

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**AŞAĞIMUSALAR (DURSUNBEY-BALIKESİR) ÇEVRESİ DERE  
KUMU VE DERE SULARININ METAL İÇERİĞİ VE DAĞILIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GAMZE BAĞÇECİ TAŞKIN**

**BALIKESİR, TEMMUZ - 2018**

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**AŞAĞIMUSALAR (DURSUNBEY-BALIKESİR) ÇEVRESİ DERE  
KUMU VE DERE SULARININ METAL İÇERİĞİ VE DAĞILIMI**

**YÜKSEK LISANS TEZİ**

**GAMZE BAĞÇECİ TAŞKIN**

**Jüri Üyeleri : Prof. Dr.Cemal BÖLÜCEK (Tez Danışmanı)**

**Prof. Dr.Leyla KALENDER**

**Dr.Öğr.Üy.Mustafa Selman AYDOĞAN**

**BALIKESİR, TEMMUZ - 2018**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Gamze BAĞÇECİ TAŞKIN** tarafından hazırlanan “**AŞAĞIMUSALAR (DURUNBEY-BALIKESİR) ÇEVRESİ DERE KUMU VE DERE SULARININ METAL İÇERİĞİ VE DAĞILIMI**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 20.07.2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

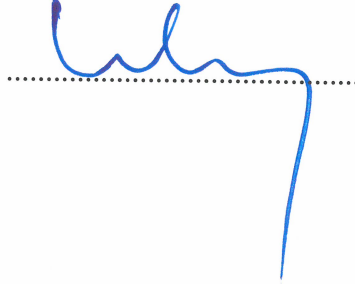
Danışman  
Prof. Dr. Cemal BÖLÜCEK



Üye  
Prof. Dr. Leyla KALENDER



Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Selman AYDOĞAN



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

**Bu tez alışması Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2015/178 nolu proje ile desteklenmiştir.**

## ÖZET

### AŞAĞIMUSALAR (DURSUBEY-BALIKESİR) ÇEVRESİ DERE KUMU VE DERE SULARININ METAL İÇERİĞİ VE DAĞILIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GAMZE BAĞÇECİ TAŞKIN

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR.CEMAL BÖLÜCEK)

BALIKESİR, TEMMUZ - 2018

Çalışma sahası Balıkesir il sınırları içerisinde Türkiye 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalarından J21 a1 paftası içerisinde yer almaktadır. Balıkesir-Dursunbey Aşağımusalar köyü yakını ve çevresindeki drenaj ağlarında dere kumu ve dere suyu içerisindeki metallerin içerikleri ve bunların dağılımları incelenmiştir.

Çalışma alanında olası cevherleşmeleri belirleyebilmek için analiz edilen elementlerin histogram eğrileri ve dağılım haritaları hazırlanmıştır. Analiz edilen elementlerin istatistiksel dağılımlarında Mo, Sr ve Al dışında kalan tüm elementlerde logaritmik normal dağılım gözlenmiştir.

Korelasyon tablosuna göre çok kuvvetli pozitif korelasyon gösteren element grupları; Sc- Cr- Al- Ni- Cu- Fe- V- Co- Mg- Ti, Ba- Sb- As- Ag- W- Bi, Cd- La- Pb- Zn, Cd- La- Pb- Th, Ca- Sr, Mn- Zn olarak belirlenmiştir.

Su analizlerinden sağlıklı veriler elde edilemediği için değerlendirme yapılamamıştır.

Jeostatistiksel analiz verileri, Aşağımusalar köyü çevresindeki olası maden yatakları hakkında belirleyici sonuçlar vermiştir. Jeolojik yapı ve bölgenin jeokimyasına göre, ultrabazik ve bazik kayaların serpantinleşmesi ile hidrotermal alterasyon etkisi ve epitermal sistemler altında kalan bir oluşumun bölgeyi etkilediği söylenebilir.

Çalışma alanında, bazı elementlerden yüksek değerler elde edilmesine rağmen cevherleşme için yeterli oranda olmadığı değerlendirilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Dursunbey, Çamaşılık Dere, dere kumu, jeokimya.

## **ABSTRACT**

### **THE DISTRIBUTION AND CONTENT OF THE METALS IN STREAM SAND AND CREEK WATER IN THE VILLAGE AŞAĞIMUSALAR (DURSUNBEY-BALIKESİR)**

**MSC THESIS**

**GAMZE BAĐĐECI TAŞKIN**

**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**GEOLOGICAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: PROF.DR.CEMAL BÖLÜCEK)**

**BALIKESİR, JULY 2018**

The study area is located within the province of Balıkesir within the J21 a1 package from 1/25 000 scale topographic maps. In this research, the contents and distribution of the metals in stream sand and creek water in the drainage nets near and around Balıkesir-Dursunbey's village Aşağımusalar were investigated.

Histogram curves and distribution maps of the analyzed elements were prepared to identify possible mineralizations in the study area. The logarithmic normal distribution of all the elements except Mo, Sr and Al was observed in the statistical distributions of the analyzed elements.

Strongly correlated element groups which are Sc- Cr- Al- Ni- Cu- Fe- V- Co- Mg- Ti, Ba- Sb- As- W- Bi, Cd- La- Pb- Zn, Cd- La- Pb- Th, Ca- Sr, Mn- Zn were determined according to the correlation table.

The evaluation couldn't be done because it cannot be obtained reliable information from the water analysis.

The data of geostatistical analysis gave determinative results about possible deposits in the vicinity of the village of Aşağımusalar. According to the geological structure and geochemistry of the region, it was evaluated that the formation of ultrabasic and basic rocks under the effect of hydrothermal alteration and epithermal systems affected the region by serpentinization.

In the study area, although high values were obtained from some elements, it is evaluated that these don't have enough ratio for mineralization.

**KEYWORDS:** Dursunbey, amaőırlık Dere, stream sediment, geochemistry.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÖZET</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>2</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....                                       | <b>3</b>  |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....                                     | <b>5</b>  |
| <b>TABLO LİSTESİ</b> .....                                     | <b>7</b>  |
| <b>ÖNSÖZ</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....  | <b>9</b>  |
| 1.1 Çalışmanın Amacı.....                                      | 9         |
| 1.2 Çalışma Yöntemleri .....                                   | 10        |
| 1.2.1 Literatür Araştırması.....                               | 10        |
| 1.2.2 Arazi Çalışmaları .....                                  | 10        |
| 1.2.3 Laboratuvar Çalışmaları .....                            | 12        |
| 1.2.4 Büro Çalışması.....                                      | 13        |
| 1.3 Coğrafik Durum .....                                       | 13        |
| 1.4 Önceki Çalışmalar.....                                     | 15        |
| <b>2. GENEL JEOLJİ</b> .....                                   | <b>24</b> |
| 2.1 Sarıcasu Formasyonu .....                                  | 26        |
| 2.2 Budağan Kireçtaşı.....                                     | 26        |
| 2.3 Dağardı Melanjı .....                                      | 27        |
| 2.4 Eğrigöz Graniti.....                                       | 27        |
| 2.5 Civandağ Tüfleri .....                                     | 28        |
| 2.6 Akdağ Volkanitleri.....                                    | 29        |
| 2.7 Toklargölü Formasyonu.....                                 | 29        |
| <b>3. JEOKİMYA</b> .....                                       | <b>31</b> |
| 3.1 Dere Sularının Element İçerikleri ve Dağılımları .....     | 31        |
| 3.2 Drenaj Jeokimyası.....                                     | 35        |
| 3.3 Dere Kumlarının Element İçerikleri .....                   | 37        |
| 3.4 Elementlerin Histogramları ve Dağılım Haritaları .....     | 41        |
| 3.4.1 Dere Kumlarının Alüminyum (Al) İçeriği ve Dağılımı.....  | 44        |
| 3.4.2 Dere Kumlarının Arsenik (As) İçeriği ve Dağılımı .....   | 46        |
| 3.4.3 Dere Kumlarının Altın (Au) İçeriği ve Dağılımı .....     | 49        |
| 3.4.4 Dere Kumlarının Baryum (Ba) İçeriği ve Dağılımı.....     | 52        |
| 3.4.5 Dere Kumlarının Bizmut (Bi) İçeriği ve Dağılımı.....     | 55        |
| 3.4.6 Dere Kumlarının Kalsiyum (Ca) İçeriği ve Dağılımı .....  | 58        |
| 3.4.7 Dere Kumlarının Kadmiyum (Cd) İçeriği ve Dağılımı .....  | 61        |
| 3.4.8 Dere Kumlarının Kobalt (Co) İçeriği ve Dağılımı.....     | 64        |
| 3.4.9 Dere Kumlarının Krom (Cr) İçeriği ve Dağılımı.....       | 67        |
| 3.4.10 Dere Kumlarının Bakır (Cu) İçeriği ve Dağılımı.....     | 70        |
| 3.4.11 Dere Kumlarının Demir (Fe) İçeriği ve Dağılımı .....    | 73        |
| 3.4.12 Dere Kumlarının Lantan (La) İçeriği ve Dağılımı.....    | 76        |
| 3.4.13 Dere Kumlarının Magnezyum (Mg) İçeriği ve Dağılımı..... | 79        |
| 3.4.14 Dere Kumlarının Manganez (Mn) İçeriği ve Dağılımı.....  | 82        |
| 3.4.15 Dere Kumlarının Molibden (Mo) İçeriği ve Dağılımı ..... | 85        |
| 3.4.16 Dere Kumlarının Nikel (Ni) İçeriği ve Dağılımı .....    | 87        |
| 3.4.17 Dere Kumlarının Kurşun (Pb) İçeriği ve Dağılımı .....   | 90        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 3.4.18    | Dere Kumlarının Antimon (Sb) İçeriği ve Dağılımlı.....           | 93         |
| 3.4.19    | Dere Kumlarının Skandiyum (Sc) İçeriği ve Dağılımlı.....         | 96         |
| 3.4.20    | Dere Kumlarının Stronsiyum (Sr) İçeriği ve Dağılımlı.....        | 99         |
| 3.4.21    | Dere Kumlarının Toryum (Th) İçeriği ve Dağılımlı.....            | 101        |
| 3.4.22    | Dere Kumlarının Titanyum (Ti) İçeriği ve Dağılımlı.....          | 104        |
| 3.4.23    | Dere Kumlarının Vanadyum (V) İçeriği ve Dağılımlı.....           | 107        |
| 3.4.24    | Dere Kumlarının Wolfram (W) İçeriği ve Dağılımlı.....            | 110        |
| 3.4.25    | Dere Kumlarının inko (Zn) İçeriği ve Dağılımlı.....             | 113        |
| 3.5       | Dere Kumlarının Elementleri Arası Korelasyon Katsayıları.....    | 116        |
| <b>4.</b> | <b>JEOKİMYASAL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....</b>             | <b>119</b> |
| 4.1       | Bölgedeki Bilinen Cevherleşmeler ve Özellikleri .....            | 119        |
| 4.2       | Dere Kumları ve Dere Sularındaki Elementlerin Olası Kaynakları.. | 125        |
| <b>5.</b> | <b>SONUÇLAR.....</b>   | <b>131</b> |
| <b>6.</b> | <b>KAYNAKLAR.....</b>  | <b>132</b> |



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|  |    |
|--|----|
| Şekil 1.1: a) Çalışma alanında dere kumu örneklemesinden bir görünüm,<br>b) Çalışma alanında dere suyu örneklemesinden bir görünüm. .... | 11 |
| Şekil 1.2: Çalışma alanı sıcak su noktasından bir görünüm. ....  | 12 |
| Şekil 2.1: Çalışma alanının jeoloji haritası. ....   | 25 |
| Şekil 3.1: İnceleme alanının jeoloji haritası ve dere suyu örnekleme<br>noktaları.....   | 32 |
| Şekil 3.2: İnceleme alanının jeoloji haritası ve dere kumu örnekleme<br>noktaları.....   | 36 |
| Şekil 3.3: Dere kumu örneklerindeki alüminyum (Al)' a ait histogram.....   | 44 |
| Şekil 3.4: Dere kumlarının alüminyum (Al) içeriği ve dağılımı. ....  | 45 |
| Şekil 3.5: Dere kumu örneklerindeki arsenik (As)'e ait histogram. ....   | 47 |
| Şekil 3.6: Dere kumlarının arsenik (As) içeriği ve dağılımı.....   | 48 |
| Şekil 3.7: Dere kumu örneklerindeki altın (Au)'a ait histogram. ....   | 50 |
| Şekil 3.8: Dere kumlarının altın (Au) içeriği ve dağılımı.....   | 51 |
| Şekil 3.9: Dere kumu örneklerindeki baryum (Ba)'a ait histogram. ....  | 53 |
| Şekil 3.10: Dere kumlarının baryum (Ba) içeriği ve dağılımı. ....  | 54 |
| Şekil 3.11: Dere kumu örneklerindeki bizmut (Bi)'a ait histogram. ....   | 56 |
| Şekil 3.12: Dere kumlarının bizmut (Bi) içeriği ve dağılımı.....   | 57 |
| Şekil 3.13: Dere kumu örneklerindeki kalsiyum (Ca)'a ait histogram.....  | 59 |
| Şekil 3.14: Dere kumlarının kalsiyum (Ca) içeriği dağılımı. ....   | 60 |
| Şekil 3.15: Dere kumu örneklerindeki kadmiyum (Cd)'a ait histogram. ....   | 62 |
| Şekil 3.16: Dere kumlarının kadmiyum (Cd) içeriği ve dağılımı.....   | 63 |
| Şekil 3.17: Dere kumu örneklerindeki kobalt (Co)'a ait histogram. ....   | 65 |
| Şekil 3.18: Dere kumlarının kobalt (Co) içeriği ve dağılımı. ....  | 66 |
| Şekil 3.19: Dere kumu örneklerindeki krom (Cr)'a ait histogram.....  | 68 |
| Şekil 3.20: Dere kumlarının krom (Cr) içeriği ve dağılımı. ....  | 69 |
| Şekil 3.21: Dere kumu örneklerindeki bakır (Cu)'a ait histogram. ....  | 71 |
| Şekil 3.22: Dere kumlarının, bakır (Cu) içeriği ve dağılımı.....   | 72 |
| Şekil 3.23: Dere kumu örneklerindeki demir (Fe)'e ait histogram.....   | 74 |
| Şekil 3.24: Dere kumlarının demir (Fe) içeriği ve dağılımı. ....   | 75 |
| Şekil 3.25: Dere kumu örneklerindeki lantan (La)'a ait histogram. ....   | 77 |
| Şekil 3.26: Dere kumlarının lantan (La) içeriği ve dağılımı.....   | 78 |
| Şekil 3.27: Dere kumu örneklerindeki magnezyum (Mg)'a ait histogram. ....  | 80 |
| Şekil 3.28: Dere kumlarının magnezyum (Mg) içeriği ve dağılımı. ....   | 81 |
| Şekil 3.29: Dere kumu örneklerindeki manganez (Mn)'e ait histogram. ....   | 83 |
| Şekil 3.30: Dere kumlarının manganez (Mn) içeriği ve dağılımı.....   | 84 |
| Şekil 3.31: Dere kumu örneklerindeki molibden (Mo)'e ait histogram. ....   | 85 |
| Şekil 3.32: Dere kumlarının, molibden (Mo) içeriği ve dağılımı.....  | 86 |
| Şekil 3.33: Dere kumu örneklerindeki Nikel (Ni)'e ait histogram. ....  | 88 |
| Şekil 3.34: Dere kumlarının nikel (Ni) içeriği ve dağılımı.....  | 89 |
| Şekil 3.35: Dere kumu örneklerindeki kurşun (Pb)'a ait histogram. ....   | 91 |
| Şekil 3.36: Dere kumlarının kurşun (Pb) içeriği ve dağılımı.....   | 92 |
| Şekil 3.37: Dere kumu örneklerindeki antimon (Sb) elementi içeriği<br>histogramı.....  | 94 |
| Şekil 3.38: Dere kumlarının antimon (Sb) içeriği ve dağılımı. ....   | 95 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Şekil 3.39:</b> Dere kumu örneklerindeki skandiyum (Sc)'a ait histogram. ....  | 97  |
| <b>Şekil 3.40:</b> Dere kumlarının skandiyum (Sc) içeriği ve dağılımı. ....   | 98  |
| <b>Şekil 3.41:</b> Dere kumu örneklerindeki stronsiyum (Sr)'a ait histogram.....  | 99  |
| <b>Şekil 3.42:</b> Dere kumlarının stronsiyum (Sr) içeriği ve dağılımı. ....  | 100 |
| <b>Şekil 3.43:</b> Dere kumu örneklerindeki toryum (Th)'a ait histogram. ....   | 102 |
| <b>Şekil 3.44:</b> Dere kumlarının toryum (Th) içeriği ve dağılımı.....   | 103 |
| <b>Şekil 3.45:</b> Dere kumu örneklerindeki titanyum (Ti)'a ait histogram. ....   | 105 |
| <b>Şekil 3.46:</b> Dere kumlarının titanyum (Ti) içeriği ve dağılımı.....   | 106 |
| <b>Şekil 3.47:</b> Dere kumu örneklerindeki vanadyum (V)'a ait histogram. ....  | 108 |
| <b>Şekil 3.48:</b> Dere kumlarının vanadyum (V) içeriği ve dağılımı. ....   | 109 |
| <b>Şekil 3.49:</b> Dere kumu örneklerindeki wolfram (W)'a ait histogram.....  | 111 |
| <b>Şekil 3.50:</b> Dere kumlarının wolfram (W) içeriği ve dağılımı. ....  | 112 |
| <b>Şekil 3.51:</b> Dere kumu örneklerindeki çinko (Zn)'ya ait histogram.....  | 114 |
| <b>Şekil 3.52:</b> Dere kumlarının çinko (Zn) içeriği ve dağılımı. ....   | 115 |
| <b>Şekil 4.1:</b> MTA tarafından hazırlanan Cu anomali haritası ile çalışma<br>kapsamında Cu anomali haritası karşılaştırılması. .... | 122 |
| <b>Şekil 4.2:</b> MTA tarafından hazırlanan Pb anomali haritası ile çalışma<br>kapsamında Pb anomali haritası karşılaştırılması. .... | 123 |
| <b>Şekil 4.3:</b> MTA tarafından hazırlanan Zn anomali haritası ile çalışma<br>kapsamında Zn anomali haritası karşılaştırılması. .... | 124 |

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tablo 3.1:</b> Dere suyu örneklerinde analizi yapılan elementlerden düşük değerler veren veya tespit edilemeyenlerin dedeksiyon limitleri... | 33  |
| <b>Tablo 3.2:</b> Dere suyu örneklerinin pH, sıcaklık değerleri ve bazı elementlerin kimyasal analiz içerikleri..                               | 34  |
| <b>Tablo 3.3:</b> Dere kumu örneklerinde düşük değerler veren bazı elementlerin dedeksiyon limitleri. ....                                      | 37  |
| <b>Tablo 3.4:</b> Dere kumu örneklerinin kimyasal analiz sonuçları. ....  | 38  |
| <b>Tablo 3.6:</b> As için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....   | 46  |
| <b>Tablo 3.7:</b> Au için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....  | 49  |
| <b>Tablo 3.8:</b> Ba için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....   | 52  |
| <b>Tablo 3.9:</b> Bi için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....  | 55  |
| <b>Tablo 3.10:</b> Ca için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....  | 58  |
| <b>Tablo 3.11:</b> Cd için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....   | 61  |
| <b>Tablo 3.12:</b> Co için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....   | 64  |
| <b>Tablo 3.13:</b> Cr için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....   | 67  |
| <b>Tablo 3.14:</b> Cu için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....   | 70  |
| <b>Tablo 3.15:</b> Fe için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....   | 73  |
| <b>Tablo 3.16:</b> La için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....  | 76  |
| <b>Tablo 3.17:</b> Mg için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....  | 79  |
| <b>Tablo 3.18:</b> Mn için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....  | 82  |
| <b>Tablo 3.19:</b> Ni için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....   | 87  |
| <b>Tablo 3.20:</b> Pb için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....  | 90  |
| <b>Tablo 3.21:</b> Sb için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....   | 93  |
| <b>Tablo 3.22:</b> Sc için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....   | 96  |
| <b>Tablo 3.23:</b> Th için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....  | 101 |
| <b>Tablo 3.24:</b> Ti için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....  | 104 |
| <b>Tablo 3.25:</b> V için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....  | 107 |
| <b>Tablo 3.26:</b> W için Log normal değer ve normal değer sonuçları. ....  | 110 |
| <b>Tablo 3.27:</b> Zn için Log normal değer ve normal değer sonuçları.....  | 113 |
| <b>Tablo 3.28:</b> Korelasyon katsayısına göre değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvet derecesi. ....   | 116 |
| <b>Tablo 3.29:</b> Dere kumu örneklerindeki elementlerin $p<0.01$ anlamlılık düzeyindeki korelasyon katsayıları. ....                           | 117 |
| <b>Tablo 4.1:</b> İnceleme alanındaki dere kumu örneklerinin analiz sonuçları..   | 121 |
| <b>Tablo 4.2:</b> Litosferde, bazı magmatik- sedimanter kayaçların ortalama değerleri ve bu çalışmadaki dere kumlarının element içerikleri ..   | 129 |

## ÖNSÖZ

Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Prof.Dr. Cemal BÖLÜCEK yönetiminde yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Tezimin hazırlanması sürecinde başlangıç aşamasından bitimine kadar, çalışma esnasında aydınlatıcı yorumlarını, sabrını ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof.Dr.Cemal BÖLÜCEK'e ve çalışma arazisi seçimi esnasındaki önerileri için Dr.Öğr.Üyesi Mustafa Selman AYDOĞAN'a teşekkür ederim.

Araştırmayı maddî açıdan destekleyen Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Bu tezin hazırlanması sırasındaki destekleri ve fedakârlıklarından dolayı bugüne kadar bana inanan, tüm eğitim ve öğretim hayatım boyunca benden maddî, manevî yönden desteklerini esirgemeyen, en büyük şansım olan aileme ve değerli eşime duydukları güven, sevgileri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gamze BAĞÇECİ TAŞKIN

Balıkesir, 2018

# 1. GİRİŞ

“Aşağımusalar (Dursunbey-Balıkesir) Çevresi Dere Kumu ve Dere Sularının Metal İçeriği ve Dağılımı” başlıklı bu çalışma; 2015-2018 yılları arasında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları- Jeokimya Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

İnceleme alanında; Menderes masifi ve İzmir- Ankara zonu kayaçları üzerinde yayılım sunan granitik kayaçlar ve volkanik kayaçlar yüzeylemektedir. Volkanik kayaçlar andezit, dasit bileşimli intrüzyonlar, domlar, lav akıntıları, dayklar ve volkanojenik tortul kayaçlardan oluşmakta olup bunların üzerine felsik volkanik kayaçlar gelmektedir. Bu bölgede yüzeyleyen kayaçlar “Alaçamdağı Magmatik Kompleksi” olarak isimlendirilmektedir ve komplekse Erken Miyosen yaşı verilmektedir (Erkül ve Erkül, 2010).

Bu bölgede farklı lokasyonlarda skarn tipi demir cevherleşmeleri ve Pb-Cu-Zn cevherleşmeleri bulunmaktadır. Bu çalışmada cevherlerin dağılımlarını belirleyebilmek için dere kumlarının ana ve iz element analizleri yapılmıştır.

İnceleme alanındaki derelerden 46 farklı noktadan dere kumu örneği alınıp dere kumlarının -80 mesh (180 $\mu$ m) boyutundaki fraksiyonları analiz edilmiştir. Ayrıca arazide yer alan derelerden 15 adet su numunesi alınıp sıcaklık ve pH ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen verilerle hem su hem de dere kumlarındaki metal dağılımları ortaya konulmuştur. Bu çalışmada çeşitli tanımlayıcı istatistiksel yaklaşımlardan yararlanılmıştır.

## 1.1 Çalışmanın Amacı

Çalışma alanı, Dursunbey ilçesi Aşağımusalar köyü yakını ve çevresinde olup, 1/25 000 ölçekli J21 a1 paftası içerisinde yer almaktadır. Bu çalışmada, Aşağımusalar köyü çevresindeki bölgedeki drenaj ağlarında dere kumu ve dere suyu içerisindeki metallerin içerikleri ve bunların dağılımları incelenmiştir.

Dere kumu jeokimyasal prospeksiyon yöntemlerinden yararlanılarak cevher birikimlerini gösteren anomali sahaları belirlenmektedir. Jeokimyasal prospeksiyon amaçlı yapılan dere kumu ve su jeokimyası çalışmasıyla elde edilebilecek yüksek element konsantrasyonları çalışma alanındaki ağır metal kirliliklerini de gösterebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Aşağımusalar köyü ve çevresindeki derelerde maden aramalarında da geniş uygulama alanına sahip olan yüzey suyu jeokimyasından yararlanarak olası maden yataklarını, işaret edebilen dere sularındaki metal değişimlerinin incelenmesini içeren jeokimyasal prospeksiyon çalışması yapmaktır.

## **1.2 Çalışma Yöntemleri**

Bu tez kapsamında yapılan çalışma literatür araştırmaları, arazi çalışmaları, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır.

### **1.2.1 Literatür Araştırması**

Literatür araştırmasında inceleme alanı ve civarında bugüne kadar yapılmış olan önceki çalışmaların araştırılıp derlenmesi, makale ve raporların incelenmesi yapılmıştır. Ayrıca dere suyu ve dere kumlarının kullanıldığı jeokimyasal prospeksiyonlarla ilgili literatür taraması gerçekleştirilmiştir.

### **1.2.2 Arazi Çalışmaları**

Arazi çalışmaları ve örneklerin alınması 2015 yılı Mayıs-Haziran aylarında yapılmıştır. Arazi çalışması, Dursunbey ilçesi Aşağımusalar köyü ve yakın çevresindeki Çamaşırılık Dere, Soğuk Dere ve Bağaltı Dere yataklarından arazi koşullarının elverişli bulunduğu ve kirlenmenin az olduğu alanlar gözetilerek aktif dere yataklarından farklı yerler ve derinliklerdeki belirlenen lokasyonlardan dere kumu ve dere suyu örnekleri alınmıştır (Şekil 1.1). Örnek alım noktaları GPS (Global Positioning System) yardımıyla belirlenmiş olup, J21 a1 paftası 1/25 000 ölçekli topoğrafik harita üzerinde lokasyonlar işaretlenmiştir.

Dere kumu örnekleri alınırken iri tanelerin olmaması için 2 mm'lik plastik bir elek yardımıyla elenerek içerisinde organik madde ve kayaç parçalarından arındırıldıktan sonra yaklaşık olarak 3-4 kg arası ağırlıkta alınmıştır. Örnekler torbalara konularak isimlendirme ve numaralandırmaları etiket üzerlerinde belirtilmiştir. Dere suyu örneklerinin de sıcaklığı, pH değerleri ölçülüp kaydedilmiştir (Şekil 1.1- Şekil 1.2).

Arazide “Hamam” adı verilen sıcak su noktasında ölçümlerde sıcaklık 37 °C'ye kadar çıkmakta olduğu görülmüştür (Şekil 1.2).



**Şekil 1.1:** a) Çalışma alanında dere kumu örneklemesinden bir görünüm, b) Çalışma alanında dere suyu örneklemesinden bir görünüm.



**Şekil 1.2:** Çalışma alanı sıcak su noktasından bir görünüm.

### **1.2.3 Laboratuvar Çalışmaları**

Araziden getirilen dere kumu örnekleri oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulmuş numunelerin analiz şartlarına uygun hale getirebilmek için elek analizi yapılmıştır (Şekil 1.3). Daha sonra bu farklı boyuttaki örneklerin en küçük boyutta olan -80 mesh (180 $\mu$ m) altında kalan örnekler her biri 15 gr olacak şekilde tartılıp torbalara konulmuş ve kimyasal analiz için ACME Analitik Laboratuvarı (Acme Analytical Laboratories Ltd. Kanada) 'nda ICP-MS tekniği ile analizleri yaptırılmıştır.

Su örnekleri ise, 500 ml'lik plastik kaplara asidik koşullarda bulunması için, üzerlerine 2 ml nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) ilave edilerek saklanmıştır.





**Şekil 1.3:** Dere kumu örneklerinin elek analizi yapıışı.

#### **1.2.4 Büro Çalışması**

Büro çalışması kapsamında arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen bulguların yorumu ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Tez yazımı sürecinde konuların ilgili başlıklar altında yer alması ve düzenlenmesi yapılmıştır.

Su örneklerinin kimyasal analiz verilerinin incelenmesi sonucunda, kimyasal element içerikleri dedeksiyon limitlerinin altında kaldığı için istatistiksel değerlendirme yapılamamıştır.

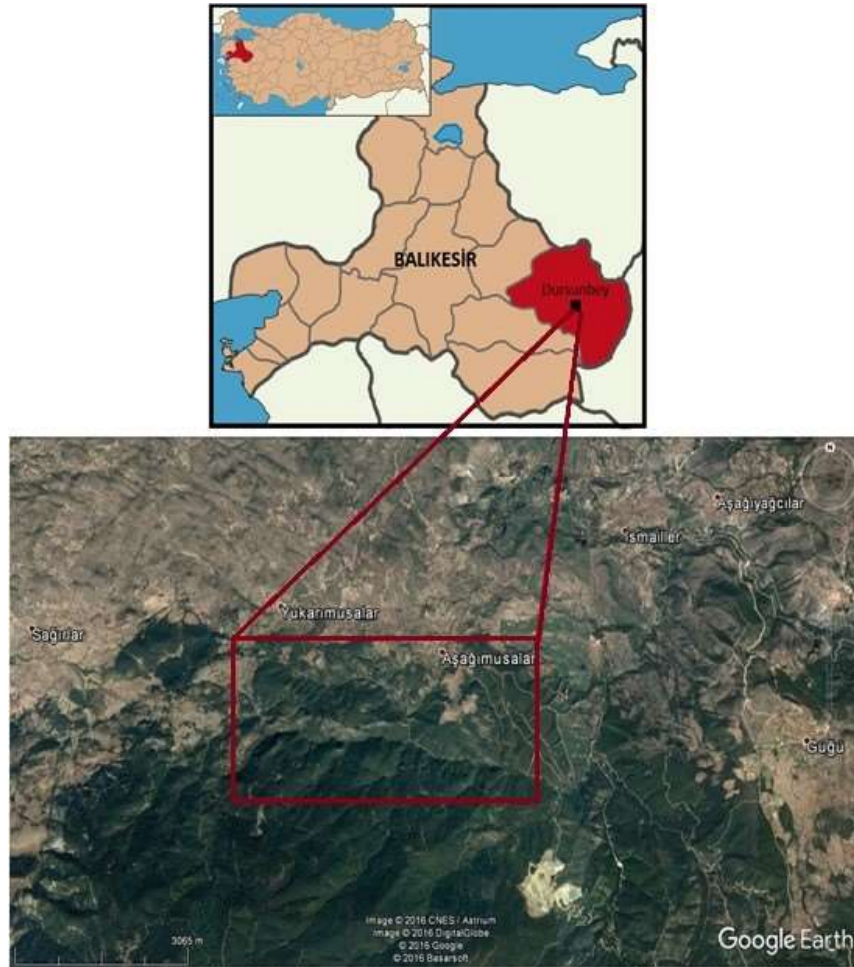
Dere kumu örneklerine ait elementlerin dağılımları jeostatistiksel olarak değerlendirilmiş ve olası anomali alanları belirlenmiştir.

### **1.3 Coğrafik Durum**

Çalışma alanı, Balıkesir ilinin güneydoğusunda yer alan Dursunbey ilçesi Aşağımusalar köyü yakın çevresinde olup J21 a1 paftası içerisinde yer alan yaklaşık 25 km<sup>2</sup> lik bir bölgeyi kapsamaktadır (Şekil 1.4).

Dursunbey ilçesi Balıkesir il merkezine yaklaşık 80 km uzaklıkta bulunmaktadır. Denizden yüksekliği 672 m'dir. Bölge arazi yapısı olarak dağlık ve engebeldir. İlçenin geçim kaynağı orman ve hayvancılıktır. Dursunbey kaliteli çamı ve kerestesi ile ünlüdür. Ayrıca İzmir-Ankara demiryolu üzerinde bulunan ilçeye ulaşım için tren yolu da kullanılabilir. Kışları soğuk, yazları ise çok sıcak geçer. Bölge kış ve bahar aylarında bol miktarda yağış almaktadır.

Aşağımusalar köyü Dursunbey ilçesinin güneybatısında yer alıp ilçe merkezine 24 km uzaklıktadır (Şekil 1.4). Ulaşım bazı bölümlerde asfalt bazı bölümlerde de stabilize yollarla sağlanmaktadır. Bölgedeki en yüksek dağ olan Alaçam dağlarının (1683m) eteklerinde yer alan Aşağımusalar köyü büyük bölümünü çam ağaçlarının oluşturduğu sık orman örtüsüne ve engebeli bir topoğrafik yapıya sahiptir. Akdeniz ve karasal iklim özellikleri göstermektedir. Kış aylarının sert geçtiği, yaz aylarının ise serin olduğu bilinmektedir.



**Şekil 1.4:** İnceleme alanı yer bulduru haritası.

#### 1.4 Önceki Çalışmalar

Balıkesir ilinin de içinde yer aldığı Batı Anadolu bölgesinde yapılan birçok jeolojik çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan inceleme alanını da kapsayan veya yakın bölgesine ait genel jeoloji, maden yatakları ve jeokimya konusundaki çalışmalar aşağıda özetlenerek verilmiştir.

Kalafatçioğlu (1962), “ Tavşanlı-Dağardı arasındaki bölgenin jeolojisi ve serpantin ile kalkerlerin yaşı hakkında not” adlı makalede, Hersiniyen ve Alp orojenezi geçirmiş bölgenin tektonik birimlerinin en eskisinin kristalin şistlere ait kayalar olduğunu ve metamorfik serinin an alt kısmında gnayslar ve gnaysların üstünde içlerisinde yer yer mermer tabakaları bulunan şistlerden meydana geldiğini belirtmiştir.

Kalafatçioğlu (1964), Balıkesir-Kütahya arasındaki bölgeyi incelediği makalede, bölgedeki en yaşlı birimin Paleozoyik yaşlı mermerler ve şistlerden meydana geldiğini belirtmiştir. Araştırmacı bölgenin güneyinde bulunan granitlerin Laramien orajenezine bağlı olduğu görüşünü ortaya koymuştur.

Dora (1968), Musalar köyünün de bir kısmını içine alan, kurşun ruhsat sahası raporunda küçük kontakt- pnömatolitik olarak gruplandırılabilen spekularit-manyetit zuhurlarının granit ve granodiyoritlerle ilgili olduğunu, rastlanılan Fe zuhurlarının ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gerektiğini, ekonomik bir Pb-Zn yatağının bulunmadığını, yamaç molozlarında ise az galenli blokların yer aldığını belirtmiştir.

Özacak (1970), Balıkesir–Dursunbey civarında Alaçamdağı maden prospeksiyonu ve kurşun madeni jeolojik etüdünü yaparak bölgede granit kontağında pnömatolitik tipte Pb, Zn, Cu, Fe, pirit ve pirotin ile manyezit yataklarını belirlemiştir. Yunalık dere, Refahiye (yeni adıyla Alaçam) köyü kuzeyinde Güğü köyü ile Alaçam köyü arasındaki dere içinde, dere yatağı boyunca 8-10 m boyunda ve 1-2 m eninde bir zonda saçılmış (emperye) galen minerallerinin varlığını belirlemiştir.

Turgay (1973), Balıkesir-Dursunbey Demirboku sırtındaki kurşun aramalarında jeofiziksel metodlardan IP metodu ile araştırmalar yapmıştır ve çalışmalar sonucunda rezistivite, metal faktör ve frekans efekt (etki) haritalarında, inceleme sahasının batı-kuzeybatı bölümünden başlayıp gittikçe daralarak önce

güneye sonra ise genişleyerek batıya doğru yönelim gösteren yay şekilli bir uzanımına sahip anomali olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı anomalilerin kontakt-pnömatolitik olarak tabakaların arasına yerleşmiş bulunan cevherli seviyeleri gösterdiğini belirtmiştir.

Takashima (1974), “Dursunbey-Balıkesir Kurşun-Çinko Yataklarının Jeolojisi” adlı çalışmasında, bölgedeki cevher yataklarının granitik batolitlerin özellikle de bu batolitlerin doğu bölümleri etrafında metamorfik zonların skarnlaşmış kısımlarında yer aldığını ifade etmiştir.

Yılmaz (1975), Alaçam dağları granitlerini petrojenetik açıdan incelemiş, granitlerin iri taneli holokristalin ve porfiri olmak üzere iki farklı fazda görüldüğünü, kristalleşme sırasının ise fenokristallerde ve artık magmada riyolit, dasit gibi lavlardaki sıra ile aynı olduğunu belirtmiştir. Granitlerin kimyasal analiz verilerine göre kalk- alkalın özellikte magmatik farklılaşma ürünü olduğunu ve bazik kapanımlar içerdiğini, kenar fasiyes zonlarında ise Ca-Mg-Fe’ce zenginleşmeler görüldüğünü ortaya koymuştur.

Bingöl (1976), Batı Anadolu’nun plaka tektoniğine göre jeoteknik evrimini incelediği çalışmasında, temelde litostratigrafik ve tektonik özellikleri benzemeyen metamorfik masiflerin (Kazdağ, Uludağ ve Menderes) yer aldığını belirtmiştir. Batı Anadolu’nun, Ege adaları ve Yunanistan’ın, Üst Tersiyer’e kadar aynı jeoteknik evrimde olduğunu, Manisa- Balıkesir- Eskişehir hattı boyunca Üst Kretase’de yok olma zonu gösterdiğini ortaya koymuş ve Pliyo- Kuvaterner’de Batı Anadolu’nun Ege adaları ile beraber Yunanistan doğusundan geçen hatla beraber güneye doğru hareket etmiş olabileceğini ileri sürmüştür.

Atılgan (1977), Balıkesir-Dursunbey Kulat Çiftliği civarı Pb-Zn-Cu aramaları çalışmasında cevherleşme türünün pirometazomatik karakter gösterdiğini, metamorfik kayaların Paleozoyik yaşlı olduğunu ve şistoziteye uyumlu cevherleşmenin meydana geldiği karbonatlı zonun yer aldığını, metamorfik kayaların içerisinde Paleosen yaşlı granit intrüzyonuna yakın kısımlarında silisli zonlar(hornfels) bulunduğunu dile getirmiştir. Araştırmacı bölgede volkanik kayalardan Miyosen yaşlı dasidik tüflerin görüldüğünü ve cevherli zon üzerine örtü halinde diskordan olarak yerleştiğini

belirtmiştir. Bu çalışmada cevherleşmeye ait özellikler; rezerv ve tenör hesapları ayrıntılı olarak verilmiştir.

Kayhan (1978), inceleme alanına yakın bir bölgede, Alaçam dağları civarında 1/10000 ölçekli haritada çalışmıştır. Araştırmacıya göre, bu bölgede Paleozoyik yaşlı metamorfik seri, Kratase yaşlı yeşil kayaçlar, Üst Kretase yaşlı kireçtaşı, Paleosen yaşlı Granit ve Miyosen yaşlı andezit yer almaktadır. Yapılan çalışmada galenit, sfalerit, kalkopirit, bornit, wolfram mineralleri, pirit, pirotin, manyetit ve speküarit gibi cevher mineralleri ile Pb-Zn-Cu-Fe cevherleşmeleri bulunmuştur. Ayrıca fahlerz minerali ile Sb-As varlığı ile 5000 ppm'e kadar bulunan W değerleri tespit edilmiştir. Araştırmacı cevherleşmelerin granit dokanaklarında skarnlar içinde ve kontak metamorfik-pnömatolitik ve hidrotermal evreye ait olduğunu belirlemiştir.

Akat ve diğ. (1978), Dursunbey-Orhaneli-Susurluk-Kepsut arasındaki bölgenin jeolojisi konulu çalışmada, bölgenin tabanında Paleozoyik yaşlı bazik ve granat şist karakterli Kocadere Metamorfitlerinin, bulunduğunu üstüne Jura yaşlı kristalize kireçtaşlarından oluşan Kayacıklar Kireçtaşlarının geldiğini ve bindirme ile de Üst Kretase yaşlı Renkli Melanj'ın yer aldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre Çataldağ Graniti bölgedeki en genç birimdir ve Kayacıklar Kireçtaşları ile dokanaklarında kontakt metasomatizma izlerine rastlanmaktadır.

Dikmen ve Işık (1978), Balıkesir-Durusnbey Alaçam, Kulat Çiftliği ve civarı ile Kütahya-Dağardı, Ortaca köyü çevresinde yaptıkları jeokimyasal prospeksiyon çalışmalarında, Cu-Pb-Zn anomalileri bulmuşlardır. Jeokimyasal örnek alım yerlerini 1/100.000 ölçekli lokasyon haritasında göstermişlerdir. Cu elementi için 51 ppm, Pb için 50 ppm, Zn için ise 120 ppm değerlerini anomali olarak kabul etmişlerdir.

Toksöz ve Arslanpay (1978), Dursunbey- Kulat Çiftliği sahasında Pb-Zn-Cu aramaları için jeofizik yöntemler uygulamışlar, Atılğan (1976) tarafından önerilen karbonatlı zona bağlı Pb, Zn, Cu cevherleşmeleri için üç adet anomali sahası saptamışlar, yatay ve düşey dağılımlarını belirlemek için sondaj önerisinde bulunmuşlardır.

Akdeniz ve Konak (1979), "Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisi" adlı çalışmalarında, bölgenin stratigrafisini ayrıntılı petrografik

incelemelerle yorumlamışlardır. Bölgedeki plutonizmanın Eğrigöz Granitleri'nin doğudaki devamı olan Paleojen (Alt Tersiyer) yaşlı Alaçam Dağı Granitleri ile temsil edildiğini, çalışma sahasındaki granitik kayalar da taneli (holokristalin) granitler, porfirik dokulu granitler ve yönlendirilmiş granitler olarak üç grupta incelemişlerdir. Granitik kayaların granodiyorit, mikrogranit, pegmatit ve apolit türlerinden meydana geldiğini vurgulamışlardır. Bölge volkanizmasının Orta-Üst Miyosen yaşlı Civağ tüfleri ve Akdağ volkanitleri ile belirtildiğini ve volkanitlerin alt-üst sınır ilişkilerini ortaya koyarak, mineralojik incelemelerini gerçekleştirmişlerdir.

Ergül ve diğ. (1980), "Balıkesir İli Marmara Denizi Arasının Jeolojisi" konulu çalışmalarında, Paleozoyik yaşlı bazik geçişli epimetamorfiklerle bunları kesen olasılıkla Paleozoyik yaşlı granitler ile bunları üzerleyen Üst Permiyen-Alt Triyas yaşlı çoğunlukla Karbonifer ve Permiyen bloklarının yer aldığı karbonat kayaları halinde olduğunu belirtmişlerdir. Bölgedeki karasal çökellerin Tersiyer yaşlı, volkanizmaların ise Alt Tersiyer yaşlı granitlerle Miyosen-Pliyosen yaşlı dasit, andezit, bazalt karakterli volkanizma ürünü olduğunu vurgulamışlardır.

Ercan ve diğ.(1982), Simav ve çevresindeki Senozoyik yaşlı çökel ve magmatik kayaların tektonik açıdan bölgeye etkisini araştırmışlardır. Batı Anadolu'da Miyosen-Kuvaterner arası oluşan volkanizmanın kalkalkali, geçişli ve alkali karakterde olduğunu belirtmişlerdir. Simav ve çevresindeki volkanitlerin, zamanla düzenli olarak süreç içinde kalkalkali karakterden, geçişli daha sonra da ilksel manto kökenli alkali bazik karakterli volkanizmaya dönüştüğünü ifade etmişlerdir. Volkanitlerin ve metamorfik kütlelerin K-G yönlü sıkışmalarla dom haline geldiğini üzerleyen yükün aşınması ile de mantonun yükselmesi (manto diyafirizmi) sonucu riftleşme görünümünde olduğunu ifade etmişlerdir.

Şener ve Gevrek (1986), "Simav-Emet-Tavşanlı civarında jeotermal sahalarda hidrotermal alterasyon zonlarının klorit- illit, montmorillonit, kalk aliminyum silikat ve silisifiye zonlar içerdiğini saptamışlardır.

Ercan ve diğ. (1987), Manisa ve Balıkesir illeri arasında Tersiyer yaşlı bazik volkaniklerin beş evrede oluştuğunu saptamışlar ve petrojeokimyasal çalışmalar ile kökensel yorumlarını ifade etmişlerdir. Bazalt görümlü volkaniklerin bazılarının petrografik ve jeokimyasal incelemeler sonucunda kalk- alkalin kuvars, latit ve

andezit türü volkanikler olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu kayaçları “yalancı bazalt” olarak isimlendirmişlerdir.

Baş (1987), Kütahya-Domaniç ve Tavşanlı civarındaki Senozoyik volkanizmayı incelemiştir. Buna göre bölgede Orta-Üst Miyosen yaşlı dasit-riyolit ve bunları üzerleyen Pliyosen yaşlı ardalanmalı andezit ve bazaltik andezit volkanizma görülmektedir. Kayaçların sub-alkali nitelikte olduğu ve kabuk kökenli olarak yerleştiği belirlenmiştir.

Ercan ve diğ. (1990), Balıkesir çevresindeki Neojen yaşlı volkanizmanın petrojeokimyasal özelliğini inceleyip bölgesel yayılımını araştırmışlardır. Araştırmacılar Tersiyerin Paleojen yaşlı granodiyorit ve granit türün Çataldağ ve Ilıca-Şamlı granitleri ile temsil edildiğini belirtmişlerdir. Temelinde ise Üst Paleozoyik yaşlı epimetamorfik kayaçlar, Üst Paleozoyik ve Paleojen yaşlı farklı iki granitik sokulumun yer aldığını belirtmişlerdir. Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkanik kayaçların çalışma alanında yaygın bulunduğunu, Miyosen yaşlı volkaniklerin tamamının kalk-alkalin nitelikli andezitik, yer yer dasitik, nadir riyodasitik türde Pliyosen yaşlı volkanitlerin ise bazaltik türde olduğunu dile getirmişlerdir.

Savaşçın (1990), Batı Anadolu Senozoyik tektonik faaliyetlerinin magmatik aktivitelerini araştırmış ve magmatik fazlar arasındaki etkileşimlerinin özelliklerini incelemiştir. Volkanik kayaçların bağımsız kütleler şeklinde grabenlerin fay sınırlarıyla doğrusal uzantılı olarak yer alıyor şeklinde yorumlamışlardır.

Savaşçın ve Güleç (1990), Batı Anadolu tektoniğinin magmatik aktivitelerle önemli etkileşimde olduğunu belirtmişlerdir. Menderes Masifi metamorfiteeri içine sıkışmalı rejimin Geç Miyosen’e kadar devam eden kalk-alkalen volkanitleri ve plütonitlerinin yerleşim gösterdiğini saptamışlardır. Geç Miyosen’e kadar alkali volkanitler ve plütonitleriyle ve gabroyik dayklarla karakterize olduğunu belirtmişlerdir. İz element ve izotop analizleri sonucunda kalk-alkalen volkanitlerin manto ve kabuk malzemeleri karışımı olduğunu, alkali volkaniklerin de mantodan türediğini tespit etmişlerdir.

Savaşçın ve Erler (1994), Batı Anadolu Neojen- Kuvaterner magmatizmasını ve magmatizma kaynaklı cevherleşmeleri incelemiştir. Tektonizma kaynaklı

ilişkileri ve magmatizma sonucu oluşan ürünlerden söz etmişlerdir. Karaburun, Yamanlar, Foça, Bergama, Ayvalık, Havran, İvrindi, Akhisar, Kurşunlu, Kula ve Afyon- Şuhut yörelerinde Au- Ag, Sb, Hg, Fe, Mn, kaolin, perlit ve alünit cevherleşmelerine değinmişlerdir.

Alpan (1994), Balıkesir- Balya- Kepsut- Dursunbey civarında 1/100 000 ölçekli haritada, genel jeokimya ve ağır mineral çalışmaları yapmıştır. Araştırmacı tarafından jeokimyasal yöntemlerle sediman örnekleri analiz edilip 15 anomali sahası tespit edilmiştir. Dursunbey bölgesinde yayla melanjına ait ultrabazikler, Mesozoyik mermerler, Neojene ait volkanik ve sedimanter birimlerin bulunduğunu, tektonik olarak KD- GB gidişli fayların bölgede etkin olduğunu belirtmiştir. Dereharman'dan alınan numunelerde altın, az barit, pirit, alterasyon izlenmiş, Topozcukdere'den alınan Yayla melanjı- Neojen kontaktı fay zonundan alınan bazı limonitli numunelerde yaklaşık 0,2 ppm altın, 2000 ppm Ni, 100 ppm Co değerlerini elde etmiştir. Mağaradan alınan kayaç örneğinde 96 ppm Sb, Deliahmetdere'den alınan toprak numunesinden 169 ppm Pb, 125 ppm Zn, 100 ppm As, 112 ppm Sb bulunmuştur. Fay zonunda limonitli kuvarsitten alınan numune, 265 ppm Cu, 400 ppm As, 96 ppm Sb değerlerini vermiştir. Odaköy civarından alınan numunelerin Ni-Co değerleri düşük çıkmış, Akçaalantepede 1450 ppm Ni, 135 ppm Co değeri elde edilmiştir.

Ercan ve diğ. (1996), Batı Anadolu'da yaygın olarak bulunan geniş alanlarda yayılım sunan Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayaçlardan yaş tespiti için alınan 17 adet örnekle K/Ar ve Rb/Sr yöntemleri kullanılarak yaş ölçümleri yapmış olup bölgenin volkanizmasının yorumlanmasına katkı sağlayacak jeokimyasal verileri elde etmişlerdir. Ölçümler sonucunda en eski yaş (18,0±0,2 milyon yıl), andezitler ve kalk-alkalen nitelikteki Selendi volkanitlerine, en yeni yaş ise (100.000-200.000 yıl) alkali nitelikteki bazaltik Kula volkanitleri olarak tayin edilmiştir.

Oygür (1997), Balıkesir-Sındırgı-Mumcu civarında bulunan Paleozoyik yaşlı metamorfitletler ile Miyosen yaşlı andezitik volkanitler arasında bulunan epitermal cevherleşmenin jeokimyasal özelliklerini belirtmiştir. Cevherleşmenin tektonizmaya ilişkisini ortaya koymuş ve Simav grabenini dik olarak enine kesen "basit transfer faylarla" meydana geldiğini saptamıştır. Civalı opalitler içerisinde 500 ppb ve piritler içerisinde 340 ppb olarak belirlenen epitermal altın değerlerini belirlemiştir. Bu verilere dayanarak civalı opalitin bir epitermal altın cevherleşmesinin henüz erozyona



uğramamış olan tavanını temsil ettiğini, bu oluşuma göre derine doğru altının baskın olduğu zengin bir cevher zonu olabileceğini belirtmiştir.

Gültekin ve diğ. (1998), Dursunbey'in yaklaşık 35 km batısında bulunan Tumanpınarı yatağının volkanik kayalar içerisinde oluşan damar şekilli hidrotermal bir Fe-Mn mineralizasyonu meydana geldiğini ifade etmiştir. Kırıklar içerisinde damar dolgusu ve breşik oluşumlarla gelişmiş, mineralizasyon Miyosen yaşlı andezitler içinde KD-GB yönlü 2km'den fazla uzunluğa sahip fay boyunca geliştiğini belirtmiştir. Volkanik kayaların Batı Anadolu'da geniş alanlar kaplayan kabuk kalınlaşması ürünü andezitik-dasitik kalkalkalin birliğin üyesini meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Hidrotermal aktivite ile silisleşme, hematitleşme, killeşme ve karbonatlaşma alterasyonları gözlemlemişlerdir. Cevherleşmenin alterasyon sonucu kuvars mercekleri içerisinde çatlak ve boşluklarda meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Cevher minerallerinin pirolusit, psilomelan, hematit ve manyetitten oluştuğunu, yüksek As, Ba, Pb, Zn içeriklerinin de cevherin önemli jeokimyasal özelliği olduğunu belirtmişlerdir.

Genç (1998), Dursunbey ilçesinin 50 km güneybatısında bulunan Bigadiç civarında yüzeyleyen "Bigadiç Magmatik Kompleksi" olarak isimlendirdiği kompleksin evrimini incelemiştir. Oligosen-Orta Miyosen magmatik olaylarının bölgedeki intrüzif ve ekstrüzif kayalarla zaman ve mekan olarak ilişkili olduğunu belirtmiştir. Magmatik olayların Evciler graniti ve Alt Volkanik Topluluk (AVT) kayaları ile başlayıp Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı Üst Volkanik Toplulukla (ÜVT) sona erdiğini dile getirmiştir. Evciler graniti ve AVT kayalarının K-G yönlü sıkışma rejimi ile litosferik manto kökenli magmadan türediğini, Oligosen-Erken Miyosen aralığında kıta kabuğu tarafından kirletildiğini ve çarpışma sonucu tektonizma ile meydana geldiğini belirtmiştir. K-G yönlü gerilme sonucunda son ürün olarak Geç Miyosen-Pliyosen'de bazaltik lavların oluştuğunu tespit etmiştir.

Bayburtoğlu ve diğ. (2001), çalışmalarında Balıkesir-Dursunbey-Dereharmanı çevresindeki altın cevherleşmesi alanının Pontidler ve Anatolidleri birbirinden ayıran ofiyolitlerle belirgin KD-GB gidişli kenet kuşağı içerisinde yer aldığını, bölgede yüzeylenen ve kalkalkalen bileşimli olan çok sayıdaki granitoid sokulumunun çeşitli tipte cevherleşmeleri meydana getirdiğini belirlermişlerdir. Çalışma alanındaki en yaşlı birim Kocadere metamorfiteğine ait olası Üst Paleozoyik-Alt Triyas yaşlı şistler

olduğunu, üzerlerine blok şekilli Mesozoyik yaşlı mermerlerin geldiğini söylemişlerdir. Mermerler üzerine Kınkavak Formasyonuna ait Üst Kretase yaşlı ultrabazik kayalar ve bazik volkanitlerin geldiğini belirtmişlerdir. Bazik volkanitlerin hidrotermal çözeltilerin etkisiyle yer yer altere olduğunu, sahadaki en genç birimin Neojen yaşlı kireçtaşı- marn serisi olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sahasının 1/5000 ölçekli jeoloji haritası ve jeokimyasal etüdünü yapmışlardır. Sırt ve yamaçlardan toprak ve kayaç örneği alıp örnekler Au, Ag, Sb, As, Cu, Pb, Zn ve Mo elementleri için analiz edilerek hepsi için dağılım haritaları hazırlamışlardır. Kayaçalarda 2500 ppb, toprakta ise 320 ppb' ye varan Au değerleri bulmuşlardır.

Innocenti ve diğ. (2005), Batı Anadolu Neojen ve Kuvaterner yaşlı volkanizmasının köken ve jeodinamik evrimi açısından değerlendirmede bulunmuşlardır. Miyosen'den günümüze kadar gelişen, Kula volkanitlerinin petrolojisini jeokimyasal verilerle destekleyerek irdelemişlerdir. Sr-Nd izotop oranları ve eser element değişimleriyle manto-kabuk etkileşiminin orta dereceli olduğunu ifade etmişlerdir. Kula volkanitlerindeki düşük LILE/HFSE ve Sr izotop içeriği ile yüksek Nd izotop içeriği nedeniyle ultrapotastik ve lamporitik kayaların OIB tip bir karakter sunduğunu ortaya koymuşlardır.

Gürbüz (2007), Balıkesir – Dursunbey Göğü köyü civarında yer alan J21 a1 ve a2 paftalarının kuzeyinde yer alan 100 km<sup>2</sup> 'lik alanda çalışma yapmıştır. Kalsedon ve kuvars kristallerini içeren ametist damarlarının yer aldığı volkanik kayaların mineralojik ve petrografik özelliklerini incelemiştir. Ametist damarlarının riyolitik lavlar içerisinde yer aldığını belirtmiştir.

Erkül ve Erkül (2010), Alaçamdağ (Dursunbey – Balıkesir) civarındaki çalışmalarında Alaçamdağ bölgesinin, Erken Miyosen boyunca makaslama zonu etkisiyle yükselip hızlı bir aşınma süreci geçirdiğini bu süreçlerinin izlerini, Alaçamdağ bölgesindeki volkano-sedimanter istiflerde yer aldığını, Sağırlar volkanik birimlerindeki alüvyal-gölsel tortul kayalarla ve felsik volkanik kayalarla açısız uyumsuzluklarını, havza içi uyumsuzlukları, havza içi tortullaşma ile yaşıt deformasyonları ve Alaçam granitinin felsik volkanik kayalar ile uyumsuz olarak örtüldüğünü belirtmişlerdir. Elde ettikleri verilerin Miyosen boyunca Batı Anadolu'nun KD-GB doğrultusunda bir gerilmeli tektonik ortamı temsil ettiğini vurgulamışlardır.

Kalkan (2011), Civandağ bölgesinde bulunan volkanik kayaçların jeolojik, petrografik ve jeokimyasal incelemelerini yapıp stratigrafisini belirlemiştir. Bölgenin 1/25000'lik jeolojik haritasını ve volkanitlerden alınan örneklerin petrografik incelemesini yapmıştır. Akdağ volkanitlerinin riyolit, dasit karakterli olduğunu, Civandağ tüflerinin ise alt düzeylerinde pomzaca zengin fasiyeste limonitik, hematitik ve silisli zonlar içerdiğini belirlemiştir.

İstanbulu (2013), Balıkesir – Dursunbey doğusunda Tersiyer yaşlı Çataldağ Graniti ile Mesozoyik yaşlı Kayacıklar Kireçtaşı dokanağı boyunca gelişen skarn zonlarının oluşumu, jeokimyasal özellikleri ve kökeni ile ilgili çalışmıştır. Manastır Tepe civarı skarn zonundan alınan örneklerin Cu anomalisi sergilediğini, Fe-Cu dışında tespit edilen diğer zenginleşmelerin önemsiz olduğunu belirtmiştir.

## 2. GENEL JEOLojİ

İnceleme alanında temelde Paleozoyik (şist) ve Mezozoyik yaşlı birimler (kireçtaşı ve ofiyolitik melanj) ve Tersiyer yaşlı intrüzif ve volkanik kayalar yüzeylenmektedir.

İnceleme alanında farklı araştırmacılar tarafından değişik şekilde isimlendirilen birimler bulunmaktadır. Çalışma alanının stratigrafik dizilimini belirlerken, Akdeniz ve Konak (1979) tarafından bölgedeki geniş bir alanda ilk kez yapılmış olan ayrıntılı jeolojik çalışmalar sonucunda oluşturulmuş önceki çalışmalara bağlı kalınarak, inceleme alanının stratigrafisi verilmiştir.

Çalışma alanında yüzlek veren birimler, yaşlıdan gence doğru şöyledir (Şekil 2.1); Paleozoyik yaşlı Sarıcasu Formasyonu, Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Budağan Kireçtaşı, Üst Kretase-Eosen yaşlı Dağardı Melanjı, Paleosen-Eosen yaşlı Eğrigöz graniti, Orta-Üst Miyosen yaşlı Civandağ Tüfleri, Orta-Üst Miyosen yaşlı Akdağ Volkanitleri, Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşlı, Toklargölu Formasyonu tarafından örtülmüştür (Akdeniz ve Konak, 1979).



## 2.1 Sarıcasu Formasyonu

Alttan diskordans düzlemi ile sınırlandırılmış üstten ise karbonat seviyesi geçişi gösteren yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş kaya birimlerinden oluşan şistler “Sarıcasu Formasyonu” olarak tanımlanmıştır (Akdeniz ve Konak, 1979).

İkibaşlı Formasyonu (Kaya, 1972) olarak da adlandırılmış olan formasyon bu tez kapsamında “Sarıcasu Formasyonu” olarak ele alınmıştır. İnceleme alanının güneyinde geniş bir bölgede yüzlek vermektedir.

Kirli beyaz, bej ve yeşilin değişik tonlarında parıltılı renklerde gözlenen, Sarıcasu Formasyonu mineral bileşimlerine göre; muskovit-kuvars-şist; muskovit-albit, kuvars şist ve klorit-muskovit-albit şist, yer yer kloritoyid-muskovit-kuvars şist; kuvarsit, fillit ve kalk şist ve metakonglomera içeren bu toluluklar tektonik etkilerle millonitleşmiştir. Yanal ve düşey geçişli litolojik topluluk, merceksel kristalize kireçtaşları, tuf ve diyabazik kayalar da bulundurmaktadır (Akdeniz ve Konak, 1979).

Formasyon çakıllarından alınan fosiller Orta-Üst Triyas arasında olduğundan Üst Palezozyik-Alt Triyas yaşı formasyona verilebilecek en genç yaştır (Akdeniz ve Konak, 1979).

## 2.2 Budağan Kireçtaşı

Birime ilk kez Kaya (1972) tarafından “Budağan kireçtaşı” dilimi adlanması yapılmıştır. Budağan kireçtaşı, inceleme alanı dışında yüzlek veren, Kırkbudak Formasyonunun üzerine yanal ve düşey geçişler göstererek üstten uyumlu bir tektonik dokanakla silttaşı-şeyl-kireçtaşı ardalanması ile başlayan dolomitleşmiş kireçtaşı özellikteki; kirli beyaz, açık gri-bej, koyu gri, siyaha yakın renklerde kireçtaşı birimleri olarak temsil edilir (Akdeniz ve Konak, 1979).

Akdeniz ve Konak (1979), birimin aşağıdan yukarıya doğru karasal ortamdan denizel ortama geçişi sergilediğini, tabanda yer alan konglomeraların alüvyal yelpaze çökeli özelliğinde olduğunu, konglomera merceklerinin akıntı hızını arttırdığını, silt ve kilin azaldığını gösterdiğini, laminalı kiltası ve silttaşının düşük enerjili ortamı

belirttiğini, kireçtaşı merceklerinin ise sığ şelf ortamını belirlediğinden bahsetmişlerdir.

MTA'nın yapmış olduğu çalışmalarda, (Konak, 1982) birim içerisinde gözlenen fosiller dikkate alındığında Budağan kireçtaşının Üst Triyas - Maestrihtiyen yaş aralığında olduğu ifade edilebilir (Akdeniz ve Konak, 1979).

### **2.3 Dağardı Melanjı**

Bazı araştırmacılar tarafından "Ofiyolitik seri" adı da verilen karmaşık yapılı birim sedimanter, metamorfik, bazik ve ultrabazik kayalar topluluğuna Akdeniz ve Konak, 1979 tarafından "Dağardı melanjı" adı verilmiştir.

Çalışma alanının kuzeybatısında yer alan Üst Tersiyer çökelleri ve genç örtüler tarafından yer yer örtülen birim çalışma alanının kuzeybatısında yüzeylenmektedir (Akdeniz ve Konak, 1979).

Tektonik donakla dolomitik Budağan kireçtaşlarının üzerinde örtü olarak yer alan formasyon çamurtaşı, radyolaryalı kireçtaşı, radyolarit, tüfit ve büyük peridotit kütlelerinin karışımından meydana gelmiştir (Konak, 1982). Dokanağa yakın kesimlerde peridotitler ileri derecede serpantinleşmiş ve kireçtaşı parçaları ofiyolitler içerisine tektonik olarak yerleşmiştir (Akdeniz ve Konak, 1979).

Akdeniz ve Konak (1979), çalışmalarında melanj içindeki bulunan çökellerden alınan kırmızı renkli, radyolaryalı kireçtaşı örneklerine Senomaniyen (Üst Kretase) yaşını vermişlerdir. Ancak, birimin oluşum, yerleşim ve stratigrafi ilişkilerine göre daha geniş sınırları kapsadığını da düşünerek, melanjın yaşını Maestrihtiyen sonu – Eosen başı arasında kabul etmişlerdir.

### **2.4 Eğrigöz Graniti**

Birbiriyle geometrik, litolojik, mineralojik, kimyasal olarak ilişkili olduğu düşünülen granitoid oluşukları olarak belirtilen bu topluluk, granodiyorit, mikrogranit, pegmatit ve apolit gibi granit türevi kayalar içerir ve "Egrigöz Graniti" olarak isimlendirilir (Akdeniz ve Konak, 1979; Bingöl vd., 1982).

Bu çalışmada da granitik kayalar Eğrigöz Graniti olarak isimlendirilmesi tercih edilmiştir. Akdeniz ve Konak, (1979) Simav'dan Demirci'ye kadar olan alanda yer alan granodiyoritik intrüzyonları, taneli (holokristalin) granitler, porfirik granitler, yönlenmiş mineralli granitler olarak üç grupta incelemiştir. İnceleme alanında özellikle "Sarıcasu Formasyonu" içerisinde mikrogranitler ve aplitik granitler bulunmaktadır.

Granitlerin Alaçam Dağı'nda Mesozoyik yaşlı Budağan Kireçtaşı ve Dağardı Melanjını kestığı ve Orta- Üst Miyosen yaşlı karasal çökelleri; kıltaşı, marn, killi kireçtaşı ve kumtaşı içeren Kızılbük Formasyonu tarafından örtülen granitin Paleosen-Eosen yaşlı olabileceğini göstermektedir (Konak, 1982).

Holzer (1954), bölgenin belirgin magmatik kütlesi olan Eğrigöz granitinin yaşını Paleosen olarak, Kalafatçioğlu (1964) da Üst Kretase sonu olarak belirtir. Öztunalı (1973), Eğrigöz granitik masifinin kalkalkali nitelik gösterdiğini, anateksik evrimini ve K/Ar tüm kaya yaşının,  $217 \pm 33$  m.y Rb/Sr yöntemiyle de  $167 \pm 14$  m.y olarak verdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, araştırmacı masif çevresindeki volkanitlerin Pliyosen yaşlı riyolit, riyodasit, dasit, andezit ve Kuvaterner yaşlı bazaltlardan oluştuğuna değinmiştir.

İnceleme alanı daha önceden farklı jeolojik araştırmalara konu olmuştur. Çalışma alanında yer alan granitler önceki çalışmacılar tarafından Alaçam Graniti olarak isimlendirilmiştir (Hasözbeğ vd., 2009; Delaloye ve Bingöl, 2000). Erkül ve Erkül (2010), çalışmalarında inceleme alanının da içerisinde yer aldığı granitik sokulumları, litolojik ve dokusal özelliklerine göre Alaçam ve Musalar graniti olarak ayırtlanmış, porfiritik dokulu granitlerle ince taneli dokuya sahip aplitlerden oluşan granitlere "Alaçam graniti", taneli dokulu granitler, granit porfirler ve aplitik daykalarla tanımlanan birime "Musalar graniti" olarak ayırmıştır.

## 2.5 Civandağ Tüfleri

İnceleme alanında beyaz, bej, pembe, kirli krem, açık gri, yeşilimsi gri renklerde riyodasit ve dasit özellikli tüfler, altında kalan Kızılbük Formasyonunun birimleriyle iç içe geçmiş ve bunların üzerine gelen lavlarla, farklı ölçülerdeki



aglomeralarla ifade edilen birim “Civandağ Tüfleri” olarak adlandırılmıştır (Akdeniz ve Konak, 1979).

Birimin adı bazı araştırmacılar tarafından Ercan vd., (1978) “Karaboldere Volkanitleri” bazıları tarafından Bingöl (1976) ise, "Karacahisar volkanitleri" olarak isimlendirmişlerdir. Bu tez kapsamında “Civandağ Tüfleri” olarak ele alınmaktadır. Civandağ tüfleri inceleme alanının kuzeydoğusunda küçük bir alanda gözlenmektedir.

Fosil içermeyen Civandağ tüflerinin, Kızılbük Formasyonu ile geçişli olduğundan, Orta – Üst Miyosen yaşında olduğu kabul edilmiştir (Akdeniz ve Konak, 1979).

## **2.6 Akdağ Volkanitleri**

Orta - Üst Miyosen yaşlı kalkalkali nitelikteki volkanik kayaların lavlarına, Akdeniz ve Konak, (1979) “Akdağ Volkanitleri” , tüflerine ise “Civandağ Tüfleri” ismi verilmiştir (Akdeniz ve Konak, 1979). Ercan vd., (1978) tüm volkanitlere “Karaboldere volkanitleri”, Bingöl (1976) ise, "Karacahisar volkanitleri" olarak adlandırılmıştır. Tez kapsamında “Akdağ Volkanitleri” olarak alınmaktadır. İnceleme alanında Aşağımusalar köyünün kuzeyinde küçük bir alanda yüzeylenmektedir.

Birim, andezit, dasit, riyodasit ve riyolit bileşimli lavlardan meydana gelen volkanik kayaç topluluklarından oluşmaktadır (Akdeniz ve Konak, 1979).

## **2.7 Toklargoölü Formasyonu**

Alaca renkli, tutturulmamış kaba kırıntılardan oluşan formasyon, ince kum, marn merccekleri, iri taneli konglomeralar, alüvyon ve taraça görünümlü katmanlı yığılım gösteren birimdir (Akdeniz ve Konak, 1979). Formasyona Ercan vd., (1978) “Asartepe Formasyonu”, Akdeniz ve Konak (1979) ise “Toklargoölü Formasyonu” adını vermişlerdir (Ercan vd., 1984).

Akarsu ortamını yansıtan formasyonda gevşek konglomera ve kumtaşları yer alır. Genellikle kızılımsı turuncu, yer yer gri-beyaz renklerde, gevşek, kireç, kil, tuf çimentolu, orta-kalın katmanlanmalıdır. Bölgede bulunan Pliyosen göllerin, çekilip

kurumasıyla oluşan akarsu ağının yaşlı birimlerden taşıdıkları kırıntıları, yataklara katmanlı olarak yığılmasıyla gelişen formasyonun kalınlığı 50-200m arasında değişmekte olup fosil iğermez (Akdeniz ve Konak, 1979; Ercan vd., 1984).

Akdağ Volkanitleri üzerine uyumsuz olarak gelen Toklargölu Formasyonu'nu da alüvyon birimler uyumsuz olarak örtmüştür. Birimin yaşını Üst Pliyosen yaşlı kireçtaşı çakıllarından yola çıkılıp, Üst Pliyosenden genç olarak, Alt Kuvaterner yaşı düşünölmüştür (Akdeniz ve Konak, 1979; Ercan vd., 1984).

### 3. JEOKİMYA

Jeokimyasal yöntemlerle çalışmaların amacı cevherleşmelerle ilgili anomali sahalarının belirleyip, maden aramalarına katkı sağlayabilmektir (Köksoy,1991).

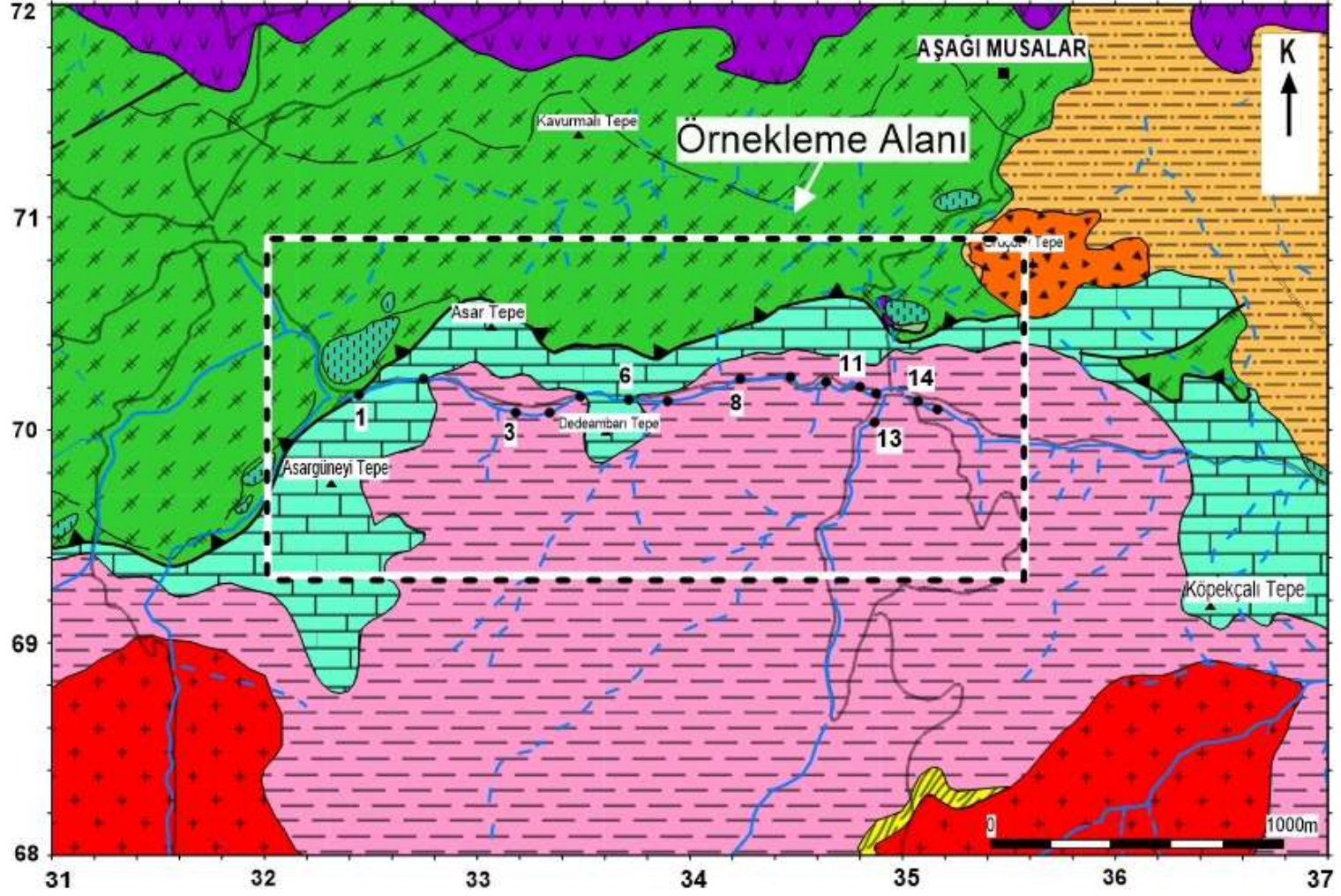
İnceleme alanında yapılan bu çalışmada örnek alınan dereler üzerinde jeokimyasal prospeksiyon çalışması yapılmıştır. Jeokimyasal prospeksiyon, çalışma sahasından sistemli olarak toplanan kayaç, toprak, dere kumu, su, bitki vb. gibi örneklerin kimyasal analizleri yapılarak elde edilen verileri jeostatistiksel olarak değerlendirip, dağılımlarına göre anomali sahalarını saptayarak daha ayrıntılı bulgular elde etmemize olanak sağlamaktadır.

#### 3.1 Dere Sularının Element İçerikleri ve Dağılımları

Çalışma kapsamında 14 tanesi Çamaşırılık dere, 1 tanesi de Soğuk dere üzerinden olmak üzere toplamda 15 adet dere suyu örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.1). Örnekler, 500 ml'lik plastik kaplara alındıktan sonra, kısa zaman içerisinde analizi mümkün olmadığı için, element içeriklerinin değişmesini engellemek amacıyla her örnek kabına, 2 ml nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) ilavesi yapıp, pH değeri 2 olacak şekilde düşürülerek, ACME Analitik Laboratuvarı (Acme Analytical Laboratories Ltd. Kanada) 'a analize gönderilmiştir.

Dere sularının sıcaklıkları 14-30,4 °C arasında, pH değerleri ise 7,14 - 8,5 değerleri arasında değişmektedir.

Su örneklerindeki elementlerin bir çoğunun dedeksiyon limitleri altında değer sunduğu görülmüştür (Tablo 3.1). Çoğu elementin dedeksiyon limiti altında kalması sonucu sağlıklı bir istatistiksel veri değerlendirilmesi yapılamamış olup, dedeksiyon limiti üzerinde değerler gösteren Ba, Ca, K, Mg, Na, S, Sr elementlerinin analiz sonuçları verilmiştir (Tablo 3.2).



Şekil 3.1: İnceleme alanının jeoloji haritası ve dere suyu örnekleme noktaları.

**Tablo 3.1:** Dere suyu örneklerinde analizi yapılan elementlerden düşük değerler veren veya tespit edilemeyenlerin dedeksiyon limitleri.

| <b>Element</b> | <b>Dedeksiyon Limiti</b> |      | <b>Element</b> | <b>Dedeksiyon Limiti</b> |      |
|----------------|--------------------------|------|----------------|--------------------------|------|
| Ag             | 0.05                     | mg/L | Mn             | 0.05                     | mg/L |
| Al             | 1                        | mg/L | Mo             | 0.1                      | mg/L |
| As             | 0.5                      | mg/L | Ni             | 0.2                      | mg/L |
| Au             | 0.05                     | mg/L | P              | 10                       | mg/L |
| B              | 5                        | mg/L | Pb             | 0.1                      | mg/L |
| Bi             | 0.05                     | mg/L | Sb             | 0.05                     | mg/L |
| Cd             | 0.05                     | mg/L | Th             | 0.05                     | mg/L |
| Co             | 0.02                     | mg/L | Ti             | 10                       | mg/L |
| Cr             | 0.5                      | mg/L | U              | 0.02                     | mg/L |
| Cu             | 0.1                      | mg/L | V              | 0.2                      | mg/L |
| Fe             | 10                       | mg/L | W              | 0.02                     | mg/L |
| La             | 0.01                     | mg/L | Zn             | 0.5                      | mg/L |
| Li             | 0.1                      | mg/L |                |                          |      |

**Tablo 3.2:** Dere suyu örneklerinin pH, sıcaklık değerleri ve bazı elementlerin kimyasal analiz içerikleri. (\*\*Dere sularındaki elementlerin ortalama bolluk dereceleri Rose, 1979'dan alınmıştır, değerler mg/L olarak verilmiştir).

| Örnek No    | Ç-1  | Ç-2  | Ç-3  | Ç-4  | Ç-5  | Ç-6   | Ç-7  | Ç-8  | Ç-9  | Ç-10 | Ç-11 | Ç-12 | S-13 | Ç-14 | Ç-15 | **Dere Suyu |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Sıcaklık °C | 14,3 | 14,6 | 15,2 | 15,3 | 29,2 | 30,4  | 29,6 | 16,9 | 16,4 | 16,5 | 16,4 | 15,8 | 13,9 | 15,4 | 15,8 |             |
| pH          | 7,5  | 7,48 | 7,63 | 7,62 | 7,42 | 7,42  | 7,42 | 7,43 | 7,5  | 7,52 | 7,5  | 7,51 | 7,14 | 7,6  | 7,63 |             |
| Ba          | <80  | <80  | <80  | <80  | 83   | <80   | 86   | <80  | 84   | 84   | <80  | 87   | <80  | 85   | 90   | 20          |
| *Ca         | 26,6 | 27,3 | 26,5 | 33,9 | 73,1 | 147,7 | 72,5 | 83   | 68,4 | 62,9 | 49,3 | 57,7 | 55,9 | 57,5 | 55,9 | 1,5         |
| *K          | 2    | 2    | 1    | 2    | 4    | 2     | 5    | 2    | 5    | 3    | 2    | 3    | 4    | 4    | 4    | 0,23        |
| *Mg         | 83   | 87   | 87   | 86   | 27   | 12    | 25   | 18   | 25   | 23   | 10   | 24   | 24   | 26   | 25   | 0,41        |
| *Na         | 3    | 4    | 4    | 4    | 25   | 15    | 24   | 8    | 24   | 22   | 9    | 22   | 23   | 25   | 23   | 0,63        |
| *S          | 1812 | 1726 | 2495 | 2183 | 1432 | 1786  | 1864 | 2737 | 2010 | 2866 | 2030 | 2149 | 2126 | 2219 | 2169 | 0,37        |
| Sr          | 86   | 86   | 86   | 91   | 188  | 256   | 187  | 83   | 186  | 172  | 98   | 183  | 178  | 181  | 175  | 70          |

### 3.2 Drenaj Jeokimyası

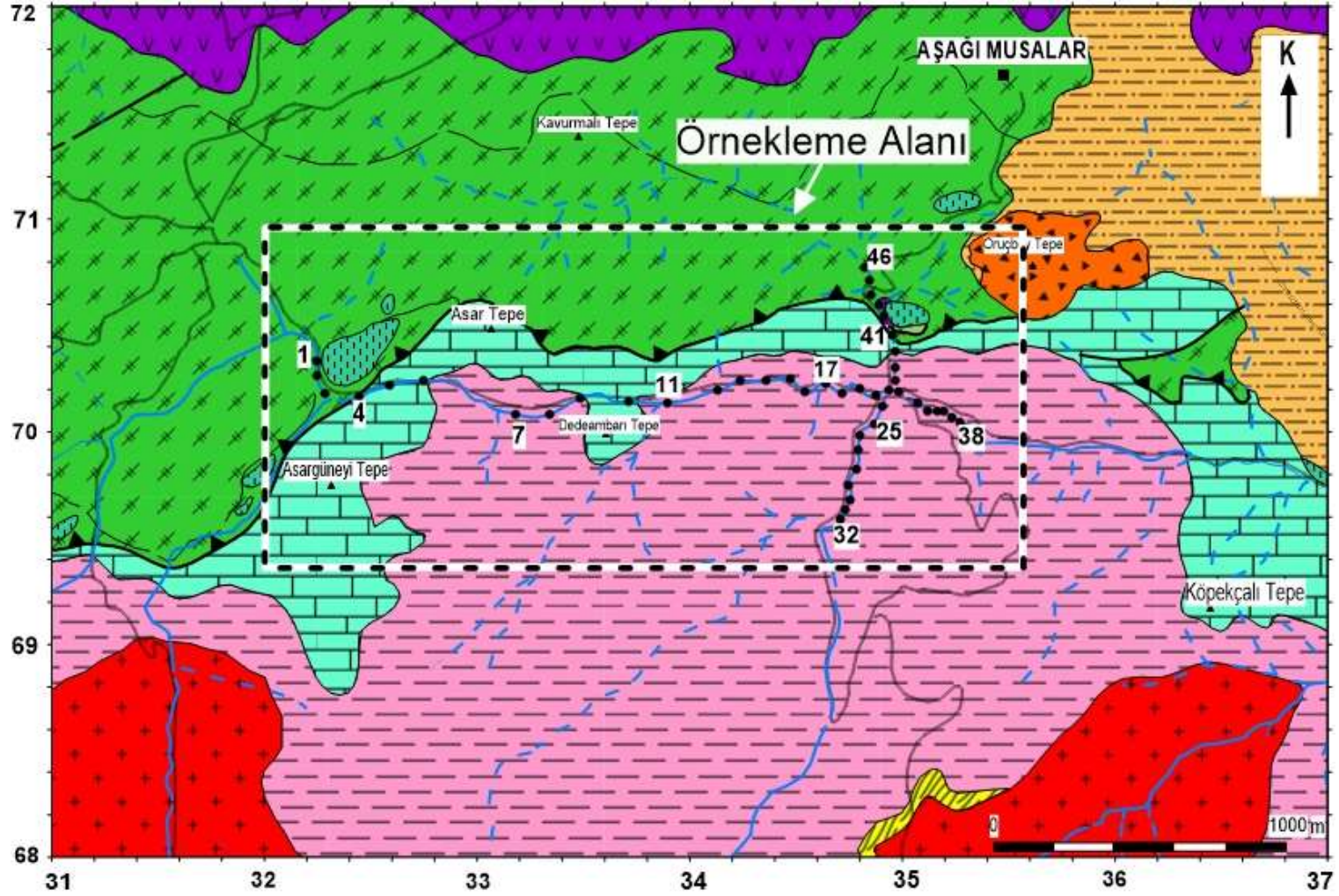
Dere kumu (sedimanı) jeokimyası, anomalilerin dereler boyunca uzun mesafelere taşınmasını sağlayabildiği için bölgesel çapta maden yataklarının araştırılmasında önemli bir araç olup, jeokimyasal prospeksiyonlarda en çok uygulanan ve güvenilir sonuçlar elde edilen uygulamalardan biridir (Köksoy,1991). Sediman adlandırması, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile heterojen bir yapı oluşturan, içerisinde organik ve inorganik kırıntılar yer alan karışık malzeme anlamına gelmektedir (Üşenmez, 1996).

Dere kumlarında alınan her örnek alındığı yerin yukarısında bulunan drenaj bölgesini temsil ettiği için, derenin ortasına yakın, etrafında herhangi bir arazi kayması olmayan ince kum- silt boyutundaki malzemeden örnekler alınmalıdır. (Köksoy,1991). Dere sedimanları örnekleme yapılan yerde derenin genişliğine göre, mümkün olduğunca fazla noktadan alınabilecek dere kumlarının karıştırılmasıyla elde edilecek olan örnekler alınan yerin özelliklerini daha iyi şekilde belirtecektir (Rose vd., 1979). Ayrıca kimyasal ayrışmanın belirgin şekilde olduğu yerlerde genelde 80 mesh altında bulunan tane boyu fraksiyonu uygun kullanılmaktadır (Rose vd., 1979; Appleton ve Ridgway, 1994).

Elementlerin anomali verdiği alanları gösteren jeokimyasal anomali haritaları hazırlanarak, bölgedeki jeolojik verilerle birlikte değerlendirilip, yorumlanır. Jeokimyasal analizler sonucunda verileri istatistiksel olarak değerlendirilip sayısal ifadeler yorumlanabilecek anlamlı bir bütün haline getirilir (Köksoy,1991).

Bu çalışmada, dere kumu (drenaj) örnekleri alınarak jeokimyasal inceleme yapılmıştır. 1/25 000'lik jeoloji haritası üzerinde drenaj ağları üzerinde örnekleme noktaları işaretlenmiştir (Şekil 3.2).





Şekil 3.2: İnceleme alanının jeoloji haritası ve dere kumu örnekleme noktaları.



### 3.3 Dere Kumlarının Element İçerikleri

Araziden 46 adet dere kumu örneği alınmıştır (bkz. Şekil 3.2). Bu örneklerin element içeriklerini belirlemek için -80 mesh (180µm) boyutu altındaki dere kumundan 15gr alınmış ve örnekler kimyasal analizleri yapılmak üzere ACME Analitik Laboratuvarı (Acme Analytical Laboratories Ltd. Kanada)'na gönderilmiştir. Bu yöntemde 0,5 gr numune kral suyunda (3HCl+ HNO<sub>3</sub>) çözündürülüp, belli ana ve iz elementler için, ICP-MS (Inductively Couple Plasma- Mass Spectrometre) ile analiz edilmiştir.

Analiz edilen elementlerin çoğu dedeksiyon limitlerinin üzerinde değerler vermektedir. Ancak dere kumlarında B, S ve Te'nin tayini dedeksiyon limitleri altında değerler verdikleri için yapılamamıştır. Se elementi ise sadece 1 örnekte dedeksiyon limitiyle aynı değere sahiptir (Tablo 3.3).

**Tablo 3.3:** Dere kumu örneklerinde düşük değerler veren bazı elementlerin dedeksiyon limitleri. (\* : % ; \*\* = ppb, diğerleri ppm olarak verilmiştir).

| Element | Dedeksiyon Limiti |
|---------|-------------------|
| Ag      | 0.1               |
| **Au    | 0.5               |
| B       | 20                |
| Hg      | 0.01              |
| *S      | 0.05              |
| Se      | 0.5               |
| Te      | 0.2               |
| Tl      | 0.1               |
| W       | 0.1               |

İnceleme alanından 46 adet dere kumu örneğinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.4'te verilmiştir.

**Tablo 3.4:** Dere kumu örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

| Örnek No | Ag ppm | Al % | As pmm | Au ppb | Ba ppm | Bi ppm | Ca % | Cd ppm | Co ppm | Cr ppm | Cu ppm |
|----------|--------|------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|
| Ç-1      | < 0,1  | 1,07 | 7,7    | 8,9    | 115    | 1,4    | 0,47 | 0,5    | 32,9   | 263    | 25,9   |
| Ç-2      | 0,2    | 1,28 | 8,5    | 78,0   | 123    | 1,7    | 0,50 | 0,4    | 30,4   | 235    | 29,2   |
| Ç-3      | < 0,1  | 0,94 | 7,6    | 1,7    | 98     | 1,4    | 0,48 | 0,4    | 29,5   | 246    | 23,2   |
| Ç-4      | 0,1    | 1,02 | 9,7    | 3,3    | 123    | 1,5    | 0,53 | 0,4    | 24,7   | 186    | 22,8   |
| Ç-5      | < 0,1  | 0,90 | 9,0    | 20,2   | 99     | 1,1    | 0,50 | 0,4    | 22,0   | 166    | 21,0   |
| Ç-6      | 0,2    | 0,86 | 11,8   | 27,6   | 100    | 5,0    | 1,35 | 0,7    | 21,9   | 172    | 20,9   |
| Ç-7      | 0,3    | 0,68 | 29,4   | 117,6  | 407    | 9,6    | 1,98 | 0,7    | 10,5   | 58     | 16,9   |
| Ç-8      | 0,3    | 0,79 | 31,2   | 43,1   | 467    | 9,6    | 2,07 | 1,0    | 10,4   | 54     | 17,9   |
| Ç-9      | 0,2    | 0,78 | 13,3   | 19,5   | 188    | 3,0    | 6,24 | 0,9    | 16,0   | 118    | 16,8   |
| Ç-10     | 0,2    | 0,84 | 14,3   | 2,6    | 197    | 3,3    | 5,06 | 0,8    | 17,7   | 130    | 17,9   |
| Ç-11     | 0,1    | 0,77 | 10,3   | 0,9    | 204    | 2,5    | 1,54 | 0,5    | 19,3   | 151    | 17,8   |
| Ç-12     | 0,1    | 0,88 | 11,3   | 3,5    | 154    | 2,6    | 1,91 | 0,5    | 23,4   | 167    | 20,5   |
| Ç-13     | 0,1    | 0,96 | 12,5   | 2,7    | 184    | 3,4    | 2,55 | 0,7    | 22,8   | 159    | 21,2   |
| Ç-14     | 0,1    | 0,92 | 12,0   | 1,9    | 160    | 5,3    | 2,15 | 0,5    | 24,1   | 167    | 21,6   |
| Ç-15     | 0,1    | 1,01 | 12,9   | 2,4    | 162    | 3,3    | 3,15 | 0,6    | 23,2   | 158    | 23,5   |
| Ç-16     | 0,2    | 1,08 | 12,2   | 2,6    | 158    | 4,2    | 2,23 | 0,8    | 25,2   | 178    | 24,5   |
| Ç-17     | 0,2    | 1,05 | 12,8   | 3,0    | 175    | 3,0    | 3,42 | 0,7    | 23,5   | 165    | 24,0   |
| Ç-18     | 0,2    | 1,01 | 12,8   | 3,0    | 170    | 3,3    | 3,26 | 0,7    | 22,6   | 161    | 22,9   |
| Ç-19     | 0,1    | 0,93 | 10,7   | 0,8    | 145    | 2,3    | 2,41 | 0,5    | 20,3   | 147    | 19,1   |
| Ç-20     | 0,1    | 0,87 | 10,6   | 2,4    | 135    | 2,5    | 1,81 | 0,4    | 22,3   | 158    | 19,4   |
| Ç-21     | 0,1    | 0,88 | 10,8   | 2,3    | 151    | 4,5    | 2,52 | 0,4    | 21,8   | 159    | 18,9   |
| Ç-22     | 0,1    | 0,90 | 10,7   | 2,9    | 142    | 7,2    | 1,89 | 0,5    | 22,6   | 160    | 19,1   |
| B-23     | 0,1    | 0,92 | 8,7    | 1,9    | 144    | 1,8    | 2,44 | 0,6    | 20,0   | 132    | 22,8   |
| S-24     | 0,1    | 0,86 | 7,8    | 2,0    | 121    | 1,9    | 2,27 | 0,7    | 17,7   | 123    | 19,7   |
| S-25     | 0,1    | 0,84 | 7,4    | 3,7    | 114    | 2,1    | 2,41 | 0,6    | 17,5   | 120    | 18,3   |
| S-26     | 0,1    | 0,85 | 8,1    | 1,4    | 121    | 2,1    | 2,51 | 0,6    | 18,4   | 132    | 18,6   |
| S-27     | 0,1    | 0,76 | 7,2    | < 0,5  | 106    | 2,2    | 2,37 | 0,6    | 16,9   | 127    | 16,4   |
| S-28     | < 0,1  | 0,66 | 5,3    | 2,6    | 76     | 0,7    | 0,24 | 1,3    | 6,3    | 13     | 17,8   |
| S-29     | 0,1    | 0,66 | 4,3    | 1,6    | 77     | 0,6    | 0,21 | 1,0    | 5,9    | 13     | 17,8   |
| S-30     | 0,1    | 0,63 | 4,2    | 1,9    | 78     | 0,6    | 0,20 | 1,3    | 6,0    | 13     | 18,5   |
| S-31     | 0,2    | 0,67 | 4,6    | < 0,5  | 87     | 0,6    | 0,21 | 1,2    | 6,2    | 14     | 19,5   |
| S-32     | 0,1    | 0,66 | 4,7    | 0,8    | 87     | 0,6    | 0,20 | 1,1    | 6,0    | 14     | 19,1   |
| Ç-33     | 0,1    | 0,60 | 5,7    | 1,3    | 89     | 0,8    | 0,84 | 0,8    | 11,0   | 67     | 17,3   |
| Ç-34     | < 0,1  | 0,68 | 5,3    | 1,6    | 92     | 0,7    | 0,78 | 0,9    | 10,7   | 67     | 18,0   |
| Ç-35     | 0,1    | 0,75 | 6,8    | 1,2    | 97     | 0,8    | 1,04 | 1,0    | 12,7   | 84     | 18,4   |
| Ç-36     | < 0,1  | 0,82 | 7,9    | 26,1   | 142    | 9,5    | 1,85 | 0,6    | 19,5   | 154    | 18,8   |
| Ç-37     | 0,1    | 0,62 | 3,9    | 40,1   | 82     | 0,6    | 0,20 | 1,2    | 5,5    | 11     | 17,6   |
| Ç-38     | 0,2    | 0,79 | 5,0    | 10,6   | 86     | 0,7    | 0,24 | 1,1    | 6,6    | 13     | 18,9   |
| B-39     | 0,2    | 0,76 | 4,9    | 229,0  | 89     | 1,2    | 0,25 | 1,5    | 6,7    | 13     | 21,0   |
| B-40     | 0,2    | 0,84 | 6,0    | 64,4   | 98     | 0,7    | 0,27 | 1,5    | 8,1    | 16     | 22,2   |
| B-41     | 0,1    | 1,03 | 6,7    | 3,0    | 103    | 0,9    | 0,27 | 1,5    | 8,5    | 19     | 25,9   |
| B-42     | < 0,1  | 1,32 | 6,3    | 2,7    | 83     | 0,2    | 1,85 | 0,5    | 45,8   | 477    | 32,3   |
| B-43     | < 0,1  | 1,33 | 7,5    | 1,9    | 80     | 0,1    | 1,91 | 0,4    | 48,7   | 509    | 32,4   |
| B-44     | 0,1    | 1,34 | 7,2    | 2,0    | 83     | 0,2    | 2,23 | 0,5    | 47,9   | 474    | 33,3   |
| B-45     | 0,1    | 1,34 | 7,0    | 7,3    | 80     | 0,2    | 2,24 | 0,5    | 47,2   | 492    | 32,4   |
| B-46     | 0,1    | 1,39 | 7,6    | 1,8    | 85     | 0,2    | 2,32 | 0,5    | 49,3   | 479    | 32,8   |

**Tablo 3.4:** (devam)

| Örnek No | Fe % | Ga ppm | Hg ppm | K %  | La ppm | Mg % | Mn ppm | Mo ppm | Na %  | Ni ppm | P %   |
|----------|------|--------|--------|------|--------|------|--------|--------|-------|--------|-------|
| Ç-1      | 3,21 | 4      | 0,01   | 0,20 | 12     | 4,61 | 600    | 2,3    | 0,007 | 513,3  | 0,036 |
| Ç-2      | 3,19 | 4      | 0,03   | 0,23 | 13     | 4,18 | 648    | 2,4    | 0,008 | 482,3  | 0,038 |
| Ç-3      | 3,02 | 4      | < 0,01 | 0,18 | 10     | 4,31 | 575    | 2,8    | 0,006 | 460,9  | 0,036 |
| Ç-4      | 2,74 | 4      | 0,01   | 0,21 | 12     | 3,45 | 621    | 2,5    | 0,006 | 391,7  | 0,034 |
| Ç-5      | 2,55 | 3      | 0,02   | 0,19 | 11     | 3,10 | 569    | 2,2    | 0,006 | 340,8  | 0,032 |
| Ç-6      | 2,45 | 3      | 0,03   | 0,17 | 11     | 3,12 | 474    | 2,0    | 0,008 | 354,1  | 0,031 |
| Ç-7      | 1,54 | 3      | 0,05   | 0,15 | 22     | 1,25 | 584    | 1,5    | 0,006 | 116,3  | 0,027 |
| Ç-8      | 1,63 | 3      | 0,06   | 0,17 | 24     | 1,18 | 609    | 1,4    | 0,007 | 107,9  | 0,027 |
| Ç-9      | 1,82 | 3      | 0,02   | 0,15 | 12     | 2,07 | 459    | 1,3    | 0,008 | 234,1  | 0,031 |
| Ç-10     | 2,05 | 3      | 0,02   | 0,17 | 13     | 2,20 | 490    | 1,4    | 0,009 | 255,5  | 0,030 |
| Ç-11     | 2,26 | 3      | 0,02   | 0,17 | 11     | 2,57 | 419    | 1,8    | 0,007 | 286,4  | 0,031 |
| Ç-12     | 2,47 | 3      | 0,01   | 0,19 | 12     | 2,98 | 533    | 2,1    | 0,008 | 332,5  | 0,030 |
| Ç-13     | 2,36 | 3      | 0,02   | 0,19 | 13     | 2,93 | 559    | 2,0    | 0,008 | 341,7  | 0,032 |
| Ç-14     | 2,46 | 3      | 0,02   | 0,19 | 12     | 3,08 | 572    | 1,9    | 0,008 | 347,3  | 0,031 |
| Ç-15     | 2,34 | 4      | 0,04   | 0,20 | 14     | 2,95 | 537    | 2,1    | 0,010 | 347,0  | 0,033 |
| Ç-16     | 2,51 | 4      | 0,03   | 0,22 | 13     | 3,35 | 565    | 2,0    | 0,009 | 375,5  | 0,032 |
| Ç-17     | 2,44 | 4      | 0,03   | 0,21 | 13     | 3,07 | 551    | 2,1    | 0,010 | 361,8  | 0,033 |
| Ç-18     | 2,36 | 3      | 0,03   | 0,20 | 14     | 2,95 | 538    | 2,0    | 0,009 | 337,6  | 0,032 |
| Ç-19     | 2,30 | 3      | 0,02   | 0,18 | 12     | 2,83 | 489    | 2,0    | 0,008 | 310,2  | 0,031 |
| Ç-20     | 2,34 | 3      | 0,02   | 0,17 | 11     | 2,92 | 488    | 1,9    | 0,009 | 327,4  | 0,031 |
| Ç-21     | 2,36 | 3      | 0,02   | 0,19 | 12     | 2,86 | 506    | 1,8    | 0,008 | 321,2  | 0,033 |
| Ç-22     | 2,32 | 3      | 0,02   | 0,19 | 11     | 3,10 | 501    | 2,0    | 0,008 | 330,0  | 0,031 |
| B-23     | 2,21 | 3      | 0,02   | 0,19 | 14     | 2,45 | 474    | 1,5    | 0,009 | 276,4  | 0,035 |
| S-24     | 1,97 | 3      | 0,02   | 0,17 | 15     | 2,23 | 486    | 1,4    | 0,008 | 241,4  | 0,029 |
| S-25     | 1,96 | 3      | 0,02   | 0,17 | 14     | 2,26 | 438    | 1,3    | 0,009 | 228,6  | 0,030 |
| S-26     | 2,12 | 3      | 0,02   | 0,18 | 13     | 2,41 | 432    | 1,4    | 0,008 | 261,9  | 0,032 |
| S-27     | 1,88 | 3      | 0,02   | 0,16 | 11     | 2,39 | 429    | 1,2    | 0,008 | 244,2  | 0,026 |
| S-28     | 1,38 | 3      | 0,02   | 0,12 | 22     | 0,36 | 706    | 0,8    | 0,004 | 13,1   | 0,020 |
| S-29     | 1,32 | 2      | 0,01   | 0,11 | 21     | 0,34 | 715    | 0,9    | 0,004 | 11,5   | 0,020 |
| S-30     | 1,33 | 2      | 0,02   | 0,12 | 23     | 0,33 | 705    | 0,9    | 0,003 | 11,1   | 0,020 |
| S-31     | 1,36 | 3      | < 0,01 | 0,13 | 23     | 0,35 | 740    | 1,7    | 0,004 | 11,9   | 0,021 |
| S-32     | 1,36 | 3      | < 0,01 | 0,13 | 23     | 0,34 | 750    | 0,9    | 0,004 | 11,4   | 0,021 |
| Ç-33     | 1,52 | 2      | 0,01   | 0,11 | 16     | 1,09 | 516    | 1,1    | 0,005 | 109,3  | 0,021 |
| Ç-34     | 1,57 | 3      | 0,01   | 0,12 | 18     | 1,18 | 556    | 0,9    | 0,005 | 110,8  | 0,023 |
| Ç-35     | 1,78 | 3      | < 0,01 | 0,12 | 17     | 1,48 | 643    | 1,1    | 0,006 | 142,1  | 0,023 |
| Ç-36     | 2,58 | 3      | 0,01   | 0,17 | 13     | 2,62 | 488    | 1,3    | 0,007 | 269,9  | 0,032 |
| Ç-37     | 1,42 | 2      | 0,01   | 0,11 | 22     | 0,33 | 652    | 0,8    | 0,003 | 9,6    | 0,020 |
| Ç-38     | 1,65 | 3      | 0,01   | 0,14 | 22     | 0,39 | 700    | 1,0    | 0,004 | 12,1   | 0,022 |
| B-39     | 1,57 | 3      | 0,02   | 0,14 | 26     | 0,37 | 754    | 0,9    | 0,004 | 11,8   | 0,025 |
| B-40     | 1,92 | 3      | 0,01   | 0,14 | 25     | 0,40 | 838    | 1,2    | 0,004 | 14,8   | 0,023 |
| B-41     | 1,86 | 4      | 0,02   | 0,19 | 25     | 0,43 | 718    | 0,9    | 0,005 | 14,6   | 0,026 |
| B-42     | 4,17 | 4      | 0,02   | 0,08 | 8      | 7,43 | 725    | 0,4    | 0,008 | 764,6  | 0,023 |
| B-43     | 4,35 | 4      | 0,02   | 0,08 | 7      | 7,96 | 701    | 0,5    | 0,009 | 803,4  | 0,022 |
| B-44     | 4,19 | 4      | 0,02   | 0,09 | 8      | 7,62 | 752    | 0,5    | 0,010 | 784,8  | 0,024 |
| B-45     | 4,2  | 3      | 0,01   | 0,08 | 9      | 7,59 | 722    | 0,6    | 0,009 | 796,5  | 0,024 |
| B-46     | 4,22 | 4      | 0,02   | 0,09 | 9      | 7,71 | 771    | 0,4    | 0,010 | 787,5  | 0,024 |

**Tablo 3.4:** (devam)

| Örnek No | Pb ppm | Sb ppm | Sc ppm | Sr ppm | Th ppm | Ti %  | Tl ppm | V ppm | W ppm | Zn ppm |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Ç-1      | 28,5   | 0,3    | 4,6    | 13     | 5,4    | 0,090 | 0,2    | 41    | 1,8   | 62     |
| Ç-2      | 35,1   | 0,4    | 5,3    | 15     | 7,0    | 0,094 | 0,2    | 43    | 0,8   | 67     |
| Ç-3      | 23,2   | 0,5    | 4,4    | 12     | 5,3    | 0,091 | 0,2    | 40    | 1,0   | 56     |
| Ç-4      | 32,1   | 0,5    | 4,4    | 12     | 5,7    | 0,084 | 0,2    | 40    | 1,4   | 56     |
| Ç-5      | 26,9   | 0,5    | 4,0    | 11     | 5,6    | 0,079 | 0,2    | 36    | 1,3   | 52     |
| Ç-6      | 35,4   | 0,6    | 3,7    | 16     | 5,3    | 0,063 | 0,2    | 30    | 3,2   | 63     |
| Ç-7      | 53,4   | 1,8    | 2,6    | 18     | 7,4    | 0,028 | 0,3    | 17    | 4,8   | 88     |
| Ç-8      | 56,8   | 1,8    | 2,9    | 19     | 7,8    | 0,029 | 0,2    | 18    | 4,4   | 97     |
| Ç-9      | 35,5   | 0,7    | 3,1    | 49     | 4,8    | 0,052 | 0,2    | 22    | 2,3   | 63     |
| Ç-10     | 36,9   | 0,7    | 3,4    | 42     | 5,4    | 0,058 | 0,2    | 25    | 2,3   | 62     |
| Ç-11     | 30,9   | 0,7    | 3,3    | 18     | 5,2    | 0,068 | 0,2    | 30    | 2,8   | 51     |
| Ç-12     | 38,1   | 0,6    | 3,7    | 23     | 5,5    | 0,072 | 0,2    | 32    | 2,6   | 59     |
| Ç-13     | 34,4   | 0,6    | 3,9    | 27     | 5,4    | 0,072 | 0,2    | 32    | 2,1   | 61     |
| Ç-14     | 52,5   | 0,7    | 3,9    | 24     | 5,3    | 0,070 | 0,3    | 31    | 2,0   | 60     |
| Ç-15     | 37,3   | 0,7    | 4,1    | 34     | 5,6    | 0,069 | 0,3    | 30    | 2,1   | 67     |
| Ç-16     | 40,5   | 0,6    | 4,5    | 27     | 5,9    | 0,076 | 0,2    | 32    | 2,2   | 67     |
| Ç-17     | 37,7   | 0,5    | 4,3    | 36     | 5,3    | 0,073 | 0,3    | 31    | 1,7   | 66     |
| Ç-18     | 36,5   | 0,6    | 4,1    | 34     | 5,4    | 0,073 | 0,2    | 29    | 1,9   | 65     |
| Ç-19     | 30,5   | 0,4    | 3,7    | 28     | 5,3    | 0,072 | 0,2    | 30    | 2,0   | 56     |
| Ç-20     | 28,5   | 0,5    | 3,5    | 22     | 5,1    | 0,072 | 0,2    | 31    | 1,9   | 55     |
| Ç-21     | 36,8   | 0,5    | 3,7    | 28     | 6,3    | 0,074 | 0,2    | 31    | 2,1   | 55     |
| Ç-22     | 32,0   | 0,6    | 3,8    | 23     | 5,3    | 0,074 | 0,2    | 31    | 1,9   | 55     |
| B-23     | 40,9   | 0,5    | 3,6    | 30     | 5,3    | 0,068 | 0,2    | 30    | 1,3   | 63     |
| S-24     | 41,4   | 0,4    | 3,4    | 28     | 5,9    | 0,060 | 0,2    | 27    | 1,9   | 63     |
| S-25     | 37,2   | 0,4    | 3,4    | 27     | 6,1    | 0,060 | 0,2    | 26    | 1,5   | 58     |
| S-26     | 35,5   | 0,5    | 3,3    | 29     | 6,8    | 0,069 | 0,2    | 30    | 2,2   | 57     |
| S-27     | 30,9   | 0,5    | 3,1    | 26     | 5,6    | 0,066 | 0,2    | 25    | 2,0   | 54     |
| S-28     | 86,4   | 0,3    | 1,9    | 7      | 8,7    | 0,021 | < 0,1  | 18    | 0,3   | 79     |
| S-29     | 85,3   | 0,2    | 2,1    | 7      | 7,2    | 0,020 | < 0,1  | 18    | 0,3   | 73     |
| S-30     | 95,9   | 0,3    | 2,0    | 7      | 7,7    | 0,021 | < 0,1  | 17    | 0,4   | 79     |
| S-31     | 96,8   | 0,2    | 2,1    | 7      | 8,1    | 0,023 | < 0,1  | 19    | 0,4   | 85     |
| S-32     | 90,6   | 0,2    | 2,0    | 7      | 7,6    | 0,023 | < 0,1  | 19    | 0,4   | 81     |
| Ç-33     | 71,0   | 0,3    | 2,3    | 11     | 6,3    | 0,029 | 0,1    | 21    | 0,7   | 73     |
| Ç-34     | 78,8   | 0,3    | 2,7    | 12     | 6,6    | 0,035 | 0,1    | 20    | 0,7   | 80     |
| Ç-35     | 82,4   | 0,5    | 2,8    | 15     | 6,5    | 0,038 | 0,1    | 22    | 0,7   | 82     |
| Ç-36     | 40,1   | 0,5    | 3,6    | 23     | 6,7    | 0,083 | 0,2    | 35    | 3,2   | 59     |
| Ç-37     | 112,5  | 0,3    | 2,0    | 6      | 7,7    | 0,021 | < 0,1  | 16    | 0,4   | 83     |
| Ç-38     | 104,7  | 0,3    | 2,4    | 8      | 8,2    | 0,027 | 0,1    | 19    | 0,3   | 89     |
| B-39     | 112,2  | 0,2    | 2,4    | 8      | 7,6    | 0,025 | 0,1    | 19    | 0,4   | 92     |
| B-40     | 126,1  | 0,4    | 2,8    | 8      | 8,5    | 0,028 | 0,1    | 21    | 0,4   | 104    |
| B-41     | 108,3  | 0,2    | 3,3    | 10     | 7,7    | 0,042 | 0,1    | 28    | 0,3   | 98     |
| B-42     | 27,7   | 0,3    | 8,3    | 25     | 2,6    | 0,098 | < 0,1  | 58    | < 0,1 | 72     |
| B-43     | 32,4   | 0,4    | 8,4    | 25     | 2,4    | 0,102 | < 0,1  | 60    | 0,1   | 71     |
| B-44     | 32,4   | 0,4    | 8,6    | 28     | 2,7    | 0,092 | 0,1    | 57    | 0,1   | 77     |
| B-45     | 29,6   | 0,4    | 8,2    | 28     | 2,8    | 0,095 | < 0,1  | 57    | 0,1   | 74     |
| B-46     | 29,9   | 0,4    | 8,5    | 30     | 2,9    | 0,095 | < 0,1  | 57    | 0,1   | 75     |



### 3.4 Elementlerin Histogramları ve Dağılım Haritaları

Çalışma alanından alınan dere kumu örneklerinin bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgileri (ortalama, standart sapma, median, max ve min değer vs) hesaplanmıştır. Bu tanımlayıcı istatistiksel değerler -80 mesh (180µm) boyutundaki dere kumu örneklerinin genel olarak dedeksiyon limiti üzerinde kalan elementlere aittir.

Au ve W birkaç örnekte dedeksiyon limiti altında değerler gösterdiğinden ilgili elementlerin hesaplanan bu istatistiksel değerleri maksimum değerlerdir.

Bütün istatistiksel analizlerde iyi ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek için öncelik veri kümesinin (popülasyon) normal dağılım göstermesi gerekliliğidir (Thompson, 1983). Normal dağılımı belirleyebilmek için de histogram eğrilerinden yararlanılmaktadır. Dağılım eğrisi yaklaşık bir çan eğrisi (Gauss) şeklinde simetrik olmalıdır. Dağılım sağa veya sola çarpık asimetric dağılım gösteriyorsa veriler normal dağılıma uymamaktadır. Bu durumda verileri normal dağılıma yaklaştırmak için logaritmik dönüşüm yapılır (Tüysüz ve Yaylalı, 2005).

Örnek sayısının her grupta  $n > 30$  olduğu verilerden elde edilecek popülasyon yapısı ne olursa olsun örnekleme ortalamalarının normal dağılacığı varsayımından dolayı parametrik istatistiksel testler kullanılması mümkündür. Bu durum merkezi limit teoreminden ileri gelmektedir (Tüysüz ve Yaylalı, 2005).

Verilerin normal dağılıma uygunluğunu belirlemek için SPSS Statistics 23 programında yer alan, normal dağılım uygunluk testlerinden Kolmogorow-Smirnow testine bakılarak p değerinin 0,05'den büyük çıkması durumunda verilerin normal dağılıma sahip olduğu, küçük çıkması durumunda ise normal dağılım göstermediği kuralına göre değerlendirilmiştir (Aktürk ve Acemoğlu, 2011). Ahrens (1954; 1957) jeokimyasal çalışmaların verilerinin çoğunun log-normal dağılım sunduğunu belirtmiştir. Sinclair (1985)'e göre jeokimyasal iz element verileri genellikle logaritmik dağılım gösterirler. Logaritmik dönüşüm uygulanan verilerin normal dağılıma yaklaştığı görülerek bu dağılıma log- normal dağılım denilmiştir (Bölücek, 1995).

Histogram çizimlerinde ana elementler için analiz sonuçları olduğu gibi kullanılırken, iz elementler için log değerleri kullanılmalıdır (Ünlü ve Stendal, 1989). Ahrens, (1954; 1957) ve Rodionov, (1964)'e göre, log normal dağılımlar özellikle magmatik kayaç ve mineraller için karakteristik bir belirtgenken, David'e (1977)'e göre, logaritmik normal dağılımlar magmatik ayrılaşmanın ve elementlerin ağırlıklı olarak belli minerallere bağlanmalarının sonucu olarak meydana gelmektedir.

Tez çalışmasında, element içerikleri sonuçları incelendiğinde dağılım aralıklarının çok geniş olması, dağılımların birçoğunun logaritmik olduğunu göstermiştir. Normal dağılım göstermeyen verilere farklı dönüşümler uygulanarak normal dağılıma yaklaştırma yapılabilmektedir. Dönüşüm uygulanması olarak logaritmik dönüşüm kullanılmıştır. Logaritmik dönüşüm yanında verilerin histogram dağılımları da ele alınarak normal ya da log normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler logaritmik değerler olduğu için anlaşılır hale getirmek için anti-log dönüşümü yapılarak çarpık dağılımların anlamlı sonuç vermesi sağlanmıştır.

Bir elementin yeryüzündeki normal bolluğu temel değer (background) ile, temel değer kümelerinin üst sınırı ise eşik değer ile belirtilmektedir. Eşik değer üzerindeki bütün değerler anomali değerini belirtmektedir. Eşik değeri elde edebilmek için, genel olarak aşağıdaki;

$$\text{Eşik değer} = \text{Ortalama } (\bar{X}) + 2 \text{ Standart Sapma } (\sigma)$$

formülü kullanılmaktadır (Rose ve diğ.,1979). Bu formül aynı zamanda eşik değer kümülatif % 95'ine karşılık gelmektedir. Bu değer üzerindeki değerler anomali, altında kalan değerler ise temel değer olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışmada, elementlerin dağılımlarını belirlemek için, SPSS 23 programında değerleri hesaplanan verilerin % 25 ,% 50, % 75, % 90 ve % 95 kümülatif değer aralıkları belirlenip, anomali haritalarında derecelendirilerek haritada gösterilmiştir. Tez çalışması kapsamında, ilk % 50 temel değer (background), % 95 ve üzeri değer anomali değeri olarak kabul edilmiştir.

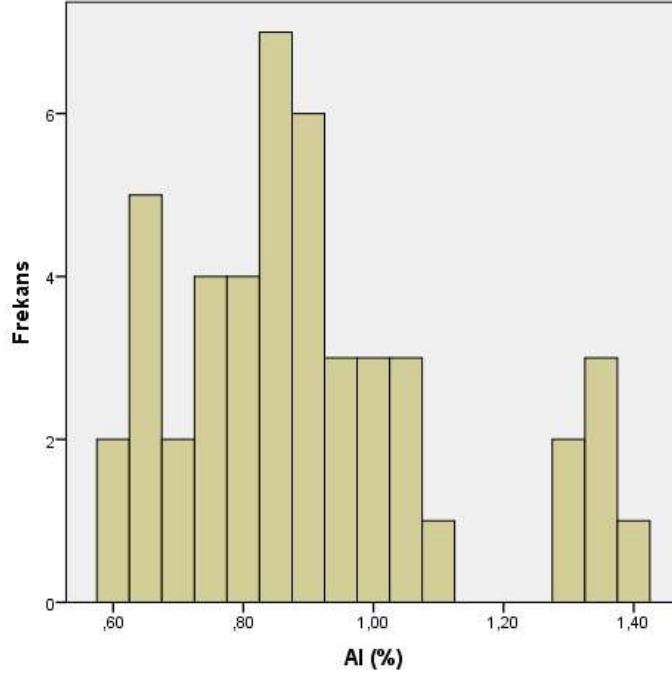
46 adet sediment öneğinin tamamında B, S, Se, Te elementleri dedeksiyon limiti altında kaldığı için, eşik değer hesaplanması yapılamamıştır. Eşik değer hesaplamaları yapılan ve istatistiksel değerlendirmeye alınan elementlerin sonuçları;

Al için % 1,34, As için 22,8 ppm, Au için 101,8 ppb, Ba için 319 ppm, Bi için 9,5 ppm, Ca için % 4,41 Cd 1,5 ppm, Co için 48,4 ppm, Cr için 487 ppm, Cu için 32,6 ppm, Fe için % 4,21, La için 25 ppm, Mg için % 7,67, Mn için 765 ppm, Mo için 2,4 ppm, Ni için 793,4 ppm, Pb için 112,3 ppm, Sb için 1,3 ppm, Sc için 8,4 ppm, Sr için 39 ppm, Th 8,3 ppm, Ti için % 0,096, V için 58 ppm, W için 3,9 ppm, Zn için 97 ppm olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre elementlerin dağılım haritaları yapılmıştır.

### 3.4.1 Dere Kumlarının Alüminyum (Al) İçeriği ve Dağılımı

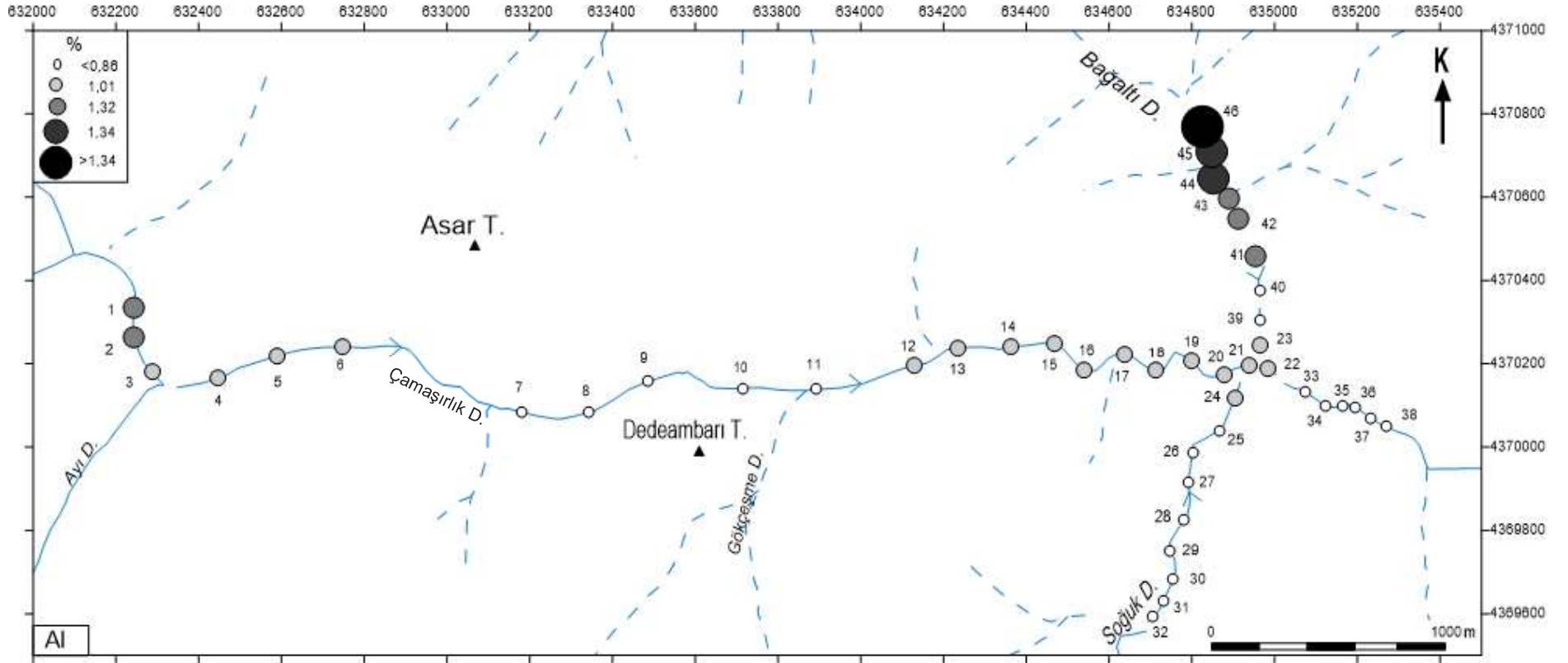
İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Al içeriği % 0,9; ortanca değeri % 0,87; standart sapması % 0,21; en küçük değeri % 0,6; en büyük değeri % 1,39 dir. Normal dağılım göstermektedir (Şekil 3.3).

Dağardı melanjı üzerinde yer alan sedimanter, metamorfik, bazik ve ultrabazik kayaçların bulunduğu birimde anomali veren Al elementinin, kabuk ortalaması % 8,1 (81000 ppm), ultrabazik birimlerdeki kayaç ortalaması % 1,2'dir (Tablo 4.2). Kabuk ve kayaç ortalamasına göre düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide Bağaltı Dere üzerindeki bir örnek anomali düzeyinde Al içermektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.3: Dere kumu örneklerindeki alüminyum (Al)' a ait histogram.





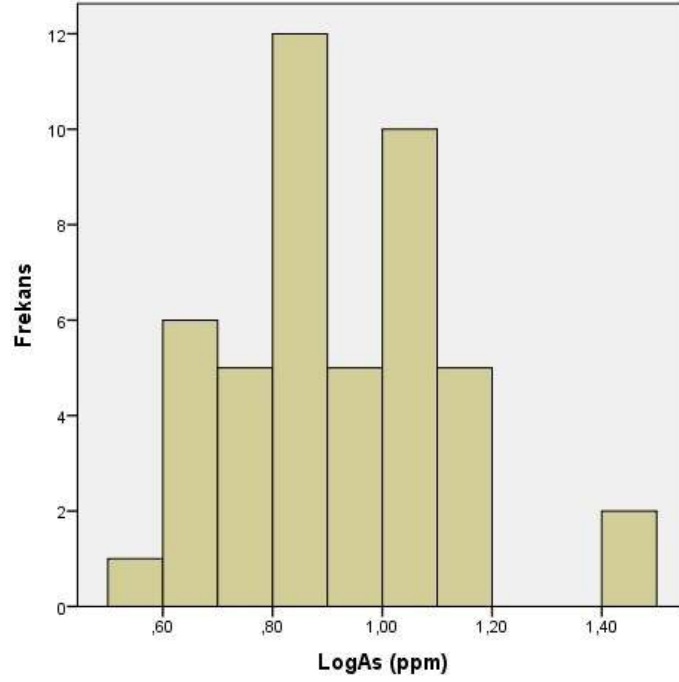
Şekil 3.4: Dere kumlarının alüminyum (Al) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.2 Dere Kumlarının Arsenik (As) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama As içeriği 9,4 ppm, ortanca değeri 7,85 ppm, standart sapması 5,34 ppm, en küçük değeri 3,9 ppm, en büyük değeri 31,2 ppm'dir (Tablo 3.5). Verilerin, aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılıma sahip olduğu görülerek verilerin logaritması alınmış ve Arseniğin log- normal dağıldığı anlaşılmıştır (Şekil 3.5).

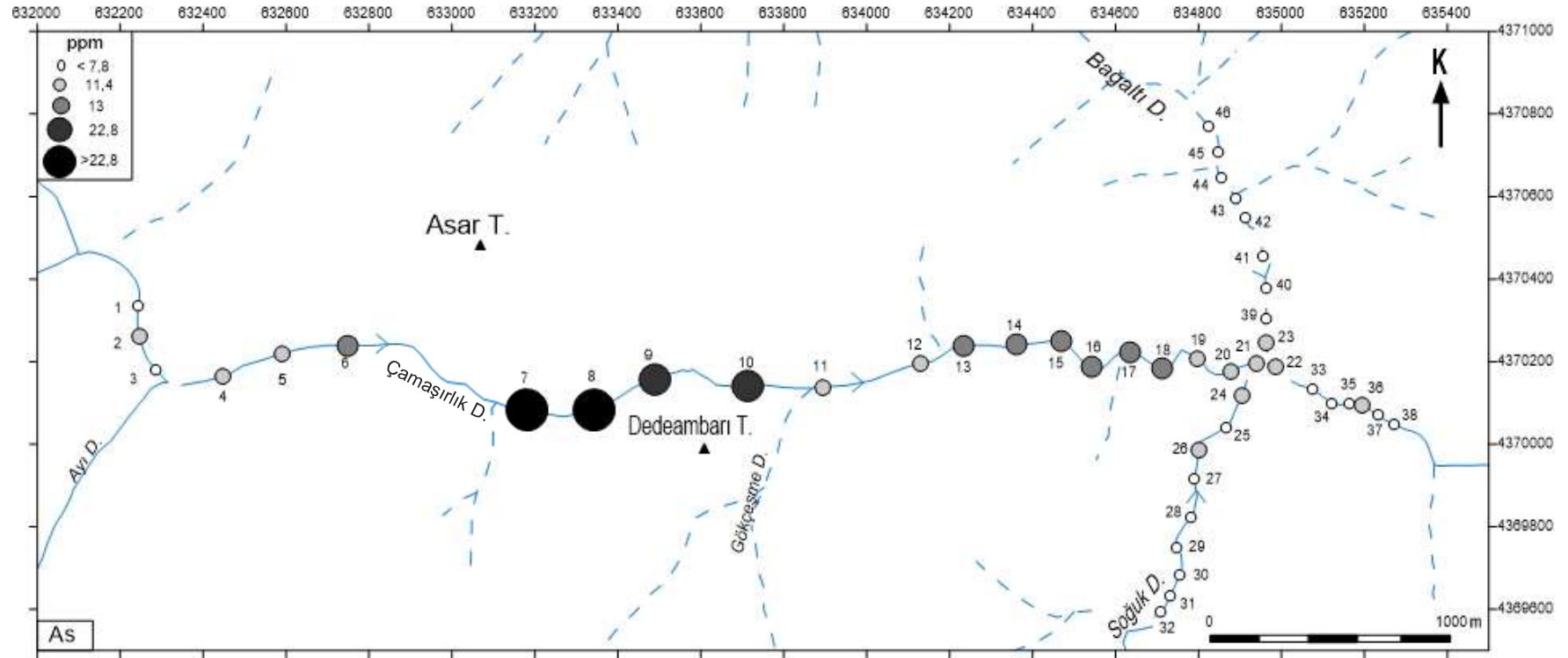
**Tablo 3.5:** As için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 9,4                                    | 0,925   |
| Standart Hata                         | 0,79                                   | 0,029   |
| Ortanca                               | 7,85                                   | 0,895   |
| Standart Sapma                        | 5,34                                   | 0,195   |
| Varyans                               | 28,49                                  | 0,038   |
| Basıklık                              | 9,08                                   | 1,17  |
| Çarpıklık                             | 2,68                                   | 0,696   |
| En Küçük                              | 3,9                                    | 0,59  |
| En Büyük                              | 31,2                                   | 1,49  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 22,8  |



**Şekil 3.5 :** Dere kumu örneklerindeki arsenik (As)'e ait histogram.

Harita üzerinde görülen As içeriği yüksek noktalar, Sarıcasu Formasyonu üzerinde yüksek element içerikleri sunan karbonatlı birimler üzerinde bulunmaktadır (bkz. Şekil 3.2). As'nin yer kabuğundaki ortalaması 1,8 ppm olup, karbonatlı kayalardaki ortalaması 1 ppm'dir (Tablo 4.2). İnceleme alanındaki dere kumları örnekleri kabuk ve kayaç ortalamalarının oldukça üzerinde değerler sunmaktadır (Tablo 4.2). Arazide, Çamaşırılık dere üzerindeki 7 ve 8 numaralı örneklemelerde As değeri eşik değer üzerindedir (Şekil 3.6).



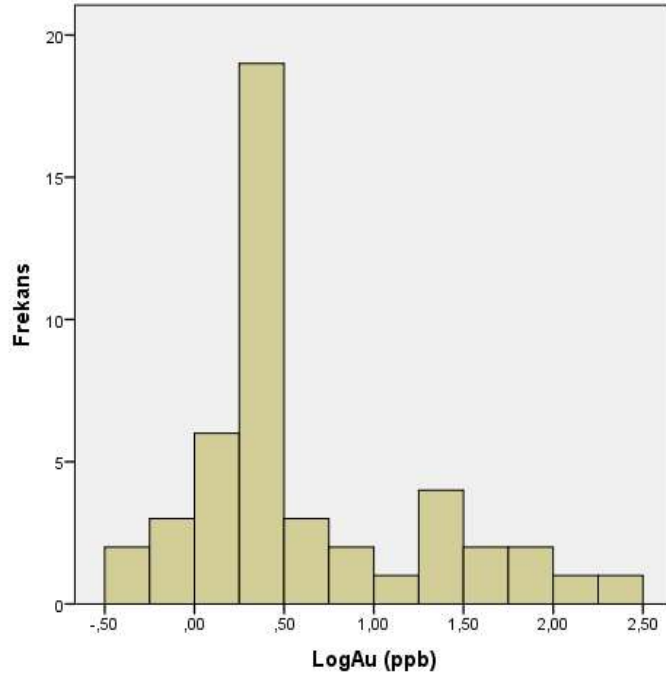
Şekil 3.6: Dere kumlarının arsenik (As) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.3 Dere Kumlarının Altın (Au) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Au içeriği 16,54 ppb, ortanca değeri 2,6 ppb, standart sapması 39,45 ppb, en küçük değeri 0,5 ppb, en büyük değeri 229 ppb'dir (Tablo 3.6). Au verilerinin histogramı çizildiğinde aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılıma sahip olduğu görülmüş ve değerlerin logaritması alınmıştır. Buna göre Au log normal dağılım histogram göstermektedir (Şekil 3.7).

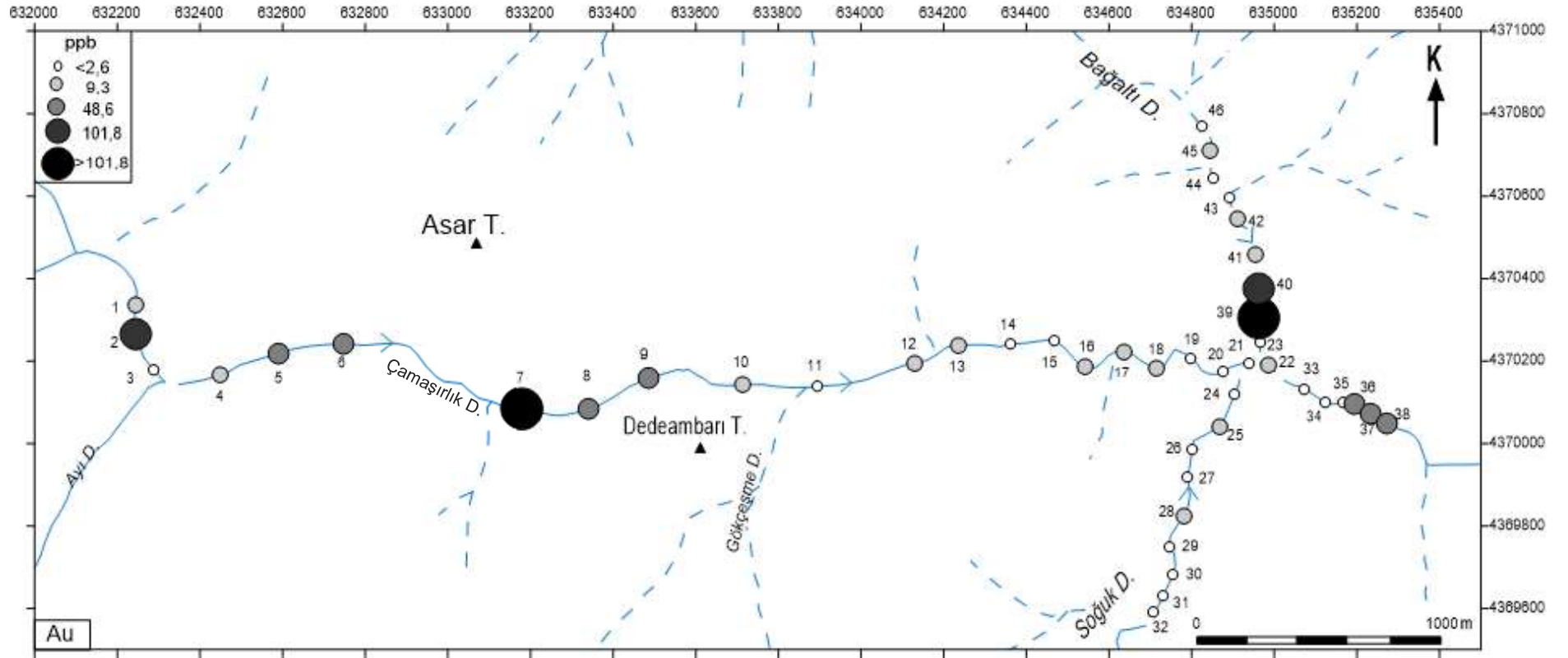
**Tablo 3.6:** Au için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppb) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppb) |
| Ortalama                              | 16,54                                  | 0,62  |
| Standart Hata                         | 5,816                                  | 0,094   |
| Ortanca                               | 2,6                                    | 0,41  |
| Standart Sapma                        | 39,45                                  | 0,64  |
| Varyans                               | 1556,137                               | 0,41  |
| Basıklık                              | 19,479                                 | 0,425   |
| Çarpıklık                             | 4,124                                  | 1,086   |
| En Küçük                              | 0,5                                    | -0,3  |
| En Büyük                              | 229                                    | 2,36  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 101,8   |



**Şekil 3.7:** Dere kumu örneklerindeki altın (Au)'a ait histogram.

Arazide, harita üzerinde belirtilen anomali noktaları, Sarıcasu Formasyonu üzerinde görülmektedir (bkz. Şekil 3.2). Au elementinin kabuk ortalaması değeri 0,003 ppb olup, düşük değerler vermiştir (Tablo 4.2). Çamaşırılık dere üzerinde 7 numaralı, Bağaltı Dere üzerindeki 39 numaralı örnekleme yerlerinde Au değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Dere kumlarının altın (Au) içeriği ve dağılımı.

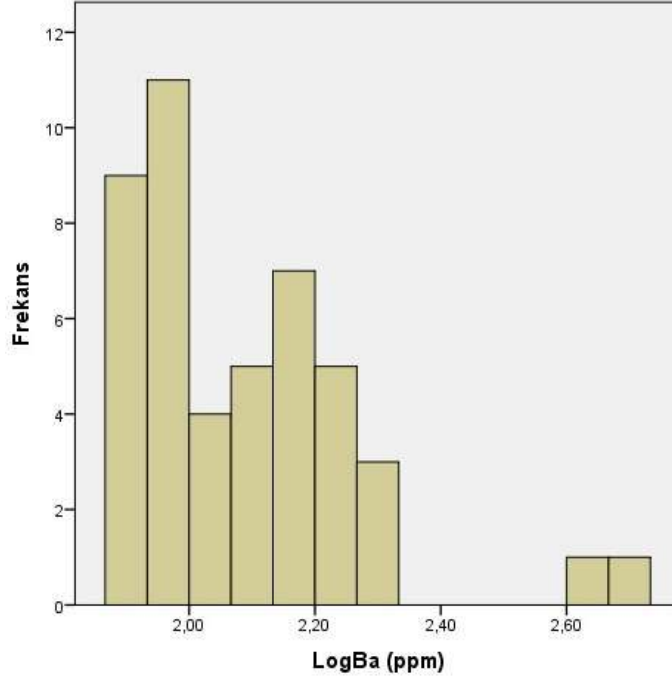
### 3.4.4 Dere Kumlarının Baryum (Ba) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Ba içeriği 133,85 ppm, ortanca değeri 114,5 ppm, standart sapması 75,07 ppm, en küçük değeri 76 ppm, en büyük değeri 467 ppm'dir (Tablo 3.7). Ba histogramı çizildiğinde verilerin dağılışının normal dağılıma uymadığı aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılım gösterdiği belirlenerek değerlerin logaritması alınmıştır. Ba log normal dağılım göstermektedir (Şekil 3.9).

**Tablo 3.7:** Ba için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

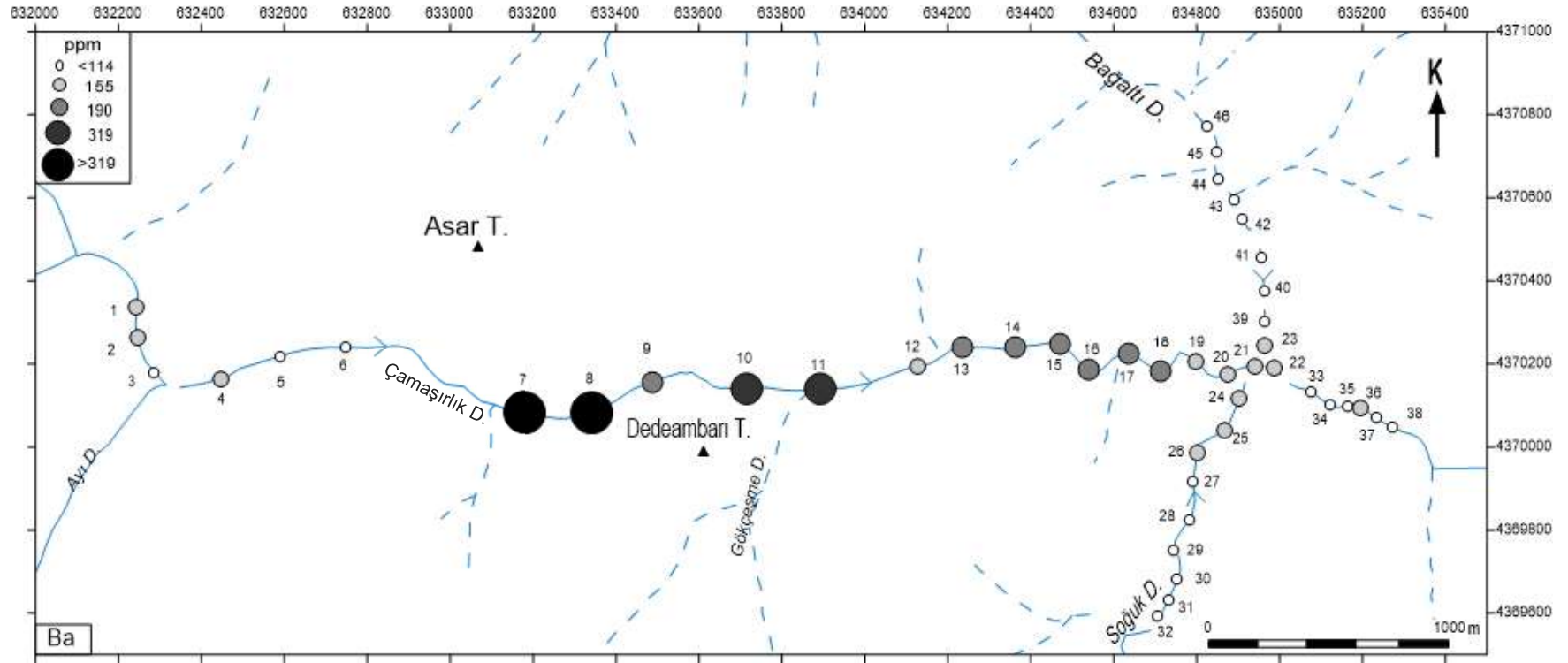
| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 133,85                                 | 2,085   |
| Standart Hata                         | 11,069                                 | 0,026   |
| Ortanca                               | 114,5                                  | 2,06  |
| Standart Sapma                        | 75,07                                  | 0,174   |
| Varyans                               | 5635,687                               | 0,03  |
| Basıklık                              | 11,226                                 | 2,677   |
| Çarpıklık                             | 3,085                                  | 1,393   |
| En Küçük                              | 76                                     | 1,88  |
| En Büyük                              | 467                                    | 2,67  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 319   |





**Şekil 3.9:** Dere kumu örneklerindeki baryum (Ba)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları, Sarıcasu Formasyonu üzerinde karbonatlı birimlerde bulunmaktadır. Ba'nın yer kabuğundaki ortalaması 500 ppm olup, karbonatlı kayaçlardaki değeri 10 ppm'dir (Tablo 4.2). Yer kabuğu ortalamasına göre düşük değerler sunan Ba elementi, karbonatlı kayaç ortalamasına göre ise oldukça yüksek değerler vermiştir (Tablo 4.2). Arazide, Çamaşırılık Dere üzerinde 7 ve 8 numaralı örneklemelerde Ba değerleri eşik değer üzerinde olup, 319 ppm üzerindedir (Şekil 3.10).



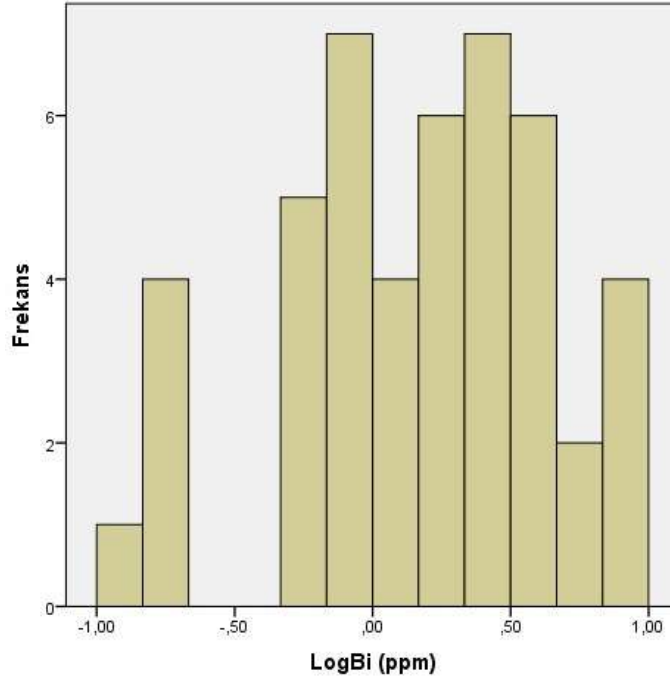
Şekil 3.10: Dere kumlarının baryum (Ba) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.5 Dere Kumlarının Bizmut (Bi) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Bi içeriği 2,43 ppm, ortanca değeri 1,75 ppm, standart sapması 2,46 ppm, en küçük değeri 0,1 ppm, en büyük değeri 9,6 ppm'dir (Tablo 3.8). Verilerin dağılımının normal dağılıma uymadığı, Bi histogramı çizilerek görülmüş ve aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılım izlendiği belirlenmiştir. Bi log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.11).

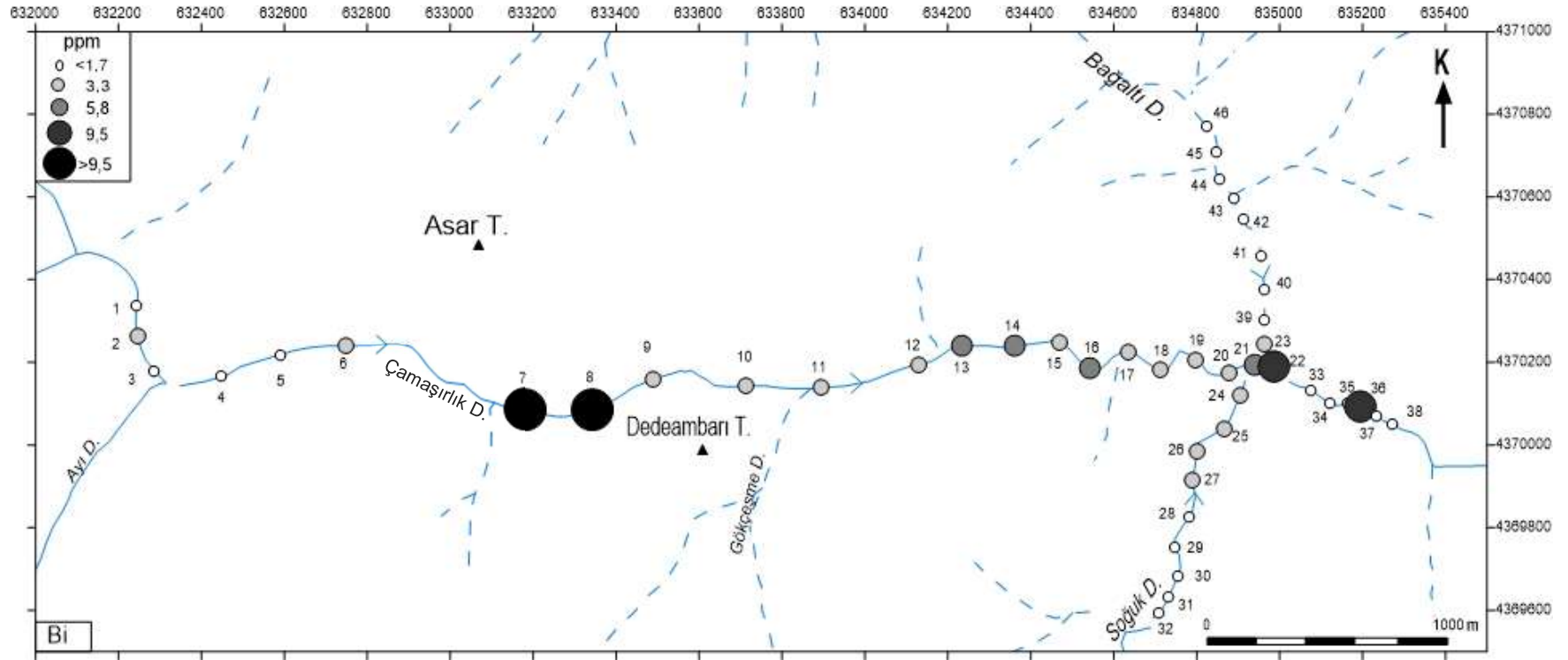
**Tablo 3.8:** Bi için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 2,43                                   | 0,168   |
| Standart Hata                         | 0,36                                   | 0,07  |
| Ortanca                               | 1,75                                   | 0,245   |
| Standart Sapma                        | 2,46                                   | 0,477   |
| Varyans                               | 6,026                                  | 0,227   |
| Basıklık                              | 2,874                                  | -0,17   |
| Çarpıklık                             | 1,775                                  | -0,409  |
| En Küçük                              | 0,1                                    | -1,0  |
| En Büyük                              | 9,6                                    | 0,98  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 9,5   |



**Şekil 3.11:** Dere kumu örneklerindeki bizmut (Bi)'a ait histogram.

Harita üzerinde yer alan anomali noktaları, Sarıcasu Formasyonu üzerinde bulunan Bi elementinin, kabuk ortalaması değeri 0,15 ppm'dir (Tablo 4.2). Karbonatlı birimlerde yüksek element konsantrasyonuna sahip olan Bi elementi, yer kabuğu ortalamasından oldukça yüksek değerler vermiştir (Tablo 4.2). Arazide, Çamaşırılık Dere üzerinde 7 ve 8 numaralı örneklemelerde Bi değerleri eşik değeri üzerinde olup 9,5 ppm üzerindedir (Şekil 3.12).



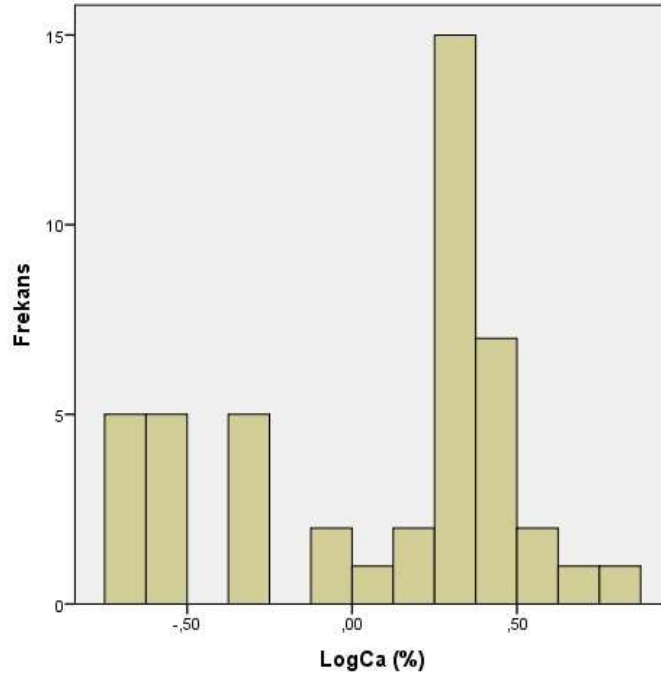
Şekil 3.12: Dere kumlarının bizmut (Bi) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.6 Dere Kumlarının Kalsiyum (Ca) İÇeriği ve Dağılımlı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Ca içeriği % 1,68, ortanca değeri % 1,87, standart sapması % 1,31, en küçük değeri % 0,2, en byk değeri % 6,24 dir (Tablo 3.9). Verilerin dağılışının normal dağılıma uymadığı Ca histogramı çizildiğinde grlmş ve aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılım izlendiği belirlenmiştir. Ca'un log normal dağılım histogramı verilmiştir (şekil 3.13).

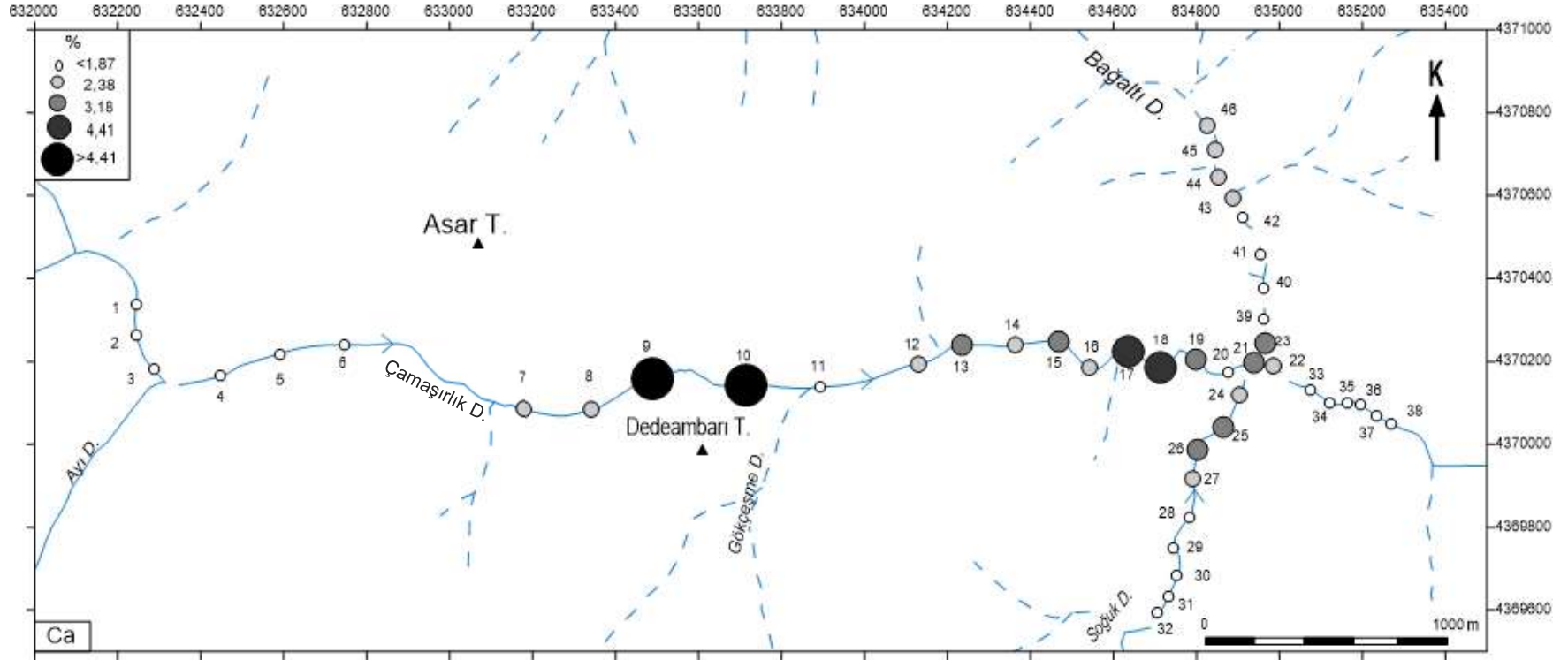
**Tablo 3.9:** Ca için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| rnek Sayısı                         | 46                                   |   |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
|                                      | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (%) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (%) |
| Ortalama                             | 1,68                                 | 0,05  |
| Standart Hata                        | 0,192                                | 0,066                                       |
| Ortanca                              | 1,87                                 | 0,275                                       |
| Standart Sapma                       | 1,31                                 | 0,446                                       |
| Varyans                              | 1,704                                | 0,199                                       |
| Basıklık                             | 2,398                                | -1,112                                      |
| arpıklık                            | 1,143                                | -0,548                                      |
| En Küçük                             | 0,2                                  | -0,7  |
| En Byk                            | 6,24                                 | 0,8   |
| Eşik Değer (kümülatif % 95 ve üzeri) |                                      | 4,41  |



**Şekil 3.13:** Dere kumu örneklerindeki kalsiyum (Ca)'a ait histogram.

Budağan kireçtaşları biriminde yüksek konsantrasyonda bulunan Ca'un, yer kabuğundaki bolluk ortalaması % 4,1 (41000 ppm), karbonatlı kayalardaki ortalaması ise % 30,23'tür (Tablo 4.2). İnceleme alanındaki kumlar hem yer kabuğu ortalamasında hem de karbonatlı kayaç ortalamasında oldukça düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Çamaşırılık Dere üzerinde 9 ve 10 numaralı örnekleme yerlerinde Ca değerleri eşik değeri üzerinde olup % 4,41'in üzerindedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: Dere kumlarının kalsiyum (Ca) içeriği dağılımı.

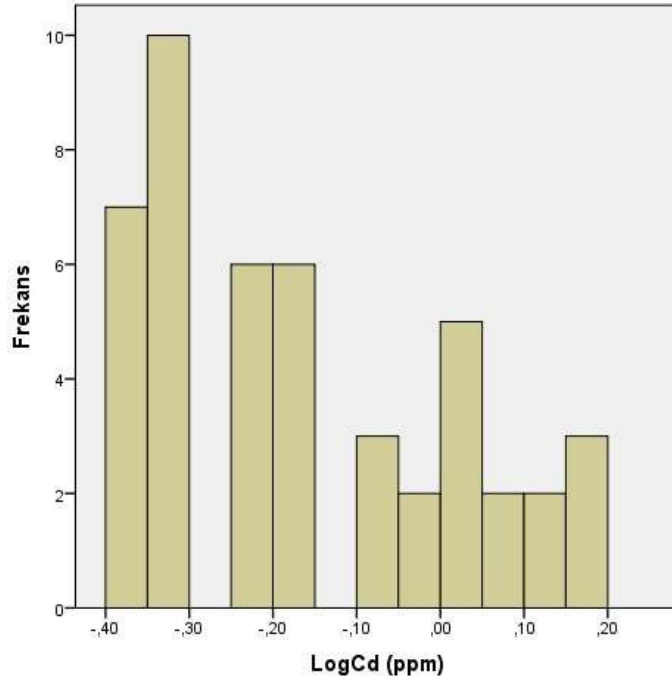


### 3.4.7 Dere Kumlarının Kadmiyum (Cd) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Cd içeriği 0,75 ppm, ortanca değeri 0,65 ppm, standart sapması 0,33 ppm, en küçük değeri 0,4 ppm, en büyük değeri 1,5 ppm'dir (Tablo 3.10). Cd verilerinin, histogramı çizildiğinde pozitif dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Buna göre, Cd'un log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.15).

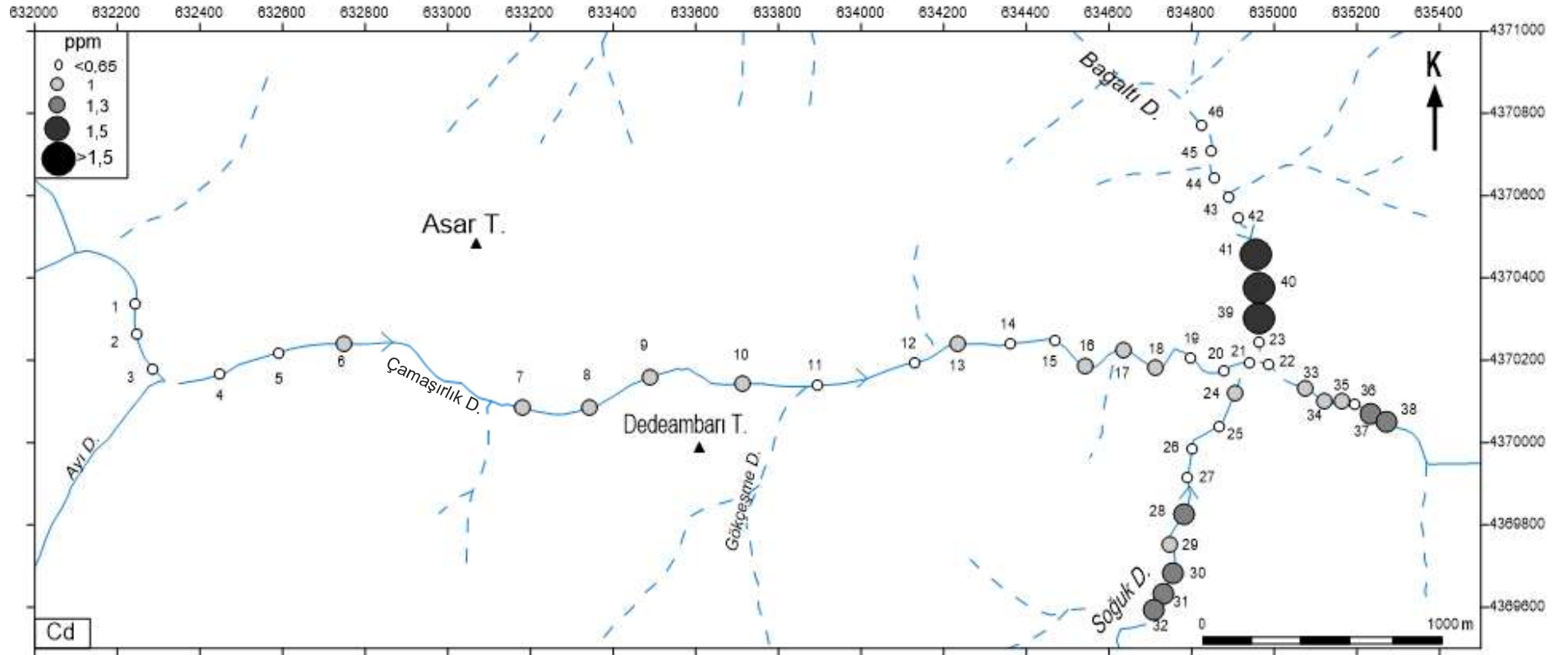
**Tablo 3.10:** Cd için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 0,75                                   | -0,161  |
| Standart Hata                         | 0,048                                  | 0,026   |
| Ortanca                               | 0,65                                   | -0,185  |
| Standart Sapma                        | 0,33                                   | 0,178   |
| Varyans                               | 0,107                                  | 0,032   |
| Basıklık                              | -0,096                                 | -0,906  |
| Çarpıklık                             | 0,958                                  | 0,4   |
| En Küçük                              | 0,4                                    | -0,4  |
| En Büyük                              | 1,5                                    | 0,18  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 1,5   |



**Şekil 3.15:** Dere kumu örneklerindeki kadmiyum (Cd)'a ait histogram.

Harita üzerinde, Sarıcasu Formasyonu ve Budağan kireçtaşları üzerinde yüksek değerler veren Cd elementinin yer kabuğu ortalama değeri 0,15 ppm olup karbonatlı kayalardaki ortalaması 0,035 ppm'dir (Tablo 4.2). İnceleme alanındaki kumlar kayaç ve kabuk ortalamalarının her ikisinde de oldukça yüksek değerler vermektedir (Tablo 4.2). Bağaltı Dere üzerindeki örnek alım noktalarında yüksek değerler sunmaktadır (Şekil 3.16).



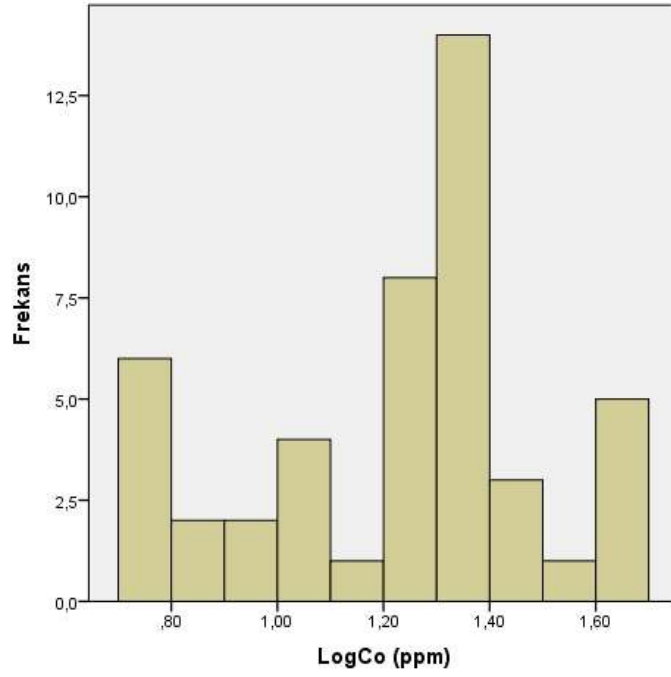
Şekil 3.16: Dere kumlarının kadmiyum (Cd) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.8 Dere Kumlarının Kobalt (Co) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Co içeriği 20,35 ppm, ortanca değeri 19,75 ppm, standart sapması 12,13 ppm, en küçük değeri 5,5 ppm, en büyük değeri 49,3 ppm'dir (Tablo 3.11). Co verilerinin histogramı çizildiğinde, aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Buna göre, Co log normal dağılım göstermektedir (Şekil 3.17).

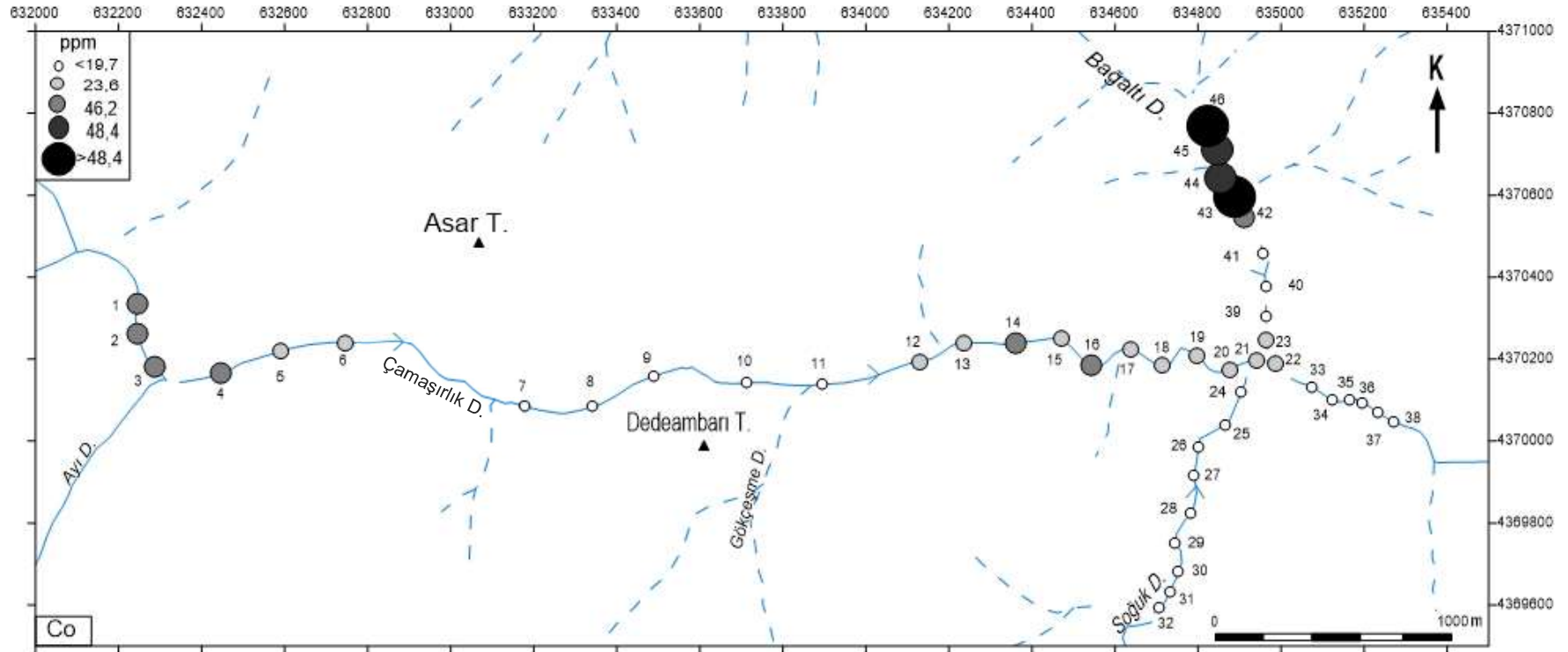
**Tablo 3.11:** Co için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 20,35                                  | 1,229   |
| Standart Hata                         | 1,788                                  | 0,041   |
| Ortanca                               | 19,75                                  | 1,295   |
| Standart Sapma                        | 12,13                                  | 0,275   |
| Varyans                               | 147,138                                | 0,076   |
| Basıklık                              | 0,677                                  | -0,735  |
| Çarpıklık                             | 1,004                                  | -0,275  |
| En Küçük                              | 5,5                                    | 0,74  |
| En Büyük                              | 49,3                                   | 1,69  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 48,4  |



**Şekil 3.17:** Dere kumu örneklerindeki kobalt (Co)'a ait histogram.

Harita üzerinde Dağardı melanji olarak isimlendirilen, ofiyolitik melanj biriminde yüksek konsantrasyonlar gösteren Co elementinin, yer kabuğundaki ortalaması 22 ppm olup, ultrabazik kayaçlardaki bolluk ortalaması ise 110 ppm'dir (Tablo 4.2). Kabuk ve kayaç ortalamalarına göre değerlendirildiğinde ortalamalardan düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerinde 43 ve 46 numaralı örnekleme yerlerinde Co değerleri eşik değeri üzerinde olup 48,4 ppm üzerinde anomali göstermektedir (Şekil 3.18).



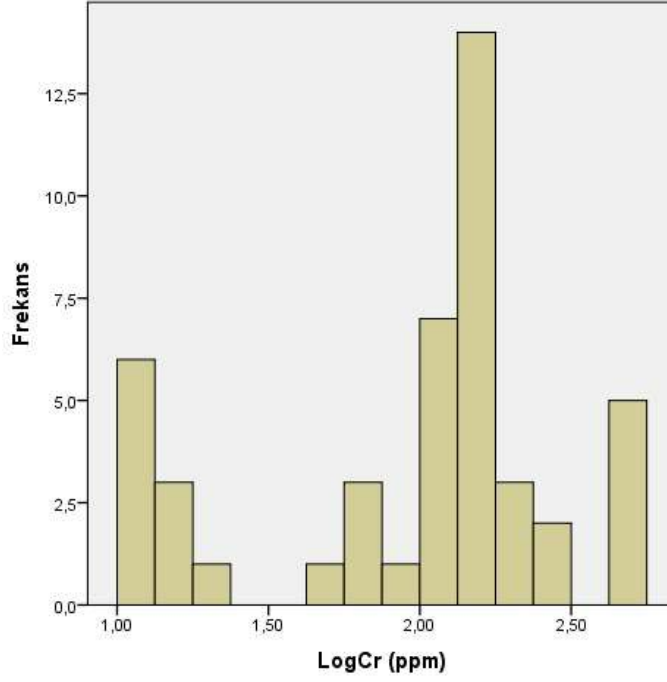
Şekil 3.18: Dere kumlarının kobalt (Co) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.9 Dere Kumlarının Krom (Cr) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Cr içeriği 155,09 ppm, ortanca değeri 149 ppm, standart sapması 135,28 ppm, en küçük değeri 11 ppm, en büyük değeri 509 ppm'dir (Tablo 3.12). Dere kumlarındaki Cr elementi log normal dağılım sunmaktadır (Şekil 3.19).

**Tablo 3.12:** Cr için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

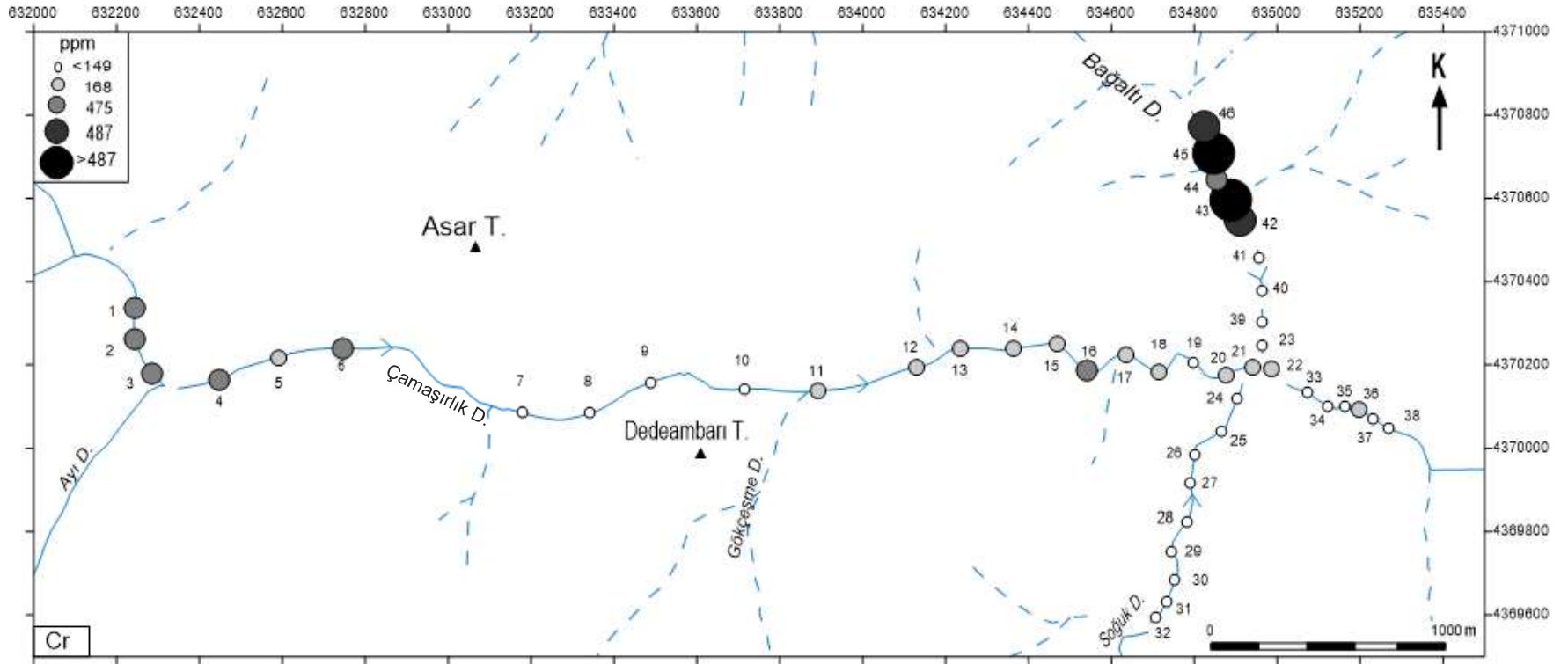
| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 155,09                                 | 1,981   |
| Standart Hata                         | 19,945                                 | 0,074   |
| Ortanca                               | 149                                    | 2,175   |
| Standart Sapma                        | 135,28                                 | 0,501   |
| Varyans                               | 18299,77                               | 0,251   |
| Basıklık                              | 1,736                                  | -0,538  |
| Çarpıklık                             | 1,435                                  | -0,73   |
| En Küçük                              | 11                                     | 1,04  |
| En Büyük                              | 509                                    | 2,71  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 487   |



**Şekil 3.19:** Dere kumu örneklerindeki krom (Cr)'a ait histogram.

Ofiyolitik melanj biriminde yüksek konsantrasyon gösteren Cr elementi, yer kabuğunda ortalama 100 ppm ultrabazik kayalardaki ise ortalama, 2980 ppm'dir (Tablo 4.2). Dere kumlarının Cr içeriği hem yer kabuğu ortalamasından hem de ultrabazik kayaç ortalamasından daha yüksek değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerinde 43 ve 45 numaralı örnekleme yerlerinde Cr değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.20).





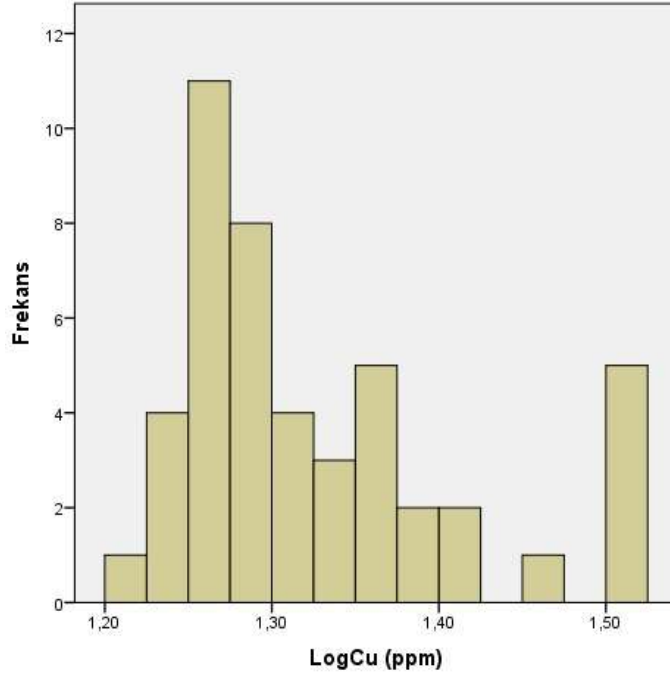
Şekil 3.20: Dere kumlarının krom (Cr) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.10 Dere Kumlarının Bakır (Cu) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının tanımlayıcı istatistik sonuçlarına göre, ortalama Cu içeriği 21,63 ppm, ortanca değeri 19,6 ppm, standart sapması 4,75 ppm, en küçük değeri 16,4 ppm, en büyük değeri 33,3 ppm dir (Tablo 3.13). Verilerin dağılışının normal dağılıma uymadığı Cu histogramı çizildiğinde görölmüş ve aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılıma sahip olduğu görölmüştür. Cu log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.21).

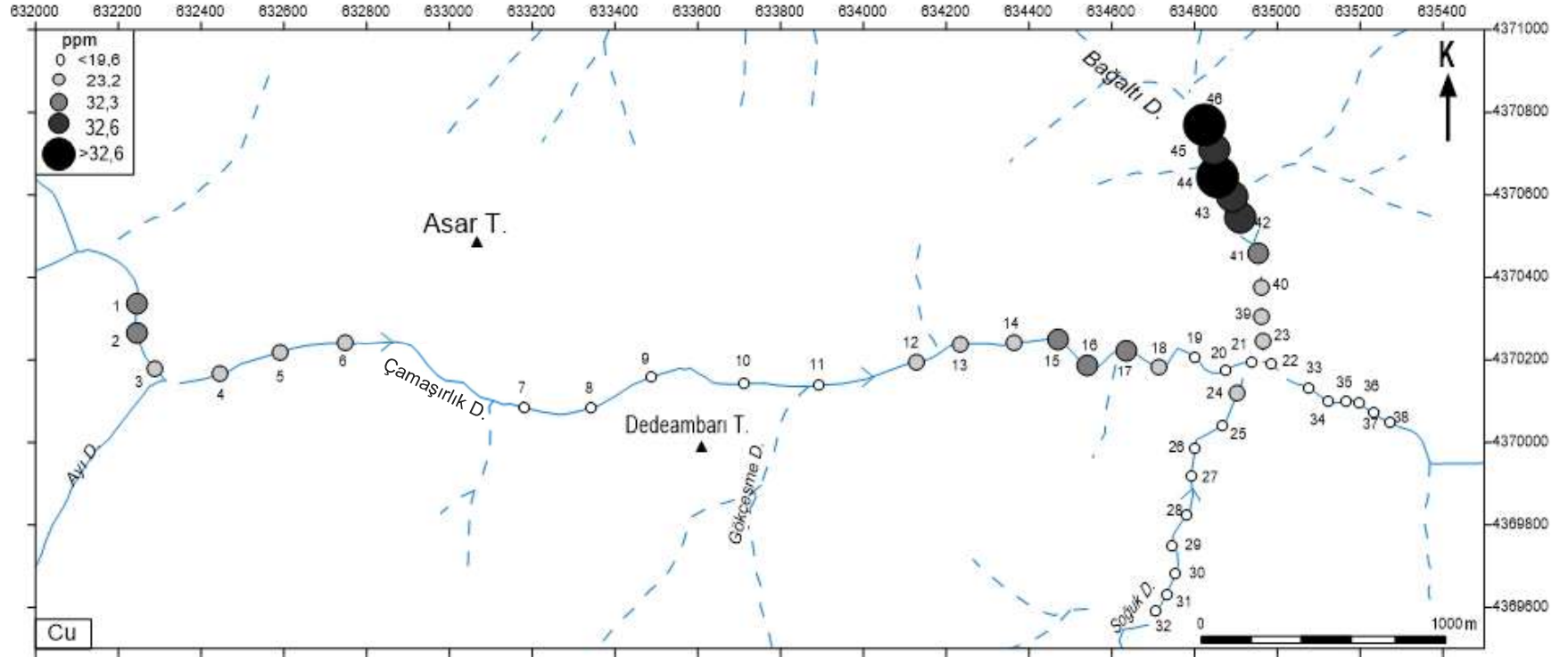
**Tablo 3.13:** Cu için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 21,626                                 | 1,326   |
| Standart Hata                         | 0,701                                  | 0,013   |
| Ortanca                               | 19,6                                   | 1,29  |
| Standart Sapma                        | 4,753                                  | 0,087   |
| Varyans                               | 22,594                                 | 0,008   |
| Basıklık                              | 0,895                                  | 0,188   |
| Çarpıklık                             | 1,352                                  | 1,052   |
| En Küçük                              | 16,4                                   | 1,21  |
| En Büyük                              | 33,3                                   | 1,52  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 32,6  |



**Şekil 3.21:** Dere kumu örneklerindeki bakır (Cu)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları, Dağardı melanjı biriminde yer almaktadır. Cu elementinin, yer kabuğundaki ortalama değeri 50 ppm olup, ultrabazik kayalarındaki ortalama bolluk derecesi 42 ppm'dir (Tablo 4.2). Yer kabuğu ortalamasına ve ultrabazik kayaç ortalamasına göre Cu elementi düşük değerler vermiştir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerindeki 44 ve 46 numaralı örnekleme yerlerinde Cu değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.22).



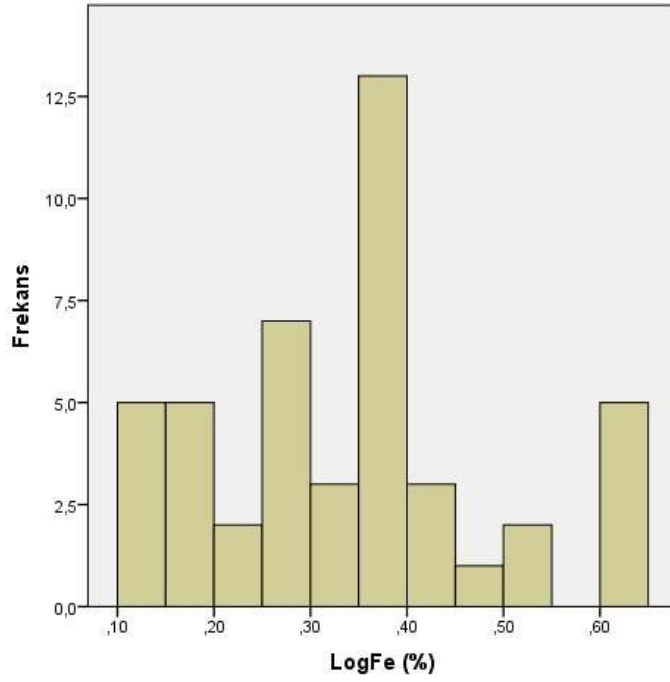
Şekil 3.22: Dere kumlarının, bakır (Cu) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.11 Dere Kumlarının Demir (Fe) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Fe içeriği % 2,32 ortanca değeri % 2,28 standart sapması % 0,83 en küçük değeri % 1,32 en büyük değeri % 4,35' tir (Tablo 3.14). Verilerin dağılışının normal dağılıma uymadığı Fe histogramı çizildiğinde görülerek, aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılım izlendiği belirlenmiştir. Fe log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.23).

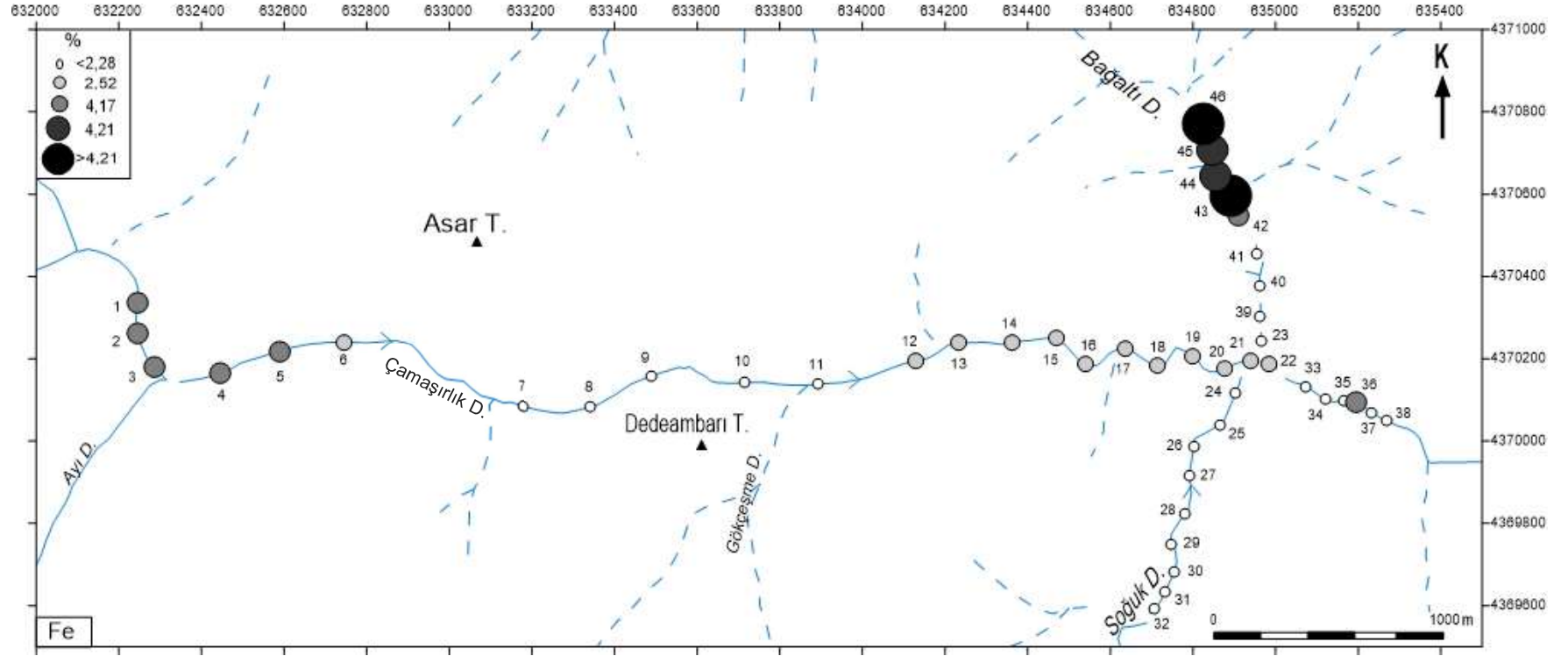
**Tablo 3.14:** Fe için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                   |   |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (%) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (%) |
| Ortalama                              | 2,32                                 | 0,34  |
| Standart Hata                         | 0,122                                | 0,021                                       |
| Ortanca                               | 2,28                                 | 0,355                                       |
| Standart Sapma                        | 0,83                                 | 0,144                                       |
| Varyans                               | 0,688                                | 0,021                                       |
| Basıklık                              | 0,841                                | -0,295                                      |
| Çarpıklık                             | 1,157                                | 0,441                                       |
| En Küçük                              | 1,32                                 | 0,12  |
| En Büyük                              | 4,35                                 | 0,64  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |                                      | 4,21  |



**Şekil 3.23:** Dere kumu örneklerindeki demir (Fe)'e ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları, ofiyolitik melanj biriminde yer almaktadır. Elementlerin yer kabuğu ortalama bolluk dereceleri dikkate alındığında, Fe elementinin kabuk ortalaması % 5,4 (54000 ppm) olup, ultrabazik birimlerdeki kayaç ortalaması % 9,43'tür (Tablo 4.2). Yer kabuğu ortalaması ve ultrabazik kayaç ortalaması değerlerine göre Fe elementi oldukça düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerindeki iki örnekte Fe değerleri eşik değer üzerindedir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24: Dere kumlarının demir (Fe) içeriği ve dağılımı.

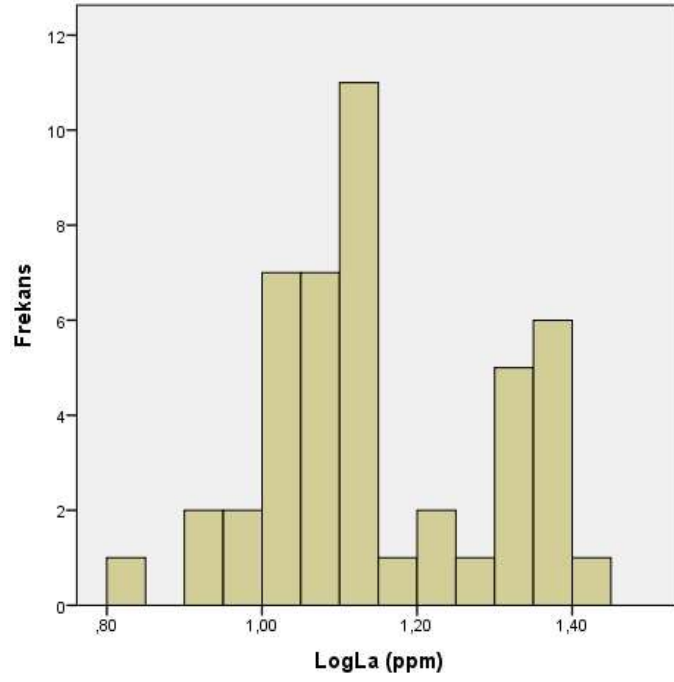
### 3.4.12 Dere Kumlarının Lantan (La) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama La içeriği 15,04 ppm, ortanca değeri 13 ppm, standart sapması 5,35 ppm, en küçük değeri 7 ppm, en büyük değeri 26 ppm dir (Tablo 3.15). Verilerin dağılışının normal dağılıma uymadığı La histogramı çizilerek görülmüş ve aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılım izlendiği belirlenmiştir. La log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.25).

**Tablo 3.15:** La için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

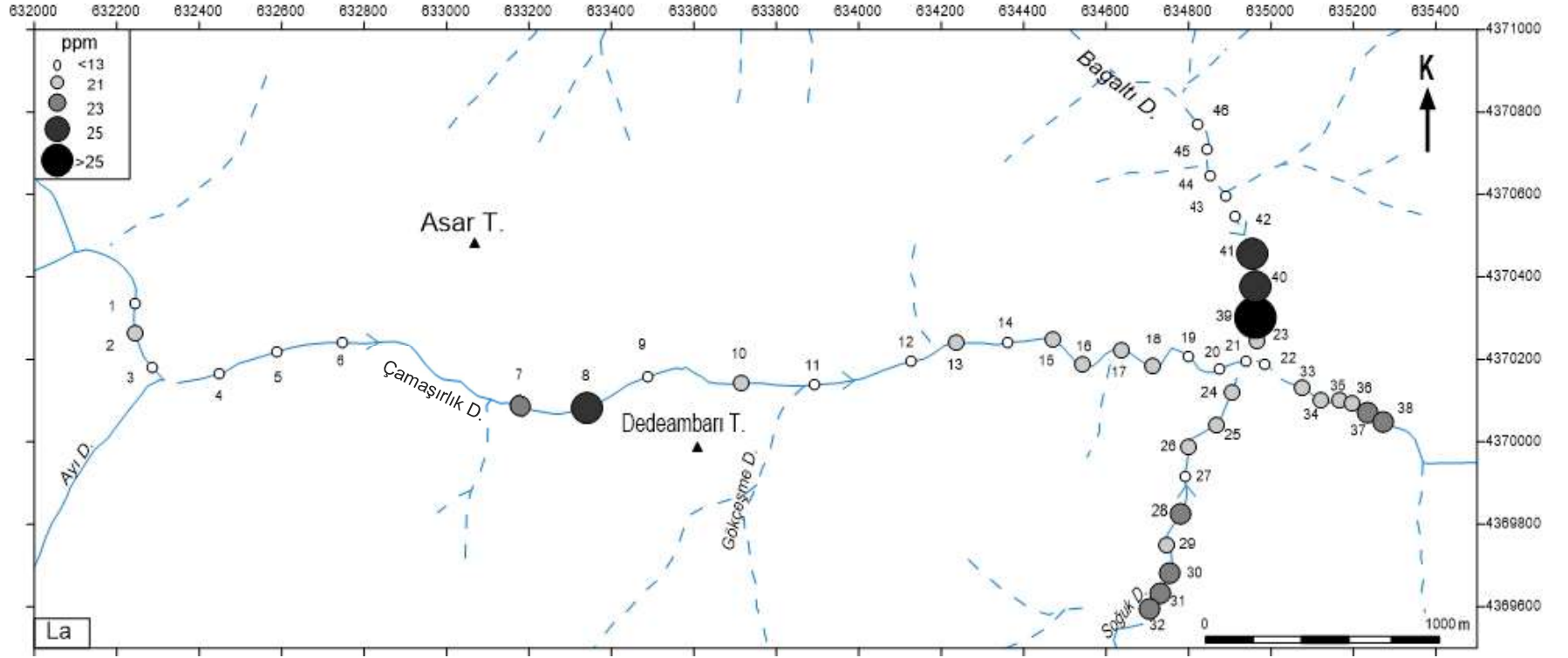
| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 15,04                                  | 1,151   |
| Standart Hata                         | 0,789                                  | 0,022   |
| Ortanca                               | 13                                     | 1,11  |
| Standart Sapma                        | 5,35                                   | 0,15  |
| Varyans                               | 28,665                                 | 0,022   |
| Basıklık                              | -0,8                                   | -0,793  |
| Çarpıklık                             | 0,706                                  | 0,222   |
| En Küçük                              | 7                                      | 0,85  |
| En Büyük                              | 26                                     | 1,41  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 25  |





**Şekil 3.25:** Dere kumu örneklerindeki lantan (La)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktası Sarıcasu Formasyonu üzerinde bulunmaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin yer kabuğu kayaç ortalamaları dikkate alındığında, La'ın yer kabuğu ortalaması 35 ppm olup, karbonatlı kayaçlarda 1 ppm bollukta bulunmaktadır (Tablo 4.2). Yer kabuğu ortalamasına göre düşük değerler sunan La elementi, karbonatlı kayaç ortalamasına göre oldukça yüksek değerler göstermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerinde 39 numaralı örnekte eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.26).



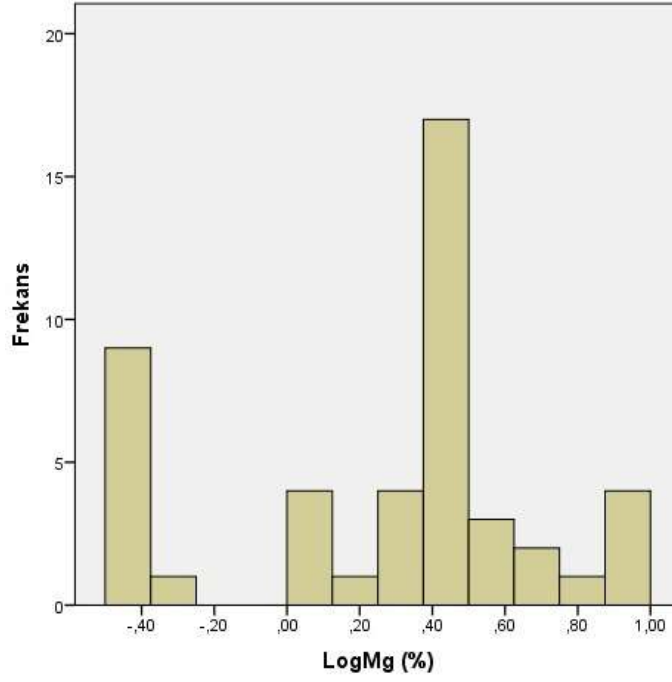
Şekil 3.26: Dere kumlarının lantan (La) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.13 Dere Kumlarının Magnezyum (Mg) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Mg içeriği % 2,72; ortanca değeri % 2,595; standart sapması % 2,11; en küçük değeri % 0,33; en büyük değeri % 7,96 dır (Tablo 3.16). Verilerin dağılışının normal dağılıma uymadığı Mg histogramı çizildiğinde görölmüş, aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılım izlendiği belirlenmiştir. Mg log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.27).

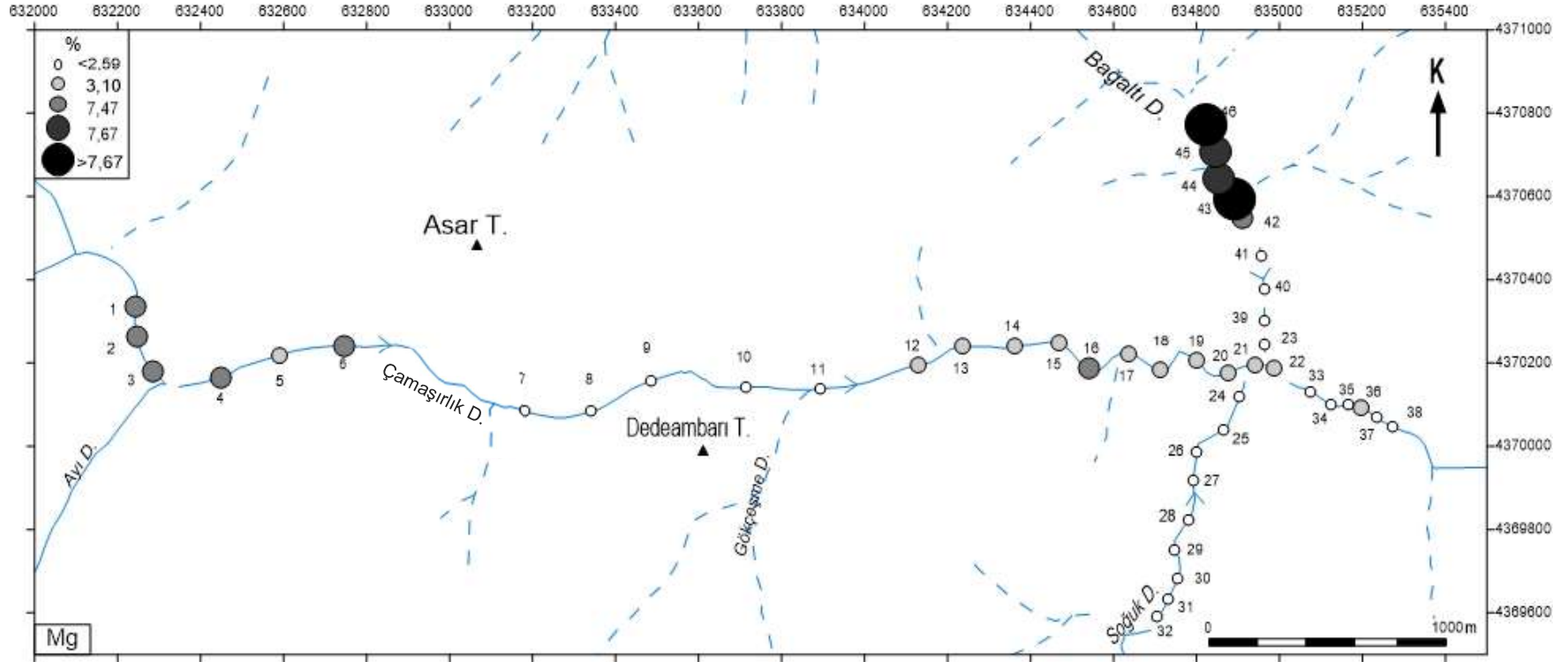
**Tablo 3.16:** Mg için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                   |   |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (%) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (%) |
| Ortalama                              | 2,72                                 | 0,272                                       |
| Standart Hata                         | 0,311                                | 0,063                                       |
| Ortanca                               | 2,595                                | 0,415                                       |
| Standart Sapma                        | 2,11                                 | 0,429                                       |
| Varyans                               | 4,455                                | 0,184                                       |
| Basıklık                              | 1,092                                | -0,651                                      |
| Çarpıklık                             | 1,167                                | -0,657                                      |
| En Küçük                              | 0,33                                 | -0,48                                       |
| En Büyük                              | 7,96                                 | 0,9   |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |                                      | 7,67  |



**Şekil 3.27:** Dere kumu örneklerindeki magnezyum (Mg)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirlenen anomali noktaları Dağardı Melanjı biriminde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Ofiyolitik melanj biriminde ultrabazik kayalarda yüksek konsanstrasyon gösteren Mg elementinin yer kabuğundaki ortalama bolluk derecesi % 2,3 (23000 ppm) iken, ultrabazik birimlerdeki ortalaması % 23,2 ppm'dir (Tablo 4.2). Mg elementi, yer kabuğu ortalaması ve ultrabazik kayaç ortalamasına göre oldukça düşük değerler göstermektedir (Tablo 4.2). Bağaltı Dere üzerindeki 43 ve 46 numaralı örneklerde Mg değerleri eşik değer üzerindedir (Şekil 3.28).



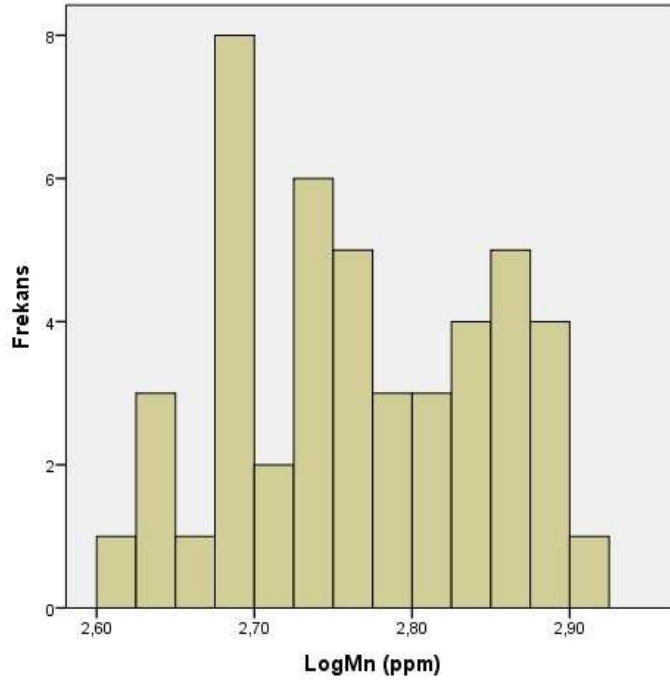
Şekil 3.28: Dere kumlarının magnezyum (Mg) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.14 Dere Kumlarının Manganez (Mn) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Mn içeriği 593,43 ppm, ortanca değeri 570,5 ppm, standart sapması 111,43 ppm, en küçük değeri 419 ppm, en büyük değeri 838 ppm'dir (Tablo 3.17). Verilerin dağılışının normal dağılıma uymadığı Mn histogramı çizildiğinde pozitif dağılıma sahip olduğu belirlenerek, Mn log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.29).

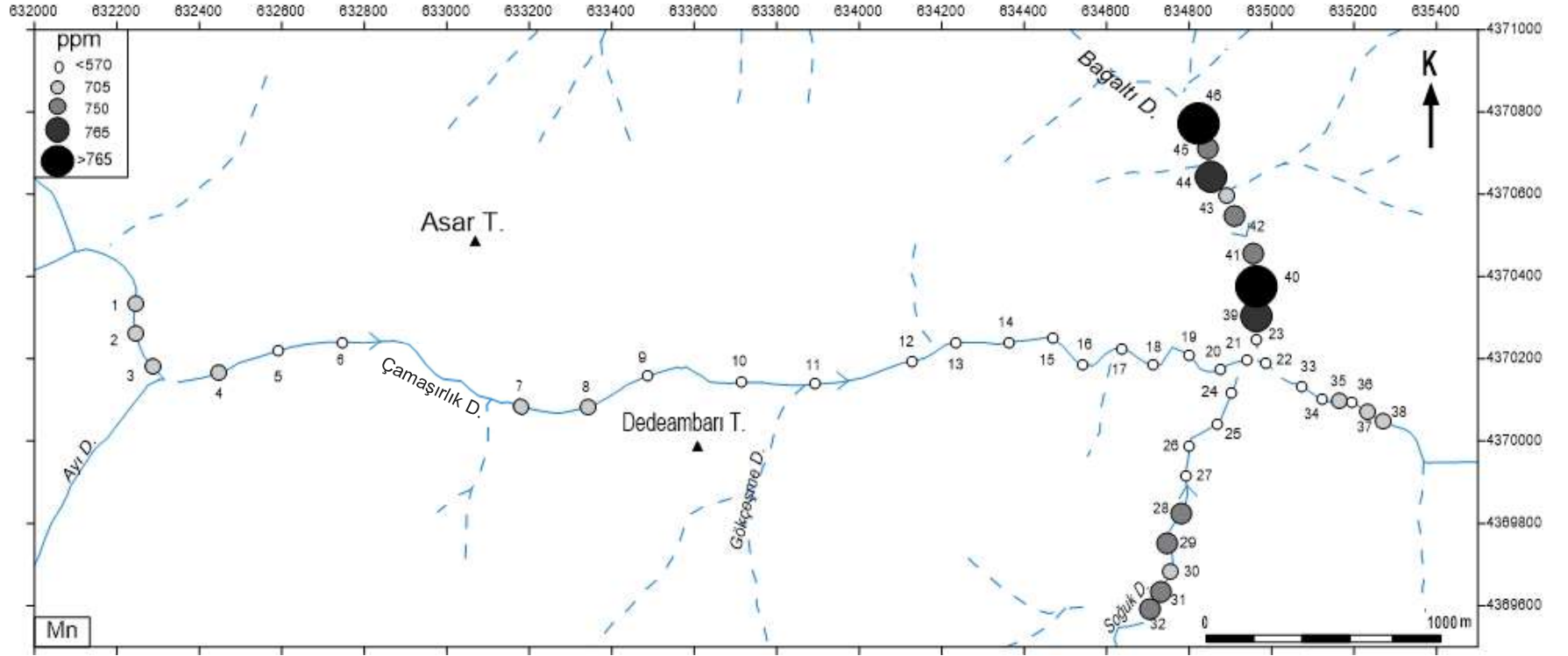
**Tablo 3.17:** Mn için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 593,43                                 | 2,767   |
| Standart Hata                         | 16,43                                  | 0,012   |
| Ortanca                               | 570,5                                  | 2,76  |
| Standart Sapma                        | 111,43                                 | 0,082   |
| Varyans                               | 12417,629                              | 0,007   |
| Basıklık                              | -1,063                                 | -1,131  |
| Çarpıklık                             | 0,288                                  | 0,042   |
| En Küçük                              | 419                                    | 2,62  |
| En Büyük                              | 838                                    | 2,92  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 765   |



**Şekil 3.29:** Dere kumu örneklerindeki manganez (Mn)'e ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Sarıcasu formasyonu ve Dağardı Melanjı birimleri üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Ofiyolitik birim üzerinde yüksek konsanstrasyon gösteren Mn elementinin yer kabuğu ortalaması 1000 ppm olup, ultrabazik kayalardaki ortalaması 1040 ppm, karbonatlı kayalardaki ortalaması 1100 ppm'dir (Tablo 4.2). Mn elementi, yer kabuğu ortalaması, ultrabazik kayaç ve karbonatlı kayaç birimlerindeki ortalamalara göre, dere kumu örneklerinde düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Bağaltı Dere üzerinde iki örnekte Mn değerleri eşik değer üzerindedir (Şekil 3.30).



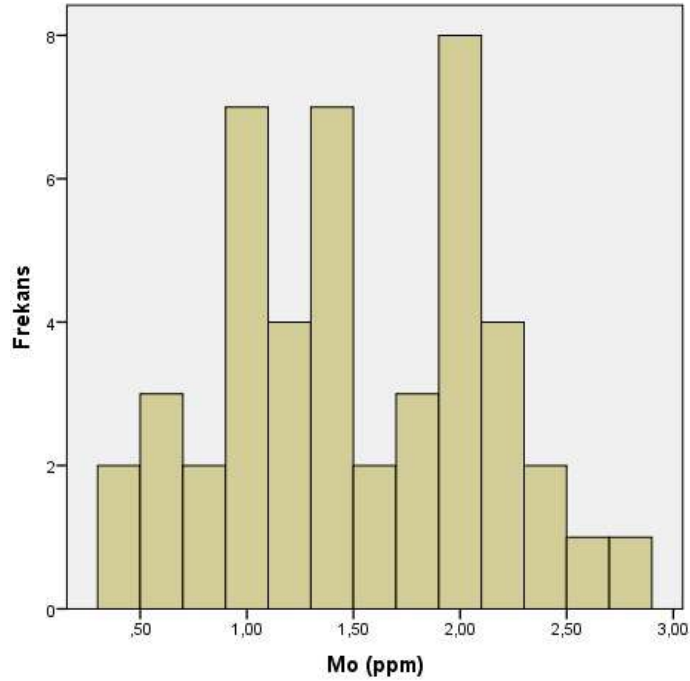
Şekil 3.30: Dere kumlarının manganez (Mn) içeriği ve dağılımı.



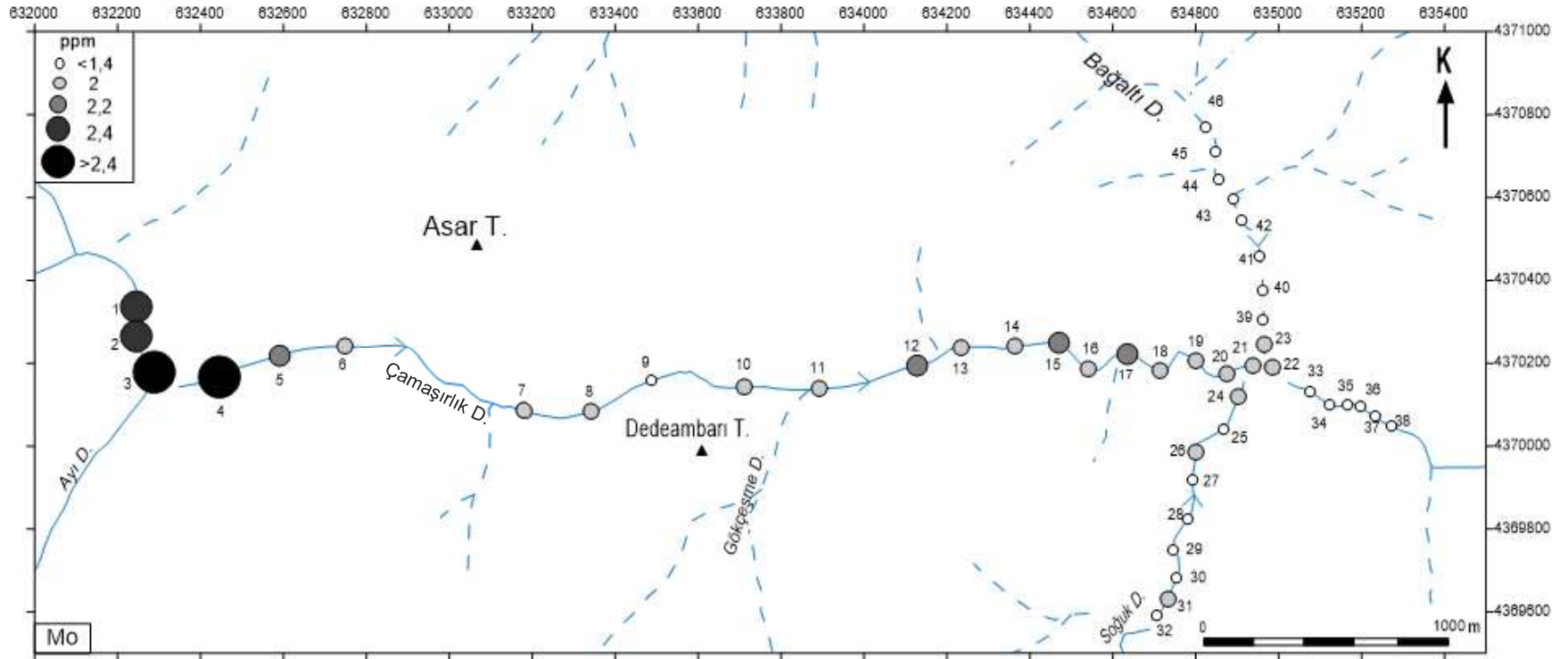
### 3.4.15 Dere Kumlarının Molibden (Mo) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında yapılan örneklemelelerde dere kumlarının ortalama Mo içeriği 1,46 ppm, ortanca (medyan) değeri 1,4 ppm, standart sapması 0,61 ppm, en küçük değeri 0,4 ppm ve en büyük değeri ise 2,8 ppm dir. Normal dağılım göstermektedir (Şekil 3.31).

Harita üzerinde belirlenen anomali noktaları Dağardı melanji ve Budağan Kireçtaşı birimleri üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin yer kabuğu ortalamalarına göre, Mo ortalama değeri 1,5 ppm, ultrabazik kayalarda 0,3 ppm, karbonatlı kayalarda ise 0,4 ppm'dir (Tablo 4.2). Mo elementi yer kabuğu ortalamasına göre düşük değer verirken, ultrabazik kayaç ve karbonatlı kayaç birimlerindeki ortalamalara göre yüksek değerler vermiştir (Tablo 4.2). Arazide, Çamaşılık Dere üzerindeki iki örnekte Mo değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.32).



Şekil 3.31: Dere kumu örneklerindeki molibden (Mo)'e ait histogram.



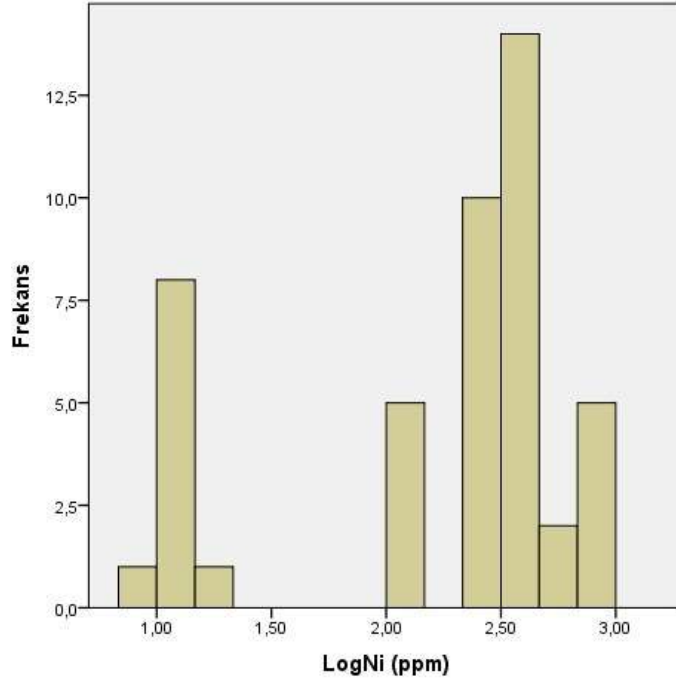
Şekil 3.32: Dere kumlarının, molibden (Mo) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.16 Dere Kumlarının Nikel (Ni) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Ni içeriği 287,37 ppm, ortanca değeri 281,4 ppm, standart sapması 227,85 ppm, en küçük değeri 9,6 ppm, en büyük değeri 803,4 ppm dir (Tablo 3.18). Ni verilerinin histogramı çizildiğinde pozitif dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre, Ni log normal dağılım göstermektedir (Şekil 3.33).

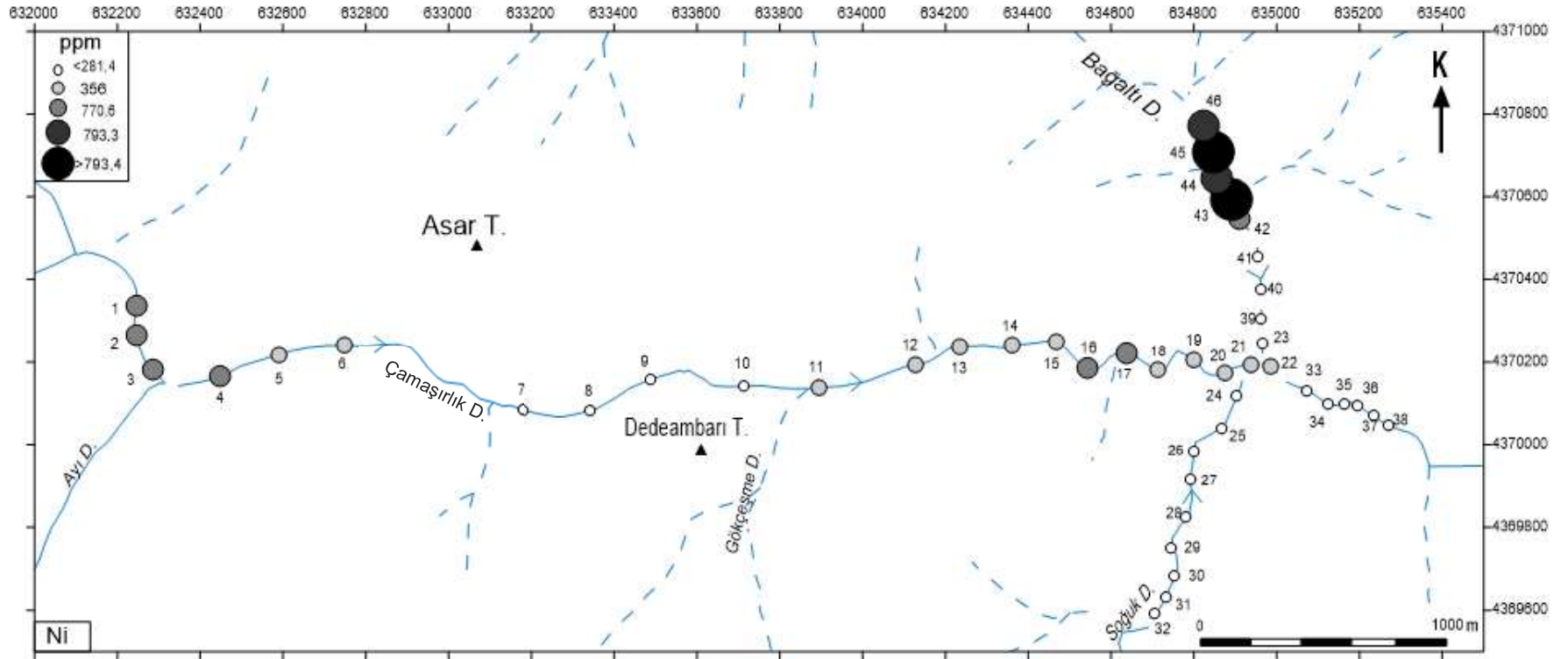
**Tablo 3.18:** Ni için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 287,37                                 | 2,192   |
| Standart Hata                         | 33,595                                 | 0,092   |
| Ortanca                               | 281,4                                  | 2,45  |
| Standart Sapma                        | 227,85                                 | 0,627   |
| Varyans                               | 51917,769                              | 0,393   |
| Basıklık                              | 0,376                                  | -0,425  |
| Çarpıklık                             | 0,825                                  | -1,036  |
| En Küçük                              | 9,6                                    | 0,98  |
| En Büyük                              | 803,4                                  | 2,9   |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 793,4   |



**Şekil 3.33:** Dere kumu örneklerindeki Nikel (Ni)'e ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Dağardı melanjı üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin yer kabuğu ortalama değeri dikkate alındığında Ni ortalaması 75 ppm olup, ultrabazik kayalarındaki Ni ortalaması 2000 ppm'dir (Tablo 4.2). Ni elementi, yer kabuğu ortalamasına göre yüksek değerler verirken, ultrabazik kayaç ortalamasına göre ise oldukça düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerinde yer alan 43 ve 45 numaralı örneklerde Ni değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.34).



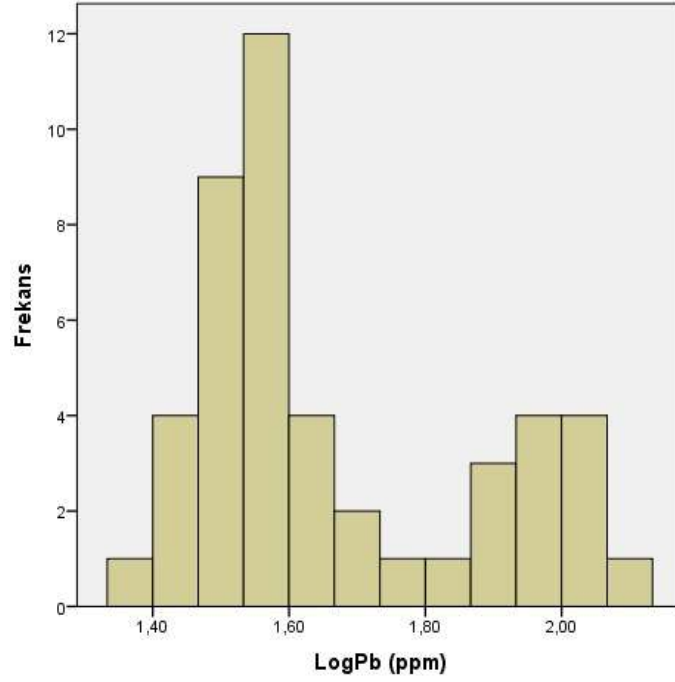
Şekil 3.34: Dere kumlarının nikel (Ni) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.17 Dere Kumlarının Kurşun (Pb) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Pb içeriği 52,79 ppm, ortanca değeri 37,25 ppm, standart sapması 29,42 ppm, en küçük değeri 23,2 ppm, en büyük değeri 126,1 ppm'dir (Tablo 3.19). Pb verilerinin histogramı çizildiğinde, aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir. Pb'un log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.35).

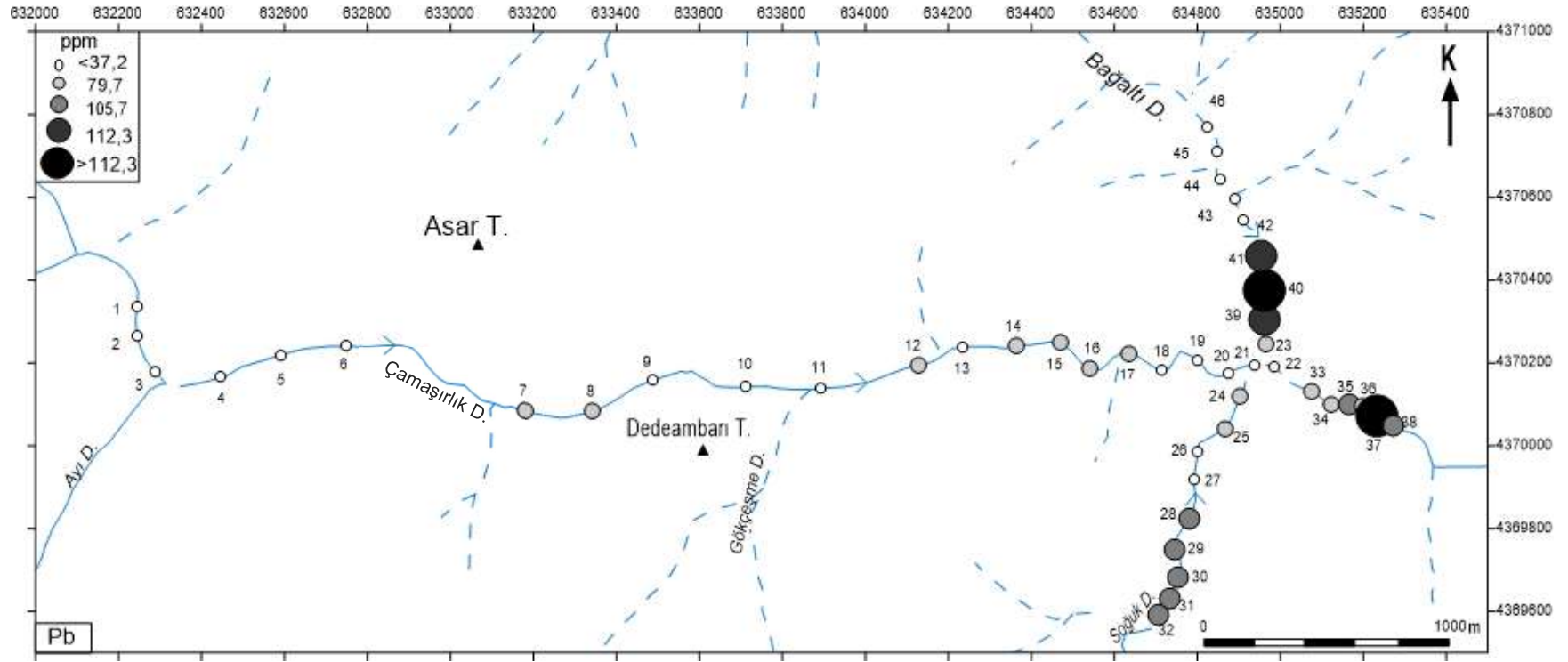
**Tablo 3.195:** Pb için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 52,79                                  | 1,667   |
| Standart Hata                         | 4,338                                  | 0,031   |
| Ortanca                               | 37,25                                  | 1,57  |
| Standart Sapma                        | 29,42                                  | 0,213   |
| Varyans                               | 865,707                                | 0,045   |
| Basıklık                              | -0,194                                 | -0,928  |
| Çarpıklık                             | 1,121                                  | 0,754   |
| En Küçük                              | 23,2                                   | 1,37  |
| En Büyük                              | 126,1                                  | 2,1   |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 112,3   |



**Şekil 3.35:** Dere kumu örneklerindeki kurşun (Pb)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Sarıcasu Formasyonu üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin ortalamaları dikkate alındığında Pb elementi yer kabuğu ortalaması 12,5 ppm, karbonatlı kayalarındaki ortalaması 9 ppm'dir (Tablo 4.2). Pb elementi, yer kabuğu ortalaması ve karbonatlı kayaç ortalamasına göre yüksek değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerindeki 40 numaralı ve Çamaşırılık Dere üzerindeki 37 numaralı örneklerde Pb değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.36).



Şekil 3.36: Dere kumlarının kurşun (Pb) içeriği ve dağılımı.

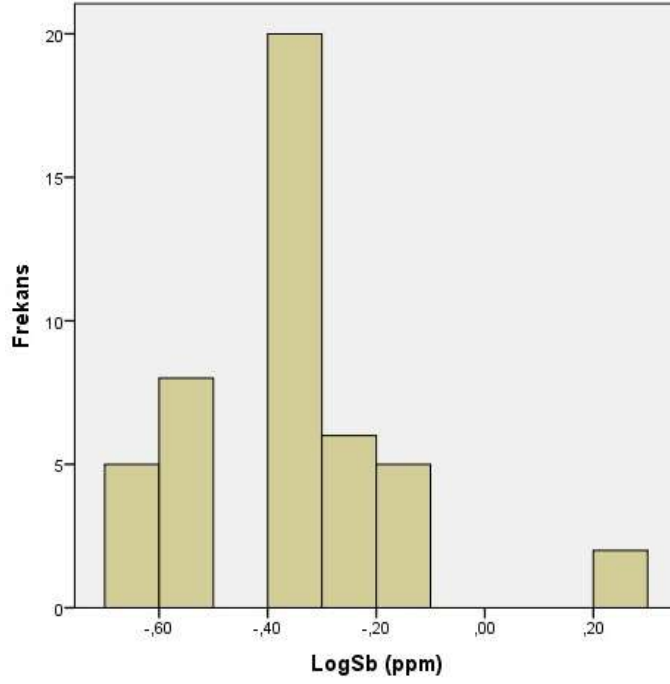


### 3.4.18 Dere Kumlarının Antimon (Sb) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Sb içeriği 0,5 ppm, ortanca değeri 0,5 ppm, standart sapması 0,32 ppm, en küçük değeri 0,2 ppm, en büyük değeri 1,8 ppm'dir (Tablo 3.20). Sb verilerinin histogramı çizildiğinde aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılım izlendiği belirlenmiştir. Buna göre Sb log normal dağılım göstermektedir (Şekil 3.37).

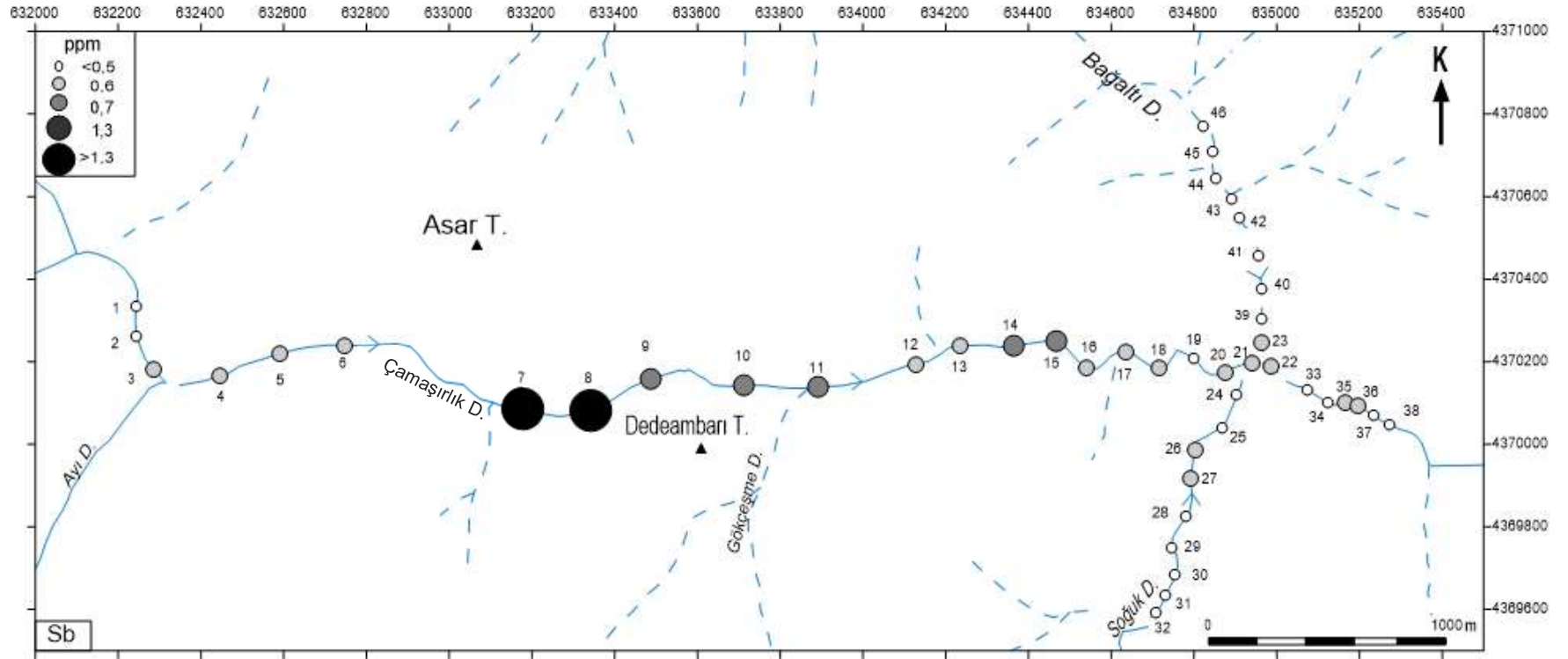
**Tablo 3.20:** Sb için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 0,5                                    | -0,35   |
| Standart Hata                         | 0,047                                  | 0,031   |
| Ortanca                               | 0,5                                    | -0,3  |
| Standart Sapma                        | 0,32                                   | 0,208   |
| Varyans                               | 0,1                                    | 0,043   |
| Basıklık                              | 11,274                                 | 1,83  |
| Çarpıklık                             | 3,067                                  | 0,662   |
| En Küçük                              | 0,2                                    | -0,7  |
| En Büyük                              | 1,8                                    | 0,26  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 1,3   |



**Şekil 3.37:** Dere kumu örneklerindeki antimon (Sb) elementi içeriği histogramı.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Sarıcasu Formasyonu üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin yer kabuğu kayaç ortalamaları dikkate alındığında Sb elementi ortalaması 0,2 ppm olup, karbonatlı kayaç ortalaması ise 0,2 ppm'dir (Tablo 4.2). Sb elementi, yer kabuğu ortalamasına ve karbonatlı kayaç ortalamasına göre yüksek değerler vermektedir (Tablo 4.2). Çamaşırılık Dere üzerindeki iki örnek, anomali düzeyinde Sb içermektedir (Şekil 3.38).



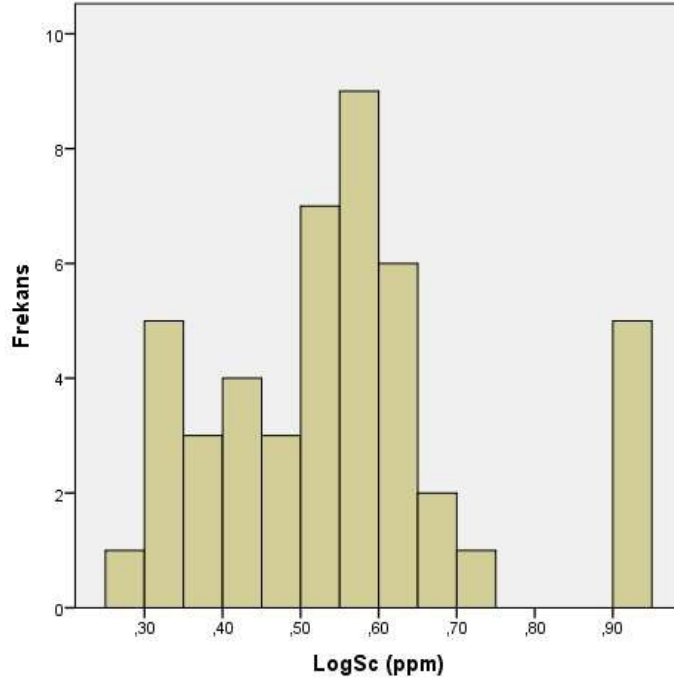
Şekil 3.38: Dere kumlarının antimon (Sb) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.19 Dere Kumlarının Skandiyum (Sc) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Sc içeriği 3,87 ppm, ortanca değeri 3,55 ppm, standart sapması 1,79 ppm, en küçük değeri 1,9 ppm, en büyük değeri 8,6 ppm'dir (Tablo 3.21). Sc verilerinin histogramı çizildiğinde, aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılım izlendiği belirlenerek, Sc log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.39).

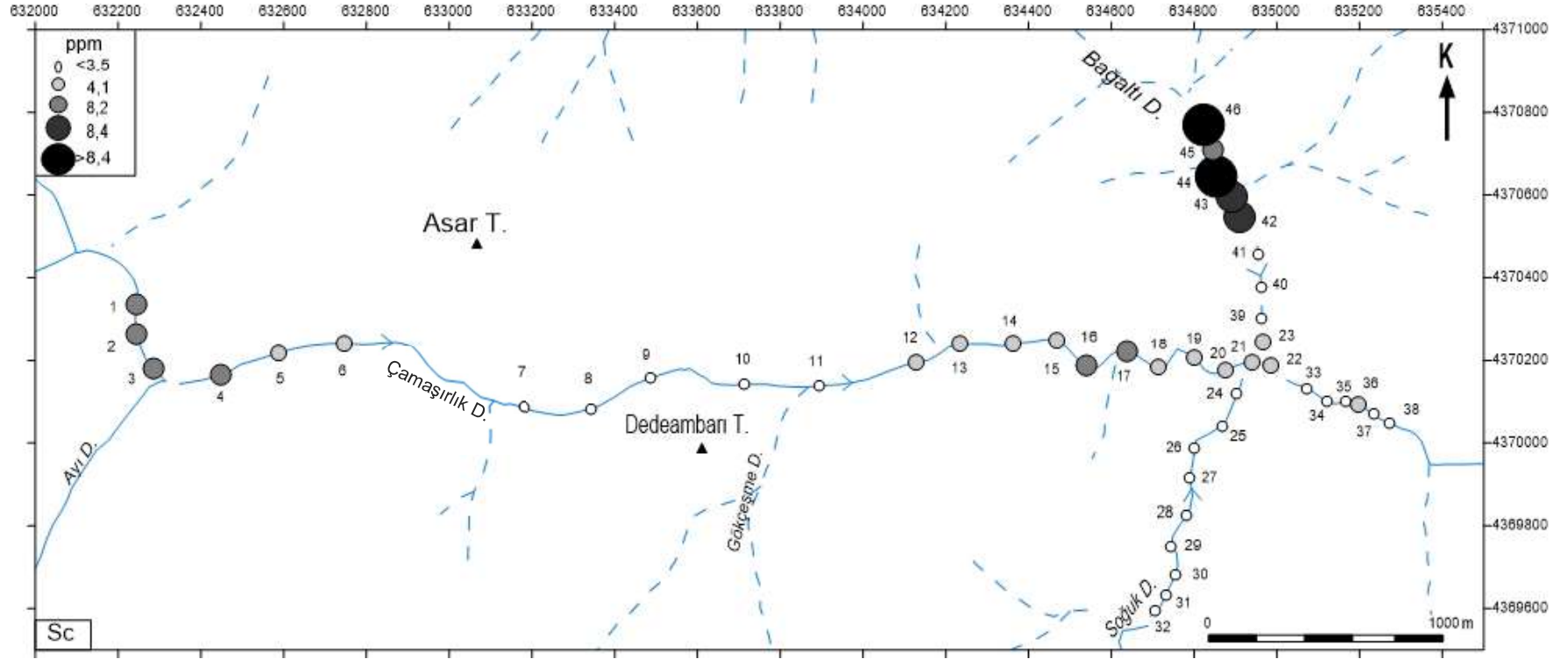
**Tablo 3.21:** Sc için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 3,87                                   | 0,551   |
| Standart Hata                         | 0,263                                  | 0,025   |
| Ortanca                               | 3,55                                   | 0,55  |
| Standart Sapma                        | 1,79                                   | 0,171   |
| Varyans                               | 3,187                                  | 0,029   |
| Basıklık                              | 2,329                                  | 0,455   |
| Çarpıklık                             | 1,682                                  | 0,693   |
| En Küçük                              | 1,9                                    | 0,28  |
| En Büyük                              | 8,6                                    | 0,93  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 8,4   |



**Şekil 3.39:** Dere kumu örneklerindeki skandiyum (Sc)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Dağardı melanjı birimi üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Sc elementinin, yer kabuğu ortalaması 20 ppm, ultrabazik kayalarındaki ortalaması ise 10 ppm'dir (Tablo 4.2). Buna göre, Sc yer kabuğu ve ultrabazik kayaç ortalamalarına göre dere kumlarında düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerindeki iki örnekte Sc değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.40).

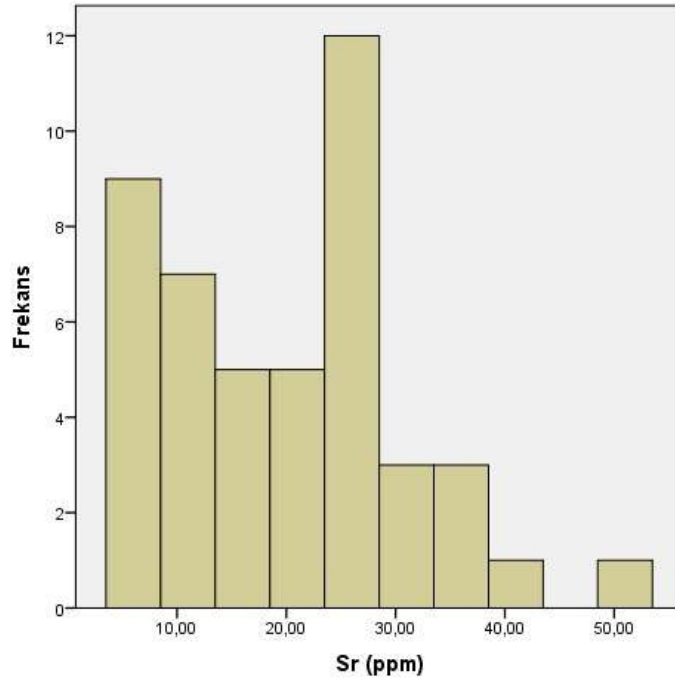


Şekil 3.40: Dere kumlarının skandiyum (Sc) içeriği ve dağılımı.

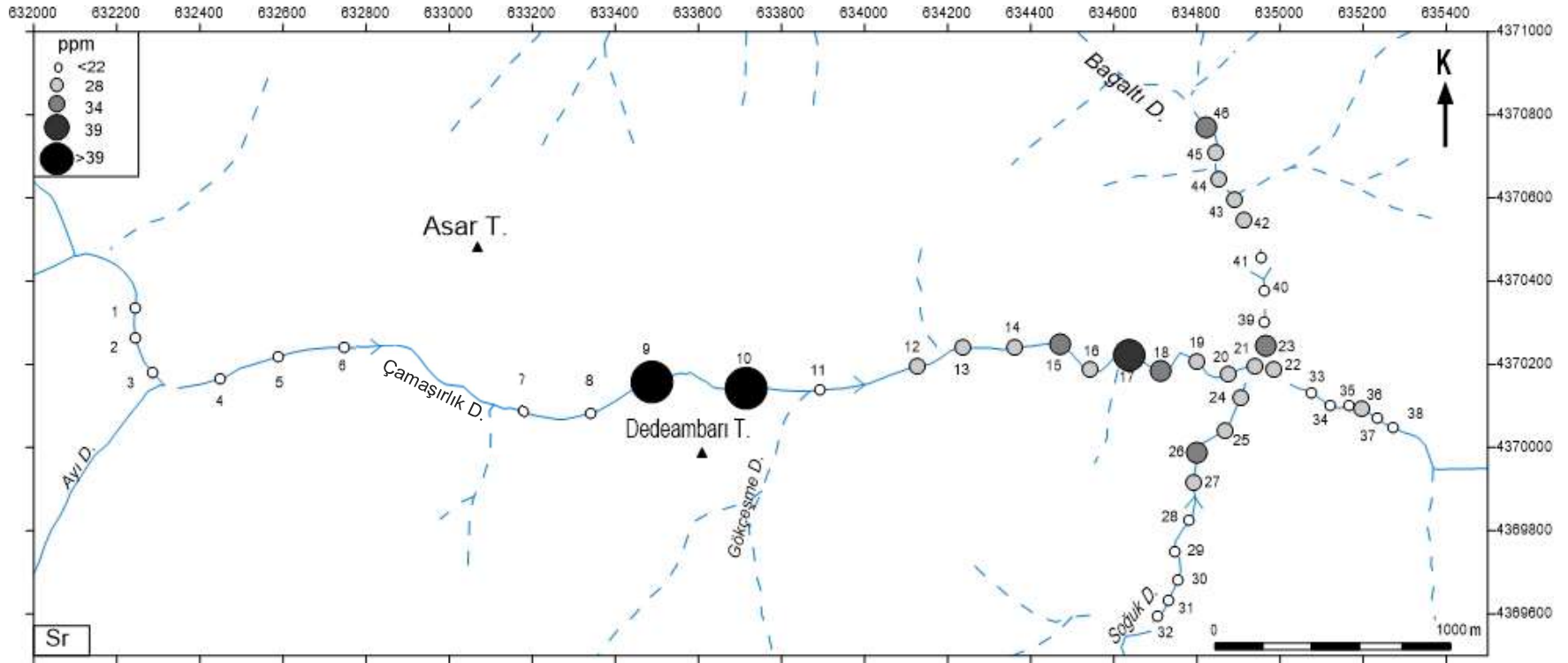
### 3.4.20 Dere Kumlarının Stronsiyum (Sr) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Sr içeriği 20,5 ppm, ortanca değeri 22,5 ppm, standart sapması 10,43 ppm, en küçük değeri 6 ppm, en büyük değeri 49 ppm'dir. Normal dağılım göstermektedir (Şekil 3.41).

Harita üzerinde belirlenen anomali noktaları Sarıcasu Formasyonu ve Budağan Kireçtaşı birimleri üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin yer kabuğundaki ortalamalarına göre, Sr elementi ortalaması 375 ppm, karbonatlı kayalardaki Sr ortalaması ise, 610 ppm'dir (Tablo 4.2). Sr elementi, yer kabuğu ortalaması ve karbonatlı kayaç ortalamasına göre oldukça düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Çamaşılık Dere üzerinde 9 ve 10 numaralı örneklerde Sr değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.42).



Şekil 3.41: Dere kumu örneklerindeki stronsiyum (Sr)'a ait histogram.



Şekil 3.42: Dere kumlarının stronsiyum (Sr) içeriği ve dağılımı.

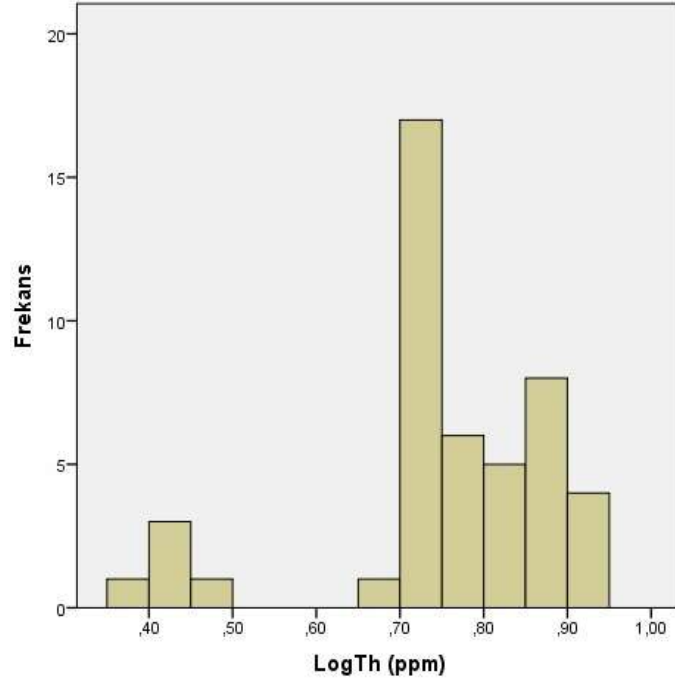


### 3.4.21 Dere Kumlarının Toryum (Th) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Th içeriği 5,95 ppm, ortanca değeri 5,65 ppm, standart sapması 1,56 ppm, en küçük değeri 2,4 ppm, en büyük değeri 8,7 ppm'dir (Tablo 3.22). Th verilerinin histogramı çizildiğinde, sola çarpık dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Th log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.43).

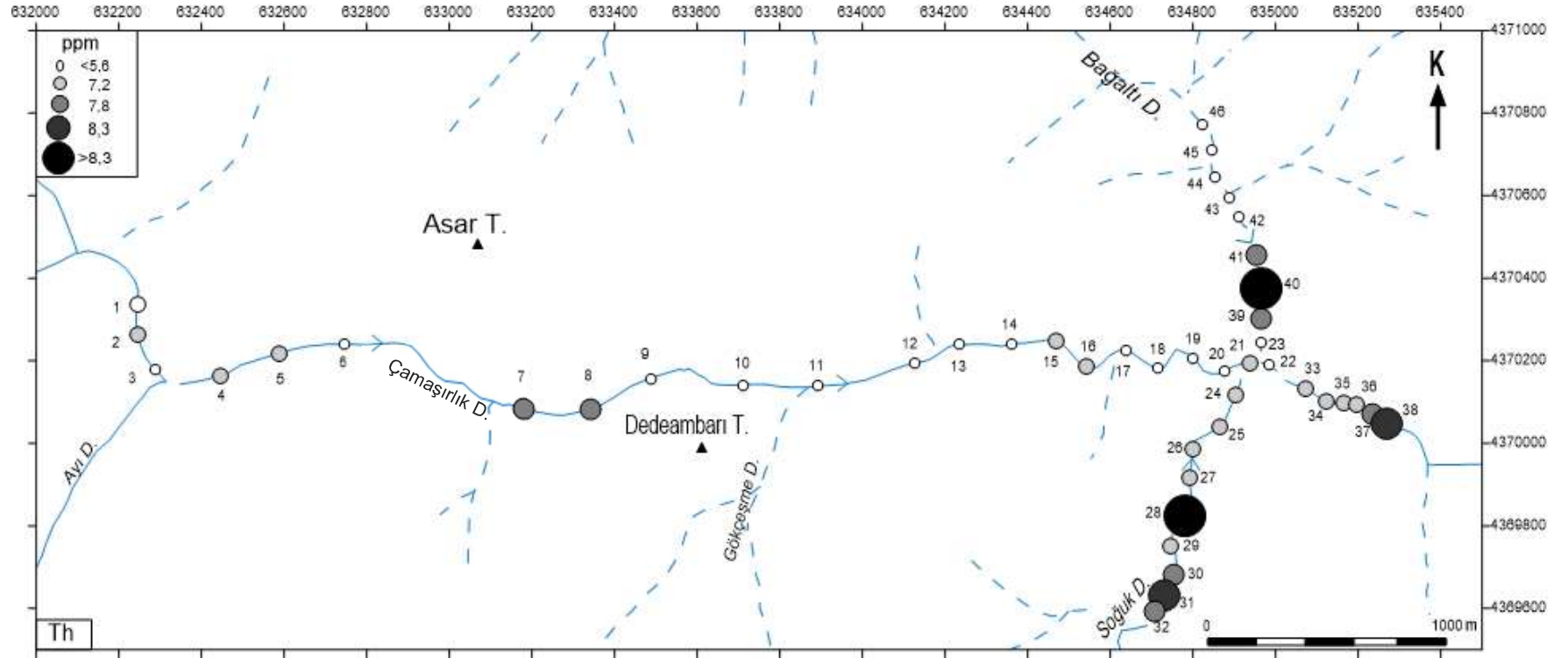
**Tablo 3.22:** Th için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 5,95                                   | 0,756   |
| Standart Hata                         | 0,23                                   | 0,02  |
| Ortanca                               | 5,65                                   | 0,755   |
| Standart Sapma                        | 1,56                                   | 0,137   |
| Varyans                               | 2,442                                  | 0,019   |
| Basıklık                              | 0,173                                  | 1,693   |
| Çarpıklık                             | -0,502                                 | -1,337  |
| En Küçük                              | 2,4                                    | 0,38  |
| En Büyük                              | 8,7                                    | 0,94  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 8,3   |



**Şekil 3.43:** Dere kumu örneklerindeki toryum (Th)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Sarıcasu Formasyonu üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin yer kabuğundaki kayaç ortalamaları dikkate alındığında Th elementi ortalaması 8,5 ppm olup, karbonatlı kayaçlarda ise ortalama 1,7 ppm bollukta bulunmaktadır (Tablo 4.2). Th elementi, yer kabuğu ortalamasına göre düşük değerler verirken, karbonatlı kayaç ortalamasına göre yüksek değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerinde 40 numaralı örnek, Soğuk Dere üzerinde 28 numaralı örnek, anomali düzeyinde Th içermektedir (Şekil 3.44).



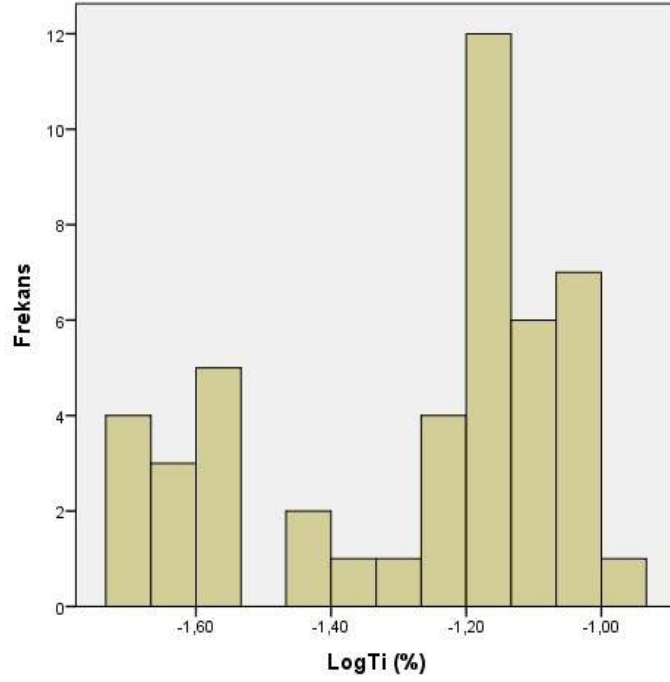
Şekil 3.44: Dere kumlarının toryum (Th) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.22 Dere Kumlarının Titanyum (Ti) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Ti içeriği % 0,06; ortanca değeri % 0,07; standart sapması % 0,026; en küçük değeri % 0,02; en büyük değeri % 0,1 dir (Tablo 3.23). Ti verilerinin histogramı çizildiğinde, sola çarpık dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Buna göre, Ti log normal dağılım histogramı verilmiştir (Şekil 3.45).

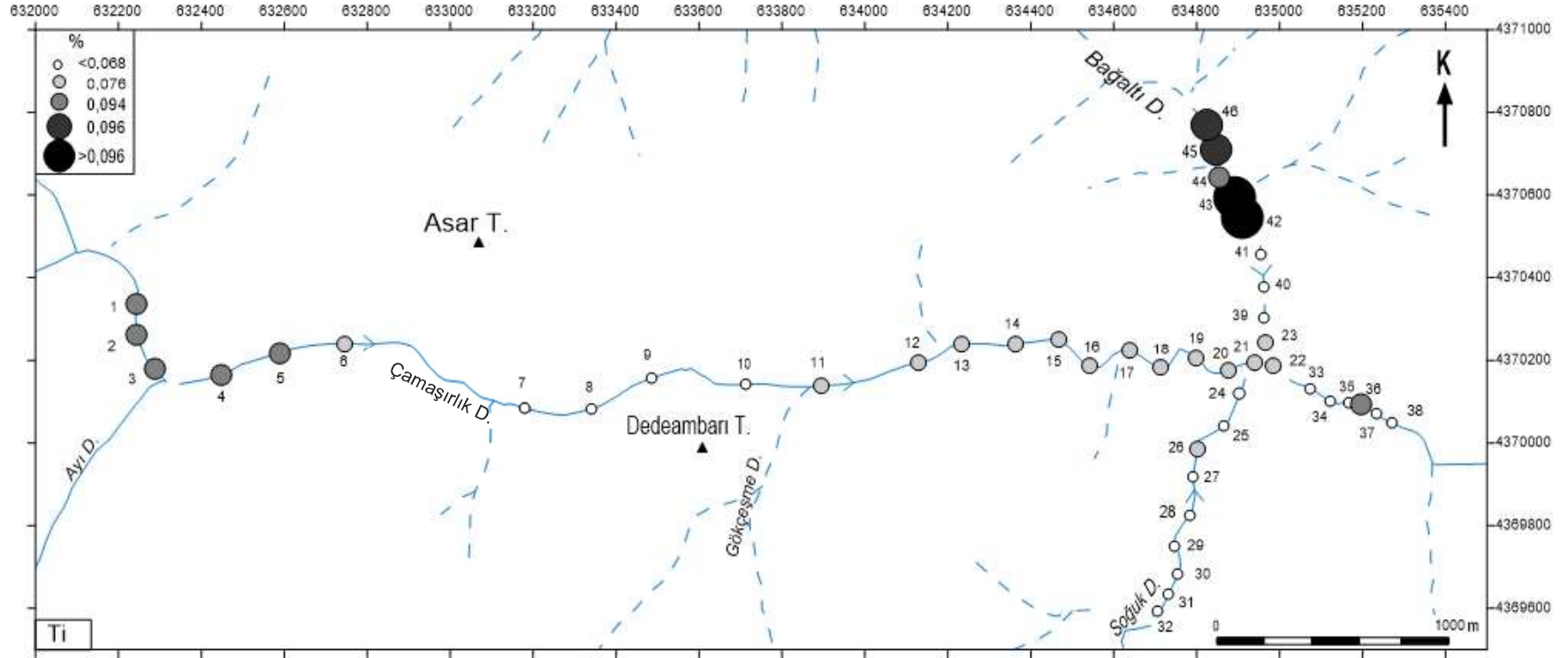
**Tablo 3.23:** Ti için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 0,06                                   | -1,271  |
| Standart Hata                         | 0,004                                  | 0,034   |
| Ortanca                               | 0,07                                   | -1,165  |
| Standart Sapma                        | 0,026                                  | 0,229   |
| Varyans                               | 0,001                                  | 0,052   |
| Basıklık                              | -1,107                                 | -1,022  |
| Çarpıklık                             | -0,252                                 | -0,718  |
| En Küçük                              | 0,02                                   | -1,7  |
| En Büyük                              | 0,1                                    | -0,99   |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 0,096   |



**Şekil 3.45:** Dere kumu örneklerindeki titanyum (Ti)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Dağardı Melanjı birimi üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin ortalamaları dikkate alındığında, Ti elementinin yer kabuğundaki ortalaması 5000 ppm, ultrabazik kayalardaki ortalaması ise % 0,03'tür. (Tablo 4.2). Ti, yer kabuğu ortalaması ve ultrabazik kayalık ortalamasına göre oldukça düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Arazide, Bağaltı Dere üzerindeki iki örnekte Ti değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.46).



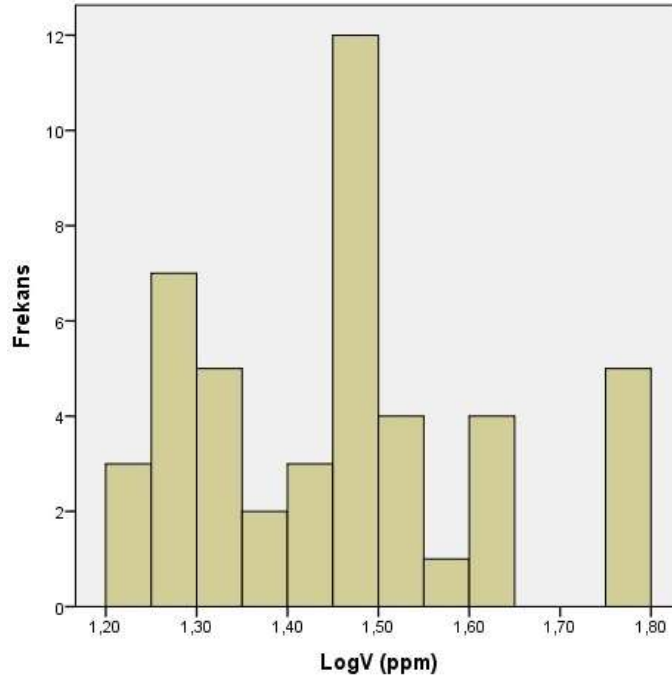
Şekil 3.46: Dere kumlarının titanyum (Ti) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.23 Dere Kumlarının Vanadyum (V) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama V içeriği 30,46 ppm, ortanca değeri 30 ppm, standart sapması 11,88 ppm, en küçük değeri 16 ppm, en büyük değeri 60 ppm'dir (Tablo 3.24). V verilerinin histogramı çizildiğinde, aşırı pozitif (sağa çarpık) dağılıma sahip olduğu görülerek, V'un log normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3.47).

**Tablo 3.24:** V için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

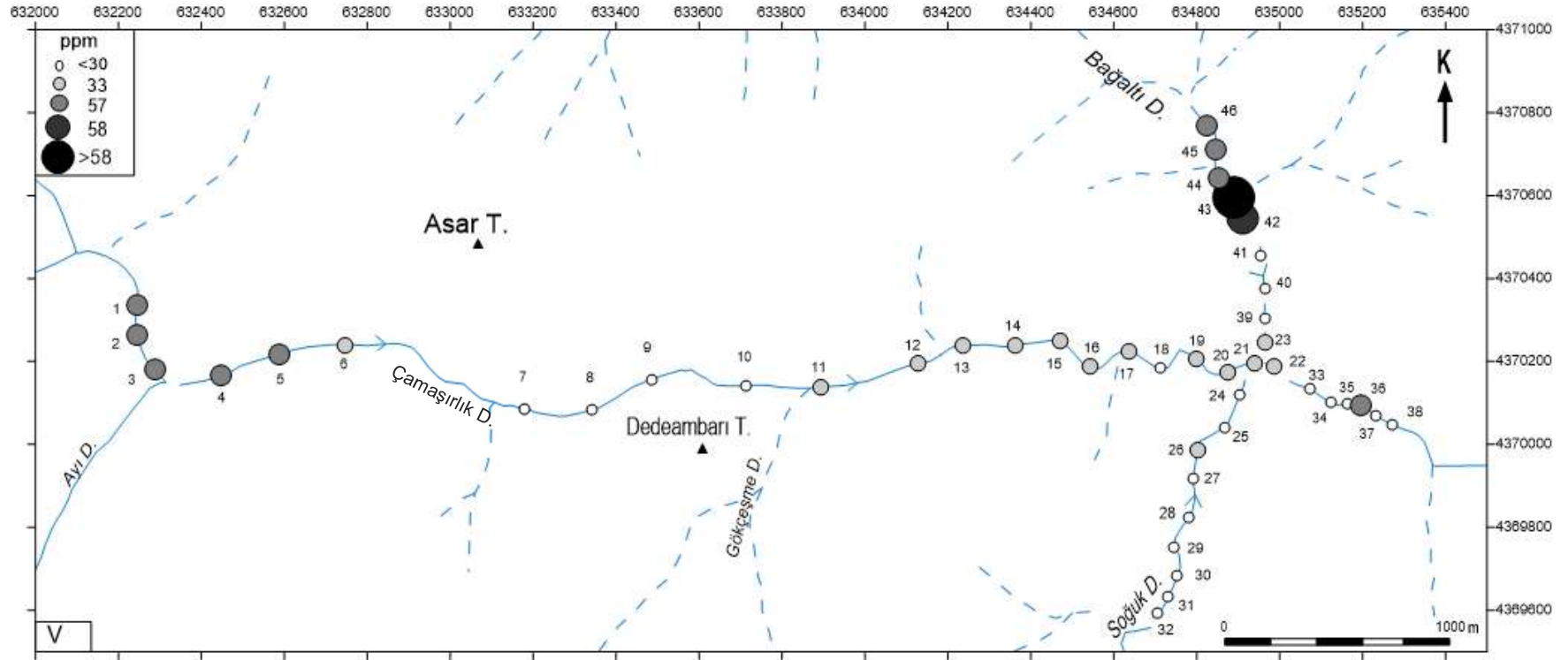
| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 30,46                                  | 1,455   |
| Standart Hata                         | 1,751                                  | 0,023   |
| Ortanca                               | 30                                     | 1,48  |
| Standart Sapma                        | 11,88                                  | 0,157   |
| Varyans                               | 141,098                                | 0,025   |
| Basıklık                              | 0,836                                  | -0,402  |
| Çarpıklık                             | 1,16                                   | 0,413   |
| En Küçük                              | 16                                     | 1,2   |
| En Büyük                              | 60                                     | 1,78  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 58  |



**Şekil 3.47:** Dere kumu örneklerindeki vanadyum (V)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Dağardı Melanjı birimi üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). V elementinin, yer kabuğundaki kayaç ortalaması 110 ppm olup, ultrabazik kayaçlardaki ortalaması ise, 40 ppm'dir (Tablo 4.2). Yer kabuğu ortalaması ve ultrabazik kayaç ortalamasına göre V, dere kumlarında düşük değerler vermektedir (Tablo 4.2). Bağaltı Dere üzerindeki 43 numaralı örnekte, V değeri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.48).





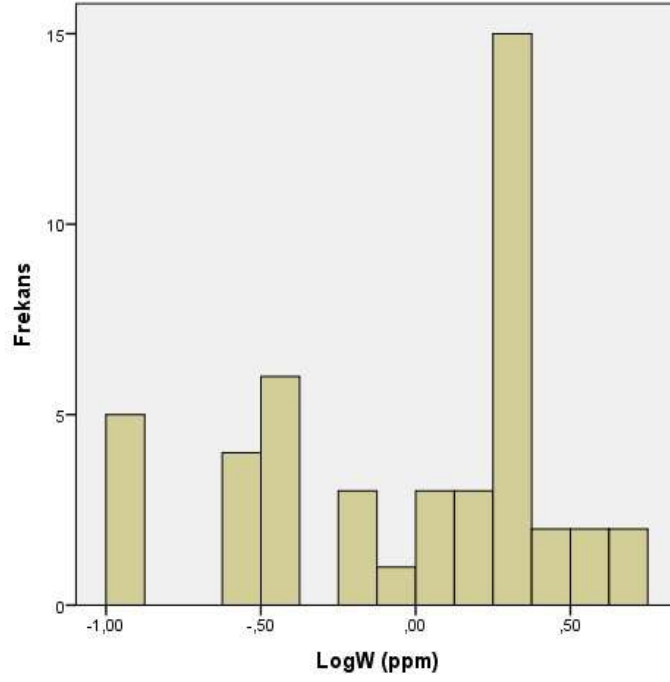
Şekil 3.48: Dere kumlarının vanadyum (V) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.24 Dere Kumlarının Wolfram (W) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama W içeriği 1,45 ppm, ortanca değeri 1,45 ppm, standart sapması 1,14 ppm, en küçük değeri 0,1 ppm, en büyük değeri 4,8 ppm dir (Tablo 3.25). W verilerinin histogramı çizildiğinde, pozitif dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Buna göre, W log normal dağılım histogramı göstermektedir (Şekil 3.49).

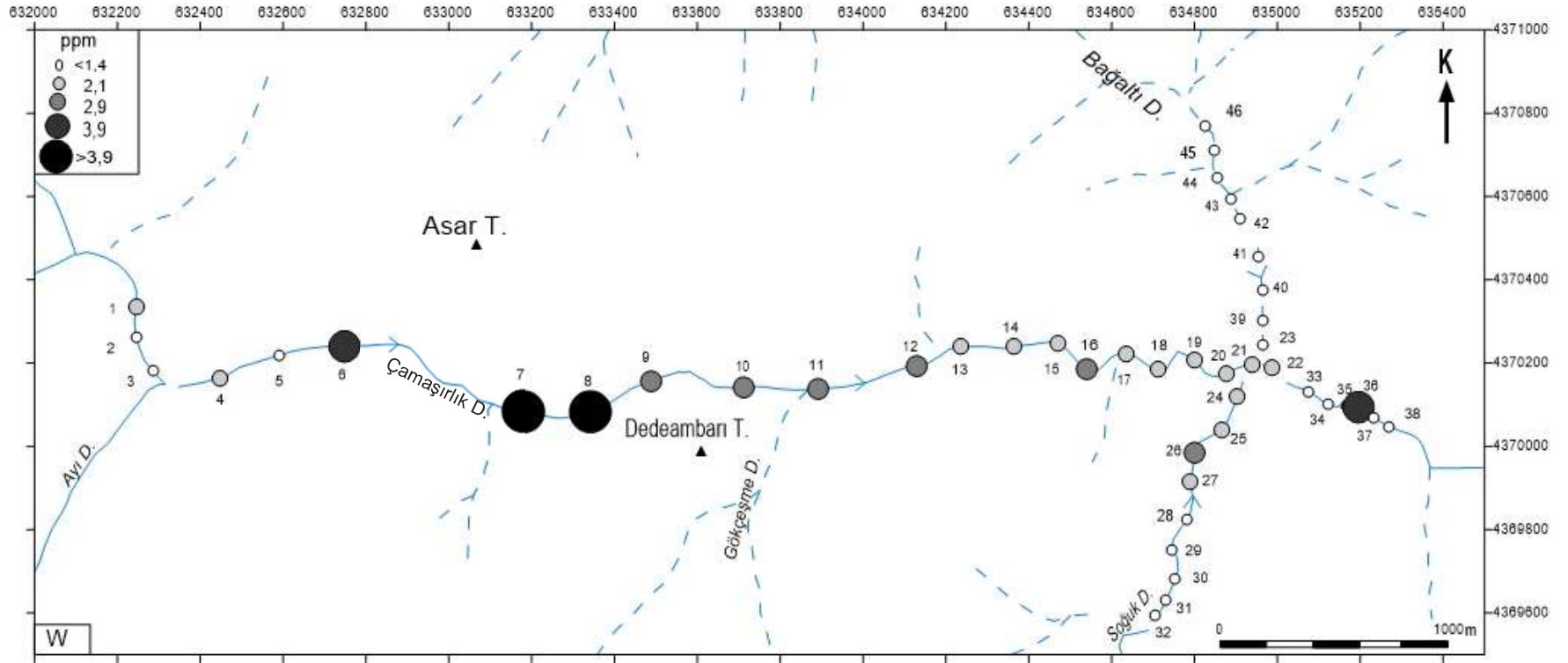
**Tablo 3.25:** W için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 1,45                                   | -0,031  |
| Standart Hata                         | 0,168                                  | 0,071   |
| Ortanca                               | 1,45                                   | 0,165   |
| Standart Sapma                        | 1,14                                   | 0,481   |
| Varyans                               | 1,296                                  | 0,232   |
| Basıklık                              | 0,71                                   | -0,514  |
| Çarpıklık                             | 0,851                                  | -0,733  |
| En Küçük                              | 0,1                                    | -1  |
| En Büyük                              | 4,8                                    | 0,68  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 3,9   |



**Şekil 3.49:** Dere kumu örneklerindeki wolfram (W)'a ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Sarıcasu Formasyonu üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin yer kabuğundaki ortalamalarına göre, W elementi ortalaması 1,2 ppm, karbonatlı kayalardaki W ortalaması ise 0,6 ppm'dir (Tablo 4.2). Yer kabuğu ortalaması ve karbonatlı kayaç ortalaması değerlerine göre dere kumlarındaki W içerikleri, yüksek değerler sunmaktadır (Tablo 4.2). Arazide, Çamaşırılık Dere üzerindeki iki örnekte W değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.50).



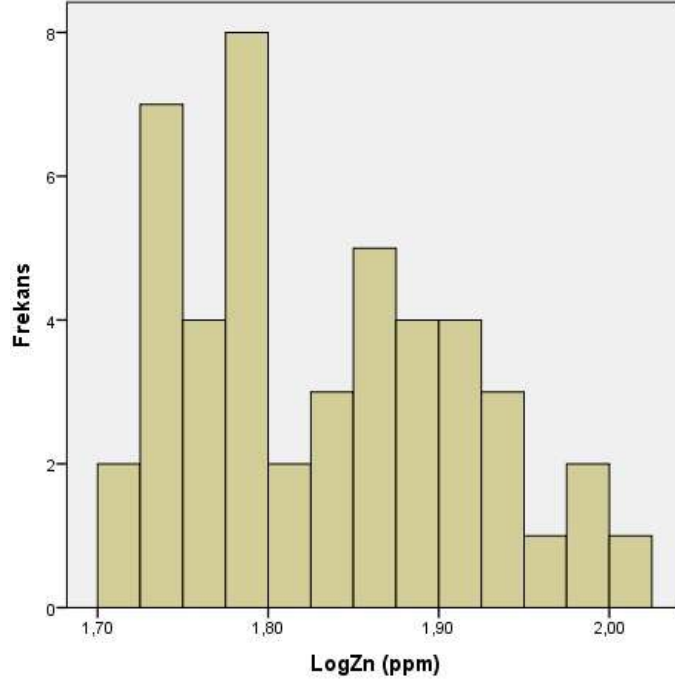
Şekil 3.50: Dere kumlarının wolfram (W) içeriği ve dağılımı.

### 3.4.25 Dere Kumlarının Çinko (Zn) İçeriği ve Dağılımı

İnceleme alanında dere kumlarının ortalama Zn içeriği 69,65 ppm, ortanca değeri 66,5 ppm, standart sapması 13,5 ppm, en küçük değeri 51 ppm, en büyük değeri 104 ppm dir (Tablo 3.26). Zn verilerinin histogramı çizildiğinde, pozitif dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Zn, log normal dağılım histogramı göstermektedir (Şekil 3.51).

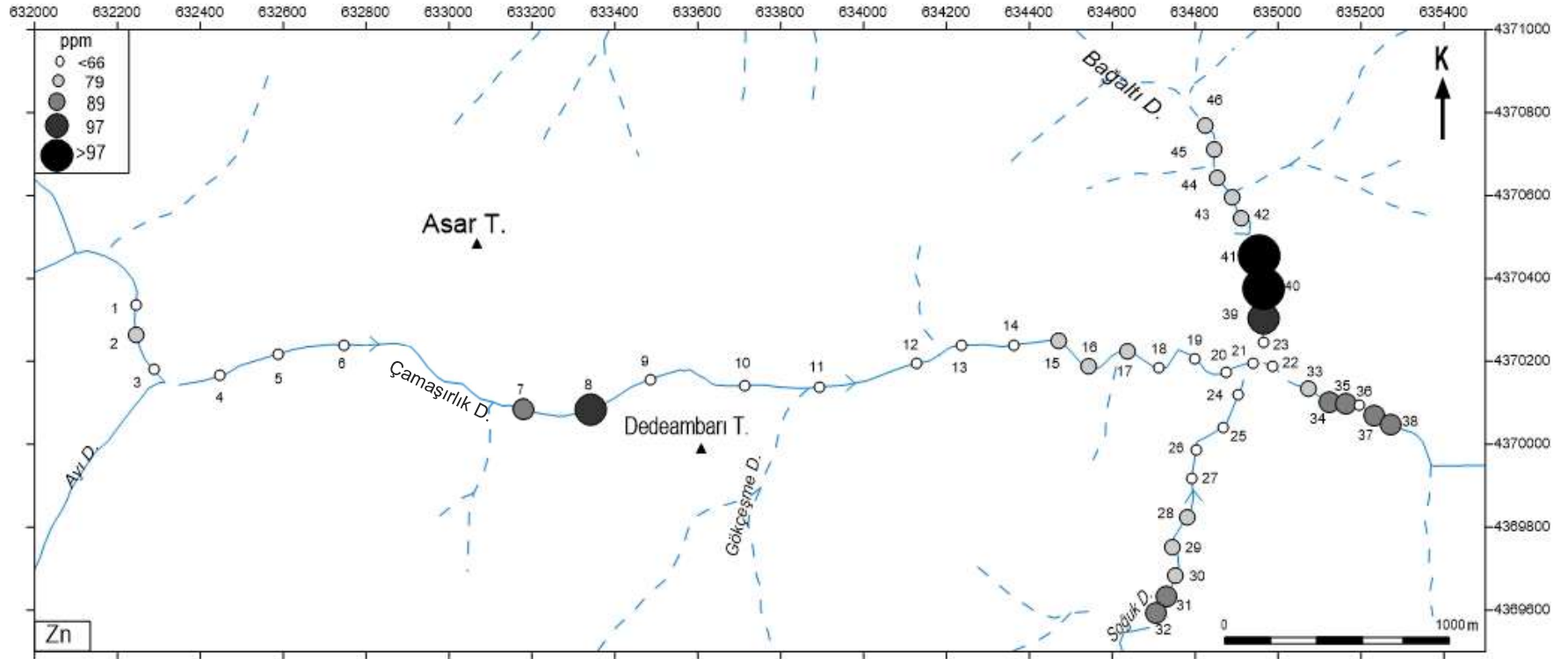
**Tablo 3.26:** Zn için Log normal değer ve normal değer sonuçları.

| Örnek Sayısı                          | 46                                     |   |
|---------------------------------------|--|---|
|                                       | Tanımlayıcı İstatistik Değerleri (ppm) | Logaritmik Dönüşüm İstatistik Değerleri (ppm) |
| Ortalama                              | 69,65                                  | 1,836   |
| Standart Hata                         | 1,99                                   | 0,012   |
| Ortanca                               | 66,5                                   | 1,825   |
| Standart Sapma                        | 13,5                                   | 0,081   |
| Varyans                               | 182,187                                | 0,007   |
| Basıklık                              | -0,244                                 | -0,732  |
| Çarpıklık                             | 0,741                                  | 0,443   |
| En Küçük                              | 51                                     | 1,71  |
| En Büyük                              | 104                                    | 2,02  |
| Eşik Değer ( kümülatif % 95 ve üzeri) |  | 97  |



**Şekil 3.51:** Dere kumu örneklerindeki çinko (Zn)'ya ait histogram.

Harita üzerinde belirtilen anomali noktaları Sarıcasu Formasyonu üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 3.2). Elementlerin yer kabuğundaki kayaç ortalamaları dikkate alındığında Zn elementi ortalaması 70 ppm olup, karbonatlı kayaçlardaki ortalama değeri 20 ppm'dir (Tablo 4.2). Zn elementinin, dere kumu örneklerinde yer kabuğu ortalamasına göre düşük değerler gösterirken, karbonatlı kayaç ortalamasına göre ise yüksek değerler sunduğu görülmektedir (Tablo 4.2). Bağaltı Dere üzerindeki iki örnekte, Zn değerleri eşik değeri üzerindedir (Şekil 3.52).



Şekil 3.52: Dere kumlarının çinko (Zn) içeriği ve dağılımı.

### 3.5 Dere Kumlarının Elementleri Arası Korelasyon Katsayıları

İstatistik analizlerindeki önemli bir kavram da korelasyon katsayısıdır. Bu değer, iki element arasındaki ilişki derecesini belirtir (Mc Cammon, 1974).

Korelasyon katsayısı, -1 ile +1 değerleri arasında değişmektedir. Buna göre, korelasyon katsayısının, +1'e yakın bir değer sunması elementler arasında mükemmel bir ilişki olduğunu veya ikisinin de aynı oranda değiştiğini; -1'e yakın bir değer sunması ise iki element arasındaki ilişkinin de mükemmel fakat birinin artışına karşılık diğerinin azalmasını gösterir. Korelasyon katsayısının 0'a yakın olması arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını göstermektedir (Davis, 1973). Aynı işaretli korelasyon katsayıları elementlerin davranışlarının ortak özelliğini yansıtırken, birlikte veya zıt hareket etmeleri de genetik anlam taşıyabilmektedir (Ünlü ve Stendal, 1986).

Temur (1997), korelasyon katsayısı değerlerine göre ilişki kuvvetini ifade eden değerlendirmeler yapmıştır (Tablo 3.27).

**Tablo 3.27:** Korelasyon katsayısına göre değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvet derecesi (Temur, 1997).

| <b>KORELASYON KATSAYISI (r)</b> | <b>DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ İLİŞKİNİN KUVVET DERECESİ</b> |
|---------------------------------|---|
| -1.000 - -0.850                 | Çok kuvvetli negatif korelasyon                         |
| -0.849 - -0.600                 | Kuvvetli negatif korelasyon                             |
| -0.599 – 0.450                  | Zayıf negatif korelasyon                                |
| -0.449 – 0.300                  | Çok zayıf negatif korelasyon                            |
| -0.299 – 0.300                  | Korelasyon ilişkisi yok                                 |
| 0.301 – 0.450                   | Çok zayıf pozitif korelasyon                            |
| 0.451 – 0.600                   | Zayıf pozitif korelasyon                                |
| 0.601 – 0.850                   | Kuvvetli pozitif korelasyon                             |
| 0.851 – 1.000                   | Çok kuvvetli pozitif korelasyon                         |



**Tablo 3.28:** Dere kumu örneklerindeki elementlerin p <0.01 anlamlılık düzeyindeki korelasyon katsayıları.

Çok kuvvetli pozitif korelasyon      Kuvvetli pozitif korelasyon

|    | Al          | As          | Au          | Ba          | Bi          | Ca          | Cd          | Co          | Cr          | Cu          | Fe          | La          | Mg          | Mn          | Mo          | Ni          | Pb          | Sb          | Sc          | Sr          | Th          | Ti          | V     | W     | Zn   |  |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|------|--|
| Al | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| As | 0,00        | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Au | -0,13       | 0,19        | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Ba | -0,14       | <b>0,96</b> | 0,22        | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Bi | -0,17       | <b>0,78</b> | 0,19        | <b>0,78</b> | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Ca | 0,23        | <b>0,45</b> | -0,20       | 0,39        | 0,34        | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Cd | -0,53       | -0,21       | 0,35        | -0,10       | -0,19       | -0,37       | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Co | <b>0,92</b> | 0,00        | -0,23       | -0,14       | -0,12       | 0,30        | -0,72       | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Cr | <b>0,89</b> | -0,03       | -0,22       | -0,17       | -0,16       | 0,28        | -0,67       | <b>0,99</b> | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Cu | <b>0,94</b> | -0,16       | -0,06       | -0,28       | -0,34       | 0,01        | -0,32       | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Fe | <b>0,93</b> | -0,05       | -0,18       | -0,19       | -0,16       | 0,20        | -0,65       | <b>0,98</b> | <b>0,98</b> | <b>0,89</b> | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| La | -0,64       | -0,02       | <b>0,43</b> | 0,12        | -0,01       | -0,49       | <b>0,90</b> | -0,83       | -0,79       | -0,45       | -0,76       | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Mg | <b>0,90</b> | 0,00        | -0,23       | -0,14       | -0,13       | 0,29        | -0,71       | <b>1,00</b> | <b>1,00</b> | <b>0,84</b> | <b>0,98</b> | -0,82       | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Mn | 0,22        | -0,32       | 0,26        | -0,31       | -0,45       | -0,54       | <b>0,50</b> | 0,06        | 0,11        | <b>0,48</b> | 0,16        | <b>0,44</b> | 0,07        | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Mo | -0,01       | 0,32        | -0,07       | 0,27        | 0,35        | 0,09        | -0,43       | -0,01       | -0,12       | -0,19       | -0,04       | -0,27       | -0,05       | -0,50       | 1,00        |             |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Ni | <b>0,90</b> | 0,03        | -0,24       | -0,12       | -0,10       | 0,33        | -0,75       | <b>1,00</b> | <b>0,99</b> | <b>0,82</b> | <b>0,97</b> | -0,85       | <b>1,00</b> | 0,00        | 0,03        | 1,00        |             |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Pb | -0,54       | -0,33       | 0,34        | -0,21       | -0,27       | -0,58       | <b>0,92</b> | -0,71       | -0,66       | -0,30       | -0,63       | <b>0,90</b> | -0,70       | <b>0,59</b> | -0,44       | -0,75       | 1,00        |             |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Sb | -0,09       | <b>0,97</b> | 0,20        | <b>0,95</b> | <b>0,78</b> | 0,37        | -0,18       | -0,04       | -0,06       | -0,22       | -0,09       | 0,02        | -0,03       | -0,30       | 0,24        | -0,01       | -0,28       | 1,00        |             |             |             |             |       |       |      |  |
| Sc | <b>0,94</b> | -0,03       | -0,17       | -0,16       | -0,19       | 0,24        | -0,57       | <b>0,97</b> | <b>0,98</b> | <b>0,91</b> | <b>0,97</b> | -0,70       | <b>0,97</b> | 0,23        | -0,19       | <b>0,96</b> | -0,56       | -0,07       | 1,00        |             |             |             |       |       |      |  |
| Sr | <b>0,41</b> | 0,37        | -0,25       | 0,29        | 0,27        | <b>0,97</b> | -0,49       | <b>0,46</b> | <b>0,43</b> | 0,18        | 0,36        | -0,61       | <b>0,45</b> | -0,52       | 0,11        | <b>0,49</b> | -0,67       | 0,28        | <b>0,40</b> | 1,00        |             |             |       |       |      |  |
| Th | -0,75       | -0,01       | 0,32        | 0,12        | 0,13        | -0,49       | <b>0,72</b> | -0,91       | -0,91       | -0,66       | -0,85       | <b>0,88</b> | -0,91       | 0,14        | 0,06        | -0,92       | <b>0,74</b> | 0,03        | -0,86       | -0,60       | 1,00        |             |       |       |      |  |
| Ti | <b>0,83</b> | 0,04        | -0,28       | -0,09       | 0,03        | 0,36        | -0,85       | <b>0,90</b> | <b>0,85</b> | <b>0,66</b> | <b>0,88</b> | -0,91       | <b>0,88</b> | -0,25       | 0,32        | <b>0,91</b> | -0,85       | -0,03       | <b>0,80</b> | <b>0,53</b> | -0,81       | 1,00        |       |       |      |  |
| V  | <b>0,93</b> | -0,11       | -0,22       | -0,24       | -0,20       | 0,16        | -0,66       | <b>0,97</b> | <b>0,97</b> | <b>0,89</b> | <b>0,99</b> | -0,77       | <b>0,97</b> | 0,16        | -0,05       | <b>0,96</b> | -0,63       | -0,15       | <b>0,97</b> | 0,33        | -0,85       | <b>0,88</b> | 1,00  |       |      |  |
| W  | -0,22       | <b>0,83</b> | 0,10        | <b>0,82</b> | <b>0,87</b> | <b>0,45</b> | -0,31       | -0,13       | -0,18       | -0,43       | -0,19       | -0,13       | -0,13       | -0,67       | <b>0,50</b> | -0,08       | -0,43       | <b>0,81</b> | -0,24       | 0,37        | 0,06        | 0,08        | -0,23 | 1,00  |      |  |
| Zn | -0,16       | 0,00        | <b>0,42</b> | 0,07        | -0,14       | -0,40       | <b>0,80</b> | -0,36       | -0,30       | 0,08        | -0,28       | <b>0,78</b> | -0,35       | <b>0,75</b> | -0,56       | -0,41       | <b>0,81</b> | 0,04        | -0,17       | -0,47       | <b>0,48</b> | -0,64       | -0,31 | -0,33 | 1,00 |  |

Çalışma kapsamında Tablo 3.27 referans alınarak değerlendirme yapıldığında;

Kuvvetli pozitif korelasyon gösteren element grupları sıralaması; Zn-Pb (0,81), Ni-Cu (0,82), Co-Cu (0,85), Cr-Cu (0,85), Mg-Cu (0,84), Ti-Cu (0,66), Ti-Cr (0,85), Th-Pb (0,74), Mn-Zn (0,75), Cd-Zn (0,80), La-Zn (0,78), Al-Ti (0,83), Bi-As (0,78), Sb-W (0,81), As-W (0,83), Sc-Ti (0,80), Cd-Th (0,72), Bi-Sb (0,78), Ba-Bi (0,78) olarak tespit edilmiştir (bkz. Tablo 3.28).

Çok kuvvetli pozitif korelasyon gösteren element grupları sıralaması; Al-Sc (0,94), Al-Cu (0,94), Sc-Cu (0,91), La-Cd (0,90), La-Pb (0,90), Cd-Pb (0,92), Sc-Cr (0,98), Sc-Ni (0,96), Sc-Fe (0,97), Sc-V (0,97), Sc-Co (0,97), Sc-Mg (0,97), Cr-Al (0,89), Cr-Ni (0,99), Cr-Fe (0,98), Cr-V (0,97), Cr-Co (0,99), Cr-Mg (1), Al-Ni (0,90), Al-Fe (0,93), Al-V (0,93), Al-Co (0,92), Al-Mg (0,90), Ni-Fe (0,97), Ni-V (0,96), Ni-Co (1), Ni-Mg (1), Fe-V (0,99), Fe-Co (0,98), Fe-Mg (0,98), V-Co (0,97), V-Mg (0,97), Co-Mg (1), Fe-Cu (0,89), Ba-Sb (0,95), Ba-As (0,96), Sb-As (0,97), Ti-Mg (0,88), Ti-Ni (0,91), Ti-Fe (0,88), Ti-V (0,88), Ti-Co (0,90), La-Th (0,88), Ca-Sr (0,97), W-Bi (0,87) olarak belirlenmiştir (bkz. Tablo 3.28).

Tablo 3.28 'da Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak hazırlanan örneklerin korelasyon tablosu  $p < 0,01$  anlamlılık düzeyini gösteren  $r = 0,40$  üzerindeki değerler anlamlı kabul edilmiştir. Korelasyon tablosunda belirlenen, pozitif korelasyon gösteren elementler arasından değerlendirme yapılarak farklı metal dağılım grupları oluşturulmuştur. Kuvvetli pozitif korelasyon gösteren element grupları mavi renkte ve italik yazı tipi ile, çok kuvvetli pozitif korelasyon gösteren element grupları ise pembe renkte ve bold yazı tipi ile belirtilmiştir (bkz. Tablo 3.28).

- ✓ Sc-Cr-Al-Ni-Cu-Fe-V-Co-Mg-Ti
- ✓ Ba-Sb-As-W-Bi
- ✓ Cd-La-Pb-Zn
- ✓ Cd-La-Pb-Th
- ✓ Ca-Sr
- ✓ Mn-Zn

## 4. JEOKİMYASAL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 4.1 Bölgedeki Bilinen Cevherleşmeler ve Özellikleri

Bu çalışma kapsamında ele alınan konu inceleme alanındaki dere kumlarının jeokimyasal prospeksiyonu ile bölgedeki cevherleşmelerin ortaya çıkarılmasıdır. Burada dere kumlarının kaynaklandığı alanın jeolojik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi yapılacaktır. Buna göre dere kumlarındaki zenginleşmelerin kaynağı ortaya çıkartılacaktır.

Bu çalışmada jeolojik inceleme yapılmamıştır. Jeoloji ile ilgili veriler önceki çalışmalardan derlenmiştir. Bu çalışmalar da daha çok MTA tarafından bölgedeki maden zuhurları ve cevherleşmeler ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Özocak (1970) Alaçam dağı civarında kurşun etüdü raporunda ekonomik olmayan Pb, Cu, Fe pirotin, pirit, manyezit, mangenez zuhurları bulmuştur. Soğucakalan mevkiinde bulunan pirotin görülmüş, analiz sonucu % 0,55 Cu - % 49,35 Fe - % 26,91 S olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı Karaamca ara deposu ve Üğümce Çiftliği arasındaki bölgede, Demirboku sırtından ayrılan kuru dere içerisinde, cevherli seviyelerin yer aldığını belirtmiştir. Göğü ve Alaçam köyü arasındaki dere yatağı boyunca saçılmış galen minerallerinin bulunduğunu belirtmektedir.

Karaveli tepe Fe cevherleşmesinde, Özocak (1970), % 27,30 Fe; % 20,06 SiO<sub>2</sub> değerlerini, Kayhan (1978) ise, % 11,46 Fe değerini bulmuşlardır.

Özocak (1975), Ayı İni Pb- Zn cevherleşmesinden aldığı örnekte, % 5,06 Pb olarak saptamış, ayrıca cevherleşmenin wolfram içerdiğini belirtmiştir. Kayhan (1978) ise aynı bölgedeki örneklerde % 0,58 Cu, % 0,59 Zn, % 2,38 Pb, 665 ppm W değerlerini elde etmiştir. Cengiz vd., (2000), % 1,53 Cu, % 1,59 - % 2,09 Pb, % 1,01 Zn, 50 - 140 ppm arası Ag sonuçlarını elde etmişler ve cevherleşmenin ekonomik potansiyeli olmadığını belirtmişlerdir.

Atılğan (1977) Dursunbey Kulat çiftliği civarında Pb-Zn-Cu cevherleşmelerinde en fazla galenit, az sfalerit, en az ise kalkopiritin yer aldığını

belirtmiştir. Araştırmacıya göre kimyasal analiz sonuçlarında Ag, Cd, W ve Ni elementleri belirlenmiş, silisli mercceklerde ise 240 ppm W değeri bulunmuştur.

Kayhan (1978) Bölgedeki granit sokulumuna ve gelişimine bağlı galen, sfalerit, pirit, pirotin, kalkopirit, manyetit gibi cevherleşmeler gözlemiş, cevherleşmelerin hornfelsler içinde saçılmış olarak ve mermer mercceklerine bağlı şekilde yayılım gösterdiğini belirtmiştir.

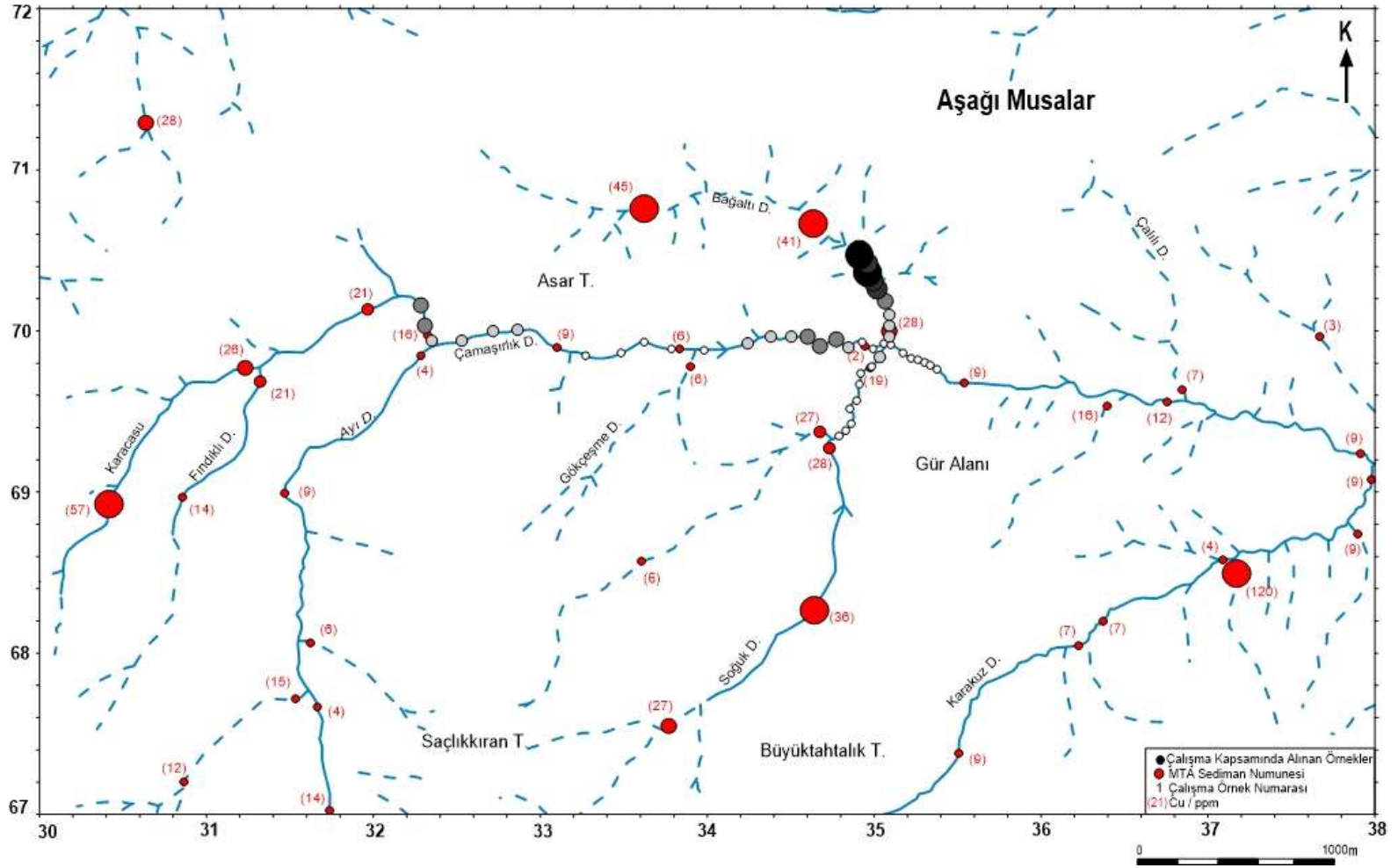
Cengiz ve diğ. (2000), raporlarında granitler ile karbonatlı kayaların dokanaklarında skarn tip cevherleşmeler, granitlerin şistlerle dokanaklarında ise hidrotermal cevherleşmeler geliştiğini belirtmişlerdir.

Dikmen ve Işık (1978), detay jeokimyasal inceleme yaptıkları çalışmalarda bölgenin Cu-Pb-Zn cevher potansiyelini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar 51 ppm Cu, 50 ppm Pb, 120 ppm Zn değerlerini anomali olarak kabul etmişlerdir. J21 a1 paftasındaki değerlerin genellikle düşük olduğunu belirtmişler ve sonuçları 1/ 100 000 ölçekli jeokimyasal anomali haritasında göstermişlerdir. Araştırmacıların bu çalışması ile bu tez çalışmasındaki bazı dereler aynıdır. Dolayısıyla önceki verilerle bu çalışmadaki verilerin karşılaştırılması mümkün olabilir. Ortak analiz edilen elementler Cu-Pb-Zn'dir. Bu elementlerin her iki çalışmadaki değerleri karşılaştırılmıştır. Farklı değer aralıkları ve renklerden oluşan dağılımlar harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3).

Araştırmacıların aynı noktalardan aldıkları örneklerde elde ettikleri Cu, Pb ve Zn değerleri yerel farklılıklar olmasına rağmen bu çalışmadaki veriler birbirine yakın sonuçlar vermiştir (Tablo 4.1).

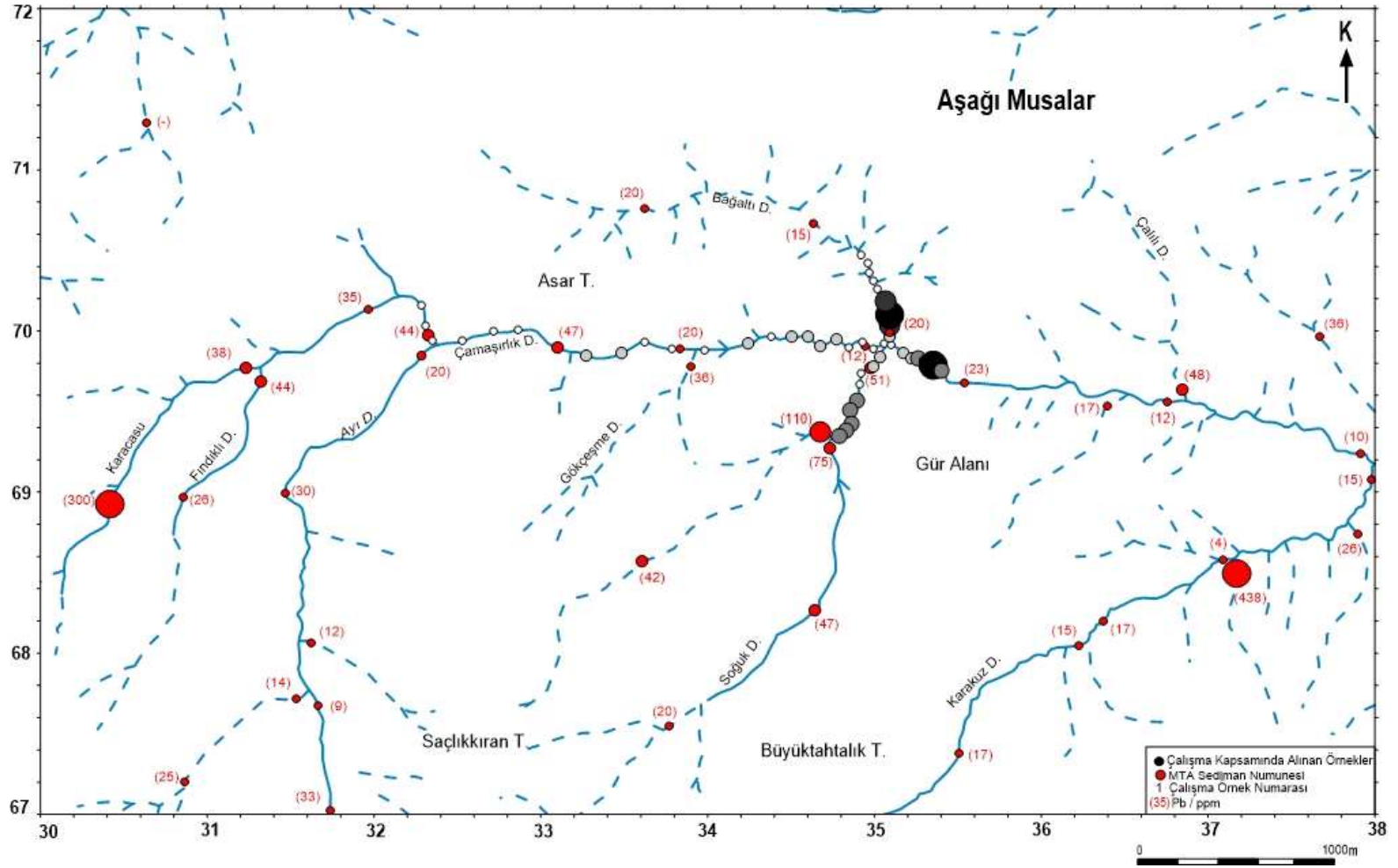
**Tablo 4.1:** İnceleme alanındaki dere kumu örneklerinin analiz sonuçları. (\*Dikmen ve Işık, 1978 tarafından alınan örneklerin analiz sonuçları, - : örneklenmemiş noktalar) Tüm değerler ppm olarak verilmiştir.

| Örnek No | Cu   | Pb    | Zn  | *Cu | *Pb | *Zn |
|----------|------|-------|-----|-----|-----|-----|
| 1        | 25,9 | 28,5  | 62  | -   | -   | -   |
| 2        | 29,2 | 35,1  | 67  | 16  | 44  | 52  |
| 3        | 23,2 | 23,2  | 56  | -   | -   | -   |
| 4        | 22,8 | 32,1  | 56  | -   | -   | -   |
| 5        | 21   | 26,9  | 52  | -   | -   | -   |
| 6        | 20,9 | 35,4  | 63  | -   | -   | -   |
| 7        | 16,9 | 53,4  | 88  | 9   | 47  | 49  |
| 8        | 17,9 | 56,8  | 97  | -   | -   | -   |
| 9        | 16,8 | 35,5  | 63  | -   | -   | -   |
| 10       | 17,9 | 36,9  | 62  | 6   | 20  | 42  |
| 11       | 17,8 | 30,9  | 51  | -   | -   | -   |
| 12       | 20,5 | 38,1  | 59  | -   | -   | -   |
| 13       | 21,2 | 34,4  | 61  | -   | -   | -   |
| 14       | 21,6 | 52,5  | 60  | -   | -   | -   |
| 15       | 23,5 | 37,3  | 67  | -   | -   | -   |
| 16       | 24,5 | 40,5  | 67  | -   | -   | -   |
| 17       | 24   | 37,7  | 66  | -   | -   | -   |
| 18       | 22,9 | 36,5  | 65  | -   | -   | -   |
| 19       | 19,1 | 30,5  | 56  | 2   | 12  | 41  |
| 20       | 19,4 | 28,5  | 55  | -   | -   | -   |
| 21       | 18,9 | 36,8  | 55  | -   | -   | -   |
| 22       | 19,1 | 32    | 55  | -   | -   | -   |
| 23       | 22,8 | 40,9  | 63  | 28  | 20  | 75  |
| 24       | 19,7 | 41,4  | 63  | -   | -   | -   |
| 25       | 18,3 | 37,2  | 58  | 19  | 51  | 78  |
| 26       | 18,6 | 35,5  | 57  | -   | -   | -   |
| 27       | 16,4 | 30,9  | 54  | -   | -   | -   |
| 28       | 17,8 | 86,4  | 79  | -   | -   | -   |
| 29       | 17,8 | 85,3  | 73  | -   | -   | -   |
| 30       | 18,5 | 95,9  | 79  | -   | -   | -   |
| 31       | 19,5 | 96,8  | 85  | -   | -   | -   |
| 32       | 19,1 | 90,6  | 81  | 28  | 75  | 110 |
| 33       | 17,3 | 71    | 73  | -   | -   | -   |
| 34       | 18   | 78,8  | 80  | -   | -   | -   |
| 35       | 18,4 | 82,4  | 82  | -   | -   | -   |
| 36       | 18,8 | 40,1  | 59  | -   | -   | -   |
| 37       | 17,6 | 112,5 | 83  | -   | -   | -   |
| 38       | 18,9 | 104,7 | 89  | -   | -   | -   |
| 39       | 21   | 112,2 | 92  | 28  | 20  | 75  |
| 40       | 22,2 | 126,1 | 104 | -   | -   | -   |
| 41       | 25,9 | 108,3 | 98  | -   | -   | -   |
| 42       | 32,3 | 27,7  | 72  | -   | -   | -   |
| 43       | 32,4 | 32,4  | 71  | -   | -   | -   |
| 44       | 33,3 | 32,4  | 77  | -   | -   | -   |
| 45       | 32,4 | 29,6  | 74  | -   | -   | -   |
| 46       | 32,8 | 29,9  | 75  | 41  | 15  | 77  |

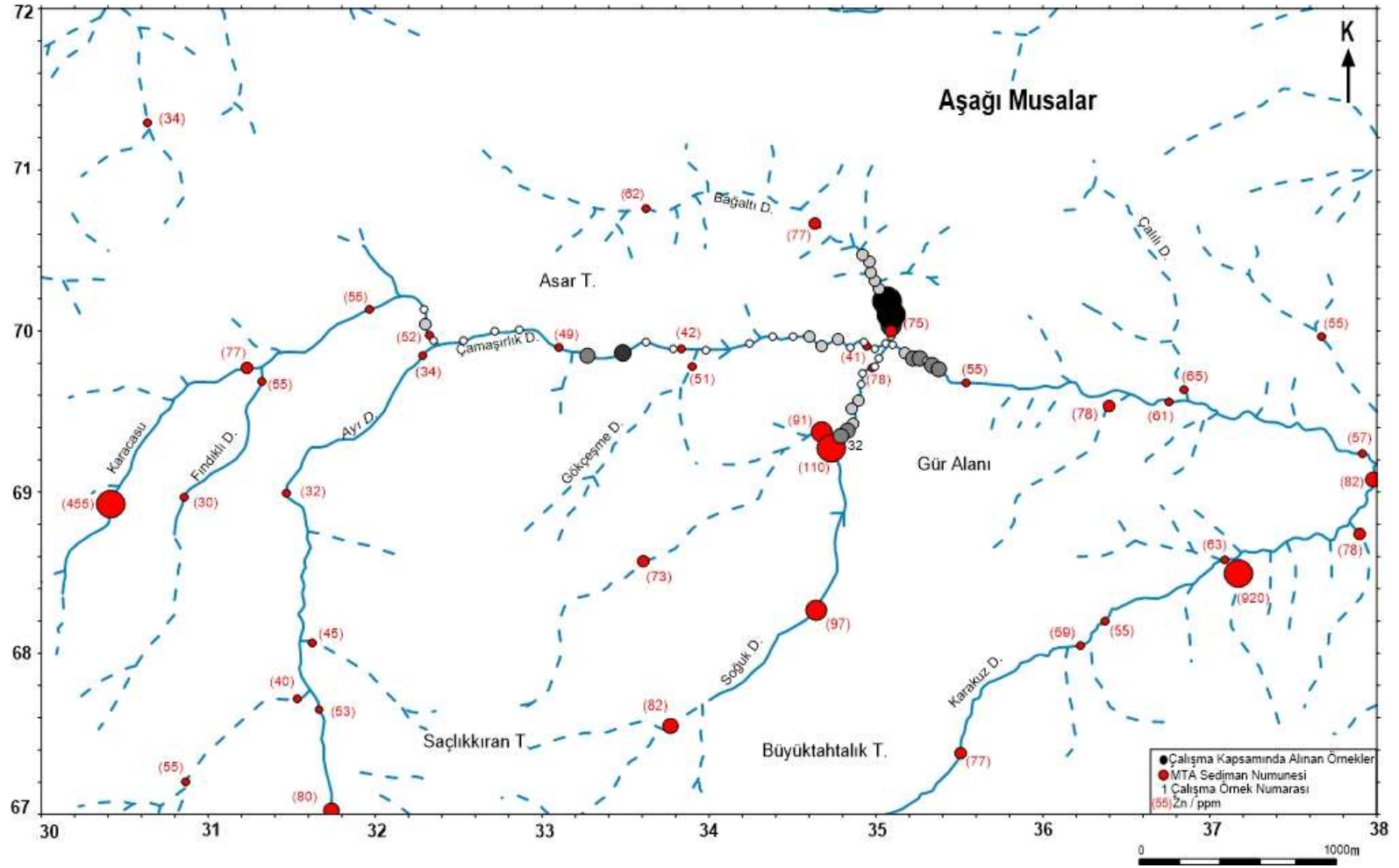


Şekil 4.1: MTA tarafından hazırlanan Cu anomali haritası ile çalışma kapsamında Cu anomali haritası karşılaştırılması.





Şekil 4.2: MTA tarafından hazırlanan Pb anomali haritası ile çalışma kapsamında Pb anomali haritası karşılaştırılması.



Şekil 4.3: MTA tarafından hazırlanan Zn anomali haritası ile çalışma kapsamında Zn anomali haritası karşılaştırılması.



## 4.2 Dere Kumları ve Dere Sularındaki Elementlerin Olası Kaynakları

Dere kumları içerisinde yer alan demir sülfid ve demir oksitler, Fe-oksihidroksitleri ve sülfatları oluşturarak alüvyonlar içinde metallerin birikmesine neden olur (Newman, 1987; Bingham, 1994; Galan ve diğ. 2003; Bölücek ve Kalender, 2005).

Jeokimyasal süreç içerisinde elementlerin dağılımları birincil ya da ikincil olabilirler. Birincil ortamlar daha derinlerde yer alıp ilksel dağılımı oluştururken, ikincil ortamlar genelde yeryüzüne daha yakın kısımlardaki dağılımı oluştururlar. Jeokimyasal dağılımın olması için, elementlerin hareketli olduğu çözünme havzasından, hareketsiz olduğu yer olan birikme havzasına göç etmesi gerekir. Elementlerin bu esnadaki hızı jeokimyasal hareketliliği (mobilite) ile ilgilidir (Köksoy, 1991).

Element hareketliliğini değerlendirirken değerlik, iyon yarıçapı, iyonların polarize olmaları, mineral ve tuzların suda çözünebilmeleri Eh, pH faktörleri dikkate almak gerekmektedir. Hareketli olup ortamdan taşınan ya da hareketli olmayıp ortamda biriken element ve mineraller değerlendirilirken, suların bileşimi ve temas ettikleri kayaçların bileşimleri göz önünde bulundurulmalıdır (Perel'man, 1967).

Özocak (1970), Alaçam dağlarında çalışma alanına yakın bir bölgede, Karaveli Tepe, Gevur değirmeni dere ve Demirboku sırtı civarında yer alan bol sülfürlü minerallerin granitleri çevreleyen skarn zonlarının kenarlarında ve hornfelslerin içerisinde Fe, Cu, Pb, Zn cevherleşmelerinin bulunduğunu belirlemiştir. Bu durumun çalışma alanındaki elementlerin zenginleşmesine etki etmiş olabileceği düşünülmektedir.

Magmatik kayaçların yer aldığı ortamlarda bulunan akarsularda, genellikle az karbonatlı, çok silisli, sedimanter (tortul) kayaçların olduğu ortamlardaki akarsularda ise Mg, Ca içerikleri fazla bulunmaktadır (Grim, 1968).

Jeokimyasal verilerin elde edildiği örnekler genellikle sedimanter birimler üzerinde yer almaktadır (bkz. Şekil 2.1). İnceleme alanı ile ilgili sediman örnekleri element dağılımının, yer kabuğundaki ve bazı değişik kayaç türleriyle

karşılaştırılmasının yapılabilmesi amacıyla ortalama bolluk dereceleri verilmiştir (Tablo 4.2). Elementlerin bolluk dereceleri ve dere kumlarındaki elementlerin aralarındaki korelasyonlar yorumlanmıştır. Bu ilişkilere göre aşağıdaki genellemeleri yapmak mümkün olacaktır:

Al elementinin yüksek pozitif korelasyon gösterdiği; Sc ile ( $r=0,94$ ); Cr ile ( $r=0,89$ ); Ni ile ( $r=0,90$ ); Cu ile ( $r=0,94$ ); Fe ile ( $r=0,93$ ); V ile ( $r=0,93$ ); Co ile ( $r=0,92$ ); Mg ile ( $r=0,90$ ) ve Ti ile ( $r=0,83$ ) elementleri, bu metal gruplarının birbirleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Elementlerin gösterdiği zenginleşmenin bileşimlerinde buldukları çeşitli minerallerden kaynaklandığı düşünülmüştür. Dere kumlarında Sc, Ni elementlerinin yüksek değerler vermesi, bazik bileşimli kayalardan kaynaklandığı söylenebilir. Fe elementinin artışıyla orantılı olarak, pozitif ilişkili olduğu, Cr ( $r=0,98$ ) ve V ( $r=0,99$ ) elementlerinin de zenginleştiği görülmektedir. Cu, Cr, Ni, Co, Fe gibi, birbiriyle uyumlu ferromagnezyen elementler, genellikle ultramafik ve bazaltik kayalarda yüksek değerlerdedir (Wedepohl, 1978). Ayrıca Cu ile Co arasındaki yüksek pozitif korelasyon ( $r=0,85$ ) da yine bazik kayalardan kaynaklıdır. Burdan yola çıkarak, zenginleşmenin çalışma alanındaki, ofiyolitik kayalara bağlı olabileceği düşünülebilir. Ünlü ve Stendal (1986), da bu element beraberliklerinin, Fe elementinin ofiyolit kökenli olduğunu belirttiğini dile getirmişlerdir. Ni'in girebildiği bütün elementlerin yapısına Co elementinin de girip, Fe ve Mg olarak yer alması, Co-Ni ( $r=1$ ) ve Fe-Mg ( $r=0,98$ ) korelasyonunun yüksek olmasının sebeplerinden olduğu düşünülebilir. Aynı şekilde, Fe elementinin Co ile pozitif korelasyonu ( $r=0,98$ ), Cr ile pozitif korelasyonu ( $r=0,98$ ) minerallerde yer değiştirebilmesinden kaynaklıdır. Fe ile Ti arasındaki pozitif ( $r=0,88$ ) korelasyonun ise bazik bileşimli kayalardan kaynaklandığı söylenebilir. Ti elementi en az artış gösteren degere sahiptir, bu durum Ti elementinin hareketsiz olmasından (immobil) kaynaklı olduğu düşünülmüştür. V elementinin ilişkili olduğu V-Ti ( $r=0,88$ ); V-Cr ( $r=0,97$ ) ile korelasyonu uyumludur. Al ve Mg ( $r=0,90$ ) konsantrasyonlarının uyumluluğu korelasyonun kil minerallerine bağlı olabileceğini düşündürmektedir.

As'in Ba ile ( $r=0,96$ ); Sb ile ( $r=0,97$ ); W ile ( $r=0,83$ ) ve Bi ile ( $r=0,78$ ) arasında yüksek pozitif korelasyonlar bulunmaktadır. Bu çalışmada, dere kumlarında Au gibi polimetalik elementlerin cevherleşmelerinde iz bulucu olarak kullanılabilinen As, Ba, Sb, W, Bi elementlerinin Au ile korelasyonu bulunmadığı görülmektedir (bkz. Tablo

3.28). As değeri hem yer kabuğu ortalamasına göre, hem de karbonatlı kayaç ortalamasına göre dere kumlarında oldukça yüksektir (Tablo 4.2). Bölgede alışan araştırmacıların yorumları dikkate alındığında, bu durumun hidrotermal bir oluşuma işaret ettiği düşünülmektedir. As-Sb ( $r=0,97$ ) korelasyonunun yüksek olması, cevherleşmenin granit çevresindeki skarlarda, kontakt pnömatolitik ve hidrotermal evre koşulları sunmasından kaynaklı denilebilir (Kayhan, 1978).

İstatistiksel incelemelerde, Au elementinin, incelenen diğer elementler ile bir ilişkisi bulunmamaktadır. Ayrıca, bu elementler yüzeysel ortamda, pH 5-8 aralığında orta hareketlidirler (Rose ve diğ., 1979). Bütün bu veriler göz önüne alındığında, bunun nedeni olarak Au elementinin ofiyolitik birimlerden etkilenmemesi ve hareketsiz olmasından kaynaklı olması denilebilir.

Cd'un La ile ( $r=0,90$ ); Pb ile ( $0,92$ ); Zn ile ( $0,80$ ) ve Th ile ( $0,72$ ) pozitif korelasyon ilişkisi bulunmaktadır. Cd ve Pb elementleri zenginleşmesinin bölgedeki granitik kayaçlardan kaynaklı olduğu dşnlmştr. Th elementinin karbonatlı kayaçlarda zenginleşmesi, suda erimeden, bulunduğu ortamda çökelmesinden kaynaklı olabileceği ve kil mineralleri içersinde depolandığı dşnlmştr.

Pb-Zn-Cu elementleri arasındaki uyum incelendiğinde Pb ile Zn arasında yüksek bir pozitif korelasyon ( $r=0,81$ ) değeri görülürken, Pb ile Cu ve Zn ile Cu elementleri arasında bir ilişki bulunmamaktadır. Bu durum örneklem alanının sınırlı olmasından ve Cu'ın farklı fazda yoğunlaşmasından kaynaklı olduğu düşünülebilir.

Korelasyon analizi verilerinde elementler arasında en güçlü ilişki Co-Ni ( $r=1$ ), Mg-Ni ( $r=1$ ), Mg-Co ( $r=1$ ), Mg-Cr ( $r=1$ ) elementleri arasında olup birbirleri ile tam uyumludur.

Ca, Sr ile ( $r=0,97$ ) yüksek pozitif korelasyon göstermektedir. Sr'un, zenginleştiği karbonatlı kayaç birimindeki ortalama değere göre, dere kumlarındaki Sr değerleri, oldukça düşük çıkmıştır. Ca elementinin de karbonatlı kayaç biriminde düşük zenginleşme sunması, birbiriyle ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır. Mason ve Moore, (1985)'e göre, bunun nedeni Sr'un Ca'un yerine geçebilmesi ve Ca'ca zengin elementlerin bünyesinde bulunmasıdır.

Mn elementinin dere kumlarında Zn elementiyle olan ( $r=0,75$ ) ilişkisi ortamdaki bazaltik kayalardan kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

Dere kumları ortanca (medyan) değerleriyle, litosfer ortalamaları yorumlandığında As, Bi, Cd, Cr, Ni, Pb, Sb, W elementlerinin yer kabuğu ortalamalarının üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 4.2).

Magmatik kayalardan, ultrabazik birimlerde yer alan kayaç ortalaması değerleri ile bu çalışmadaki dere kumları değerleri karşılaştırıldığında Al, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Ni, Sc, Ti, V elementlerinin dere kumlarında azaldığı gözlemlenmiştir (Tablo 4.2).

Çalışma alanında bulunan dere kumu örnekleri değerleriyle, karbonatlı sedimanter kayaların ortalamaları karşılaştırılmıştır. As, Ba, Cd, La, Mo, Pb, Sb, Th, W, Zn elementleri dere kumlarında yüksek değerler göstermekte olup, özellikle Ba, Cd, ve La değerlerindeki artışın karbonatlı kayaç ortalamalarından, 10 kat ve daha fazla olduğu görülmüştür (Tablo 4.2). Bu elementlerin zenginleşmesinin bölgedeki veya çevredeki bazaltik ve granitik kayalara bağlı bir etkilenmeyle artış gösterdiği söylenebilir.

Jeokimyasal verileri değerlendirmek için bölgesel nitelikte yapılan çalışmalarda bulunan litolojiler, temel değerler, ultramafik, karbonatlı ve granitik kayaların ortalamaları dere kumu kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değerler göz önüne alınarak değerlendirmeye gidilmiştir. Sedimanlar içerisinde bulunan ağır metal kaynaklarını belirleyebilmek ve içeriğini değerlendirebilmek için yeryüzündeki ortalama dağılımları belirlenmiştir (Hakanson, 1980;1984, Wedepohl, 1978).

Daha önceki çalışmalarda belirlenen elementlerin ortalama dağılımları Tablo 4.2'de verilmiştir.

**Tablo 4.2:** Litosferde, bazı magmatik- sedimanter kayaçların ortalama değerleri ve bu çalışmadaki dere kumlarının element içerikleri (U: Ultramafik kayaçlar, B: Bazaltik kayaçlar, G: Granitik kayaçlar). 1: Faure, (1998), 2: Krauskopf, (1989); 3: Turekian and Wedepohl (1961); 4: Bu çalışma. Başka şekilde belirtilmedikçe değerler ppm cinsinde verilmiştir.

| Elementler | Magmatik Kayaçlar <sup>1</sup> |       |       | Litosfer <sup>2</sup> | Sedimanter Kayaçlar <sup>3</sup> |       | Dere Kumları <sup>4</sup><br>Medyan(ppm) |
|------------|--------------------------------|-------|-------|-----------------------|----------------------------------|-------|--|
|            | U                              | B     | G     |                       | Karbonatlı Kayaç                 | Şeyl  |  |
| Al         | %1.2                           | %8.28 | %7.7  | 81000                 | %0.42                            | %8    | %0.87                                    |
| As         | 1                              | 2.2   | 2.1   | 1.8                   | 1                                | 13    | 7.85                                     |
| Au         | 0.003                          | 0.004 | 0.002 | 0.003                 |                                  |       | 0,0026                                   |
| Ba         | 0.7                            | 315   | 630   | 500                   | 10                               | 580   | 114.5                                    |
| Bi         | 1.2                            | 0.05  | 0.3   | 0.15                  |                                  |       | 1.75                                     |
| Ca         | %1.6                           | %7.2  | %1.52 | 41000                 | %30.23                           | %2.21 | %1.87                                    |
| Cd         | 0.05                           | 0.21  | 0.1   | 0.15                  | 0.035                            | 0.3   | 0.65                                     |
| Co         | 110                            | 47    | 1     | 22                    | 0.1                              | 19    | 19.75                                    |
| Cr         | 2980                           | 185   | 4.1   | 100                   | 11                               | 90    | 149.0                                    |
| Cu         | 42                             | 94    | 12    | 50                    | 4                                | 45    | 19.6                                     |
| Fe         | 94300                          | %8.6  | 14200 | 54000                 | %0.33                            | %4.72 | %2.28                                    |
| La         | 1.3                            | 6.1   | 50    | 35                    | 1                                | 92    | 13.0                                     |
| Mg         | %23.2                          | %4.55 | %0.94 | 23000                 | %4.70                            | %1.5  | %2.60                                    |
| Mn         | 1040                           | 1750  | 390   | 1000                  | 1100                             | 850   | 570.5                                    |
| Mo         | 0.3                            | 1.5   | 1.3   | 1.5                   | 0.4                              | 2.6   | 1.4                                      |
| Ni         | 2000                           | 145   | 4.5   | 75                    | 20                               | 68    | 281.4                                    |
| Pb         | 1                              | 7     | 18    | 12.5                  | 9                                | 20    | 37.25                                    |
| Sb         | 0.1                            | 0.6   | 0.2   | 0.2                   | 0.2                              | 1.5   | 0.5                                      |
| Sc         | 10                             | 27    | 14    | 20                    | 1                                | 13    | 3.55                                     |
| Sr         | 5.5                            | 452   | 270   | 375                   | 610                              | 300   | 22.5                                     |
| Th         | 0.0045                         | 3.5   | 8.5   | 8.5                   | 1.7                              | 12    | 5.65                                     |
| Ti         | 300                            | 11400 | 2300  | 5000                  | 400                              | 4600  | 0.07                                     |
| V          | 40                             | 225   | 66    | 110                   | 20                               | 130   | 30.0                                     |
| W          | 0.5                            | 0.9   | 1.75  | 1.2                   | 0.6                              | 1.8   | 1.45                                     |
| Zn         | 58                             | 118   | 51    | 70                    | 20                               | 95    | 66.5                                     |

Su analizlerindeki, verilerin çoğu dedeksiyon limitleri altında kaldığı için sağlıklı değerlendirme yapılamamıştır. Ancak ortam pH'nın 7,14 - 8,5 arasında olduğu bilinmekte ve bu yüksek pH koşulunun su kimyasını etkileyerek dere sularında taşınan elementlerin kil, Fe ve Mn oksitlerin elementleri tutup, çözeltilerde taşınan element miktarını azaltarak, anomalilerin belirgin olmamasına sebep olabilmektedir. Sulardaki element içeriğini değiştirebilen faktörler kırık ve çatlaklardan kaynaklı alterasyon ve bozunma ürünü olan kil mineralleridir. Suyun pH derecesi arttıkça da kil minerallerinin adsorbsiyonunun arttığı bilinmektedir.

Su analizleri eldeki veriler ile mümkün olduğunca yorumlanmaya çalışılmıştır. Ba, Ca, K, Mg, Na, S, Sr elementlerinin analiz sonuçları değerlendirilmeye çalışılmıştır. Ca, Na ve Sr elementleri arasında su örneklerinde orantılı artış olduğu

gözelemlenmiş, bu uyumun sediman örneklerinde de olduğu ve yüksek korelasyon gösterdiği görülmüştür. Karbonatlı kayaçlarla ilişkili olan Sr elementi Ca ve Na elementlerinin yerine geçebilen aynı zamanda K ve Ca ile birlikte bulunabilmektedir (Govett, 1985).

Dere suyu örneklemelerinin yapıldığı birkaç noktada sıcaklığın 30°C'ye kadar çıktığı yerler belirlenmiştir. Bu sıcaklık artışının, bölgede yer alan kırık ve faylardan kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Ayrıca, analiz verisinde dikkate değer bir yükseklikte olan S elementi zenginleşmesinin, magmatik kökenli hidrotermal çözeltilerden kaynaklandığının bilinmesi bu sonucu desteklemektedir (Kalender, 2011).

## 5. SONUÇLAR

Balıkesir-Dursunbey Aşağımusalar köyü civarının jeolojik ve jeokimyasal verileri ele alınıp dere kumu örneklerinin değerlendirilmesi yapıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1) Çalışma alanında olası cevherleşmeleri belirleyebilmek için analiz edilen elementlerin histogram eğrileri ve dağılım haritaları hazırlanmıştır.

2) Korelasyon tablosuna göre çok yüksek pozitif korelasyon gösteren element dağılımları; Sc-Cr-Al-Ni-Cu-Fe-V-Co-Mg-Ti, Ba-Sb-As-W-Bi, Cd-La-Pb-Zn, Cd-La-Pb-Th, Ca-Sr ve Mn-Zn olarak değerlendirilmiştir. Elementler arasındaki bu kuvvetli pozitif ilişki element çiftlerinin birlikte zenginleştiklerini göstermektedir.

3) Çalışma alanındaki derelerin, akım yönünde geçişinde farklı noktalarda yüzeyleyen kayaçların litolojik bileşimi ve içerdiği mineral derişimleri dere kumları üzerinde etkili olmuştur. Drenaj haritası üzerinde element dağılımlarının Bağaltı Dere üzerinde yoğunlaştığı bölgede ultrabazik kayaçlardan kaynaklandığı, diğer bölgelerdeki zenginleşmelerin ise granitik kayaçların skarnlaşmasından kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir.

4) Çalışma alanında bazı alanlarda metalik element içerikleri yüksek çıkmasına rağmen cevherleşme açısından önemli herhangi bir saha verisi elde edilememiştir.

5) Önceki çalışmalarda elde edilen veriler (Cu, Pb ve Zn değerleri) ile bu çalışmada ulaşılan sonuçlar birbirine oldukça benzerdir.

## 6. KAYNAKLAR

Ahrens, L. H, (1954). The lognormal distribution of the elements (1+2). *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 5/6, 49-73/121-131

Ahrens, L. H, (1957). Lognormal-type distributions: *Geochim. Cosmochim. Acta*, 11, 205-212.

Akdeniz, N. ve Konak, N. (1979). Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci Yörelerinin Jeolojisi, *M.T.A. Rapor No: 6547*, Ankara.

Aktürk Z, Acemoğlu H. (2011). Sağlık Çalışanları için Araştırma ve Pratik İstatistik, 2. Baskı. Anadolu Matbaası, İstanbul, 328.

Akat, U., Çağlayan, A. ve İvak, M. (1978). Dursunbey-Orhaneli-Susurluk-Kepsut Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, *M.T.A. Rapor No: 6618*, Ankara.

Alpan, T. (1994). Balıkesir-Balya-Dursunbey-Kepsut Civarı İ.19-İ.20-İ.21 Paftaları Genel Jeokimya ve Ağır Mineral Çalışmaları, *M.T.A. Rapor No: 9928*, Ankara.

Appleton, J.D. and Ridgway, J. (1994). Drainage Geochemistryin Tropical Rain Forest Terrains *In: M. Hale and J.A. Plant (eds.), Drainage Geochemistry, Handbook of Exploration Geochemistry, Elsevier, Amsterdam, 341-378.*

Atılgan, İ. (1977). Balıkesir İli Dursunbey İlçesi Kulat Çiftliği Mevkii Pb-Zn-Cu Etüdü, *M.T.A. Rapor No: 6197*, Ankara.

Baş, H. (1987). Tavşanlı-Domaniç (Kütahya) volkanitlerinin özellikleri ve Batı Anadolu Senozoyik Volkanizmasındaki Önemi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C.30, 67-80.

Bayburtoğlu, B., Cengiz, İ., Çakır, C., Yıldız, H. ve Yıldırım, S. (2001). Dereharmanı (Dursunbey-Balıkesir) Altın Cevherleşmesi Jeoloji ve Jeokimya Raporu. *M.T.A. Ankara.*



Bingöl, E. (1976). Batı Anadolu'nun Jeotektonik Evrimi, *M.T.A. Dergisi*, 86, 14-34, Ankara.

Bingöl, E., Delaloye, M. and Ataman, G. (1982). Granitic intrusion in western Anatolia: a contribution to the geodynamic study of this area. *Eclogae geol. Helv*, 75, 2, 437-446.

Bingham, J.M. (1994). Mineralogy of ochre deposits formed by sulfide oxidation In, Jambor, J.L., Blowes, D.W. (Eds.), *Environmental Geochemistry of Sulfide Mine Wastes*. Mineralogical Association of Canada, 27, 103-132.

Bölücek, C. (1995). Baskil Mağmatitleri ile ilişkili cevherleşmelerin jeokimyasal prospeksiyonu, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*. 186s. (yayımlanmamış).

Bölücek, C. ve Kalender L. (2005). Elazığ kuzeyindeki dere kumlarında Cu, Pb, Zn, As ve Cd dağılımı. *Yerbilimleri (Geosound)*, 47, 91 -101.

Cengiz, İ., Kayhan, F., Andiç, T. ve Kuşcu, E. (2000). Eti Holdinge ait ar.7/765 no'lu Dursunbey Küçükmusalar (Alaçamdağları-Balıkesir) Ruhsat sahasının Jeoloji ve Jeokimya Raporu, *M.T.A. Rapor No: 10368*, Ankara.

Davis, C.J. (1973). *Statistics and data analysis in geology*. Kansas geological survey. 550s.

Delaloye, M. and Bingöl, E. (2000). Granitoids from Western And Northwestern Anatolia: Geochemistry and Modeling of Geodynamic Evolution, *International Geology Review*. Vol. 42, p.241-268

Dikmen, H. ve Işık, N. (1978). Balıkesir-Dursunbey Alaçam, Kulat Çiftliği ve Civarı ile Kütahya-Dağardı, Ortaca köyü Civarlarında Jeokimya Çalışmaları, *M.T.A. Rapor No: 6937*, Ankara.

Dora, Ö. (1968). İsmailler Köyü Camisi-Güğü Köyü Camisi-Osmaniye İşletme Binası-Büyük Musalar Köyü Camisi Hudutları İçinde Kalan 3849 Ar: 952 No"lu Kurşun Ruhsat Sahasının Jeolojik Raporu, *M.T.A.*, Balıkesir.

Ercan, T., Dinçel, A., Metin, S., Türkecan, A. ve Günay, E. (1978). Uşak Yöresindeki Neojen Havzaların Jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 21, 2, 97-106.

Ercan, T., Günay, E. ve Savaşın, M. Y. (1982). Simav ve Çevresindeki Senozoyik yaşlı Volkanizmanın Bölgesel Yorumlanması, *M.T.A. Dergisi*, 86-101.

Ercan, T., Günay, E. ve Savaşın, M. Y. (1987). Batı Anadolu'da Manisa-Balıkesir Arasındaki Tersiyer Yaşlı Yalancı Bazaltların Özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği*, s. 30-31, 31.

Ercan, T., Ergül, E., Akçaören, F., Çetin, A., Granit, S. ve Asutay, J. (1990). Balıkesir-Bandırma Arasının Jeolojisi, Tersiyer Volkanizmasının Petrolojisi ve Bölgesel Yayılımı, *M.T.A. Dergisi*, 110, 113-130.

Ercan, T., Satır, M., Sevin, D. ve Türkecan, A. (1996). Batı Anadolu'daki Tersiyer Ve Kuvaterner Yaşlı Volkanik Kayaçlarda Yeni Yapılan Radyometrik Yaş Ölçümlerinin Yorumu, *M.T.A. Dergisi* 119, 103-112.

Erkül, F. ve Erkül, S. (2010). Erken Miyosen Alaçamdağ (Dursunbey-Balıkesir) Magmatik Kompleksinin Jeolojisi Ve Batı Anadolu Genleşme Tektoniğindeki Konumu, *M.T.A. Dergisi*, 141, 1- 27.

Ergül, E., Öztürk, Z., Akçaören, F. ve Gözler, M. Z. (1980). Balıkesir İli Marmara Denizi Arasının Jeolojisi: *M.T.A. Raporu*, Derleme No: 6760, 57 , Ankara.

Faure, G. (1998). Principles and Applications of Geochemistry Academic Press, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 600 pp.

Fytikas, M., Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Peccerillo, A., and Villarli, L. (1984). Tertiary to Quaternary evolution of volcanism in the Aegean region. In: *Dixon, J.E., Robertson. A.H.F.(Eds), The Aegean region*. In: *Dixon, J.E., Robertson. A.H.F.(Eds), The London, Spec. Publ. London*, pp.687-699.

Galan, E., Gomez-Ariza, J.L., Gonzalez, I., Fernandez-Caliani, J.C., Morales, E. and Giraldez, I. (2003). Heavy metal partitioning in river sediment severely polluted by acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt. *Applied geochemistry*. 18, 409-421

Genç, S. C. (1998). Evolution of the Bayramic, magmatic complex, Northwestern Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 233–249.

Gerçek, E. (2005). Yolçatı-Baskil-Kömürhan (Elazığ) arası Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri, *Doktora Tezi*. F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ (yayımlanmamış).

Grim, R.E. (1968). Clay mineralogy. Mc Griawhill, Newyork, 596s.

Govett, G.J.S. (1985). Rock Geochemistry in Mineral Exploration. G.J.S.Govett (ed.), *Handbook of Exploration Geochemistry*, Elsevier, New York, 461pp.

Gültekin, A. H., Örgün, Y. ve Yavuz, F. (1998). Tumanpınarı (Balıkesir-Dursunbey) Fe-Mn cevherlesmesinin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt 41, no. 2, 13-30.

Gürbüz, M. (2007). Güğü (Dursunbey-Balıkesir) Civarındaki Ametistlerin Oluşumunun İncelenmesi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 140.

Hakanson, L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control-a sedimentological approach. *Water Res.* 14, 975-1001.

Hakanson, L. (1984). Sediment sampling in different aquatic environments: Statistical aspects. *Water Resources Res.* 20,1, 41-46.

Hasözbeç, A., Erdoğan, B. ve Satır, M. (2009). Alaçam Dağları'nın Jeolojisi ve Alaçam Graniti'nin Jeolojik Konumu (Balıkesir, Batı Anadolu), 62. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, Ankara.

Holzer, H. (1954). Beyce 54/4 ve Simav 71/2 paftalarının jeolojik löveleri raporu. *M T.A. Rap.* no. 2366 (yayımlanmamış), Ankara.

Innocenti, F., Agostini, A., Di Vincenzo G., Doglioni C., Manetti P., Savaşçın M. Y., et al. (2005). Neogene and Quaternary volcanism in Western anatolia: magma

sources and geodynamic evolution, *Marine Geology, Special Issue-Eastern Mediterranean*, 221, 397– 421.

İstanbulu, E. (2013). Balıkesir-Dursunbey Skarn Yataklarının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 74.

Kalafatçıoğlu, A. (1962). Tavşanlı- Dağardı Arasındaki Bölgenin Jeolojisi ve Serpantin ve Kalkerlerin Yaşı Hakkında Not. MTA. Der. No:58, 38-46, 1964. Balıkesir-Kütahya Arasındaki Bölgenin Jeolojisi. *T.J.K. Bülteni*, 9, 47-62.

Kalafatçıoğlu, A. (1964). Balıkesir Kütahya Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 9, 46-62.

Kalender L, (2011). Oxygen, Carbon and Sulphur Isotope Studies in the Keban Pb–Zn Deposits, Eastern Turkey: An Approach on the Origin of Hydrothermal Fluids, *J African Earth Sci*, 59, 341-348, London.

Kalkan, M. (2011). Civandağ (Güğü-Balıkesir) Volkanitlerinin Jeolojisi, Petrografisi ve Jeokimyasal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 167.

Kaya, O. (1972). Tavşanlı Yöresi Ofiyolit Sorununun Ana Çizgileri, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 15, 1, 26-108.

Kayhan, F. (1978). Balıkesir İli Dursunbey İlçesi Alaçam Dağları Jeolojisi, (1/10000 Ölçekli). *M.T.A. Enstitüsü KB Anadolu Bölge Müd. Balıkesir*, Rapor No: 6456. Ankara.

Ketin, İ. (1959). Türkiye'deki Mağmatik Faliyet. *T.J.K.* No:1, 7, 1-15.

Konak, N. (1982). Simav Dolayının Jeolojisi ve Metamorf Kayaçlarının Evrimi. *İstanbul Yerbilimleri*, 3, 313-337.

Köksoy, M. (1991). Uygulamalı Jeokimya. H. Ü. Yay. A/64, 368, Ankara.

Krauskopf, K. B. (1989). Introduction to Geochemistry. McGraw-Hill International Editions, 617, Paris.

Mason, B. und Moore, C.B. (1985). Grundzugeder Geochemie. Ferdinand Enke verl, Stuttgart, 340s.

Mc Cammon, R. B. (1974). The Statistical treatment of geochemical data: introduction to Exploration Geochemistry (Levinson, 1974 içinde), 469-508.

Newman, A.C.D., (1987). The interaction of water with clay mineral surfaces. In Newman, A.C.D. (Ed.) Chemistry of Clay Minerals. Mineralogical Society. 18, 237-234.

Rodionov, D. A, (1962). Bestimmung des Durchschnittsgehaltes und der Streuung einer Lognormalverteilung von Komponenten in Gesteinen und Erzen (Rusça). Geokh. 624, Geochem. 728.

Okay, A. İ. and Tüysüz, O. (1999). Tethyan suture of northern Turkey, (eds:, Durand, B., Jivet, L., Horvath, F. and Seranne, M.), “The Mediterranean Basins; Tertiary Extension Within the Alpine Orogen”, *Geol. Society*, London, Special Pubication, 156, 475-515.

Oygür, V. (1997). Bir Epitermal Cevherlesmenin Anatomisi: Mumcu (Balıkesir-Sındırgı), İç-Batı Anadolu. *M.T.A. Dergisi*, 119, 63-72.

Özocak, R. (1970). Balıkesir İli-Dursunbey İlçesi Güneyi (Alaçam Dağı) Maden Prospeksiyonu ve Anadolu Kurşun Madeni Jeolojik Etüdü, *M.T.A. Rapor No: 4751*, Ankara.

Özocak, R. (1975). Balıkesir-Dursunbey Pb-Zn-Cu etüdü. *M.T.A. Rapor No: 5528*, Ankara, (baskıda).

Öztunalı, Ö. (1973). Uludağ (Kuzeybatı Anadolu) ve Eğrigöz (Batı Anadolu) Masiflerinin Petrolojileri ve Jeokronolojileri: İstanbul Üniv. Fen. Fak., Monograf No 23, 115 s.

Perel'man A.I. (1967). Geochemical Barriers. In: Geochemistry of Epigenesis. Monographs in Geoscience. Springer, Boston, MA.

Rose, A. W., Hawkes, H. E. and Webb, J. S. (1979). *Geochemistry in Mineral Exploration*. Academic Press, New York, 657.

Savaşçın, M. Y. ve Güleç, N. (1990). The relationship between magmatic and tectonic activities in western Turkey. In: M.Y. Savaşçın, and H.Eronat (Editors) *IESCA-90, Proceedings*, Vol.2, 300-313.

Savaşçın, M. Y., Erler, A., Özgenç, Y., Oyman, T. and Karaoğlu, Y. (1994). Neogene- Quaternary magmatism and related ore deposits of western Anatolia, *ESCA-95, Güllük/Turkey, Excursion Guide*, 74 pp.

Sinclair, A.J., (1985). Univariate Analysis. In: G.J.S. Govett (Editor), *Handbook of Exploration Geochemistry, Statistics and Data Analysis in Geochemical Exploration*, Elsevier, New York, p59- 81.

Şener, M. ve Gevrek, A. İ. (1986). Simav-Emet-Tavsanlı Yörelerinin Hidrotermal Alterasyon Zonları. *Jeoloji Mühendisliği*, Temmuz, 28, 43-49.

Takashima, K. (1974). Dursunbey-Balıkesir Kursun-Çinko Yataklarının Jeolojisi, *M.T.A. Rapor no: 5388*, Ankara.

Thompson, M. (1983). Control procedures in geochemical analysis. In: Howarth, R.J. (Editor), *Statistics and data analysis in geochemical prospecting*. Volume 2 In: Govett, G.J.S. (Series Editor), *Handbook of Exploration Geochemistry*, Elsevier Scientific Publ. Co., Amsterdam, 39-58.

Temur, S. (1997). *Jeolojide Veri Analizleri*. Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya, 180s.

Toksöz, T. ve Arslanpay, D. (1978). Balıkesir-Dursunbey-Kulat Çiftliği Sahası kursun-Çinko-Bakır Aramaları Jeofizik I.P. Etüdü. *M.T.A. Rapor No: 6197* Ankara.

Turekian, K.K. and Wedepohl, K.H. (1961). Distribution of the Elements in some major units of the Earth's crust. *Geological Society of America, Bulletin* 72: 175-192.

Turgay, I. (1973). Balıkesir İli, Dursunbey İlçesi Kurşun Aramaları Demirboku Sırtı Sahası, I.P. Etüdü Raporu. *M.T.A. Rapor no: 4802*, Ankara.

Tüysüz, N. ve Yaylalı, G. (2005). Jeostatistik: Kavramlar ve Bilgisayarlı Uygulamalar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Genel Yayın No.220, Fakülte No.61, 382 s.

Üşenmez, Ş. (1996). Sedimantoloji ve sedimanter kayalar. *Erciyes Üniversitesi. Yozgat*, 378s.

Ünlü, T. ve Stendal, H. (1986). Divriği bölgesi demir yataklarının element korelasyonu ve jeokimyası: Orta Anadolu, Türkiye (İngilizce özet): *Geo.Müh.*, 28, 5-19, Ankara.

Ünlü, T. ve Stendal, H. (1989). Jeokimya verilerinin çok değişkenli jeostatistik analizlerle değerlendirilmesine bir örnek: Divriği Bölgesi demir yatakları, Orta Anadolu: *M.T.A. Dergisi*, 109, Ankara, 127-140.

Wedepohl, K. H. (1978). *Handbook of Geochemistry*, vol. 5. Springer, Berlin.

Yanev, Y., Innocenti, F., Manetti, P. and Serri, G. (1998). Upper Eocene-Oligocene collision-related volcanism in Eastern Rhodopes(Bulgaria)-Western Thrace(Greece): petrogenetic affinity and geodynamic significance. *Acta Vulcanol.* 10 (2), 279-291.

Yılmaz, İ. (1975). Alaçam Dağları granitlerinin petrojenetik etüdü. *Cumhuriyetin 50. Yılı kongresi tebliğleri*, 457-473.

Yılmaz, Y., Genç, S. C., Karacık, Z., and Altunkaynak, S. (2001). Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance. *J. Geodyn.*, 31, 243-271.

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Dursunbey>