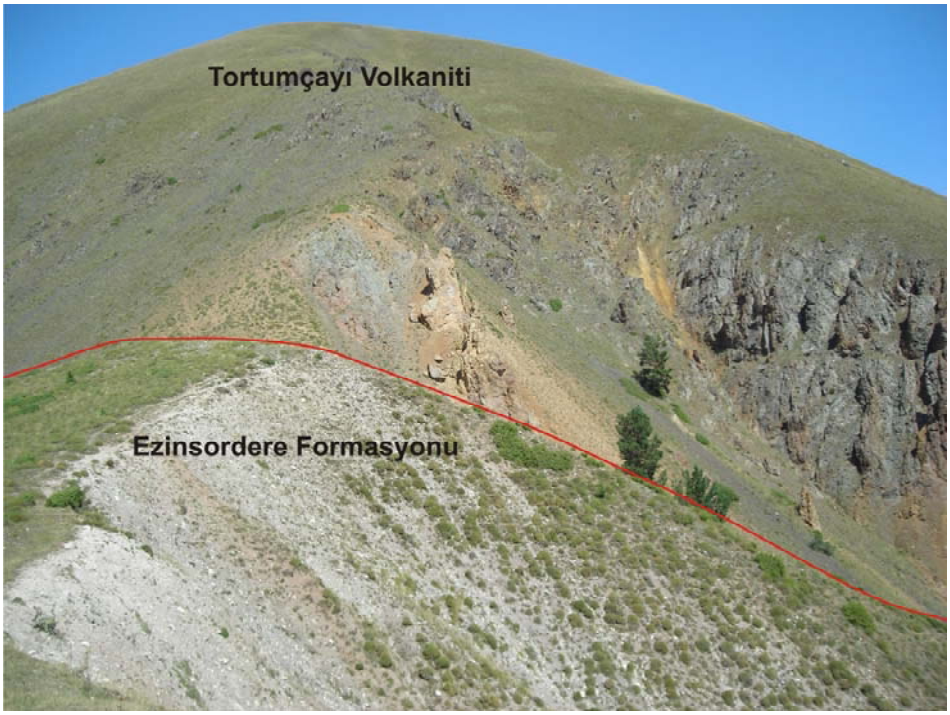
Şekil 4.8. Meydantepe Kireçtaşlarında gözlenen ağsal kalsit damarları

4.2.1.3. Ezinsordere Formasyonu

Konak ve arkadaşları (2001), tarafından marn, kumlu-killi kireçtaşı, silttaşı ve kumtaşı ardalanması Alt Kratese yaşlı Ezinsordere Formasyonu adı altında ayırtlanmıştır. Çalışma sahasında Küçük T.'nin batısında bulunan Küçük derede yüzeylenmektedir. Makroskopik olarak, gri, bej, pembe ve sarımsı beyaz renkli, killi-kumlu kireçtaşları ile gri, yeşil-sarımsı kahverengi kumtaşı, silttaşı ve marnların ardalanmasından oluşur.

4.2.1.4. Tortumçayı Volkaniti

Çoğunlukla yastık yapılı spilitik ve bazaltik lavlarla temsil edilen Maastrihtiyen yaşlı bazik volkanik kayalar Tortumçayı Volkaniti olarak tanımlanmıştır (Konak ve arkadaşları, 2001). Çalışma sahasının kuzeyinde Karadağı Tepede yüzeylenen birim kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu tektonik hatlara parelel gözlenmektedir (Şekil 4.9). Genellikle spilitik ve bazaltik lavlardan oluşan birim koyu yeşil, koyu gri ve siyahımsı rengi ve göreceli dik topografyası ile dikkati çeker. Alterasyon zonlarında kırmızımsı ile kirli sarımsı arası renkler baskındır. Taze yüzeyleri ise koyu yeşilimsi-siyahımsıdır. Yer yer spilitik karakterde olan Tortumçayı Volkaniti Karadağ Tepe dolayında olduğu gibi, bazan diyabazik veya mikrogabroyik özellikler sergilemektedir.



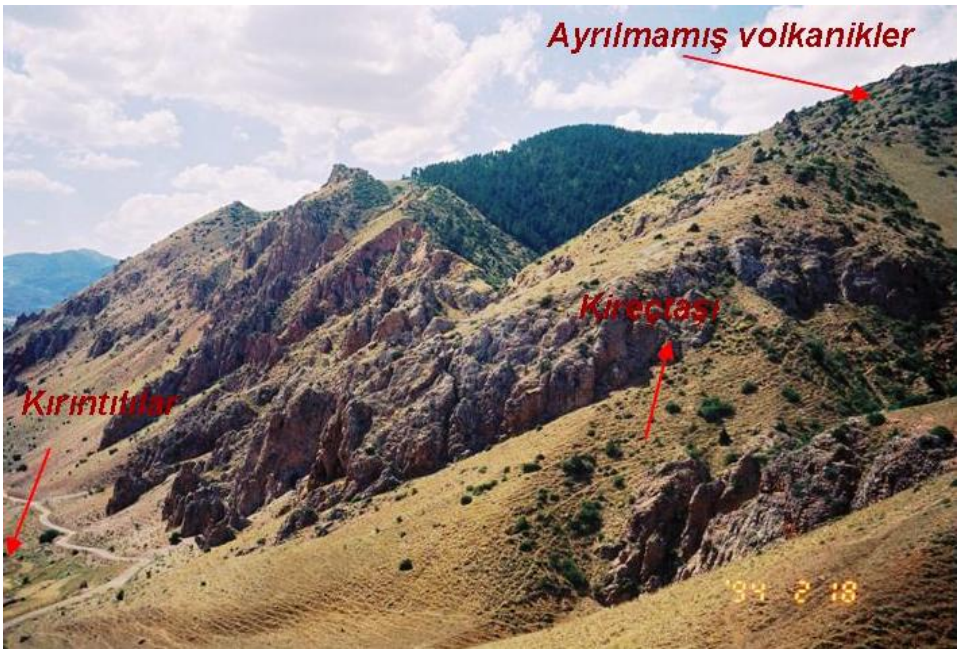
Şekil 4.9. Ezinsordere Formasyonu ve Tortumçayı Volkanitleri arasındaki tektonik ilişki, Bakış yönü yaklaşık kuzey

Boşlukları kalsit, zeolit ve ikincil kuvarsla doldurulmuş spilit ve spilitik bazaltların altere zonlarında küçük pirit kristallerine rastlanır. Özellikle tektonik zonlara yakın kesimler kalsit damarları tarafından sıkça kesilmiştir. Bazalt olarak değerlendirilen birim, petrografik tayinde, diyabaz olarak tanımlanmış ve alterasyondan etkilendiği saptanmıştır (Ek: 6c).

4.2.1.5. Dağdibi Formasyonu

Çalışma alanında İnanmış köyünün güney ve güneydoğusunda gözlemlenen konglomera kumtaşı ve marn ile çalışma alanının kuzeyinde Tortumçayı Volkanitleri ve Ayrılmamış Volkanitler dokanağında tektonik olarak bulunan çakıltaşı Konak ve arkadaşları (2001), tarafından Dağdibi Formasyonu olarak tanımlanan birimlere ait litolojilerdir (Şekil 4.10). Dağdibi formasyonunun kumtaşı marn ile temsil edilen birimleri makroskopik olarak gri-sarı-yeşil renkli, sahanın kuzeyinde yeralan çakıltaşı üyesi ise beyazımsı grimsi renklerde izlenirler. Çakıltaşı birimi Konak ve

arkadaşları (2001), tarafından Dağdibi Formasyonunun "Sağlıcak Çakıltaşı" üyesi olarak adlandırılmıştır.



Şekil 4.10. Zeyneller Sırtından Ayrılmamış Volkanikler, Meydantepe Kireçtaşı ve Dağdibi Formasyonuna Bakış yönü batıya

4.2.1.5.(1). Sağlıcak Çakıltaşı Üyesi

Dağdibi Formasyonu'na ait taban çakıltaşları Konak ve arkadaşları (2001), tarafından Sağlıcak Çakıltaşı Üyesi adı altında ayırtlanmıştır. Sağlıcak Çakıltaşı üyesi çalışma sahasında Yaylabaşı Tepe ve Kurtyuvası Tepenin kuzeyinde, Karadağı Tepenin güneyinde yüzeylenmekte olup kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanmaktadır. Birimin egemen kayatürü sarı-gri-yeşil renkli, kalın veya belirsiz katmanlı çakıltaşlarıdır. Bileşenleri genel olarak üzerinde depolandığı birimin litolojisine bağlı olarak yer yer değişim göstermekle birlikte, çoğunlukla andezitik ve bazaltik volkanitler, Alt Kretase yaşlı kireçtaşları, daha az oranda da granitler ve metamorfik kayalardan türemiştir. Blok boyu gerecin de yer aldığı birim kötü boylanmalı olup çakıllar az yuvarlaklaşmıştır. Hamurunu kum-çakılcık boyu gerecin

oluşturduğu çakıltaşlarında büyük ölçekli çapraz katmanlanma da gözlenir. Sağlıcak Çakıltaşı Üyesinin yaşını Bozkuş (1990) Üst Eosen olarak belirtir.

4.2.1.6. Magmatik Kayaçlar

Çalışma alanında asit ve bazik magmatik kayaçlar görülür. Çalışma alanındaki magmatik etkenlik genel olarak Orta Jura, Üst Kretase ve Miyosen dönemlerinde gelişmiştir. Porfirik dokulu olarak gözlenen asit ve bazik magmatik kayaçların varlığı, bu kayaçlarda alterasyon sonucu gözlenen piritleşme, limonitleşme hematitleşme, kloritleşme, killeşme silisleşme ile epidotlaşma sahada bir hidrotermal alterasyona işaret etmektedir. Bunun yanında sahada magmatik kayaçlarda gözlenen kalkopirit, bornit malakit gibi mineraller hidrotermal alterasyona cevherleşmeninde eşlik ettiğinide göstermektedir. Çalışma alanında, bazik volkanitleri kesen piritli altere riyolitik dasitik andezitik ve granitik daykların varlığı magmatizmanın çok evreli olarak geliştiğini göstermesi açısından önemlidir.

Çalışma sahasında izlenen asidik ve bazik kayaların daha derinde gömülü bir granitik intrüzyonun yüzeydeki eşlenikleri olduğu düşünülmektedir.

Sahada gözlenen bazik volkanik kayaçlar ise, bazalt ve diyabazdır.

Çalışma alanında, ayrılmamış altere bazik volkanitleri keser biçimde gözlenen porfirik dokulu kayaçlar, intrüzif kayaçlar başlığı altında incelenmiştir. Çalışma sahasında değişik boyutlarda, dayk ve yaklaşık oval biçimli olarak gözlenir. Bu kayaçlar sahada Komusar T., Sarıgüney T., Yaylabaşı T. ve Kurtyuvası T. gibi yükseltileri oluşturur. Bunun yanında vadi tabanlarında ve fay zonları içinde de gözlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında dasit, riyolit, andezit ve kuvarslı diyortit olarak değerlendirlen kayaçlar, ince kesitte riyolit, dasit, andezit ve granit olarak tanımlanmıştır. Kayaçlar alterasyona uğramış, gri ve beyaz renkli kuvars damarcıkları tarafından kesilmişlerdir. Cevher minerali olarak; saçınım, çatlak dolgusu ve damarcıklar şeklinde pirit ile daha az olarak da saçınımlı kalkopirit ve bornit içermektedirler. Çalışma alanından alınan ve petrografik tayin sonucu isimledirilen intrüzüf kayaçlara ait sonuçlar ekte verilmiştir.

4.2.1.6.(1). Dasit/Riyodasit

Sahada en yaygın gözlenen magmatik kayaçtır. Çalışma alanında, Sarıgüney T., Komusar T., Zeyneller Sırtı, Kurtyuvası Sırtı, Karalar D. , Mağaralar D., Kavluk D., Turulun D.'de yüzeylenir. Porfirik dokulu olup, alterasyon nedeniyle, sarımsı, kırmızımsı beyazımsı renklerde gözlenirler. Dayk şeklinde olanlar, genellikle 3-5m kalınlığında 30-40 m. uzanımdadırlar. Ancak Sarıgüney T., Komusar T. ve Zeynellller Sırtı gibi yükseltilerde gözlenirler. Sahadan alınan petrografik örnekler, dasit, altere dasit, riyodasit olarak tanımlanmıştır. Bu örneklerde, kayacın plajiyoklazdan oluşan hamur içinde dağılmış kuvars fenokristallerinden oluştuğu, silisleşme, serizitleşme, kloritleşme killeşme gibi alterasyon minerallerinin gözlendiği saptanmıştır. Kayaçlarda opak mineraller de gözlenmiştir (Ek: 6d).

4.2.1.6.(2). Andezit

Sahada grimsi siyahımsı renklerde, porfirik dokulu olarak gözlenirler. Alterasyon ve cevherleşmeden etkilenmemiştir. Çalışma alanında Zeyneller sırtındaki küçük heyelanın doğu ve batı kanatları ile Sarıgüney Tepe'nin doğusunda ki heyelanın hemen doğusu ve batısında 3x5 m ebatlarında merceğimsi dayklar şeklinde gözlenir. Petrografik örneklerde holokristalin porfirik dokulu olduğu ve karbonatlaştığı, çok az kloritleştiği saptanmıştır (Ek:6e).

4.2.1.6.(3). Granit

Çalışma alanında, Pedüt Tepe'nin doğusunda ve Şeblük dere içerisinde gözlenir. Grimsi sarımsı yeşilimsi renklerdedir. Alterasyon mineralleri olarak epidot, klorit ve pirit gözlenmektedir. Kırık ve çatlaklarında malakit sıvamaları izlenmiştir. Altere volkanitleri keser biçimde gözlenir. Saha çalışmalarında kuvarslı diyorit olarak değerlendirilmiş, petrografik tayinlerde ise granofir granit ve mikrogranit olarak tanımlanmıştır. Mikrografik dokulu olduğu ve eser oranda opak mineral içerdiği saptanmıştır (Ek: 6f).

4.2.1.7. Büyükdere Formasyonu

Eski akarsu taraçalarını oluşturan yatay konumlu yarı pekişmiş çakıltaşları Konak ve arkadaşları (2001), tarafından Büyükdere Formasyonu olarak

tanımlanmıştır. Çalışma alanında Sarıgüney tepenin güneyinde yüzeylenen birim; genelde yarı pekişmiş çakıltaşlarından oluşur ve arasında daha ince taneli çökeller de (kum, çamur) gözlenir. Çakıltaşları, genel olarak sarı-kahve-gri renkli ve katmansızdır. Çok kötü boylanmalı olup kum, çakıl ve blok boyunda olan bileşenleri kumlu-siltli bir hamur içinde yer alır. Bileşenlerinde yer yer yuvarlaklaşma görülür. Bileşenleri çok türlü olup, çeşitli volkanik kayaç ve kireçtaşı çakıllarından oluşmuştur.

4.2.1.8. Alüvyon

Günümüz akarsu yataklarında depolanan kum, çakıl, blok, kil, silt gibi çok çeşitli boyutlarda tutturulmamış çökeldir. Çalışma sahasında İnanmış köyünün kuzeyindeki Karataş Derede ve köyün kuzey batısında ki Dorukluk Derede en yaygın yüzeylenmelerini sunar.

4.3. Yapısal Jeoloji

Çalışma sahası Türkiye'nin önemli tektonik birliklerinden Pontid kuşağının güneydoğu kesiminde yeralmaktadır. Bilindiği gibi bu kuşak tektonizma ve volkanizmanın etken olduğu ve kuzeyden güneye ekaylanmaların görüldüğü bir zon oluşturmaktadır.

Bölgenin genel tektonik yapısı KB-GD sıkışmasının sonucunda şekillenmiştir. Bundan dolayı KD-GB doğrultulu ters faylar ve ekaylar oldukça fazla görülür. Üst Kretase öncesi birimlerin sahadaki bugünkü ilişkilerini bu faylar belirlemektedir.

Çalışma sahasında genel tektonik KD-GB yönünde olup, sahada izlenen birimler bu doğrultuda paralel olarak uzanmaktadır. Çalışma sahasının kuzey sınırı ekaylı olarak KD-GB doğrultulu uzanan Tortumçayı volkanitleri ve Sağlıcak çakıltaşları ile güney sınırı ise yine ekay yönü KD-GB doğrultulu Meydantepe kireçtaşları ile sınırlanmıştır. Çalışma sahasının doğu ve batı sınırları ise, ana tektoniği kesen KB-GD doğrultulu fayları ile sınırlanmıştır. Çalışma alanında tanımlanan kırık hatları ise genel yönelim olan KD-GB doğrultusunu KKD-GGB ve KKB-GGD olarak verevine keser biçimde gözlenmiştir. Sahada izlenen dasit, riyolit, andezit ve granitik dayklarının doğrultuları verevine gelişen faylarla ilintili olarak gözlenmiştir. Çalışma alanında temel yükseltileri oluşturan ve porfirik dokulu asidik

volkanik kayaçların izlendiği Yaylabaşı T., Pedüt T., Kurtyuvası ve Komusar Tepe'nin sırt eksenlerininde ana tektoniği keser biçimde gözlenmesi, daha derinde bulunduğu düşünülen granitik intrizyonun yükselim yönünün de ana yapı olan KD-GB yı keser biçimde olduğunu düşündürtmektedir.

Sahada gözlenen alterasyonlar, KB-GD, KD-GB yönlü kırık hatları ile uygunluk göstermektedir. Bu kırık hatlarında izlenen alterasyon ve cevherleşmeler, hidrotermal çözeltilerin bu kırıkları kullandığnı da göstermektedir.

4.4. Maden Jeolojisi

4.4.1. Alterasyon ve Doku

Çalışma sahasında ayırtlanan litolojik birimler, renk doku ve minerolojik bileşim olarak değişikliğe uğramıştır (Şekil 4.11 ve 4.12). Gerek arazideki makroskopik gözlemler, gerek mikroskop altında gözlenen ikincil mineral oluşumları ve doku değişiklikleri hidrotermal yan kayaç alterasyonu olarak tanımlanmıştır.

Hidrotermal alterasyonlar, genellikle fay zonları boyunca ve dasit-riyodasit dayklarının etrafında yoğun olarak gözlenmektedir. Alterasyona maruz kalan kayaçların ilksel özelliklerini yitirdikleri gözlenmektedir. 1/10.000 ölçekli jeoloji ve jeokimyasal çalışmada gözlenen altersayonlar makroskopik olarak tanımlanarak haritalanmaya çalışılmıştır.

Sahada tanımlanan farklı alterasyonlar, egemen alterasyondan daha az gözlenene doğru tanımlanmış ve mümkün olduğunca farklı zonlardan örneklemeler yapılmıştır.



Şekil 4.11. Çalışma sahasındaki alterasyona genel görünüşü, bakış yönü batı



Şekil 4.12. Kurtyuvası sırtından alterasyona bakış yönü kuzeydoğu

4.4.1.1. Piritleşme

Çalışma alanı içerisinde en yaygın olarak bulunan cevher mineralidir. Pirit mineralizasyonu genellikle saçınımlı olup, kayacın eklemlerinide damarcıklar şeklinde doldurmaktadır. Ayrıca, kuvars ve kuvarslı karbonat damarları içerisinde de yer almaktadır. İnceleme alanında tanımlanan bütün alterasyon zonlarında pirit gözlenmektedir.

Hidrotermal alterasyonun geliştiği kesimlerde ve bazik volkanikler içerisinde saçınımlı olarak gözlenirler. Damar/damarcık şeklinde ise Kurtyuvası sırtının kuzeyindeki dere içinde ve Şeblik dere içinde 5 cm'den 1 m'ye kadar değişen boyutlarda gözlenirler. Ayrıca saçınımlı olarak diğer metalik (kalkopirit ve bornit mineralleri) minerallerle birlikte gözlenir. Fay zonları, dasit daykları içinde ve etrafında, limontileşme, hematitleşme ve silisleşmenim geliştiği kesimlerde, bunun yanında gri/beyaz renkli kuvars ve kalsit damarları içinde ve çeperinde saçınımlı olarak gözlenirler. Çalışma sahasındaki ayrılmamış volkanitler içerisinde konkresyonlar şeklinde görülürler. Parlatma örneklerinde piritler genelde saçınımlı yarı öz şekilli-öz şekilsiz özelliktedir (Ek: 6).



Şekil 4.13. Ayrınmamış Volkanikler içerisinde pirit damarlarından görünüm

4.4.1.2. Limonitleşme / Hematitleşme / Killeşme

Sahada gözlenen en yaygın alterasyon tipidir. Çalışma sahasında limonitleşme hematitleşme ve killeşme türü alterasyonlar yaygın olarak hidrotermal alterasyonun gözlendiği fay zonlarında ve kayaç birimleri içerisinde sıvama ve kırık/çatlak dolgusu şeklinde killeşmelerle birlikte gözlenmektedir (Şekil 30).

Limonitleşme ve hematitleşmenin gözlendiği yerlerde kayaçlar, kahverengimsi, kırmızımsı sarımsı renklerde gözlenirler. Özellikle bazik volkanitler içinde çok yaygın alanlarda gözlenir. Hematitleşme ve limonitleşme en tipik olarak Zeyneller sırtında, Meydantepe kireçtaşı ve bazik volkanitlerin dokanaklarında izlenir. Killeşmeler ile birlikte gelişmişlerdir. Killeşmenin egemen olduğu alanlar ise Kurtyuvası T. Yaylabaşı T. ve Şeblik dere içidir. Kil minerallerinin yoğunlaştığı bu kesimler arazide beyaz-krem rengiyle, uzaktan dahi göze çarpmaktadır. Yapılan ince kesit incelemelerinde kil alterasyonu esnasında plajıyoklaslar tamamen kil ve serizite dönüşürken mafik minerallerde klorite dönüşmüşdür. Yapılan XRD analizleri sonucunda buradaki kil mineralleri smektit grubu kil ve karışık tabakalı kil mineralleri olarak belirlenmiştir (Ek: 6,7).

Ayrı olarak ayırtlanamamasına rağmen, killeşmiş kesimler genellikle ağarmış olarak izlenirler. Bunun yanında bu alterasyon birliği, Sarıgüney T., Kavluk D., Mağaralar D., Çayırdere S., Komusar D., Komusar T. de yaygın olarak gözlenmektedir. Kayaç içinde kırık/çatlak dolgusu ve saçınımlı olarak gözlenen limonitleşmeler ve hematitleşmeler, mafik minerallerin alterasyonu sonucu açığa çıkan demirin etkisiyle oluşabileceği gibi hidrotermal akışkanlar tarafından etkilenen yan kayaçlar içindeki pirit minerallerin bozunmasından da oluşmuş olabilir. Yapılan ince kesit incelemelerinde limonitleşme; irili ufaklı taneler halinde ve saçınımlı halde limonit mineralleri, bazen damarcıklar boyunca (götit), bazen iri taneli psödomorflar halinde götit ve daha az lepidokrosit türünde olmak üzere gözlenmektedir. Hematitleşme ise genel olarak oldukça ufak taneler halinde, yer yer hematite dönüşüm gösteren manyetit mineralleri ile (öz-yarı öz şekilli genellikle ufak taneler halinde bazılarında manyetit artıkları izlenen hematit (martitleşme) mineralleri şeklinde) izlenmektedir.

Killeşme ise, kayaç içerisinde bulunan feldispat ve mika minerallerinin, alterasyon sırasında önce klorite, sonra serisite ve son olarak da kil minerallerine dönüşmesi şeklinde oluşmuştur.

Limonitleşme–hematitleşme ve killeşmenin birlikte bulunduğu alanlar özellikle porfiri bakır yataklarında tanımlanan arjilik alterasyonlara benzerlik göstermektedir.

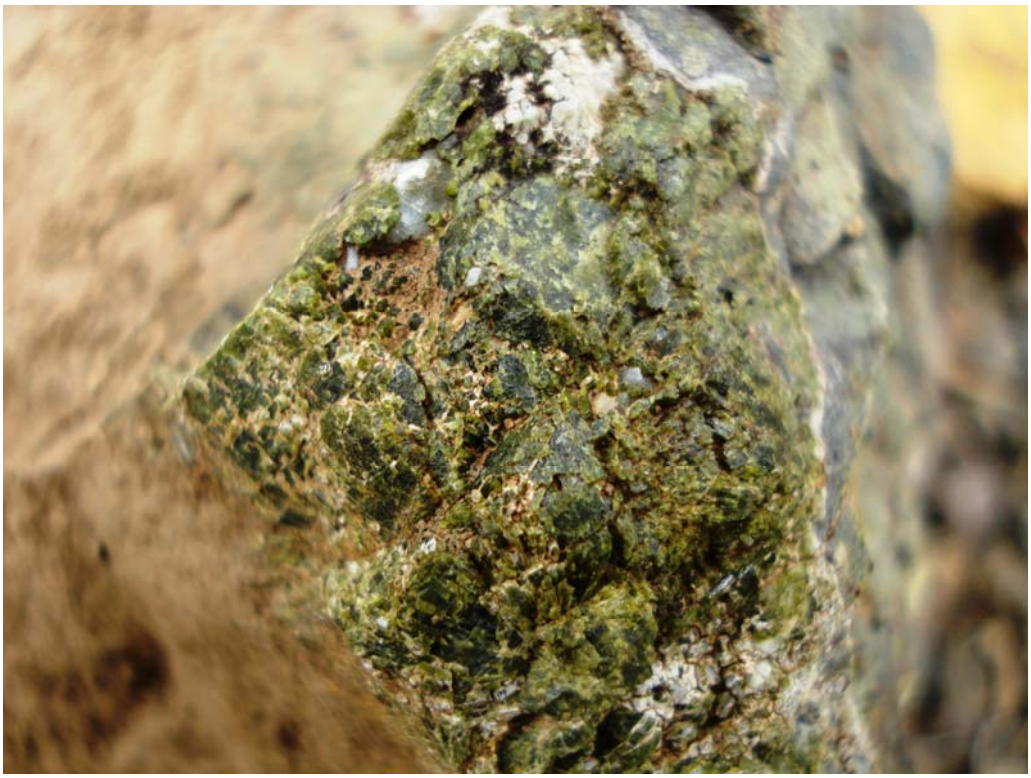


Şekil 4.14. Zeyneller Sırtı güney yamacında Ayrılmamış Volkanitler içerisinde gelişen limonit ve hematitleşmeden görünüm

4.4.1.3. Epidot / Kloritleşme / Kalsit

Çalışma alanında belirgin bir zonlanma gösteren epidotlaşma ve kloritleşme en tipik olarak Pedüt T. ile Turulun D. arasındaki alanda izlenir. Yaklaşık doğu-batı doğrultulu bir zon olarak uzanır. Yaygın olarak bazik volkanik kayaçlarda izlenen alterasyon grimsi-yeşil renkleri ile karakterisiktir. Bazik volkanikler içerisinde yumru şeklinde ışınsal epidot kristalleri tipiktir. Epidotlar kayaç genelinde dağılmış şekilde bazen ise belli alanda birikmiş mineral psedomorfları (mafik mineral veya feldspat fenokristalleri) andırır şekilde izlenmektedir (Şekil 4.15) (EK:6). Epidot ve

kloritleşmeye eşlik eden bir diğer alterasyon ürünü ise karbonat damar/damarcıkları olup bazik volkanitler içinde yaklaşık 0.1cm-1 m. arasında değişen kalınlıklarda ve uzanımlarda gözlenirler. KB-GD ve KD-GB doğrultulu olarak Turulun D., Petüt T. ve Şeblik D. de gözlenmiştir. Çalışma sahasındaki en kalın kalsit damarı 1 m. eninde 14 m. uzunluğunda K 25 B doğrultulu olarak Pedüt T. güneyi ile Turulun D.kuzey yamacında izlenmiştir.



Şekil 4.15. Ayrılmamış Volkanitler içerisinde gelişmiş epidotlaşmadan görünüm,

Sahada tanımlanan klorit, epidot ve kalsit alterasyonu, Lowell ve Guilbert (1970) tarafından tanımlanan ve klorit, epidot, adularya ve albit mineral parajenezi ile karakterize edilen propilitik alterasyonla benzerlik göstermektedir.

4.4.1.4. Silisleşme

Çalışma sahasında kayaçlarda yaygın gözlenen alterasyon tiplerinden biride silisleşmedir. Altere zonda görülen silisleşme; ya kayacın matriksinin (kripto mikrokristalen) silisleşmesi ve/veya kılcal damar-damarcıklar şeklinde kayacın silisleşmesi ya da her ikisinin beraberliğinde ya da hidrotermal akışkanların kayacı

ornatması şeklinde izlenir. Çalışma alanında dasitik çıkışların bulunduğu Komusar T. ve Sarıgüney T. civarı ile killeşme limonitleşme ve hematitleşmenin yaygın olduğu alanlarda gözlenirler. Çalışma alanında gözlenen silisleşmeler, kuvars damar/damarcıkları ya da kayacı ornatmış olarak izlenir. Kuvars damar/damarcıkları, mm-cm kalınlıklarında, genellikle gri ve beyaz renklidir. Gri renkli kalsedonik kuvars damar/damarcıkları ince taneli pirit içeriklidir. Ayrıca, Şeblük D. içerisinde gri renkli 5 cm kalınlığında ki kuvars damarında molibdenit minerali izlenmiştir. Aynı lokasyonda izlenen bir başka kuvars damarında ise, kalkopirit minerali de gözlenmiştir.

4.4.2. Madencilik Tarihçesi

Çalışma sahasında geçmişte madencilik yapıldığını gösteren herhangi bir iz bulunmamakla birlikte Zeyneller sırtında oluşmuş heyelan alanı bazı görüşlere göre eski işletme olarak değerlendirilmektedir. Bu alanda killeşme, limonitleşme, hematit ve pirit gözlenir.

4.4.3. Cevherleşme

İnceleme alanında ayrılmamış volkanitler ile intrüzüf kayaçlar içinde gözlenen cevherleşme, bulunuş şekillerine göre üç ana grup altında toplanabilir.

- Damar Tip
- Çatlak ve kırıklarda sıvama tip
- Saçınım Tip

4.4.3.1. Cevherleşme Tipleri:

4.4.3.1.(1). Damar Tip Cevherleşme

Damar tip cevherleşme genellikle, gri ve gri-beyaz renkli kuvars damar ve damarcıklarına bağlı olarak gelişmektedir. Çalışma sahasında Şeblik Dere içerisinde kuvars damar ve damarcıklarının kalınlıkları mm. - cm arasında, uzunlukları ise 2 m ile 10 m arasında değişmektedir. Çalışma sahasında birbirlerini keser şekilde izlenmektedir.

Bu tür cevherleşmede, makroskobik olarak gözlenen cevher mineralleri pirit, kalkopirit ve molibdenittir.

Makroskobik olarak kuvars damar ve damarcıkları, taşıdığı cevher mineralleri açısından; piritli, kalkopiritli, molibdenitli ve kalkopirit+piritli olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır.

Bu tür cevherleşme içinde, kuvars damar ve damarcıklarına bağlı oluşumlardan başka az miktarda gözlenen cevherleşme ise pirit damar ve damarcıkları şeklinde gözlenmektedir. Kurtyuvası Sırtı'nın kuzeyindeki dere içinde ve Şeblik Dere içerisinde 1 cm'den 1 metreye kadar değişen kalınlık ve uzunluklarda pirit damar ve damarcıkları gözlemlenir. Bu cevher damar ve damarcıkları ayrılmamış volkanitler içerisinde bulunmaktadır. Pirit damarcıklarını yer yer molibdenit, kalkopirit ve pirit içeren kuvars damarcıkları kesmektedir.

4.4.3.1.(2). Çatlak ve Kırıklarda Sıvama Tip Cevherleşme

Bu tür cevherleşme kayaçlarda değişik yönlerde gelişen çatlak ve kırıklarda gözlenmektedir. Bu oluşumlar genelde düzensiz bir yayılıma sahiptir. Bu tür cevherleşme şekli sahadaki ayrılmamış volkanitler ve magmatik kayaçlar içerisinde yaygın olarak gözlenmektedir. Ana cevher minerali pirittir, az miktarda kalkopirit de bulunmaktadır. Bunlar yüzeyde tamamen okside olmuşlardır.

4.4.3.1.(3). Saçınımlı Tip Cevherleşme

Saçınımlı tip cevherleşme diğer iki cevherleşme tipine oranla daha yaygın olarak gözlenmektedir. Ayrılmamış volkanikler ve magmatik kayaçlar içerisinde yaygın olarak gözlenmektedir.

4.4.3.2. Cevher Mineralleri

Çalışma sahasında kuvars damar/damarcıklarında, çatlak-kırıklarda ve kayaçta saçınımlı şekillerde gözlenen cevher minerallerinin sayısı oldukça azdır.

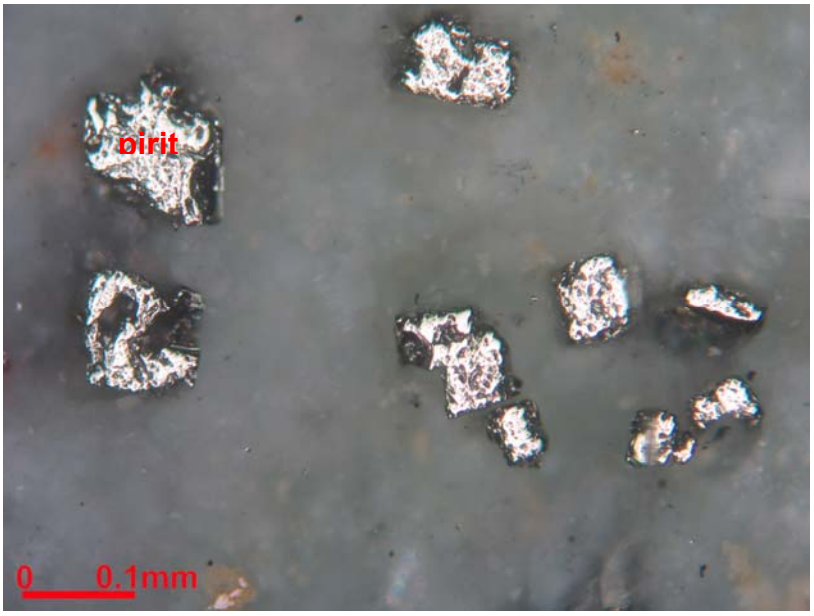
Ana cevher minerali pirit, kalkopirit ve molibdenittir. Bu ana bileşenlerin yanı sıra, tali olarak bornit, pirotin, manyetit, rutil, ilmenit ve kromit saptanmıştır. Ayrıca ikincil olarak limonit, hematit, malahit ve kovellin gözlenmiştir.

Pirit

Çalışma sahasında yaygın olarak gözlenen cevher mineralidir ve tanımlanan üç tip cevherleşmede de gözlenmektedir. Alterasyondan etkilenen kayaçlarda yoğun olarak gözlenen pirit çatlak-kırık dolgusu ve saçınımlı şekillerde geniş alanlarda gözlenmektedir (Şekil 4.16).

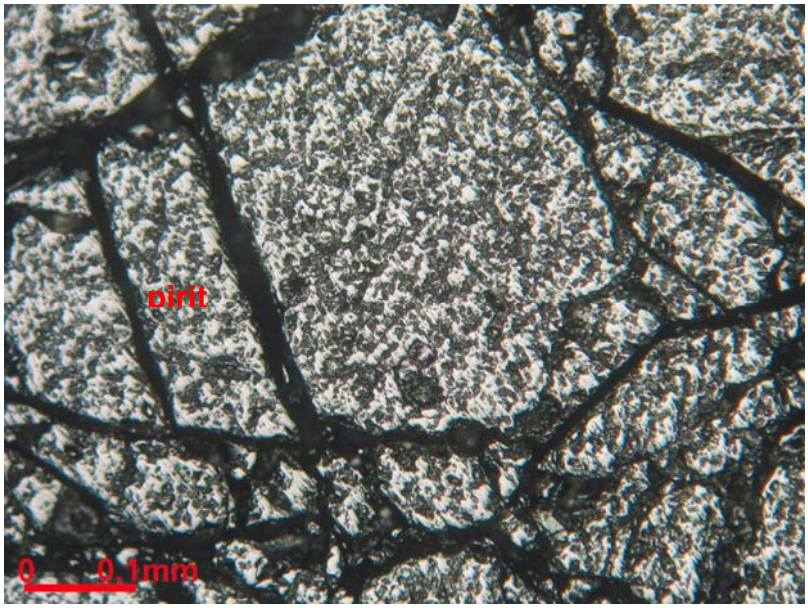
Oksidasyonun yoğun olarak gözlendiği kayaçlarda piritler kısmen veya tamamen limonite dönüşmüştür.

Piritler kataklazma etkisiyle yer yer breşik görünüm kazanmış ve çatlak-kırıkları boyunca limonitleşmiştir. Ayrıca kataklaza uğramış piritlerin çatlak-kırıkları yer yer kalkopirit tarafından doldurulmuştur.



Şekil 4.16. Saçınımlı piritlerin parlak kesit görünümü

Piritler içerisinde gözlenen başlıca kapanımlar pirotin, manyetit, rutil ve kalkopiritten oluşmaktadır (Ek:6).



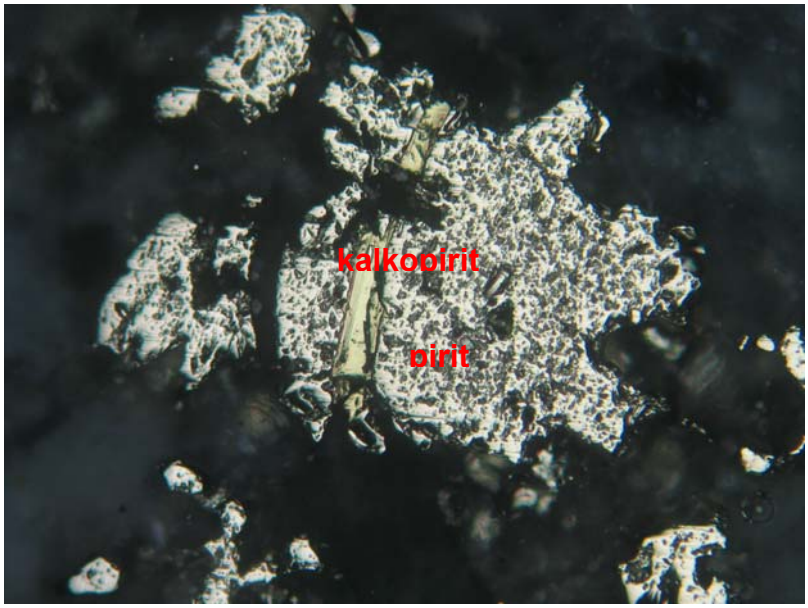
Şekil 4. 17. Masif piritlerin parlak kesit görünümü

Kalkopirit

Kalkopirit ayrılmamış volkanikler ve intrüzüf kayalar içerisinde az miktarda bulunmaktadır. Kuvars damar/damarcıkları ve piritler içerisinde, saçınımlı tipte ve az miktarda kırık ve çatlak dolgusu şekillerinde gözlenir (Şekil 4.18 ve 4.19).



Şekil 4. 18. Çatlak dolgusu şeklinde gelişmiş kalkopirit mineralinin parlak kesit görünümü



Şekil 4.19. Pirit kırık ve çatlaklarını doldurmuş kalkopiritin

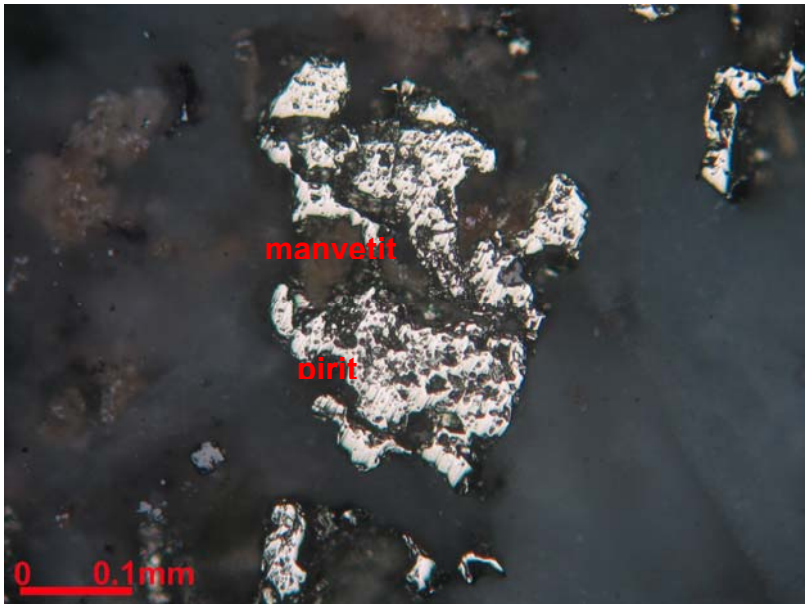
Kalkopiritler çoğunlukla öz şekilsiz taneler şeklindedir. Kalkopiritler oksidasyon zonunda genelde malahit ve limonite nadiren de kenarlarından itibaren kovelline dönüşmüşlerdir.

Molibdenit

Çalışma sahasında molibdenit mineralisazyonu kuvars damarlarına bağlı olarak gelişmiştir. Şeblik Dere içerisinde ayrılmamış volkanitleri kesen kuvars damar/damarcıkları içerisinde gözlenmektedir.

Manyetit

Manyetitler yer yer gang içerisinde, yer yerde pirit içerisinde kapanım şeklinde belirlenmiştir (Şekil 4.20). Manyetitler yarı özşekilli-özşekilsiz olup oksidasyonun etkisiyle yer yer hematite dönüşüm göstermektedir. Martitleşmenin yoğun olarak gözlendiği yerlerde ise yer yer limonitleşmelere rastlanılmaktadır.



Şekil 4. 20. Parlak kesitte pirit içinde mantetit kapanımı

Pirotin

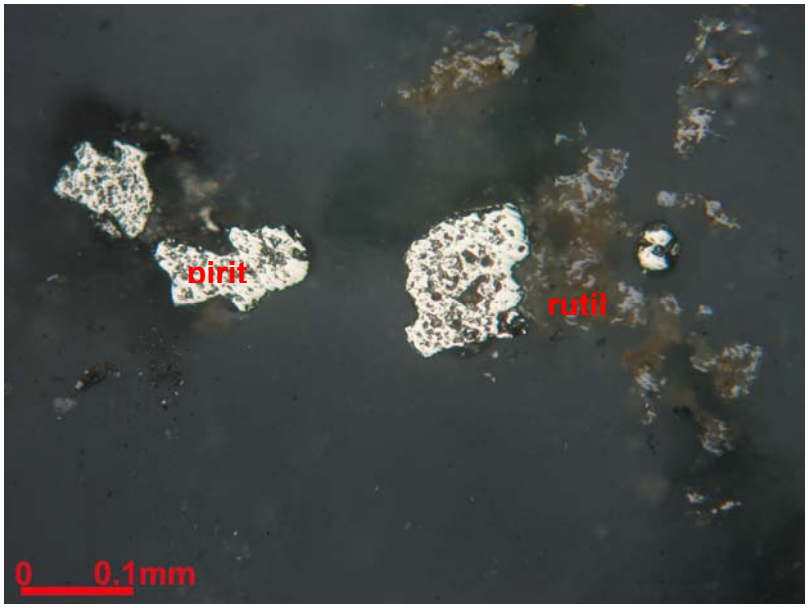
Şeblik Dere'de Ayrılmamış Volkanitler içerisinde yer yer gözlenmektedir. Genelikle pirit içerisinde kapanım olarak gözlenir.

İlmenit

Eser oranda (135-263 mikron arası) kalıntı halde kalarak sfene dönüşmüştür.

Rutil

Genelde ince taneler halindedir ve çoğunlukla eser miktarda kalıntılar halinde lökoksenleşmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21.Pirit ve rutil kalıntıları

Kromit

Bazik volkanikler içerisinde öz şekilli- yarı öz şekilli taneler halinde bulunan kromitler krom spinel veya hematite dönüşüm gösterirler. Hematitler kromitin manyetite, manyetitinde hematite dönüşmesiyle oluşmuştur.

4.5. Jeokimya Çalışmaları

4.5.1. Kayaç Jeokimyası

Sahanın değişik kesimlerinden mostra, yol yarması gibi yerlerden kayaç örnekleri alınmıştır. Değişik kaya türü, damar-damarcık, alterasyon ve dokuyu temsil edecek biçimde alınan 101 adet kayaç örneği sahadaki alterasyon ve cevherleşmenin yorumlanmasında önemli rol oynamıştır. Örnekler her zaman mostradan alınmıştır. Bu örneklere ait analiz değerleri Ek:5'te verilmiştir. Sahaya ait kayaç örneği sayısının istatiksel değerlendirme için yeterli olmadığı gerçeğinden hareketle, kayaç örnekleri için istatiksel bir değerlendirme yapılmamıştır. Bunun yanında özellikle altın (8 değer hariç), gümüş ve antimuan değerleri dedeksiyon limiti altında kaldıklarından jeokimyasal bir değerlendirme yapılamamış ancak sahada ki jeolojik gözlemler ve maden jeolojisi oluşum modelleri açısından yorumlamaya gidilmiştir.

4.5.1.1. Bakır

Kayaç örnekleri için istatistiksel bir değerlendirme yapılmamış ancak toprak örnekleri için saptanan 107 ppm değeri baz alınarak 110 ppm ve üzeri bakır değerleri yorumlanmaya çalışılmıştır. Bakır için 101 örnekten 110 ppm den yüksek 17 değer 200 ppm den yüksek 4 değer saptanmıştır. En yüksek değer 700 ppm Cu değeri vermiştir.

Cu için kayaç jeokimyası sonuçlarına bakıldığında, 4 örnek de ayrılmamış volkanitler içerisinde, ana tektonik ve ekay düzlemlerine parelel ve dik gelişmiş fay zonlarına karşılık gelmektedir. Gerek uzanımı gerekse kalınlığı farklı aralıklar arasında değişen limonitize zonlar yüksek değerlerle ilintilidir.

Cu için kayaç jeokimyası sonuçlarına bakıldığında, yüksek değer veren 4 örnek de ayrılmamış volkanitler içerisinde, ana tektonik ve ekay düzlemlerine parelel ve dik gelişmiş fay zonlarına karşılık gelmekte, gerek uzanımı gerekse kalınlığı farklı aralıklar arasında değişen limonitize zonlarla ilintili olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. İnanmış çalışma sahasından alınan ve yüksek Cu değeri veren kaya örneklerine ait özellikler.

Örnek No	X koordinat	Y koordinat	Özellikler	Cu ppm
KYK - 1/14	29595	86250	lim-hem-py-cal-dmr	110
KYK - 2/12	31351	85561	lim-py-mlh-Q-cal- dmr	182
KYK - 2/17	31089	85550	lim-py-epd	700
KYK - 3/7	30550	86566	lim-py-sil-hem	127
KYK - 3/10	30651	86665	lim-py-sil-hem	125
KYK - 3/15	30824	86828	lim-py-sil-hem	123
KYK - 5/8	29795	86577	cal-Q-py	110
KYK - 6/16	29312	85714	lim-sil-py	180
KYK - 7/5	30295	86590	lim-py-sil-hem	190
KYK - 11/3	30460	86715	lim-py-kil	117
KYK - 11/4	30459	86758	lim-py-kil	140
KYK - 14/12	30868	86511	bazik vol.-sil	122
KYK - 14/13	30825	86500	py-clpy-epd	417
İST 1/6	31055	84421	lim-hem-kil	111
İST 2/1	30838	84769	lim-hem-kil	213
İST 5/4	30886	84894	lim-kil	120
İST 9/3	31361	85246	lim-py	217

Bu profiller üzerinden alınan kayaç örnekleri aynı profillerden alınan toprak örneklerinin değerleriyle hemen hemen paralellik göstermekte ve bu örnekler, dasit çıkışlarına yakın ve fay zonları üzerinde bir grup oluşturmaktadır.

4.5.1.2. Kurşun

Kurşun için sahadan alınan 101 örnekten en yüksek anomali değeri 300 ppm dir. Örnek killeşmiş, limonitleşmiş, hematitleşmenin ve silisleşmenin gözlendiği zondan alınmıştır.

4.5.1.3. Çinko

Çinko için çalışma alanından alınan 101 örnekten toplam 6 örnekte anomali değeri vermiştir. En yüksek Zn değeri 3500 ppm'dir.

Çalışma sahasında alınan 101 örneğin Cu-Pb-Zn açısından değerlendirilmesine bakıldığında, bu örneklerin hemen hemen toprak örnekleriyle paralellik taşımaktadır, ancak kendi aralarında uyumlu bir birliktelik göstermezler.

4.5.1.4. Molibden

Çalışma sahasından alınan 101 örnekten 4 tanesi dedeksiyon limiti olan 5 ppm in üzerinde değer saptanmıştır. Çalışma sahasında makroskobik olarak Şeblik Dere içerisinde gözlenmektedir.

4.5.1.5. Altın/Gümüş/Antimuan

Çalışma sahasından alınan 101 kayaç örneğinin tamamı dedeksiyon limiti altında değer verdiği için altın, gümüş ve antimuan açısından değerlendirilmemiştir.

4.5.1.6. Arsenik

Çalışma sahasından alınan 101 örnekte 4 örnekten arsenik değerleri alınmıştır. Bu değerler, ayrılmamış volkanitler içinden alınmıştır. Bazik volkanitlerden alınan 4 örnekte değerler; sırası ile 1250, 400, 117 ve 462 ppm dir. Örnekler Zeyneller sırtında asidik intrüzüf kayaçla Meydantepe Kireçtaşı kontağında gelişen pişme zonlarına denk düşmekte, bu zonlarda hematitleşme, limonitleşme, killeşme, piritleşme ve daha az olarak da silisleşme ile karekterize olan arjilik

alterasyon gözlenmektedir. Düşük sıcaklıklarla ilintili olan arsenik elementinin altın ve gümüş için iz element-kılavuz element (pathfinder) tir. Aynı zamanda litarartürde, demiroksitlerin altın tutma özellikleri de bilinmektedir.

Arsenik Zeyneller sırtında belirli bir grup oluşturması, arjilik alterasyonu ile birlikte gözlenmesi ve daha önceki çalışmacılar tarafından aynı zondan alınan kayaç örneklerinde altın değerinin saptanması Cengiz ve arkadaşları (1997), Zeyneller sırtının altın açısından önemli olduğunu göstermektedir.

4.5.2. Toprak Jeokimyası

Jeokimyasal toprak örnekler için öncelikle çalışma sahasında alterasyonun gözlendiği sırt ve dereler belirlenmiştir. Sırt profillerinde genellikle sırt ekseni boyunca ilerlenerek 50 m. aralıklarla işaretlenen yerlerden toprak örnekleri alınmıştır. Yamaç profillerinde ise, dere boyunca ilerlenerek 50 m. aralıklarla noktalar işaretlenmiş ve bu işlem sırasında derenin karşılıklı yamaçlarından çapraz örnekler alınmıştır.

Elementlerin istatiksel olarak değerlendirilmesinde ve dağılım haritalarının hazırlanmasında dedeksiyon limitinin altında kalan değerlerde Cu<5 için 3, Mo<10 için 5, As<20 için 10, Pb<10 için 5, Zn<10 için 5, Au<40 için 20 değerleri esas alınmıştır.

Sahada Ag, Sb elementleri açısından değerlendirilmesi sahadan alınan tüm toprak örneklerinin dedeksiyon limiti altında kaldıklarından bunlara ilişkin herhangi bir jeokimyasal yorumlama yapılamamıştır.

Analiz edilen elementler histoğram eğrileri, kümülatif frekans eğrileri, olasılık eğrileri ve frekans dağılım tabloları kullanılarak irdelenmiş ve saha gözlemleri dikkate alınarak yorumlanmıştır.

Toprak jeokimya örneklerinin istatiksel değerlendirmeleri değişik litolojilere göre değil genel olarak yapılmıştır.

598 adet noktadan alınan örneklerden oluşan veri setinde, aşırı yüksek değer veren örnekler kontaminasyon olarak değerlendirilerek veri setinden çıkartılmıştır. Cu-Pb-Zn-Mo-As elementlerinin ortalama değer ve ortalamanın standart hatası, standart sapma değeri tanımlayıcı bilgi olarak Çizelge 4.2.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.2. Çalışma sahasından alınan örneklerin tanımlayıcı istatistiki özellikleri

Değişkenler	Ortalama		Standart Sapma	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
	Değer	Std. Hata				
Cu	68.00	3.51	39.00	7364.56	2.84	14.46
Pb	7.68	0.26	6.26	39.23	6.15	60.84
Zn	74.45	3.31	81.04	6567.78	5.01	33.71
Mo	2.09	0.03	0.74	0.55	10.31	120.27
As	26.58	2.51	61.44	3775.42	13.89	252.65

Çalışma sahası toprak örneklerinin element dağılımı ile karşılaştırma yapabilmek amacı ile aynı elementlerin yer kabuğu ortalamaları Çizelge 4.3'de verimiştir.

Çizelge 4.3 Bazı elementlerin yerkabuğunda ve toprakta ortalama bulunabilirlikleri

Elementler	Kabuk (ppm)	Ultramafik (ppm)	Bazalt (ppm)	Granodiyorit (ppm)	Granit (ppm)	Kçt. (ppm)	Toprak (ppm)
Ag	0.07	0.06	0.1	0.07	0.04	1	0.1
As	1.8	1	2	2	1.5	2.5	1-50
Au	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	-
Cu	55	10	100	30	10	15	2-100
Mo	1.5	0.3	1	1	2	1	2
Sb	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	-	5
Zn	70	50	100	60	40	25	10-300

Dağılımların logaritmik olması nedeniyle istatistiksel değerlendirmelerde en büyük ve en küçük değerlerin logaritmaları alınmış ve logaritmalar arası fark 14'e bölünerek logaritmik sınıf aralığı bulunmuş, en büyük değerli logaritmasını ulaşılıncaya kadar en küçük değerin logaritması üzerine logaritmik sınıf aralığı değerleri ilave edilerek eşit logaritmik aralıklı sınıflar oluşturulmuş daha sonra anti logaritmaları alınarak doğal sayılı sınıf sınır değerleri bulunmuştur.

Toprak jeokimya örnekleri için, istatistiksel parametreler hesaplanarak (Çizelge 4.2.) değerlendirme yapılmıştır. Bakır, Kurşun Çinko, Molibden, Altın ve Arsenik için eşik değer saptanmış ve bu değer baz alınarak her element için farklı değer aralıklarından oluşan gruplamalar yapılmıştır. Bu gruplamalar, eşik değer den küçükler ve eşik değere eklenen standart sapmalar olarak ayırtlanmıştır. Örneğin 1.grup < ortalama+1standart sapma (eşik değer) den küçük değerler, 2.grup, ED+1 sp olup zayıf anomali, 3.grup, ED+2sp anomali, 4.grup ED+3sp yüksek anomali olarak değerlendirilmiştir. Bu gruplara ayrı ayrı simgeler verilmiş ve kayaç örnekleriyle birlikte dağılım haritalarına işlenmiştir. Dedeksiyon limiti altında kalan analiz değerlerin hepsi dedeksiyon limitine eşitlenmiştir.

4.5.2.1. Bakır

Analiz edilen 595 toprak örneğinde en küçük bakır değeri, 6ppm, en yüksek değer ise 520 ppm dir. Sahada 102 ppm ile 358 ppm arasında değişen değerlere sahiptir. Dağılım haritasında çok yüksek anomali veren 6 örnek sırasıyla 520 ppm, 450 ppm, 433 ppm, 470 ppm, 430 ppm, 445 ppm'dir (Şekil 4.22).

Cu için standart sapma 39 ppm, ortalama değer 68 ppm ve eşik değer 107 ppm olarak bulunmuştur (Şekil 4.23, 4.24, Çizelge 4.4). Ancak bu değer arazi gözlemleri ile birlikte değerlendirilerek dağılım haritası ve anomali gruplarında 95 ppm'e kadar düşürüldüğü olmuştur. Bakır için hazırlanan dağılım haritasında 4 farklı grup oluşturulmuştur.

Bakır için oluşturulan gruplar aşağıdaki gibidir.

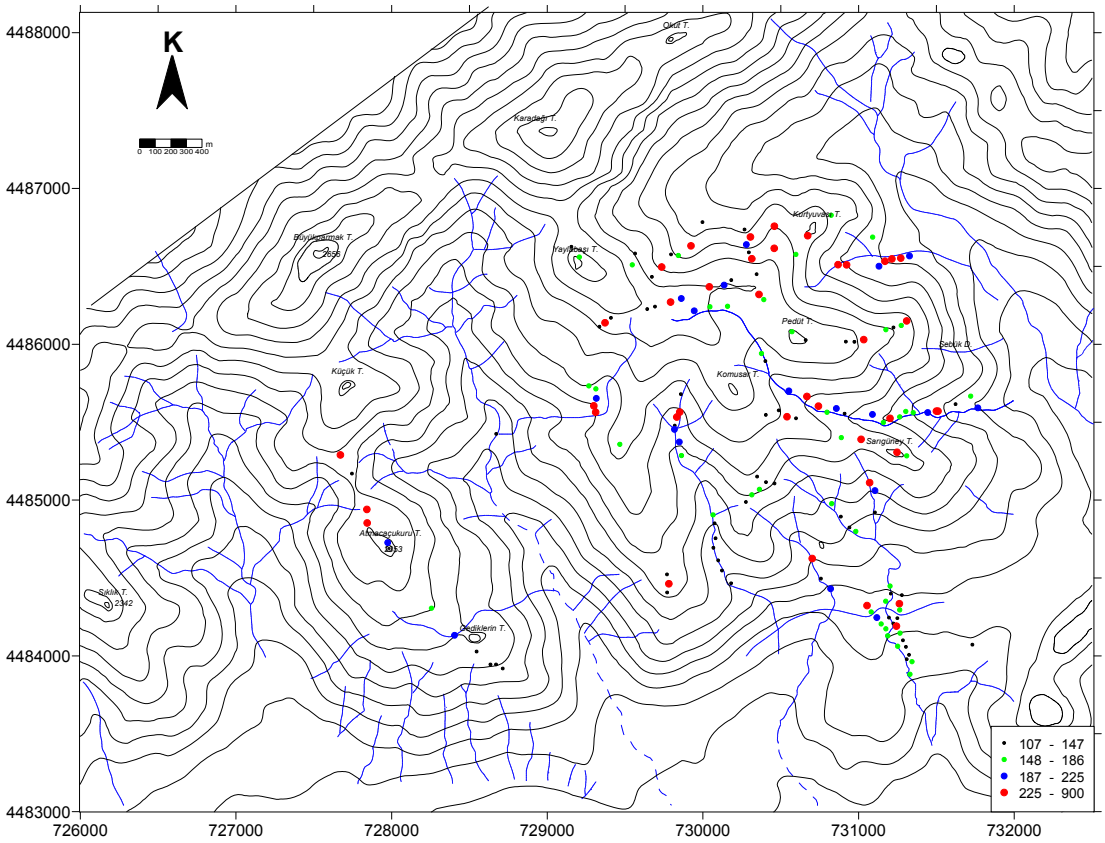
Cu: 107-147 ppm zayıf anomali

Cu: 148-186 ppm orta şiddet anomali

Cu> 187-225 ppm yüksek anomali

Cu> 225 ppm çok yüksek anomali

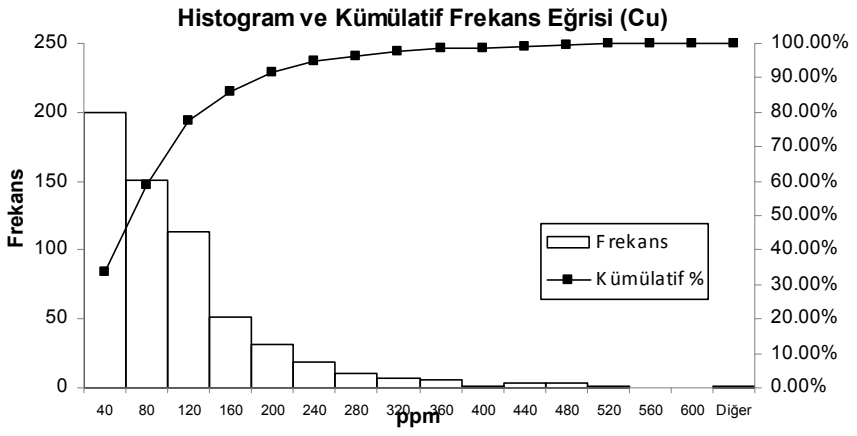
Dağılım haritası incelendiğinde, profillerdeki yüksek değerlerin, bazik volkanikler içinde gelişen kil+limonit+hematit alterasyonları ile çakıştığı, bunun yanında pirit, malahit, kalkopirit ve bornit gözlemlenen zonlarla örtüştüğü görülür. (Şekil 4.22).



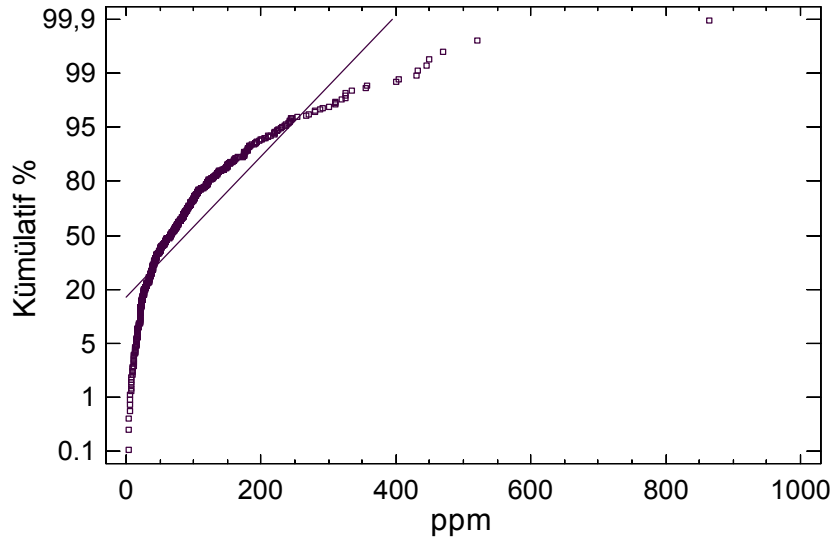
Şekil 4.22. Çalışma sahası Cu dağılım haritası

Çizelge 4.4. Çalışma sahası toprak örnekleri Cu istatistiksel parametreleri

İSTATİSTİKSEL PARAMETRELER		KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU		
		Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
Ortalama	68.00	40	200	33.44%
Standart Hata	3.51	80	151	58.70%
Ortanca	65.50	120	113	77.59%
Kip	20.00	160	51	86.12%
Standart Sapma	39.00	200	32	91.47%
Örnek Varyans	7364.56	240	19	94.65%
Basıklık	14.46	280	10	96.32%
Çarpıklık	2.84	320	7	97.49%
Aralık	862.00	360	6	98.49%
En Büyük	865.00	400	1	98.66%
En Küçük	3.00	440	3	99.16%
Toplam	52923.00	480	3	99.67%
Say	598.00	520	1	99.83%
		560	0	99.83%
		600	0	99.83%
		Diğer	1	100.00%



Şekil 4.23. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin Cu elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi



Şekil 4.24. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin Cu elementine ait olasılık eğrisi

4.5.2.2. Kurşun

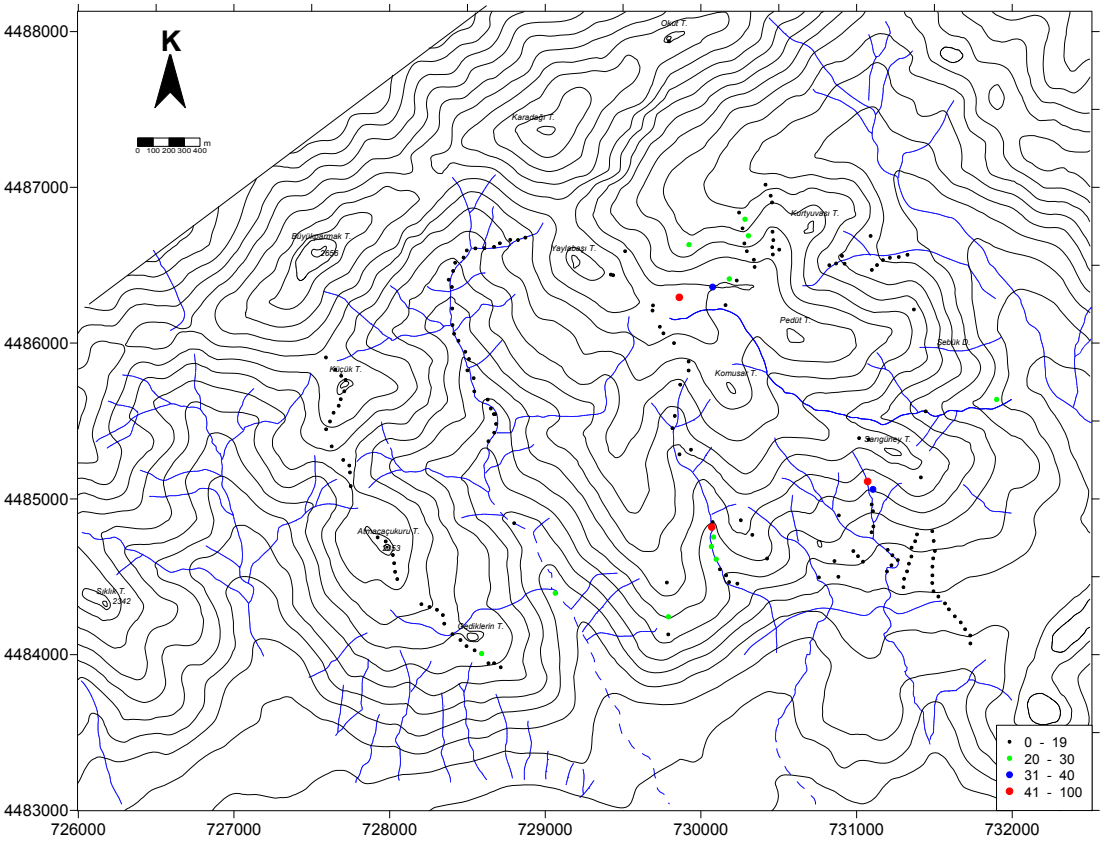
Analiz edilen 598 toprak örneğinde en küçük kurşun değeri, 10 ppm dir. En yüksek değer ise, 15 nolu profilin 28. örneği olup, 90 ppm' dir (Şekil 4.25). Pb için saha gözlemleri ve istatiksel yorumlamalar dikkate alınarak 4 farklı gruplama yapılmıştır (Şekil 4.26, 4.27, Çizelge 4.5).

Pb:<20 ppm

Pb:20-30 ppm zayıf anomali

Pb:30-40 yüksek anomali

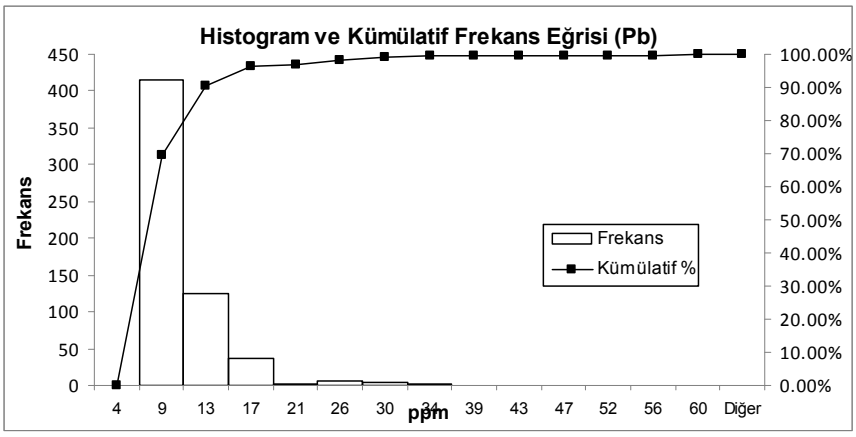
Pb>40 çok yüksek anomali



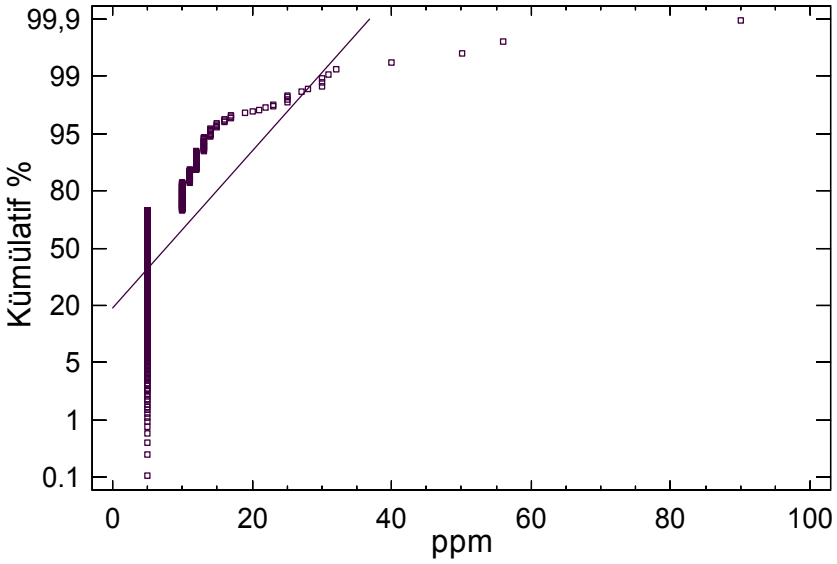
Şekil 4.25. Çalışma sahası Pb dağılım haritası

Çizelge 4.5. Çalışma sahası toprak örnekleri Pb istatistiksel parametreleri

İSTATİSTİKSEL PARAMETRELER		KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU		
		Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
Ortalama	7.68	4	0	0.00%
Standart Hata	0.26	9	416	69.57%
Ortanca	5.00	13	125	90.47%
Kip	5.00	17	36	96.49%
Standart Sapma	6.26	21	3	96.99%
Örnek Varyans	39.23	26	7	98.16%
Basıklık	60.84	30	5	99.00%
Çarpıklık	6.15	34	2	99.33%
Aralık	85.00	39	0	99.33%
En Büyük	90.00	43	1	99.50%
En Küçük	5.00	47	0	99.50%
Toplam	4593.00	52	1	99.67%
Say	598.00	56	0	99.67%
		60	1	99.83%
		Diğer	1	100.00%



Şekil 4.26. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin Pb elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi



Şekil 4.27. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin Pb elementine ait olasılık eğrisi

4.5.2.3. Çinko

Analiz edilen 598 toprak örneğinde en küçük Zn değeri, 10 ppm'dir. En yüksek değer ise, 860 ppm'dir (Şekil 4.28). Zn için saha gözlemleri ve istatiksel yorumlamalar dikkate alınarak 4 farklı gruplama yapılmıştır (Şekil 4.29, 4.30, Çizelge 4.6).

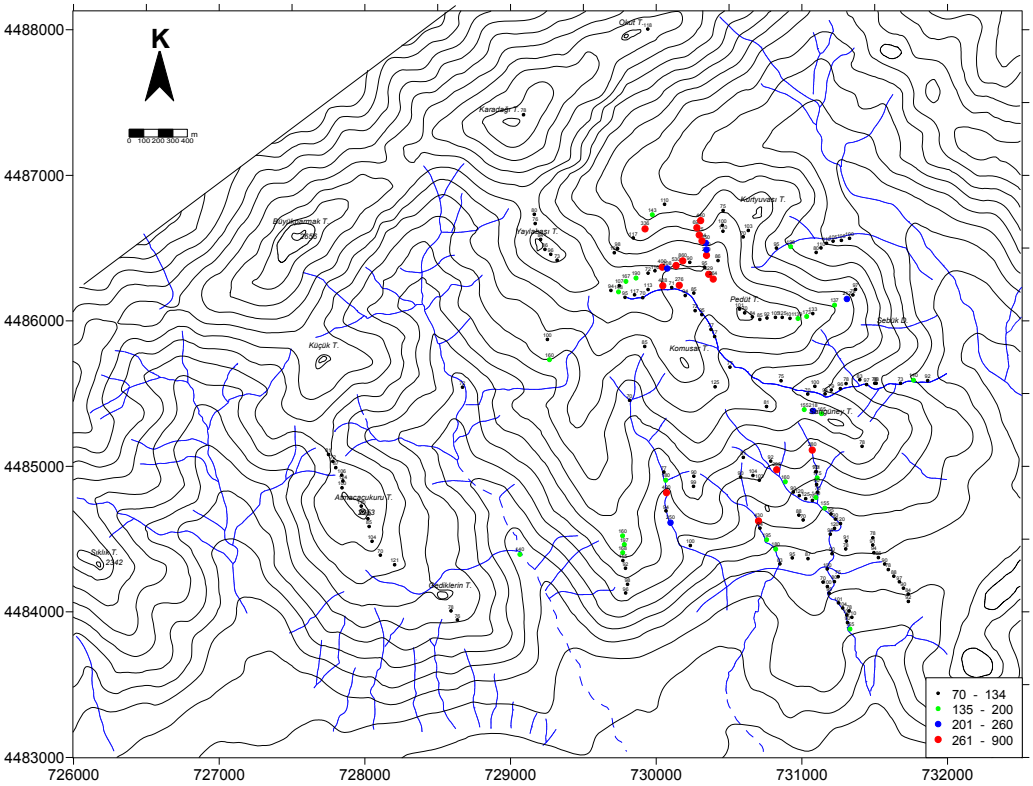
Zn:<135 ppm

Zn:135-200 ppm zayıf anomali

Zn:200-260 anomali

Zn>260 yüksek anomali

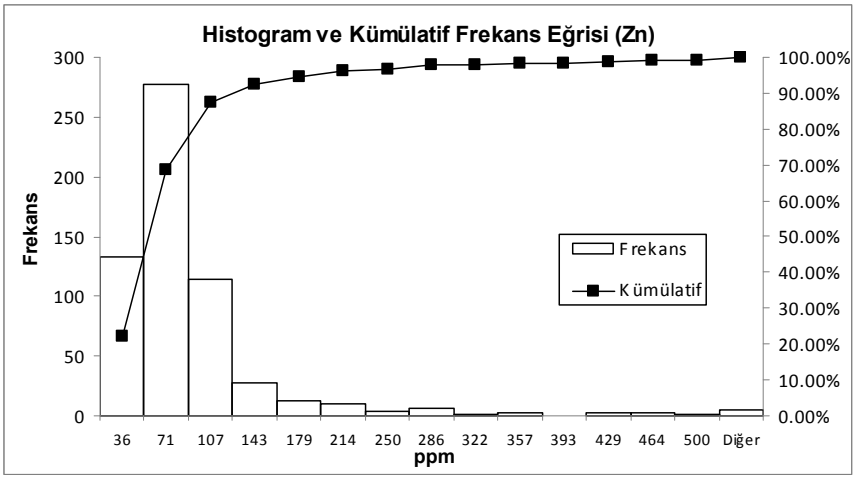
Farklı profiller üzerinden alınan ve yukarıda değerleri verilen örnekler belirli bir grup oluşturmakta ve Cu değerleri ile uyumluluk göstermektedir. Örnekler ayrılmamış volkanitlerden alınmış olup, bazik volkanitler içerisinde yoğun pirit, ender malakit ve kalkopirit mineralleri gözlenmektedir. En yüksek değer olan 860 ppm, çalışma sahasının hemen kuzeyindeki Kurtyuvası sırtını oluşturan altere volkanik kayaçlardan alınmıştır. Alınan örnekte killeşme, limonitleşme ve yoğun pirit izlenmektedir. Bu özellikler Zn'nun limonit ve kil mineralleri tarafından tutulduğunu düşündürmektedir.



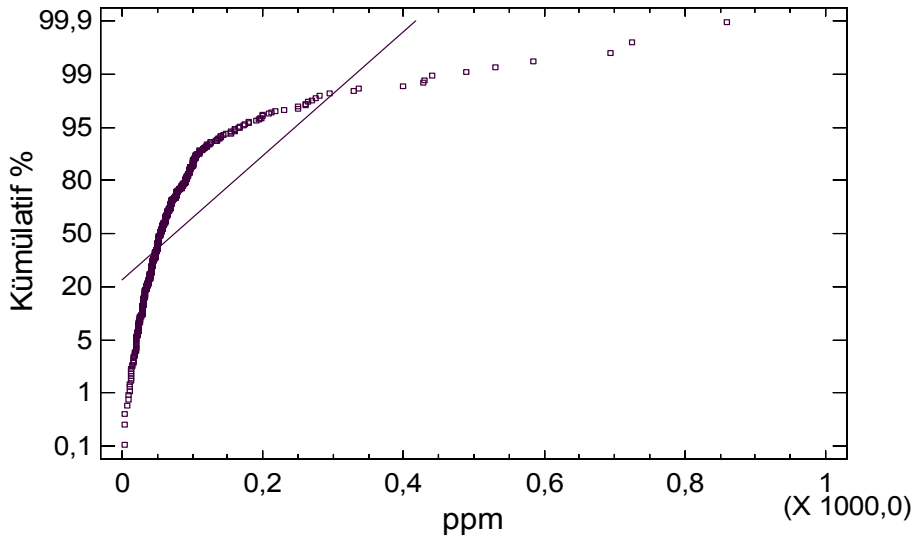
Şekil 4.28. Çalışma sahası Zn dağılım haritası

Çizelge 4.6. Çalışma sahası toprak örnekleri Zn istatistiksel parametreleri

İSTATİSTİKSEL PARAMETRELER		KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU		
		Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
Ortalama	74.45	36	133	22.24%
Standart Hata	3.31	71	277	68.56%
Ortanca	54.00	107	114	87.63%
Kip	50.00	143	28	92.31%
Standart Sapma	81.04	179	13	94.48%
Örnek Varyans	6567.78	214	10	96.15%
Basıklık	33.71	250	4	96.82%
Çarpıklık	5.01	286	6	97.83%
Aralık	857.00	322	1	97.99%
En Büyük	860.00	357	2	98.33%
En Küçük	3.00	393	0	98.33%
Toplam	44524.00	429	2	98.66%
Say	598.00	464	2	99.00%
		500	1	99.16%
		Diğer	5	100.00%



Şekil 4.29. Zn elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi

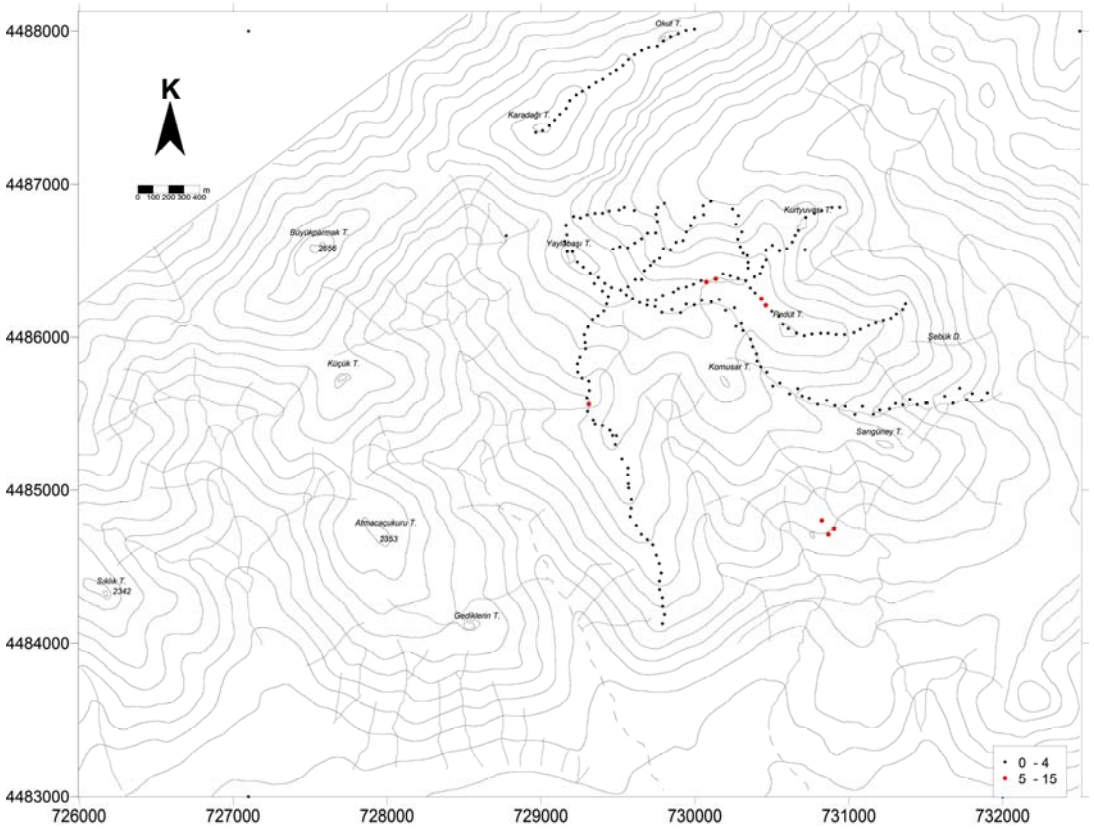


Şekil 4.30. Zn elementine ait olasılık eğrisi

4.5.2.4. Molibden

Analiz edilen 598 toprak örneğinde 11 adet örnek dedeksiyon limiti olan 5 ppm in üzerinde değer vermiştir. En küçük değer 5 ppm, olup en yüksek değer, 12 ppm' dir (Şekil 4.31, 4.32, 4.33, Çizelge 4.7).

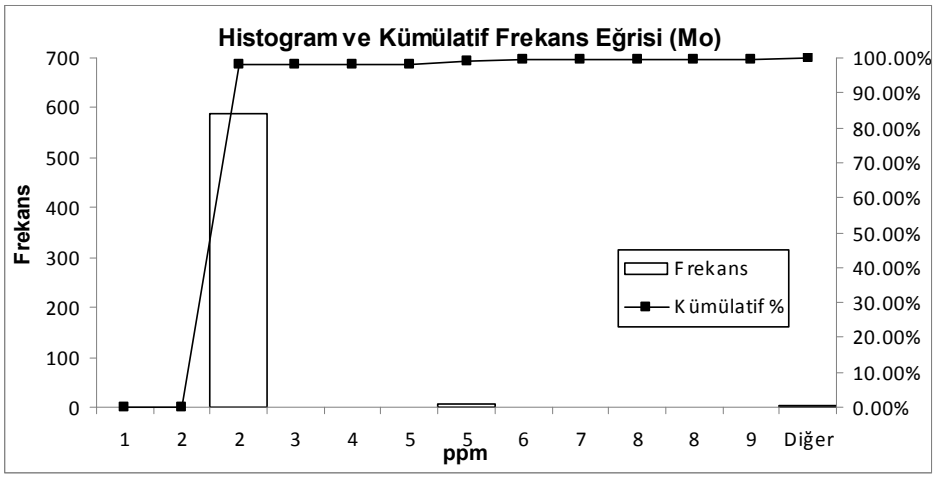
Örnekler makroskopik olarak limonitleşmiş, silisleşmiş, killeşmiş olup yoğun pirit içermeleridir. Genellikle ayrılmamış volkanitleri kesen dasit ve riyodasit daykları ve küçük ölçekli tektonik kırık hatlarıyla ilintilidir.



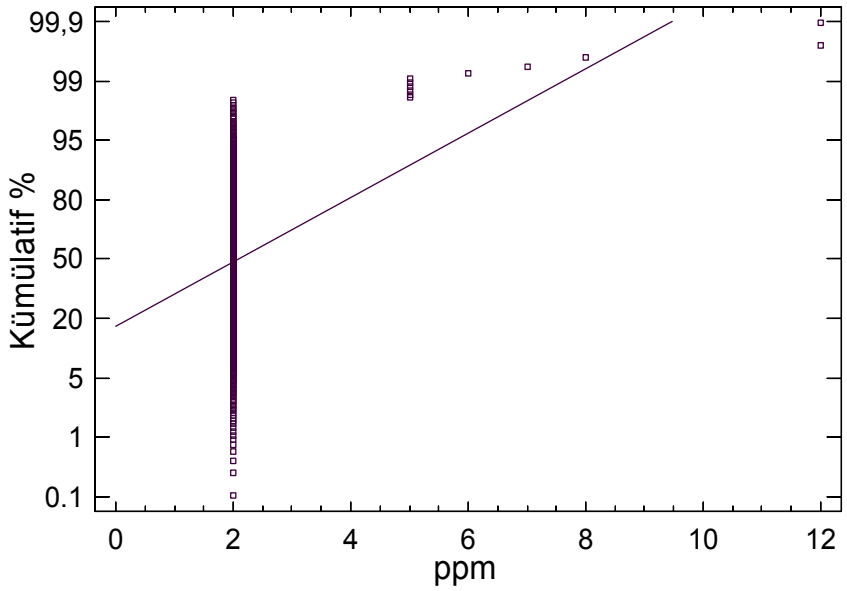
Şekil 4.31. Çalışma sahası Mo dağılım haritası

Çizelge 4.7. Çalışma sahası toprak örnekleri Mo istatistiksel parametreleri

İSTATİSTİKSEL PARAMETRELER		KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU		
		Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
Ortalama	2.09	1	0	0.00%
Standart Hata	0.03	2	0	0.00%
Ortanca	2.00	2	587	98.16%
Kip	2.00	3	0	98.16%
Standart Sapma	0.74	4	0	98.16%
Örnek Varyans	0.55	5	0	98.16%
Basıklık	120.27	5	6	99.16%
Çarpıklık	10.31	6	1	99.33%
Aralık	10.00	7	0	99.33%
En Büyük	12.00	8	1	99.50%
En Küçük	2.00	8	1	99.67%
Toplam	1249.00	9	0	99.67%
Say	598.00	Diğer	2	100.00%



Şekil 4.32. Mo elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi



Şekil 4.33. Mo elementine ait olasılık eğrisi

4.5.2.5. Arsenik

Analiz edilen 598 toprak örneğinde en küçük As değeri 20 ppm, en yüksek değer ise, 375 ppm'dir. Alınan değerler çok yüksek içerikli olmadığından dağılım haritasında olduğu gibi kullanılmıştır (Şekil 4.34).

As için standart sapma 46 ppm, ortalama deger ise 50 ppm saptanmıştır. As için gerek istatiksel sonuçlar gerek arazi gözlemleri dikkate alınarak 4 farklı grup

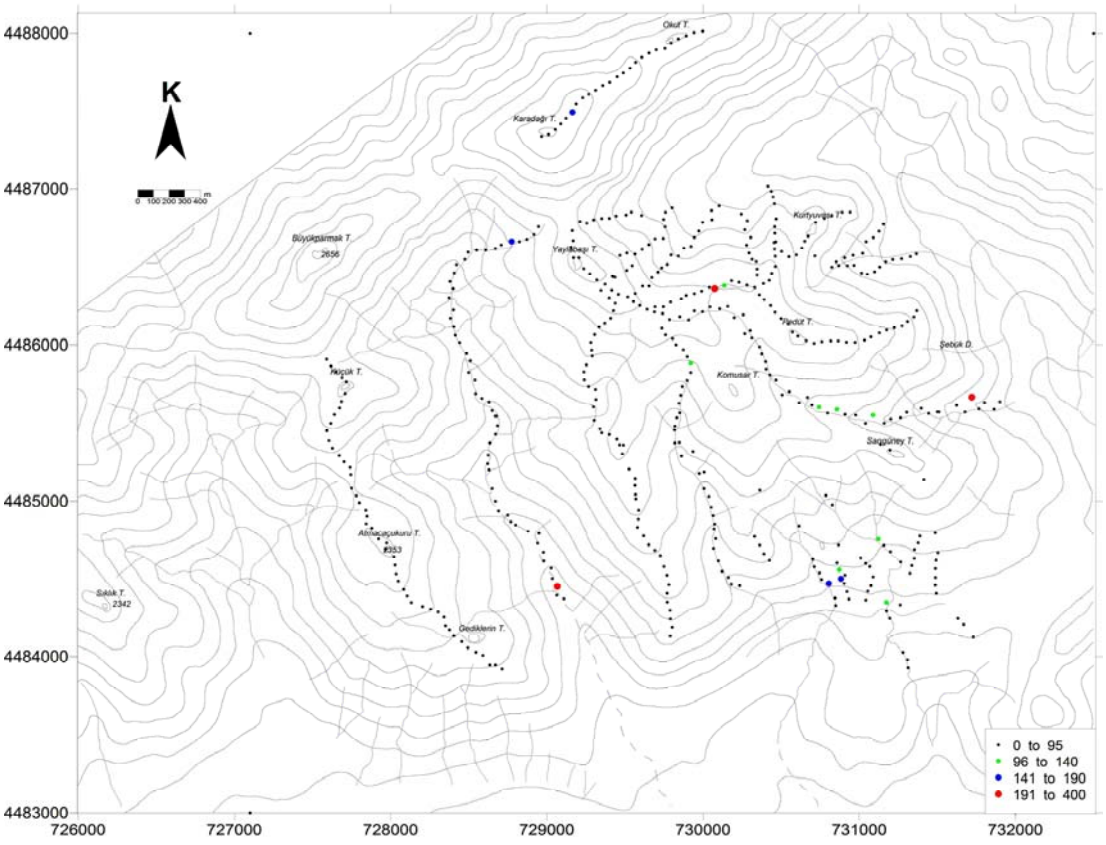
oluşturulmuştur (Şekil 4.35, 4.36, Çizelge 4.8). Arsenik için oluşturulan gruplar aşağıdaki gibidir.

As:<96 ppm

As:96-140 ppm zayıf anomali

As:140-190 ppm anomali

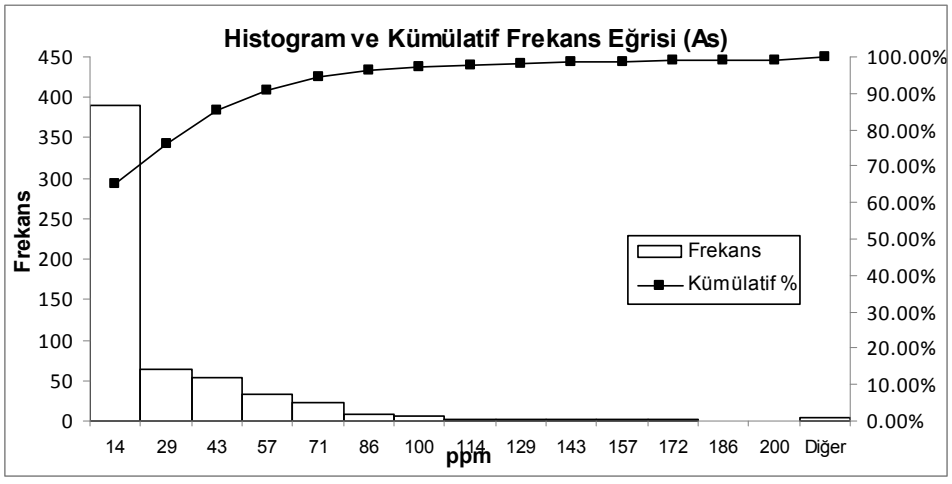
As>190 ppm yüksek anomali



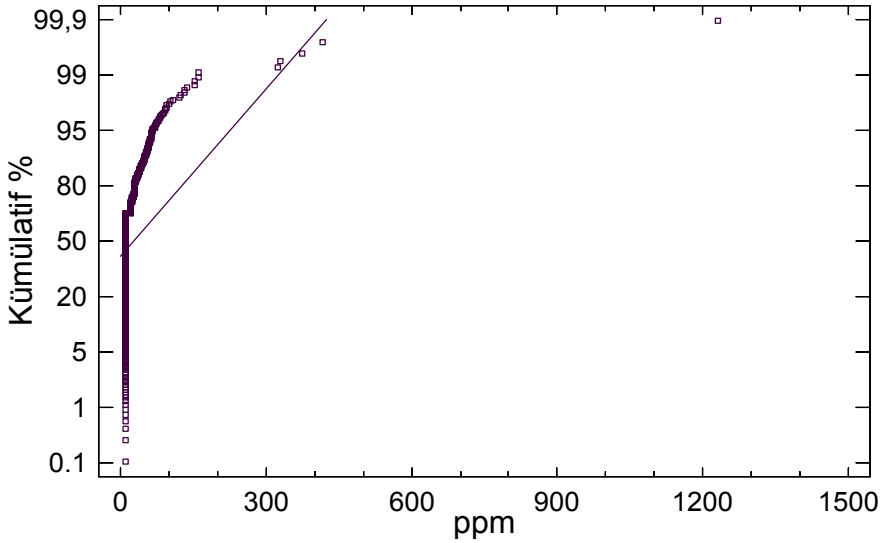
Şekil 4. 34. Çalışma sahası As dağılım haritası

Çizelge 4.8. Çalışma sahası toprak örnekleri As istatistiksel parametreleri

İSTATİSTİKSEL PARAMETRELER		KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU		
		Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
Ortalama	26.58	14	390	65.22%
Standart Hata	2.51	29	65	76.09%
Ortanca	10.00	43	54	85.12%
Kip	10.00	57	34	90.80%
Standart Sapma	61.44	71	23	94.65%
Örnek Varyans	3775.42	86	9	96.15%
Basıklık	252.65	100	7	97.32%
Çarpıklık	13.89	114	2	97.66%
Aralık	1220.00	129	2	97.99%
En Büyük	1230.00	143	3	98.49%
En Küçük	10.00	157	2	98.83%
Toplam	15892.00	172	2	99.16%
Say	598.00	186	0	99.16%
		200	0	99.16%
		Diğer	5	100.00%



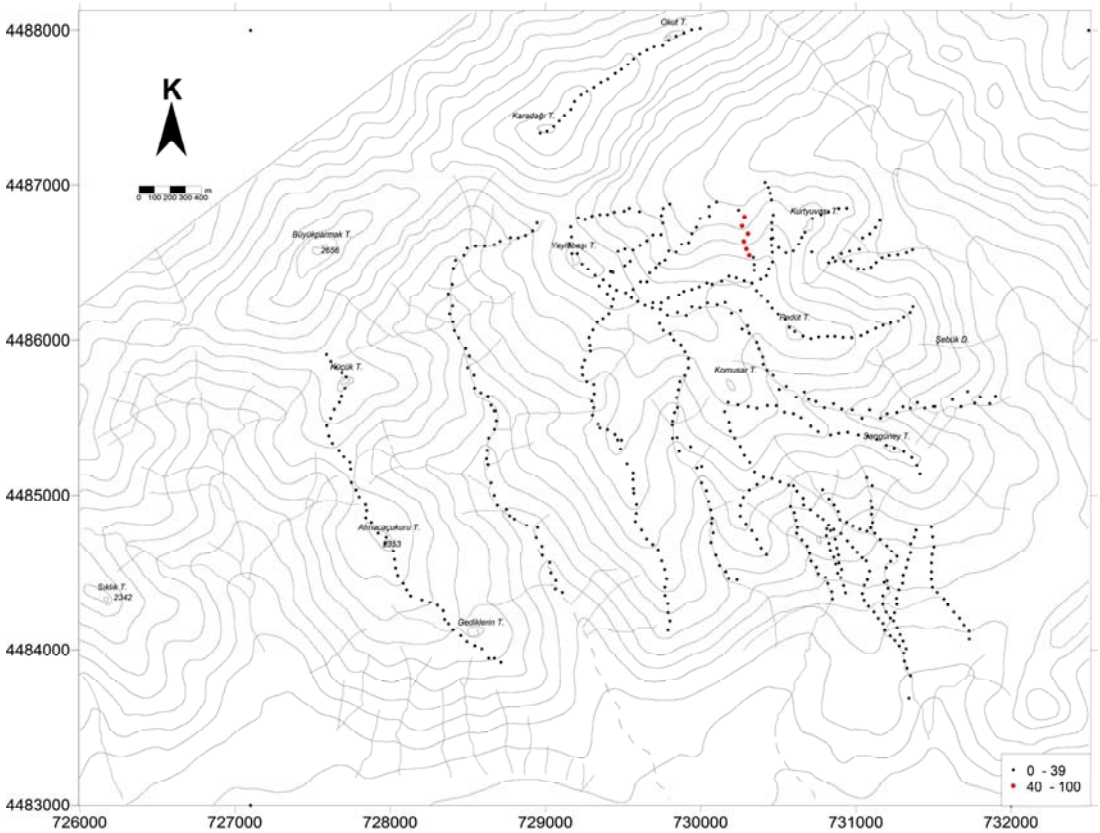
Şekil 4.35. As elementine ait histogram ve kümülatif eğrisi



Şekil 4.36. As elementine ait olasılık eğrisi

4.5.2.6. Altın/ Gümüş/Antimuan

Sahadan alınan 598 toprak örneğinde Ag ve Sb değerleri gözlenmez. Altın ise sadece 7 örnekte değer vermiştir. Altın için en yüksek değer 100 ppb'dir. Sahada altın değeri veren 7 örnekten 6 tanesi bir gruplaşma oluşturmaktadır. Bu örneklerin alındığı zonların genel özelliklerine bakıldığında yoğun killeşmenin limonit ve hematitleşmenin ve silisleşmenin egemen alterasyon mineralleri olduğu görülür. Baz metallerin geniş alana dağılan bu kadar yüksek değerler vermesi pek de fazla derinde olmayan olası bir porfiri Cu-Au cevherleşmesine işaret eden bir sistem olabilir.



Şekil 4. 37 Çalışma sahası Au dağılım haritası

4.5.3. Korelâsyon

Bilindiği gibi element korelasyonlarında ‘‘0’’ değeri ilişkisizliği, ‘‘+1’’ değeri pozitif ilişkiyi ve ‘‘-1’’ değeri negatif ilişkiyi tanımlamaktadır. Pozitif ilişki iki farklı element değerinin birlikte artma veya birlikte eksilmesini, negatif ilişki ise bir element değeri artarken diğer element değerinin düşmesini gösterir.

Toprak jeokimya örneklerinde saptanan Cu-Pb-Zn-Mo-As elementlerine ait korelasyon, elementler arasında çapraz olarak hesaplanarak Çizelge 4.9’da sunulmuştur.

Jeokimyasal toprak örneklerine ait korelasyon çizelgesi incelendiğinde elementler arasında çok belirgin bir ilişki kurulamadığı, yalnızca, Zn-Pb (0.44), Cu-Zn (0.36) elementleri arasında zayıf pozitif ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Toprak örneklerine ait tabloda elementler arasında gözlenen korelasyonun yanıltıcı olduğu,

Pb, As, Au ve Mo elementlerinin genelde deteksiyon limitinin altında kaldığı unutulmamalıdır.

Çizelge 4.9. Çalışma sahası Toprak örnekleri Elementleri Korelasyonu

	Cu	**Zn**	**Pb**	**As**	**Mo**	**Au**
Cu	1.00					
Zn	0.36	1.00				
Pb	0.11	0.44	1.00			
As	0.15	0.10	0.12	1.00		
Mo	0.01	-0.02	0.01	0.06	1.00	
Au	0.03	0.16	0.14	0.02	-0.02	1.00

Korelasyon tablosu incelendiğinde bakırın bağımsız davrandığı gözlenir. Oysa baz metal yatakalarında genellikle Cu-Pb-Zn arasında çoğunlukla bir ilişki olduğu bilinmektedir. İnanmış çalışma sahasında bu durum gözlenmez. Bu da olasılıkla porfiri Cu cevherleşmesinin diğer elementler açısından yoksun olduğunu göstermektedir. Arazi gözlemleri de bu görüşü destekler niteliktedir. Çalışma alanında kurşun ve çinko sülfidleri izlenmemiştir. Bunun yanında sahada sadece Şeblik Dere içinde kuvars damarlarında molibdenit mineralleri gözlenmiştir. Ancak toprak örneklerinde molibden değerleri anlamlı bir dağılım sunmamakla beraber 598 örnekten yalnızca 11 örnek dedeksiyon limiti üzerinde değer vermiştir.

4.6. Cevher Oluşumu

Çalışma sahasının içinde bulunduğu Alp orajenik Kuşağında; kıta kenarlarında oluşmuş And Tipi porfiri yataklar ile ada yayı kuşağını oluşturan Filipin tipi porfiri yataklar yer almaktadır. Alp Orojenik kuşağı üzerinde Bor ve Maydenpek (Yugoslavya), Medet (Bulgaristan), Sar Çesme (İran) gibi kıta kenarlarında oluşmuş, And kuşağındakilere benzer ve ekonomik olarak işletilen porfiri bakır yatakları bulunmaktadır (Şekil 1.1). Ülkemizde de Alp kuşağı üzerinde bulunan Dereköy-Kırklareli ve Bakırçay (Merzifon) porfiri yatakları And tipi kıta kenarı porfiri yataklarına yakın özellikler göstermektedir. Bunların ortalama tenörleri Balkanlardaki porfiri yataklarına göre düşüktür (Çağatay, 1977).

Alp orojenik kuşağının Samsun'dan Gürcistan sınırına kadar olan kesimi Pontid metalojenik kuşağı olarak adlandırılır ve Istrancaların tersine, Filipin tipi ada yayı kuşağını oluşturur (Çağatay, 1977). Filipinler kuşağında Santa Thomas II, Dizon, Tapian, Atlas-Lutopan, Sipalay-Canabit gibi porfiri yatakları işletilmektedir. Bu kuşak üzerinde Türkiye'de izlenen granitoyidlerle ilintili maden yatak ve zuhurları şu şekilde sıralanabilir; Demirköy (Kırklareli), Bakırçay (Amasya), Ovacık (Tunceli), Güzelyayla (Tabzon), Ulutaş (Erzurum) ve Balcılı (Artvin)'dir. Aynı özelliklere sahip Doğu Karadeniz bölgesinde şimdiye kadar bulunan Güzelyayla-Maçka, Ulutaş-İspir (Erzurum), Balcılı-Yusufeli (Artvin) porfiri yatakları ise düşük tenörleri nedeniyle ekonomik değildir. Ada yayı kuşaklarının diğer bir özelliği de bu kuşaklarda porfiri yataklanmanın yanında Kuroko tipi volkanojenik masif sülfit (VMS) yani masif bakır cevherleşmelerinin de bulunmasıdır.

Bu metalojenik kuşak içerisinde yer alan Kurtyuvası Cu sahasının yakın çevresinde Güzelyayla Cu-Mo, Ulutaş Cu-Mo ve Balcılı Cu-Mo porfiri tip zuhurları bulunmaktadır.

Çalışma alanında, bazik volkanitleri kesen piritli altere riyolitik, dasitik, andezitik daykların varlığı magmatizmanın çok evreli olarak geliştiğini göstermesi açısından önemlidir. Sonraki fazlarla ilişkili olarak cevherleşme ve alterasyonun ilk evrede gelen intrüzyon içerisinde gelişmiş olması mümkün görülmektedir. Cevherleşmenin yan kayaç konumu durumunda olan bazik volkanitler ile sokulum kayaçları içinde; breş, ağsal damar - damarcık ve yer yer de dissemine görülmesi, gang minerali olarak kuvars ile kalsit minerallerinin bulunması ve çok evreli intrüzyonların bulunması ve ilk bulgulara göre Alp oroejenik kusağı içerisindeki porfiri tip cevherleşmelere benzerlik göstermesiyle bu sahanında porfiri tipte oluşabileceği söylenebilir. Bölgedeki çalışmalar sondaj aşaması ile devam etmektedir.

5. SONUÇLAR

Çalışma alanıyla ilgili olarak yapılan jeolojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

1- Baz metal (Cu, Pb, Zn) aramalarına yönelik olarak yapılan çalışmalar sonucu sahada 1/5000 ölçekli 30 km^2 bir alanda jeolojik ve jeokimyasal etüt yapılmıştır.

2- Jeokimyasal analiz için alınan 598 adet toprak örneğinden Cu-Pb-Zn-Mo-As-Au-Ag-Sb analizleri yaptırılmış ve analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılmış ve dağılım haritaları hazırlanmıştır ve şu sonuçlar elde edilmiştir.

a) Cu ve Zn arasında düşük bir korelasyonun olduğu (0.36),

b) Zn ve Pb arasında düşük bir korelasyonun olduğu (0.44),

3-Çalışma alanında ana cevher mineralleri olarak pirit, kalkopirit ve molidenittir. Bu ana bileşenlerin yanı sıra, tali olarak bornit, pirotin, manyetit, rutil, ilmenit ve kromit saptanmıştır.

4- Çalışma sahasında gözlenen alterasyon özellikleri porfiri bakır yatakları ile benzerlik sunmaktadır. Serizit, klorit, epidot gibi hidrotermal alterasyon mineralleri ve türleri belirlenmiştir.

5- Çalışma sahasında alterasyonlar ve cevherleşmeler genellikle fay zonları boyunca ve dasit-riyodasit dayklarının etrafında yoğun olarak gözlenmektedir. Alterasyona maruz kalan kayaçların ilksel özelliklerini yitirdikleri belirlenmiştir. Alterasyon ve cevherleşmenin dayk ve kafalar şeklinde ayrılmamış volkanitleri kesen dasitik, andezitik ve granitik kayalarla ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Bu birimlerde gözlenen kristal dokusu bunların yüzeye yakın yerleşime sahip olduklarını göstermektedir. Çalışma sahasında izlenen asidik kayaların daha derinde gömülü bir granitik intrüzyonun yüzeydeki değişik fazlarıyla ilişkili eşlenikleri olduğu düşünülmektedir.

6- Çalışma alanında, bazik volkanitleri kesen piritli altere riyolitik dasitik andezitik daykların varlığı magmatizmanın çok evreli olarak geliştiğini göstermesi açısından önemlidir. Sonraki fazlarla ilişkili olarak cevherleşme ve alterasyonun ilk evrede gelen intrüzyon içerisinde gelişmiş olması mümkün görülmektedir. Sistemde baz metallerin görülmesi, düşük ısılı As, Sb gibi minerilazasyonların Cu

cevherleşmesinin gözlendiği kısımlarda izlenmemesi cevherleşme ısısının en azından mezotermal bir safha olduğunu düşündürmektedir.

7- Toprakta ve kayaçlarda saptanan yüksek Cu ile anomali düzeyindeki altın değerleri, çok yoğun olarak gözlenen klorit-epidot, kuvars-kil-pirit ve daha az olarak serizit-kuvars gibi alterasyon minealleri, porfirik dokulu asidik ve ortaç bileşimli dayklar, yer yer ağsal olarak gözlenen kuvars kalsit damar/damarcıkları, breşik yapılar ile kalkopirit ve bornit gibi cevher minerallerinin varlığı, İnanmış sahanın porfiri tip Cu-Au cevherleşmelerine benzerlik gösterdiğinin önemli göstergeleridir.

KAYNAKLAR

ALTINLI, İ. E., 1969, Oltu-Olur-Narman Dolaynın Jeolojik İncelemesi, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklıgı, Rapor No: 449, Ankara, (yayımlanmamış)

BAYRAKTUTAN, S., 1994, Narman-Gaziler Bölgesinin Tersiyerdeki Volkano-tektonik Evrimi , 47. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri.

BOZKUŞ, C., 1990, Oltu-Narman Tersiyer Havzası Kuzeydogusunun (Kömürlü) Stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, sayı 33-2, s. 47-56.

BOZKUŞ, C., 1992, Olur (Erzurum) Yöresinin Stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, sayı 35-1, s. 103-120.

BULUT, Y., ÖGÜN, Y., DÜMENCİ, S., BOZKUS, C., TAHA, M. VE ÖNER, A., 1989, Tortum-Narman-Oltu-Olur Dolayının Jeolojisi ve Kömür Olanakları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlügü, Rapor No : 8889, Ankara, (yayımlanmamış)

CENGİZ, İ. VE ÇAKIR, C., 1997, Oltu-Tortum (Erzurum) civarının genel jeokimyasal prospeksiyon Raporu: MTA Rap. No:9708

ÇAGATAY, A., 1977, Porfiri Bakır Yatakları, Yeryuvarı ve İnsan, s.32-37

KANSIZ, H., AKINCI, S., KURTOGLU, T., ERÇİN, A.İ., CÖMERT, N., AGAN, **A. ve Kömür, İ., 2000,** Artvin-Savsat-Ardanuç ile Oltu-Olur-Senkaya Yörelerine Ait Epitermal Altın Aramaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlügü, Rapor No: 10365, Trabzon, (yayımlanmamış).

KARANİS, H. A., DURSUN A., YAPRAK, S., ÇUVALCI, F. VE YILDIRIM, K., 1988, Yusufeli-Oltu-Tortum Yöresi Jeokimyasal Raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlügü, Rapor No: 8832, Ankara, (yayımlanmamış).

KETİN, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri., M.T.A Derg., 66: 20-34

KETİN, İ., 1983, Türkiye Jeolojisine Genel bir Bakış İTÜ Kütüphanesi, Sayı: 1259, 595, İstanbul

KILIÇ, M. VE CENGİZ, İ., 1990, Oltu-Olur (Erzurum) civarının genel jeokimyasal prospeksiyon raporu: MTA Rap. No:9403

KOÇYİGİT, A. VE ROJAY, B., 1984, Dogu Anadolu Bölgesi'nin Yeni Tektonik Çatısı ve Horasan-Narman Depremi-1983, Kuzey Anadolu I. Ulusal Deprem Sempozyumu Bildirileri, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

KONAK, N. 2001, Kuzeydoğu Pontitlerin (Oltu-Olur-Şenkaya-Narman-Tortum-Uzundere-Yusufeli) Jeolojisi: MTA Rap. No: 10489

LOWELL, J. D. and GUILBERT. J. M., 1970, Lateral and Vertical Alteration Mineralization Zoninig in Porphyry ore Deposits; Econ. Geol., 65, 373-408

OKAY, A. I. ve TÜYSÜZ, O. 1999, Tethyan sutures of northern Turkey. In The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen (In B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne eds), Geological Society of London, Special Publication no. 156. 475–515

ÖZKAN, Y. Z., ÇAĞATAY, A., ALTUN, Y. VE ACAR, E., 1984, Karadağ (Erzurum-Narman) yöresinin jeolojisi ve yöredeki polimetalik cevherleşmenin kökenine bir yaklaşım: Jeoloji Mühendisliği Derg., 21, s.29-34.,

ROMBERG. H., 1939, Erzurum Vilayeti, Oltu Kazasında Görülen Cevher Zuhuratı hakkında Rapor, MTA Rapor No: 781

TOKEL, S., 1980, Doğu Anadolu'da Neojen Volkanizmasının Jeokimyası, 34, Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı, bildiri Özleri, s 33.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Adıyaman İli, Gölbaşı İlçesinde doğdum. 1993 yılında Bursa Hürriyet Teknik Meslek Lisesi'den Mezun oldum. 1997 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nü bitirdim. Mezun olduğum tarihten 2000 Kasım ayına kadar özel şirketlerde çeşitli sürelerde çalıştım. 2000 yılında MTA Genel Müdürlüğüne Jeoloji Mühendisi olarak atandım. 2005-2006 öğretim yılı Bahar döneminde Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimime başladım. MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi, Metalik Madenler biriminde jeoloji mühendisi olarak çalışmaktayım.