

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YOLÇATI- BASKIL-KÖMÜRHAN (ELAZIĞ) ARASI
ELAZIĞ MAĞMATİTLERİNDEN KAYNAKLANAN SULARIN
HİDROJEOKİMYASAL PROSPEKSİYON PARAMETRELERİ**

Ercan GERÇEK

Tez Yöneticisi:
Prof.Dr. Ahmet SAĞIROĞLU

DOKTORA TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2005

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YOLÇATI- BASKİL-KÖMÜRHAN (ELAZIĞ) ARASI
ELAZIĞ MAĞMATİTLERİNDEN KAYNAKLANAN SULARIN
HİDROJEOKİMYASAL PROSPEKSİYON PARAMETRELERİ**

Ercan GERÇEK

Doktora Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez, **19.09.2005**... tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /oyçokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ahmet SAZIROĞLU

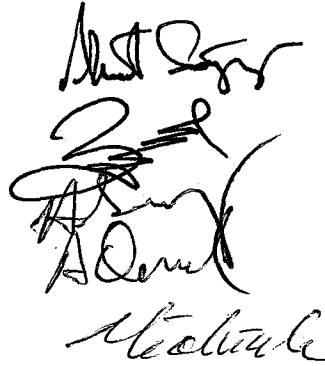
Üye: Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG

Üye: Doç. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ

Üye: Yrd. Doç. Dr. Ayten ÖNAL

Üye: Yrd. Doç. Dr. Cemal BÖLÜCEK

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **05.10.2005** tarih ve **2005/34-5** sayılı kararıyla onaylanmıştır.



ÖZET

Doktora Tezi

**YOLÇATI-BASKİL-KÖMÜRHAN (ELAZIĞ) ARASI
ELAZIĞ MAĞMATİTLERİNDEN KAYNAKLANAN SULARIN
HİDROJEOKİMYASAL PROSPEKSİYON PARAMETRELERİ****Ercan GERÇEK**

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

2005, Sayfa : 165

Elazığ ilinin yaklaşık 30 km güney batısında yer alan inceleme alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri incelenmiştir. Bunun için yaklaşık 250 km² olan inceleme alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış, inceleme alanında Elazığ Mağmatitleri kaynaklı toplam 119 adet su örneği alınmıştır. Alınan su örnekleri 1/25000 ölçekli haritaya işaretlenmiştir.

Sulara ait ortamsal koşulları belirlemek amacıyla örnekleme aşamasında sıcaklık ve pH ölçümleri yapılmıştır. Suların genel olarak pH ortalaması 7,46' dır. Normalden biraz yüksek derecede pH' a ve oksidasyon ortam koşullarına sahip bu sular genelde mağmatitlerin kırık ve çatlakları boyunca dolaşan sığ sulardır. Bu nedenle mevsimsel hava sıcaklıklarından etkilenmektedir. Örnekleme yapıldığı Ekim ayında suların ortalama sıcaklığı 16,8 °C' olarak bulunmuştur. İnceleme alanındaki bu koşullar elementlerin hareketliliğini, dolayısıyla sudaki element içeriğini belirlemiştir.

Alınan su örnekleri ICP-MS aletsel analiz yöntemiyle analiz edilerek element içerikleri tespit edilmiştir. Su örneklerinde tespit edilen 73 değişik element içeriğinden sadece iz sürücü ve belirtken element özelliğine sahip olan, veri analizi yapmağa yeter sayıda sınıf teşkil edilebilen As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn elementlerine ait parametreler hesaplanmıştır.

Bunun için frekans dağılım tablolarından, kümülatif frekans grafiklerinden ve olasılık grafiklerinden faydalanılmıştır.

Elazığ Mağmatitleri andezitik, diyoritik ve granitik kayaç toplulukları olmak üzere başlıca üç farklı litolojik grupta haritalanmıştır. Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların önce bir bütün olarak tamamının element içeriğine göre genel prospeksiyon çalışması yapılmış, daha sonra kaynaklandığı farklı litolojik gruplara göre ayrılan suların element içeriğine göre detay prospeksiyon çalışması yapılmıştır.

Bütün bu çalışmalar sonucunda Elazığ mağmatitlerinden kaynaklanan suların ortalama element içeriği ppb olarak; As: 5,6 , Cu:2 , Fe: 116,7 , Mn: 4,9 , Mo: 2,6 , Pb: 1,7 , U: 3,6 ve Zn: 35,3 ' tür. Sulardaki elementlerin ppb olarak eşik değerleri; As:33 , Cu:4 , Fe:513, Mn: 2,1 , Mo:10,4 , Pb:2,5 , U:13,8 ve Zn:7,9' dur. Eşik değer üzerinde element içeriğine sahip örnekler genelde üç bölgede toplanmıştır: Elazığ Mağmatitlerinin Keban Metamorfitlelerine sokulum yaptığı yerler, Elazığ Mağmatitleri-Kömürhan Ofiyolitleri bindirme kuşağı kuzeyi, Elazığ Mağmatitleri içerisindeki granodiyoritik ve dasitik genç sokulumların izlendiği Topaluşağı kuzeyi.

Anahatar Kelimeler : Elazığ Mağmatitleri, hidrojeokimyasal parametreler, ortalama değer, eşik değer, anomali.

ABSTRACT

PhD Thesis

**HYDROGEOCHEMICAL PROSPECTING PARAMETERS
OF THE WATERS ORIGINATING FROM ELAZIĞ MAGMATICS
IN THE YOLÇATI-BASKİL-KÖMÜRHAN (ELAZIĞ) TRIANGLE**

Ercan GERÇEK

Fırat University

Graduate School of Science and Technology

Department of Geological Engineering

2005, Page : 166

Hydrogeochemical prospecting parameters of the waters originating from Elazığ Magmatics, in the area 30 km SW of Elazığ township, were investigated. For this aim an area of 250 sq. km was geologically mapped in 1:25000 scale and 119 samples of waters originating from Elazığ Magmatics were collected. The sample sites were marked on 1:25000 scale map.

In order to determine environmental conditions, the pH and temperature of the waters were measured during sampling. The mean pH value of the waters was 7,46. The sampled waters generally have pH values just exceeding neutral point, high eH and their temperatures were influenced by seasonal changes. All of these features due to the waters were shallow waters circulating in the fractures and joints of the magmatics. The average temperature of the sampled waters was 16,8 °C in October, when the sampling was carried out. The nature of the waters affected the mobility of the elements studied.

Collected water samples were analyzed for 73 elements, using ICP-MS techniques. Among those elements only the ones which have pathfinder nature and could be evaluated statistically, were evaluated. These elements were As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U and Zn. For evaluation; frequency distribution tables, cumulative frequency graphs and probability graphs were used.

IV

Elazığ Magmatics were mapped in three group lithologies: namely andesitic, dioritic and granitic rocks. The statistical calculations and estimates were made for the Elazığ Magmatics as a whole at first and then individually for each group of the lithologies.

Evaluations and interpretations show that mean values for the elements are (as ppb); As: 5,6 , Cu:2 , Fe: 116,7 , Mn: 4,9 , Mo: 2,6 , Pb: 1,7 , U: 3,6 and Zn: 35,3. The treshhold values are (as ppb); As:33 , Cu:4 , Fe:513, Mn: 2,1 , Mo:10,4 , Pb:2,5 , U:13,8 and Zn:7,9. The water samples were element contents are higher then treshhold values are located in 3 areas: the areas whereElazığ Magmatics cut Keban Metamorphics, north of thrust zone between Elazığ Magmatics and K  m  rhan Ophiolites and Topalu  ağı area were younger phases (granodiorite and dasite) of the magmatics cut older phases.

Keywords : Elazığ Magmatics, hydrogeochemical parameters, mean value, threshold value, anomaly.

TEŞEKKÜR

“Yolçatı – Baskil – Kömürhan (Elazığ) arasındaki Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri” başlıklı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında, 2001-2005 yılları arasında doktora tez çalışması olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın her aşamasında değerli katkı ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanı Sayın Hocam Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU’na içtenlikle teşekkür ederim.

Çalışmamın çeşitli bölümlerindeki önerileri ve eleştirileri, ayrıca kaynak makale ve kitap yardımlarıyla beni destekleyen bütün Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine, özellikle Yrd.Doç.Dr. Cemal BÖLÜCEK’e, Doç.Dr. Ahmet ŞAŞMAZ’a ve Yrd.Doç.Dr. Muharrem AKGÜL’e , ayrıca bilgisayarda çizim konusunda yardımcı olan Jeofizik Yük. Müh. Mahmut PALUTOĞLU’na teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar giderleri için beni maddi olarak destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (FÜBAP) yönetim birimine teşekkür ederim.

Devlet Su İşleri 9. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürü Ahmet Ferit ÇİLESİZ’e gösterdiği hoşgöründen dolayı, Jeoloji Yük. Müh. Cebail POLAT’a bölgenin genel jeolojisine ışık tutan önerilerinden dolayı, Kimya Müh. Hacı AKGÜL’e genel kimya konularındaki aydınlatıcı bilgilerinden dolayı teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım sırasında yöreyle ilgili yaptığı kılavuzluktan dolayı ve su örneklerinin toplanmasındaki yardımlarından dolayı Babam Kemal GERÇEK’e, verdikleri manevi desteklerinden dolayı tüm ev halkıma ve özellikle Türkçe yazım kuralları ile ilgili verdiği bilgilerden dolayı Türkçe Öğretmeni Eşim Nurten GERÇEK’e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	I
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
TABLolar LİSTESİ	XII
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışma Yöntem ve Teknikleri	2
1.3. Önceki Çalışmalar	2
1.4. Coğrafik Durum	5
2. GENEL JEOLojİ	8
2.1. Keban Metamorfitleri	8
2.2. Kömürhan Ofiyolitleri	10
2.3. Elazığ Mağmatitleri	11
2.3.1. Elazığ Mağmatitlerinin Litolojik ve Petrografik Özellikleri	12
2.3.1.1. Diyoritik Kayaç Topluluğu	12
2.3.1.2. Granitik Kayaç Topluluğu	14
2.3.1.3. Andezitik Kayaç Topluluğu	16
2.3.1.4. Damar Kayaçları	16
2.3.2. Elazığ Mağmatitlerinin Petrojenetik Özellikleri ve Yaşı	17
2.4. Seske Formasyonu	20
2.5. Kırkgeçit Formasyonu	21
2.6. Alüvyon	22
2.7. Yapısal Jeoloji	22
2.8. Bilinen Cevherleşmeler ve Anomali Sahaları	24
2.8.1. Kontak Metasomatik Cevher Oluşumları	24
2.8.2. Hidrotermal Cevher Oluşumları	25
3. ÇALIŞMA YÖNTEM VE TEKNİKLERİ	27
3.1. Çalışma Alanının Fizikokimyasal Koşulları	27
3.2. Örnek Alımı	30
3.3. Analiz Yöntemi	32
3.4. Veri Analiz Yöntemleri	35
3.4.1. Sınıflandırma ve Histogramlar	35
3.4.2. Olasılık Grafikleri	37
3.5. İstatistiksel Parametrelerin Saptanması	38
4. HİDROJEOKİMYASAL PROSPEKSİYON PARAMETRELERİ VE ANOMALİLERİ	39
4.1. Arsenik	39
4.1.1. Genel Prospeksiyon	41
4.1.2. Detay Prospeksiyon	45
4.1.2.1. Andezit grubu kayaçlarda dağılım	45
4.1.2.2. Diyorit grubu kayaçlarda dağılım	46
4.1.2.3. Granit grubu kayaçlardaki dağılım	48
4.2. Bakır	52
4.2.1. Genel Prospeksiyon	52
4.2.2. Detay Prospeksiyon	57
4.2.2.1. Andezit grubu kayaçlarda dağılım	57
4.2.2.2. Diyorit grubu kayaçlarda dağılım	59
4.2.2.3. Granit grubu kayaçlardaki dağılım	62

4.3. Demir	64
4.3.1. Genel Prospeksiyon	64
4.3.2. Detay Prospeksiyon	70
4.3.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım	70
4.3.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım	72
4.3.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım	75
4.4. Manganez	77
4.4.1. Genel Prospeksiyon	80
4.4.2. Detay Prospeksiyon	84
4.4.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım	84
4.4.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım	86
4.4.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım	89
4.5. Molibden	92
4.5.1. Genel Prospeksiyon	92
4.5.2. Detay Prospeksiyon	97
4.5.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım	97
4.5.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım	99
4.5.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım	101
4.6. Kurşun	105
4.6.1. Genel Prospeksiyon	105
4.6.2. Detay Prospeksiyon	110
4.6.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım	110
4.6.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım	112
4.6.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım	115
4.7. Uranyum	117
4.7.1. Genel Prospeksiyon	117
4.7.2. Detay Prospeksiyon	122
4.7.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım	122
4.7.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım	125
4.7.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım	127
4.8. Arsenik	130
4.8.1. Genel Prospeksiyon	130
4.8.2. Detay Prospeksiyon	135
4.8.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım	135
4.8.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım	138
4.8.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım	139
5. KORELASYON	145
5.1. Su Örneklerindeki Elementler Arası Korelasyon	145
5.1.1. Bütün Su Örneklerindeki Elementler Arası Korelasyon	145
5.1.2. Andezit Grubu Kayalardan Kaynaklanan Su Örneklerinde Elementler Arası Korelasyon	147
5.1.3. Diyorit Grubu Kayalardan Kaynaklanan Su Örneklerinde Elementler Arası Korelasyon	149
5.1.4. Granit Grubu Kayalardan Kaynaklanan Su Örneklerinde Elementler Arası Korelasyon	150
5.2. Kayal Gruplarındaki Elementler ile Su Örneklerindeki Elementler Arasındaki Korelasyon	152
6. SONUÇLAR	155
KAYNAKLAR	161
EKLER	
EK 1.Yolçatı-Baskil-Kömürhan Arası Jeoloji Haritası ve Örnek Alım Noktaları (Ölçek: 1 / 25 000)	

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası	6
Şekil 2.1. İnceleme alanının jeoloji haritası	9
Şekil 2.2. Elazığ Mağmatitlerinin Wright diyagramındaki dağılımı	17
Şekil 2.3. Elazığ Mağmatitlerinin $\text{SiO}_2\text{-FeO}^*/\text{MgO}$ diyagramındaki dağılımı	18
Şekil 2.4. Elazığ Mağmatitlerinin AFM diyagramındaki dağılımı	19
Şekil 2.5. Elazığ Mağmatitlerinin Rb-SiO_2 diyagramındaki dağılımı	19
Şekil 2.6. Elazığ Mağmatitlerinin Rb/Zr-Nb ve Rb/Zr-Y diyagramındaki dağılımı	20
Şekil 2.7. Elazığ Mağmatitlerine ait kırık ve çatlakların doğrultularını gösterir gül diyagramı	23
Şekil 2.8. Elazığ Mağmatitlerine ait kırık ve çatlakların eğim yönlerini gösterir gül diyagramı	24
Şekil 2.9. Bilasir Tepe civarı cevher damarları lokasyonu ve jeoloji haritası	26
Şekil 3.1. Jeokimyasal çevrim	27
Şekil 3.2. Tablo 3.2.'deki su örneklerine ait örnek alım haritası	31
Şekil 3.3. ICP-MS aletsel analiz yönteminin kullanım alanları	33
Şekil 4.1. Bütün su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	42
Şekil 4.2. Bütün su örneklerinin As içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	43
Şekil 4.3. Bütün su örneklerindeki As içeriğinin alansal dağılımı	44
Şekil 4.4. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	47
Şekil 4.5. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	48
Şekil 4.6. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	50
Şekil 4.7. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	50
Şekil 4.8. As elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım	51
Şekil 4.9. Bütün su örneklerinin logaritmik $\text{Cu}(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	54
Şekil 4.10. Bütün su örneklerinin logaritmik $\text{Cu}(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	55
Şekil 4.11. Bütün su örneklerindeki Cu içeriğinin alansal dağılımı	56
Şekil 4.12. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $\text{Cu}(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	58

Şekil 4.13. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Cu(x10) i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	59
Şekil 4.14. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Cu(x10) i6eriğine g6re hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve k6m6latif frekans grafiği	61
Şekil 4.15. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Cu(x10) i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	61
Şekil 4.16. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Cu(x10) i6eriğine g6re hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve k6m6latif frekans grafiği	63
Şekil 4.17. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Cu(x10) i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	64
Şekil 4.18. Cu elementinin ayrı ayrı kayal gruplarına g6re b6t6n 6alışma alanında g6stermiş olduğu alansal dağılım	65
Şekil 4.19. B6t6n su 6rneklerinin logaritmik Fe i6eriğine g6re hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve k6m6latif frekans grafiği	68
Şekil 4.20. B6t6n su 6rneklerinin Fe i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	68
Şekil 4.21. B6t6n su 6rneklerindeki Fe i6eriğinin alansal dağılımı	69
Şekil 4.22. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Fe i6eriğine g6re hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve k6m6latif frekans grafiği	71
Şekil 4.23. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Fe i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	72
Şekil 4.24. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Fe i6eriğine g6re hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve k6m6latif frekans grafiği	74
Şekil 4.25. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Fe i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	74
Şekil 4.26. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Fe i6eriğine g6re hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve k6m6latif frekans grafiği	76
Şekil 4.27. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Fe i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	77
Şekil 4.28. Fe elementinin ayrı ayrı kayal gruplarına g6re b6t6n 6alışma alanında g6stermiş olduğu alansal dağılım	78
Şekil 4.29. B6t6n su 6rneklerinin logaritmik Mn(x10) i6eriğine g6re hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve k6m6latif frekans grafiği	81
Şekil 4.30. B6t6n su 6rneklerinin logaritmik Mn(x10) i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	81
Şekil 4.31. B6t6n su 6rneklerindeki Mn i6eriğinin alansal dağılımı	82
Şekil 4.32. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Mn(x10) i6eriğine g6re hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve k6m6latif frekans grafiği	85
Şekil 4.33. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Mn(x10) i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	86
Şekil 4.34. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Mn(x10) i6eriğine g6re hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve k6m6latif frekans grafiği	88
Şekil 4.35. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklerinin logaritmik Mn(x10) i6eriğine g6re hazırlanan olasılık grafiği	88

Şekil 4.36. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	90
Şekil 4.37. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	90
Şekil 4.38. Mn elementinin ayrı ayrı kayal gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım	91
Şekil 4.39. Bütün su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	94
Şekil 4.40. Bütün su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	95
Şekil 4.41. Bütün su örneklerindeki Mo içeriğinin alansal dağılımı	96
Şekil 4.42. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	98
Şekil 4.43. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	99
Şekil 4.44. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	100
Şekil 4.45. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	101
Şekil 4.46. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	103
Şekil 4.47. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	103
Şekil 4.48. Mo elementinin ayrı ayrı kayal gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım	104
Şekil 4.49. Bütün su örneklerinin logaritmik $Pb(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	108
Şekil 4.50. Bütün su örneklerinin logaritmik $Pb(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	108
Şekil 4.51. Bütün su örneklerindeki Pb içeriğinin alansal dağılımı	109
Şekil 4.52. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Pb(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	111
Şekil 4.53. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Pb(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	112
Şekil 4.54. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Pb(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	114
Şekil 4.55. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Pb(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	114
Şekil 4.56. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Pb(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	116
Şekil 4.57. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Pb(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	116

Şekil 4.58. Pb elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım	118
Şekil 4.59. Bütün su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	121
Şekil 4.60. Bütün su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	121
Şekil 4.61. Bütün su örneklerindeki U içeriğinin alansal dağılımı	123
Şekil 4.62. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	124
Şekil 4.63. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	125
Şekil 4.64. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	127
Şekil 4.65. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	127
Şekil 4.66. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	129
Şekil 4.67. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	129
Şekil 4.68. U elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım	131
Şekil 4.69. Bütün su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	134
Şekil 4.70. Bütün su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	134
Şekil 4.71. Bütün su örneklerindeki Zn içeriğinin alansal dağılımı	136
Şekil 4.72. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	137
Şekil 4.73. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	138
Şekil 4.74. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	140
Şekil 4.75. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	140
Şekil 4.76. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği	142
Şekil 4.77. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği	142
Şekil 4.78. Zn elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım	144
Şekil 5.1. Fe-Mn elementleri arası korelasyon grafiği	147
Şekil 5.2. U-Mo elementleri arası korelasyon grafiği	147

Şekil 5.3. Cu-Zn elementleri arası korelasyon grafiği	148
Şekil 5.4. Mn-Zn elementleri arası korelasyon grafiği	149
Şekil 5.5. Fe-Mn elementleri arası korelasyon grafiği	149
Şekil 5.6. Fe-Mn elementleri arası korelasyon grafiği	151
Şekil 5.7. Cu-Fe elementleri arası korelasyon grafiği	152
Şekil 5.8. Cu-Mn elementleri arası korelasyon grafiği	152
Şekil 5.9. Cu-Pb elementleri arası korelasyon grafiği	153
Şekil 5.10. Fe-Mn elementleri arası korelasyon grafiği	153



TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1. Elementlerin yüzeysel ortamdaki hareketlilikleri	27
Tablo 3.2. Çalışma alanında alınan su örneklerinin pH ve sıcaklık ($T^{\circ}\text{C}$) ölçüm sonuçları ile bu suların kaynaklandığı kayaç grupları	29
Tablo 3.3. Elan 6000 tipi ICP-MS aletinde analizi yapılan elementlere ait dedeksiyon limiti değerleri	34
Tablo 3.4. Analiz yönteminin inceliği	35
Tablo 4.1. Su örneklerinin ppb olarak As içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayaç grupları	40
Tablo 4.2. Bütün su örneklerinin aritmetik ve logaritmik As içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	41
Tablo 4.3. Bütün su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	42
Tablo 4.4. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik As içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	45
Tablo 4.5. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik As içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	46
Tablo 4.6. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	47
Tablo 4.7. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik As içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	48
Tablo 4.8. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	49
Tablo 4.9. Su örneklerinin ppb olarak Cu(x10) içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayaç grupları	53
Tablo 4.10. Bütün su örneklerinin aritmetik Cu ve logaritmik Cu(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	52
Tablo 4.11. Bütün su örneklerinin logaritmik Cu(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	54
Tablo 4.12. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Cu ve logaritmik Cu(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	57
Tablo 4.13. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	58
Tablo 4.14. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Cu ve logaritmik Cu(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	60
Tablo 4.15. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	60
Tablo 4.16. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Cu ve logaritmik Cu(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	62
Tablo 4.17. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	63

Tablo 4.18. Su örneklerinin ppb olarak Fe içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayaç grupları	53
Tablo 4.19. Bütün su örneklerinin aritmetik ve logaritmik Fe içeriğine göre ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	67
Tablo 4.20. Bütün su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	67
Tablo 4.21. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik Fe içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	70
Tablo 4.22. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	71
Tablo 4.23. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik Fe içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	73
Tablo 4.24. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	73
Tablo 4.25. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik Fe içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	75
Tablo 4.26. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	76
Tablo 4.27. Su örneklerinin ppb olarak $Mn(x10)$ içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayaç grupları	79
Tablo 4.28. Bütün su örneklerinin aritmetik Mn ve logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	80
Tablo 4.29. Bütün su örneklerinin logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	80
Tablo 4.30. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mn ve logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	84
Tablo 4.31. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	85
Tablo 4.32. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mn ve logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	87
Tablo 4.33. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	87
Tablo 4.34. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mn ve logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	89
Tablo 4.35. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	90
Tablo 4.36. Su örneklerinin ppb olarak $Mo(x10)$ içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayaç grupları	93
Tablo 4.37. Bütün su örneklerinin aritmetik Mo ve logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	92
Tablo 4.38. Bütün su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	94

Tablo 4.39. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin aritmetik Mo ve logaritmik Mo(x10) i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	97
Tablo 4.40. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin logaritmik Mo(x10) i6eriğine g6re hazırlanan frekans dağılım tablosu	98
Tablo 4.41. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin aritmetik Mo ve logaritmik Mo(x10) i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	99
Tablo 4.42. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin logaritmik Mo(x10) i6eriğine g6re hazırlanan frekans dağılım tablosu	100
Tablo 4.43. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin aritmetik ve logaritmik Mo i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	102
Tablo 4.44. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin logaritmik Mo i6eriğine g6re hazırlanan frekans dağılım tablosu	102
Tablo 4.45. Su 6rneklelerinin ppb olarak Pb(x10) i6eriğı, bunların logaritmik d6nüşümleri ve su 6rneklelerinin kaynaklandığı kayaç grupları	106
Tablo 4.46. Bütün su 6rneklelerinin aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	107
Tablo 4.47. Bütün su 6rneklelerinin logaritmik Pb(x10) i6eriğine g6re hazırlanan frekans dağılım tablosu	107
Tablo 4.48. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	110
Tablo 4.49. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin logaritmik Pb(x10) i6eriğine g6re hazırlanan frekans dağılım tablosu	111
Tablo 4.50. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	113
Tablo 4.51. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin logaritmik Pb(x10) i6eriğine g6re hazırlanan frekans dağılım tablosu	113
Tablo 4.52. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	115
Tablo 4.53. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin logaritmik Pb(x10) i6eriğine g6re hazırlanan frekans dağılım tablosu	115
Tablo 4.54. Su 6rneklelerinin ppb olarak U(x10) i6eriğı, bunların logaritmik d6nüşümleri ve su 6rneklelerinin kaynaklandığı kayaç grupları	119
Tablo 4.55. Bütün su 6rneklelerinin aritmetik U ve logaritmik U(x10) i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	120
Tablo 4.56. Bütün su 6rneklelerinin logaritmik U(x10) i6eriğine g6re hazırlanan frekans dağılım tablosu	120
Tablo 4.57. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin aritmetik U ve logaritmik U(x10) i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	122
Tablo 4.58. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin logaritmik U(x10) i6eriğine g6re hazırlanan frekans dağılım tablosu	124
Tablo 4.59. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su 6rneklelerinin aritmetik Pb ve logaritmik U(x10) i6eriğine g6re, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	126

Tablo 4.60. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	126
Tablo 4.61. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik U içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	128
Tablo 4.62. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	128
Tablo 4.63. Su örneklerinin ppb olarak Zn(x10) içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayaç grupları	132
Tablo 4.64. Bütün su örneklerinin aritmetik Zn ve logaritmik Zn(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	133
Tablo 4.65. Bütün su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	133
Tablo 4.66. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Zn ve logaritmik Zn(x10) içeriğine göre ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	135
Tablo 4.67. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	137
Tablo 4.68. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Zn ve logaritmik Zn(x10) içeriğine göre ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	139
Tablo 4.69. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	139
Tablo 4.70. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Zn ve logaritmik Zn(x10) içeriğine göre ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler	141
Tablo 4.71. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu	142
Tablo 5.1. Korelasyon katsayısına göre değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvet derecesi	145
Tablo 5.2. Bütün su örneklerindeki element içeriğinin aritmetik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları	146
Tablo 5.3. Bütün su örneklerindeki element içeriğinin logaritmik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları	146
Tablo 5.4. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin aritmetik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları	148
Tablo 5.5. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin logaritmik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları	148
Tablo 5.6. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin aritmetik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları	150
Tablo 5.7. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin logaritmik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları	150
Tablo 5.8. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin aritmetik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları	151
Tablo 5.9. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin logaritmik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları	152
Tablo 5.10. Çeşitli kayaç ve su ortamlarındaki ortalama element miktarları	154

Tablo 5.11. Tablo 5.10' a göre elementler arasındaki korelasyon katsayıları	154
Tablo 5.12. Ortamların bütününde elementler arasındaki ilişkiler ve kuvvet dereceleri	155
Tablo 5.13. Tablo 5.10' da sütunlar (ortamlar) arasındaki korelasyon katsayıları	155
Tablo 6.1. Değişik elementler için kaynak sularındaki ortalama değerler ile çalışma alanındaki kaynak sularda bu elementler için elde edilen bazı parametreler	157



1. GİRİŞ

“Yolçatı – Baskil – Kömürhan (Elazığ) arasındaki Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri” başlıklı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında, 2001-2005 yılları arasında doktora tez çalışması olarak hazırlanmıştır.

Bilindiği gibi maden yataklarının aranmasında jeolojik, jeofizik, jeokimyasal yöntemler ile sondaj, galeri, yarma gibi fiziksel yöntemlerden faydalanılmaktadır. Bunlardan en yenisi olan jeokimyasal yöntemlerin maden prospeksiyonu dışında tarım, sağlık ve çevre mühendisliği konularında da kullanıldığı bilinmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Jeokimyasal prospeksiyonlar; belirtgen elementlerin cevherleşmeler çevresinde göstermiş oldukları ve cevherleşme ile yakından ilişkili olan normalden farklı dağılım özelliklerinin saptanmasına yöneliktir. Belirtgen elementlerin göstermiş oldukları, normalden farklı bu dağılıma “jeokimyasal anomali”denir. Elementlerin doğal sularda göstermiş oldukları anomali şekilleri ise “hidrojeokimyasal anomali” olarak bilinir. Jeokimyasal bir prospeksiyonun öncelikli amacı, cevherleşmelerden kaynaklanan jeokimyasal anomalilerin yerlerini saptamaktır.

Doğu Toroslarda geniş sahalarda yüzeylemeler veren ve değişik araştırmacılar tarafından farklı isimlerle incelenen çalışma alanındaki mağmatik kayaçların çeşitli cevherleşmeler içerdikleri bilinmektedir. Yaklaşık 250 km² 'lik inceleme alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların analizi ile hidrojeokimyasal prospeksiyon parametrelerin elde edildiği bu çalışmada;

a) İnceleme alanındaki kimyasal ve fiziksel koşullar,

b) Farklı kayaç cinslerinde elementlerin dağılımı ve bu dağılımın su jeokimyasına yansımaları,

c) Elementler arasında korelasyon,

d) İstatistiksel yöntemlerle eşik değer veya değerlerin belirlenerek anomali alanlarının ve olası cevherleşme bölgelerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Bölgede daha önceki yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından kayaç, toprak ve dere kumlarının kullanıldığı jeokimyasal prospeksiyon amaçlı çalışmalar yapılmış; ancak ilk defa bu çalışma ile doğal suların kullanıldığı bir hidrojeokimyasal prospeksiyon çalışması yapılmıştır.

1.2. Çalışma Yöntem ve Teknikleri

“Yolçatı – Baskil – Kömürhan (Elazığ) arasındaki Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri” başlıklı bu çalışma dört değişik aşamada gerçekleştirilmiştir:

- I- Literatür incelemeleri,
- II- Arazi çalışmaları,
- III- Laboratuvar çalışmaları,
- IV- Sonuçların değerlendirilmesi.

Literatür inceleme çalışmalarında; inceleme alanı ve çevresinde yapılmış jeolojik araştırmalar incelenmiş, Türkiye’de ve dünyada çalışma konusu ile ilgili rapor, makale ve kitaplardan bilgiler toplanmıştır. Literatür çalışmalarına arazi çalışmalarından önce başlanmış, tüm çalışmaların bitimine kadar devam edilmiştir.

Arazi çalışmalarında 119 adet doğal su örneği alınmıştır. İnceleme alanının 1 / 25 000 ölçekli topoğrafik haritası üzerine alınan örneklerin yerlerinin işaretlenmesi suretiyle örnek alım noktaları haritası hazırlanmıştır. Yine çalışma alanının 1 / 25 000 ölçekli jeoloji haritası, bölgede daha önce yapılan çalışmalar (Yazgan, 1984; Asutay, 1985; Çetindağ, 1989; Akgül M., 1987; Bölücek, 1995; Gerçek, 1996; Türkyılmaz, 1997; Tüfekçi ve Dumanlılar, 1998) sahada korale edilerek hazırlanmıştır.

Laboratuvar çalışmalarında; arazide alınan su örneklerinin analize kadar korunması işlemleri ile analizi gerçekleştirilmiştir. Alınan su örneklerinin element içerikleri ICP-MS analiz yöntemi ile tespit edilmiştir. Örneklerin analizi, Kanada’ da bulunan “ACME Analytical Laboratories Ltd.” laboratuvarlarında yapılmıştır.

Laboratuvar çalışmaları neticesinde yaklaşık 120 adet su örneğinin element içerikleri belirlenmiş, bu örneklerde analiz edilen As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn elementlerinin istatistiksel ve alansal dağılımları incelenmiştir. Bu elementler için istatistiksel çalışmalar yapılmış, temel değer ve eşik değerler belirlenmiş, anomali toplulukları bulunmuştur.

1.3. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanı Doğu Toros Orojenik Kuşağı üzerinde yer almaktadır. Bu kuşak; üzerinde bulunan ve ülke ekonomisine önemli katkılarda bulunmuş maden yataklarından, büyük mühendislik yapıları olan barajlardan ve önemli tektonik yapılardan dolayı yerbilimcilerin daima ilgisini çekmiştir. İnceleme alanı ve yakın çevresi ile ilgili olarak yapılan jeolojik çalışmalardan bazılarını şöyle sıralayabiliriz:

Ketin (1946, 1966), Tolun (1955), Naz (1979), Perinçek (1979a, 1979b), Perinçek ve Özkaya (1981), Kipman (1981), Yazgan (1981, 1983, 1984), Bingöl (1982, 1984, 1988),

Hempton ve Savcı (1982), Özkul (1982,1988), Hempton (1983, 1984, 1985), Perinçek ve Kozlu (1984), Yazgan vd. (1984), Turan (1984), Asutay (1985, 1987), Özkul ve Üşenmez (1986), Sağiroğlu (1986, 1992), Sağiroğlu ve Preston (1987), Tatar (1987), Olgun (1987), Çetindağ (1989), Akgül M. (1987, 1991), Akgül B. (1987, 1993), Karabulut (1988), Bölücek (1988, 1995), Şaşmaz ve Sağiroğlu (1990), Turan ve Bingöl (1991), Aydoğdu (1991), Beyarslan (1991, 1996), Yazgan ve Chessex (1991), Aksoy (1993), İnceöz (1994), Tüfekçi ve Dumanlılar (1994a, 1994b, 1998), Gerçek (1996), Türkyılmaz (1997).

Bu çalışmalardan bazılarının incelenmesiyle çalışma alanı ve yakın çevresi hakkında elde edilen önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Ketin (1966); Türkiye'yi 4 ana tektonik üniteye bölmüş ve bunları Pontidler (Kuzey ve Batı Anadolu Kuşağı), Anatolidler (İç Anadolu Kuşağı), Toridler (bütün Toroslar), Kenar Kıvrımları (Güney Doğu Anadolu) olarak isimlendirmiştir. Bu ayrıma göre çalışma alanı Torid Kuşağı içerisinde kalmaktadır.

Kipman (1976, 1981, 1983); Keban civarında yaptığı çalışmalarında, Keban Metamorfitlerini yaşıdan gence doğru, mermer, kristalize kireçtaşı-kalkışist ve metakonglomera-kalkfillit olarak üç ayrı birime ayırmıştır. Araştırmacı bu birimin rekristalize kireçtaşı-kalkışist formasyonunun fosil içeriğine göre birime Permien yaşı vermiş, bölgesel metamorfizmanın yaşının da Jura-Alt Kretase olabileceğini ileri sürmüştür.

Perinçek (1979a, 1979b); ilk defa Hakkari ili, Yüksekova ilçesi civarında tanımladığı Yüksekova Karmaşığının; kireçtaşı, şeyl, kumtaşı, volkanik kumtaşı, tüf, aglomera, bazalt, diyabaz, gabro, serpantin, granit ve granodiyoritten oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmacı, yastık lavlar ve lav akıntıları arasındaki mikritik kireçtaşlarının fosil içeriğine göre karmaşığın yaşını Kampaniyen-Measitriyen olarak vermiştir.

Yazgan (1981, 1983, 1984); Elazığ-Malatya çevresinde yapmış olduğu çalışmalarında bölgenin jeotektonik evrimini Levha Tektoniği kuramına göre yorumlamıştır. Bu araştırmacıya göre bölgede biri Üst Kretase, diğeri Orta Eosende olmak üzere iki etkin kıta kenarı gelişmiş ve bunlardan Üst Kretasede gelişen etkin kıta kenarı üzerinde Yüksekova Karmaşığı, Orta Eosendeki etkin kıta kenarı üzerinde ise Maden Karmaşığı oluşmuştur. K/Ar metodunu kullanarak yaptığı yaş tayininde derinlik kayaçları için Koniasiyen-Santoniyen (82-84my), yarı derinlik kayaçları için Kampaniyen (74-80my) yaşlarını bulmuştur.

Bingöl (1982, 1984, 1987, 1988); Elazığ - Pertek - Kovancılar arasında yaptığı çalışmalarında, Yüksekova Karmaşığına ait kayaçların oluştukları jeotektonik ortamı belirlemeye çalışmış, toleyitik ve kalkalkalen kayaçlardan oluşan karmaşığın kuzeye doğru dalımlı bir yitim zonunda kısmen okyanus kısmen de kıta kenarı üzerinde

gelişmiş yay mağmatizması ürünleri olduğunu belirtmiştir. Araştırmacıya göre granitler, tüm derinlik ve yüzey kayaçları ile Keban Metamorfiklerini kesmektedir.

Perinçek ve Kozlu (1984) tarafından Afşin-Elbistan-Doğanşehir civarında yapmış oldukları çalışmada, volkanitleri kesen granit ve granodiyoritin ada yayı mağmatizmasındaki farklılaşmanın son evresini temsil ettiği savunulmuştur.

Asutay (1985, 1987); Kömürhan-Baskil yörelerinde yapmış olduğu çalışmalarda bu civarda yüzeyleyen mağmatik kayaçların ayrıntılı petrografik, petrolojik ve jeokimyasal özelliklerini incelemiş ve bu incelemeler neticesinde mağmatitlerin Arap platformu ve Keban Levhası arasında var olan bir okyanus kabuğunun kuzeye doğru Keban Levhası altına dalması sonucunda oluştuğunu belirterek, bu mağmatitlerin I tipinde granitoidler olduğunu savunmuştur.

Sağiroğlu (1986), Sağiroğlu ve Preston (1987), Şaşmaz ve Sağiroğlu (1990); Kızıldağ çevresinde yaptıkları çalışmalara göre, bölgede görülen cevherleşmeler olasılıkla Üst Kretase-Paleosen yaş aralığında Keban Metamorfitlerinin Yüksekova Karmaşığı üzerine bindirmesi sırasında gelişmiştir ve bölgenin tektonik evrimiyle yakından ilgilidir. Kızıldağ'daki cevherleşmeler daha çok granit türü kayaçlar içerisinde D-B doğrultulu, kuzeye eğimli faylanmalarla ilişkili olarak gelişmiştir. Billurik dereinde görülen cevherleşmeler ise K-G doğrultulu tansiyon çatlaklarına yerleşmiş damar tipi cevherleşmelerdir. Asıl cevher mineralleri spekülait, pirit, kalkopirit, galen, sfalerit ve bakır mineralleridir.

Akgül M. (1987, 1991); Baskil çevresinde yaptığı çalışmalarda bölgede yüzeyleyen mağmatik kayaçları "Baskil Granitoidi" olarak adlandırarak granitoidi oluşturan birimlerden diyoritlerin aşırı tüketilmiş kaynağı, granitlerin ise uyumsuz elementlerce zengin kaynağı işaret ettiklerini belirtmiştir. Araştırmacı Baskil Granitoidinin çarpışma bölgesindeki farklı cinsteki kayaçların kısmi ergimesiyle oluştuğunu ve kalkalkali seri karakterinde olduğunu ileri sürmüştür.

Aydoğdu (1991); Dutluköy (Elazığ) civarında yaptığı çalışmada, Üst Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığının diyorit, monzodiyorit, tonalit, granodiyorit, granit ve volkano-sedimanter kayaçlardan oluştuğunu, Kretase yaşlı Kömürhan Metaofiyolitlerinin ise çalışma alanında sadece amfibolitler tarafından temsil edildiğini, Yüksekova Karmaşığına ait granitik kayaçların diyoritik kayaçları ve metaofiyolitleri kestiğini belirtmiştir. Araştırmacı tarafından analizler ve diyagramlar yardımıyla her iki birimin de yitim sonucu oluşan ada yayı ürünleri olduğu tespit edilmiştir.

Akgül B. (1993); Piran Köyü (Keban) çevresinde yaptığı çalışmada mağmatitlerin üç farklı evrede oluştuğunu belirtmiştir: Birinci evrede bazik bileşimli derinlik ve yüzey kayaçları, ikinci evrede asit bileşimli derinlik ve yüzey kayaçları, üçüncü evrede ise aplit ve lamprofir

bileşimli damar kayaçları oluşmuştur. Bu kayaçların düşük dereceli metamorfizma geçirdiğini belirten araştırmacıya göre bu bölgedeki mağmatik kayaçlar ada yayı mağmatizması ürünleridir ve derinlik kayaçları toleyitik seriye ait I tipi granitoid kapsamına alınabilir.

Tüfekçi ve Dumanlılar (1994a, 1994b); MTA bünyesindeki GAP Maden Aramaları Projesi kapsamında 1991 yılında başlatılan ve Baskil Mağmatitlerinde yapılan genel jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları neticesinde bir çok yerde Cu, Pb, Zn, As anomalileri tespit etmişler ve anomaliler iki grup içerisinde toplamışlardır: I- Porfiri tipteki Cu, Mo mineralizasyonları (Topaluşağı-Baskil, Situşağı-Baskil, Kızımehmet-İspendere), II- Baskil Mağmatik kayaçları içerisindeki Au, Cu ve Fe içeren hidrotermal kuvars damarları (Nazaruşağı-Baskil). Aynı çalışmada Baskil Mağmatitlerinin çok fazlı olduğu ve son fazı oluşturan asidik kayaçların, porfiri tip Cu-Mo cevherleşmesini oluşturan alterasyon ve mineralizasyonu sağladığı belirtilmiştir.

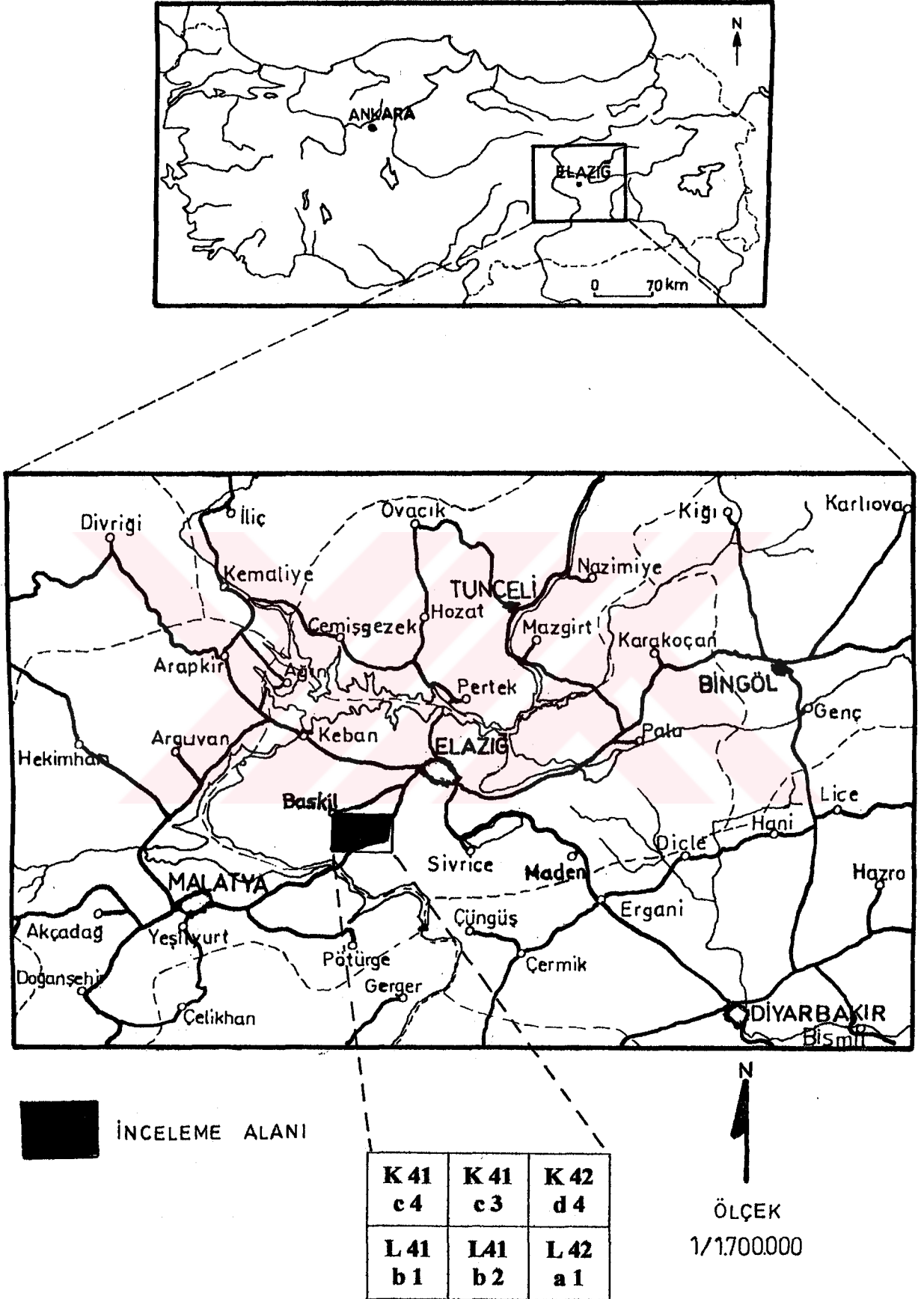
Bölücek (1995) tarafından Baskil çevresinde yapılan çalışmada, dere kumlarının jeokimyasal parametreleri saptanmış, dere kumu analiz verileri değişik istatistiksel yöntemlerle değerlendirilerek anomali alanları belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından granit grubu kayaçların yüzeylendiği bölümde alansal olarak Cu, Pb, Zn ve As anomalisi, bazalt grubu kayaçların yüzeylendiği kısımda ise Cu, Co, Ni, Zn ve Cd anomalisi ve tonalit grubu kayaçların yüzeylendiği bölümde ise düşük şiddetli Pb anomalisi tespit edilmiştir.

Gerçek (1996); Nazaruşağı (Baskil) hidrotermal kuvars damarları ve ilgili cevherleşmeleri incelemiş, hidrotermal kuvars damarlarının yaklaşık 345° yönlü sıkışmanın etkisiyle gelişmiş makaslama kırıklarına, özellikle de KB-GD doğrultulu kırıklara yerleştiğini belirtmiştir. Kuvars damarları boyunca primer cevher minerallerinin kalkopirit, pirit, bizmut mineralleri, sfalerit ve altın olduğunu tespit eden araştırmacı bu hidrotermal oluşukların epitermal sisteme ait olduğunu savunmuştur.

Türkyılmaz (1997); Cansızhimik – Galuşağı – Kiziruşağı (Baskil) arasında mevcut cevherleşmeleri incelediği çalışmasında yöredeki cevherleşmelerin aktif kıta kenarı ürünleri olan mağmatitler içerisinde, kırık ve çatlaklarda damarlar şeklinde yer aldığını, bu alanda gözlenen cevher minerallerinin pirit, kübanit, kalkopirit, arsenopirit, pirotin, kovellin-kalkosin ve limonit olduğunu belirtmiştir.

1.4. Coğrafik Durum

İnceleme alanı, Elazığ ilinin yaklaşık 25 km. güneybatısındaki Hankendi Nahiyesi Yolçatı Köyünden başlayıp, buradan yaklaşık 20 km batıdaki Kömürhan Mevkii ile Baskil ilçesi arasındaki yaklaşık 250 km² 'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu alan 1/25000 ölçekli Malatya K41-c3, K41-c4, K42-d4, L41-b1, L41-b2 ve L42-a1 paftalarında yer alır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

İnceleme alanının kuzeyinde Elazığ – Baskil karayolu, güneyinde Elazığ – Malatya karayolu, batısında ise Baskil – Kömürhan karayolu bulunmaktadır. Bu yollarla her mevsim çalışma alanına ulaşım mümkündür ve çalışma alanındaki yerleşim birimleri bu ana yollara asfalt veya stabilize yollarla bağlanmaktadır (Ek-1).

Çalışma alanında Baskil ilçe merkezinden başka irili ufaklı bir çok yerleşim yeri bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; Şahaplı, Düğüntepe, Demirlibahçe, Günbağı, Karagedik, Ayrınlı, Beri Karaali, Bulutlu, Gözpmar, Akçakale, Koçharman, Karaali, Çavuş, Topaluşağı, Tatlıpayam, Meydancık ve Sapanlı köyleridir.

Bölgede önemli yükseltiler kuzeybatı – güneydoğu doğrultusunda uzanır. Genelde kuzeyden güneye doğru alçalan bir topografya sunmaktadır. En önemli yükseltiler olarak; Pirhasan Dağı (2004 m.), Heybeli Dağ (2031 m.), Düğün Tepe (1726 m.), Çobantaşı Tepe (1634 m.), Hamberipuze Tepe (1249 m.), Büksor Tepe (1511 m.), Hemik Tepe (1449 m.), Gaz Tepe (1139 m.), Pağ Tepe (1368 m.), Betkan Tepe (1309 m.) sayılabilir.

Çalışma alanında su bölüm hattı da kuzeybatı – güneydoğu doğrultusunda uzanır. Bu hattın kuzeyindeki bölümde çalışma alanının kuzey sınırını oluşturan Şefkat Deresi; Dirkan Dere, Ballık Dere gibi irili ufaklı dereleri de bünyesinde toplayarak, çalışma alanının batı sınırını oluşturan Geli Çayı ile birleşip, Karakaya Baraj Gölü'ne ulaşır. Su bölüm hattının güneyindeki bölümde ise çalışma alanının güney sınırını belirleyen Büyük Çay; Alık Dere, Karataş Dere, Sat Dere, Buk Dere, Topaluşağı Dere gibi irili ufaklı dereleri de bünyesinde toplayarak Karakaya Baraj Gölü'ne ulaşır.

Tipik karasal iklime sahip olan bölgede yaz ayları kurak ve sıcak, kış ayları ise soğuk ve yağışlı geçer. 1120 m. kotunda kurulu Günçatı Meteoroloji İstasyonu verilerine göre; yıllık sıcaklık ortalaması 13°C, yıllık yağış ortalaması 473 mm., yıllık buharlaşma ortalaması ise 1927 mm.'dir.

Bitki örtüsü açısından oldukça fakir olan bölgede çok sınırlı alanlarda meşelikler ve bahçeler yer almaktadır. Yöre halkının en önemli geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Ancak bölgenin büyük bölümü topografik olarak engebeli olduğu için tarıma elverişli alanlar sınırlıdır.

2. GENEL JEOLJİ

Çalışma alanının 1 / 25 000 ölçekli jeoloji haritası (Ek-1), bölgede daha önce yapılan çalışmalar (Yazgan, 1984; Asutay, 1985; Çtındağ, 1989; Akgöl M., 1987; Bölücek, 1995; Gerçek, 1996; Türkyılmaz, 1997; Tüfekçi ve Dumanlılar, 1998) sahada korale edilerek hazırlanmış, petrografik ve jeolojik veriler de bu araştırmacıların çalışmalarından derlenmiştir.

Çalışma alanında yüzeylenen litolojik birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanmaktadır: Permo-Triyas yaşlı Keban Metamorfitlei, Üst Kretase yerleşim yaşlı Kömürhan Ofiyolitleri, Üst Kretase yaşlı Elazığ Mağmatitleri, Üst Paleosen-Eosen yaşlı Seske Formasyonu ve Orta Eosen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu (Şekil 2.1). Bu litolojik birimler anlatılırken çalışma konusu Elazığ Mağmatitleri ile ilgili daha ayrıntılı bilgiler verilecektir.

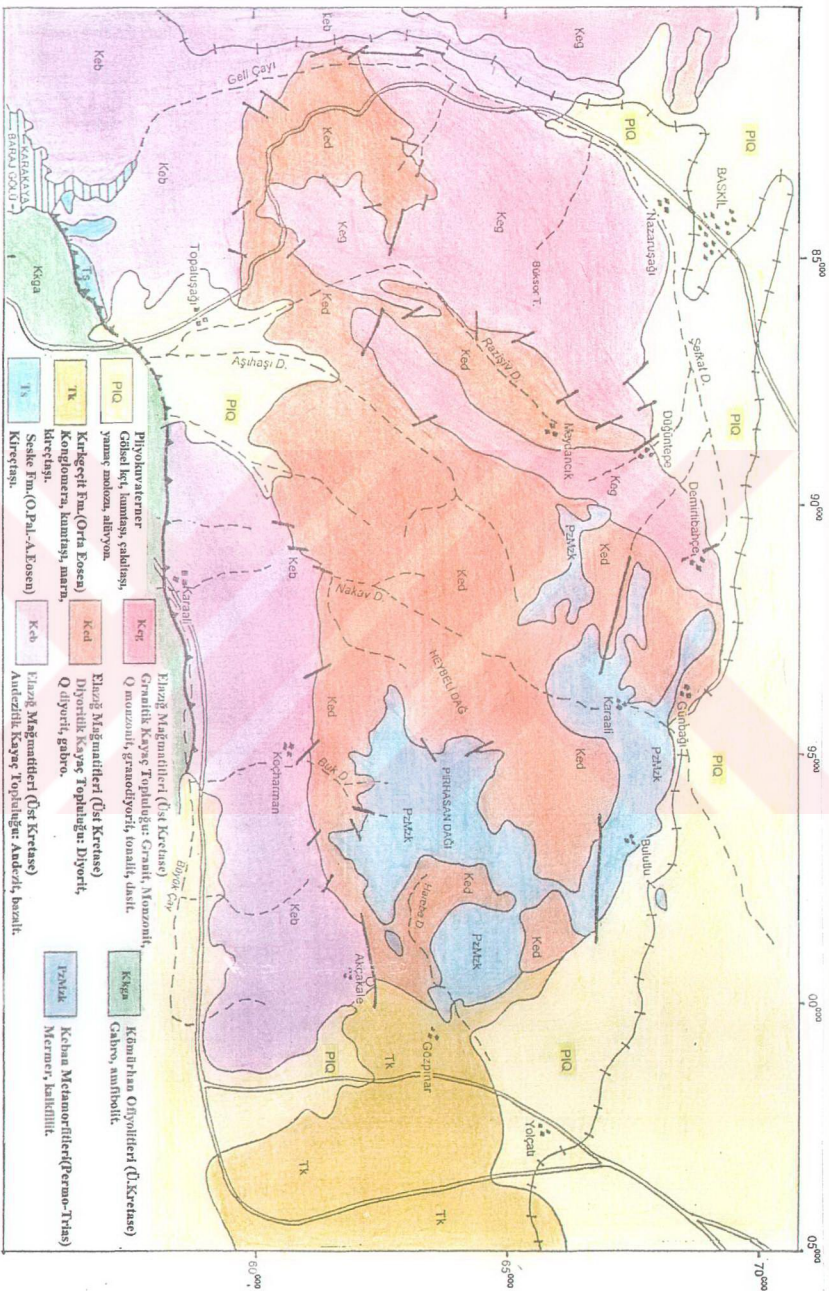
2.1. Keban Metamorfitlei (Permo-Triyas; PzMzK)

İlk defa Özgöl (1976) tarafından Batı Toroslarda görülen birim, Alanya Birliği'ne dahil edilerek adlandırılmıştır. Elazığ çevresinde yapılan çalışmalarda (Perinçek, 1979a, 1979b; Yazgan, 1981, 1983; Bingöl, 1982, 1984, 1987; Avşar, 1983; Asutay, 1985; Özkul, 1988, Akgöl, 1993) birim aynı adla kullanılmıştır.

Keban Metamorfitlei çalışma alanının kuzeydoğusunda Bulutlu, Karaali, Günbağı, Karagedik, Ayrınlı, Çavuş, Gözpınar köyleri ile Pirhasan Dağı, Kurtboğan Tepe, Kırmızı Tepe, Merhan Tepe, Kasil Tepe ve Çobantaşı Tepe yörelerinde yüzeylenmektedir ve mağmatitler üzerinde şapka şeklinde görölmektedir.

Çalışma alanında dış yüzeyi kirli beyaz, yer yer grimsi renklerde, kırılma yüzeyleri ise beyaz, karstik, kırıklı ve çatlaklı rekristalize kireçtaşı ve mermerlerden ibaret Keban Metamorfitlei KD-GB / KB-GD doğrultularında makaslama kırıkları içerir. Bu kırıklar boyunca yer yer diyoritik magma intrüzyonları gözlenir. Keban Metamorfitlei ile Elazığ Mağmatitleri arasındaki dokanak intrüzif olup, dokanak boyunca gelişmiş skarn zonu mevcuttur (Bölücek, 1995).

Elazığ Mağmatitleri ile Keban Metamorfitleiinin dokanakları boyunca iri taneli, sakkaroid dokulu kalsit ve dolomit içeren mermerleşmeler gözlenir. Bu kristallerin boyu 1-2 cm. civarındadır, ancak dokanaktan uzaklaştıkça bu kristallerin boylarının küçüldüğü göröölür. Yine bu dokanaklar boyunca yer yer limonite dönüşmüş grimsi siyah renkli manyetit bantları da gözlenir (Çetındağ, 1989).



Şekil 2.1. İnceleme alanının jeolojî haritası.

Genel olarak belirgin şistozitenin izlendiği Keban Metamorfitlerine ait kayaçların kırık ve çatlakları boyunca erime yapıları gelişmiştir. Çatlaklar ise genelde kalsit kristallerince doldurulmuştur. Kaba masif görünümünde olan birim, yer yer orta-kalın tabakalanma gösteren seviyeler de içerir. Ayrıca bantlar ve mercekler halinde dolomitleşme görülür (Çetindağ, 1989).

Birim ilk defa Kipman (1976, 1981) tarafından yaşlandırılmıştır. Araştırmacı Keban yöresinde bu birim için içerisinde Glomospira ve Ammodiscus fosillerini bularak metamorfiklerin yaşını Permian, metamorfizma yaşını ise Jura-Alt Kretase olarak vermiştir.

2.2. Kömürhan Ofiyolitleri (Üst Kretase; Kkga)

İlk defa Yazgan (1984) tarafından Kömürhan Ofiyoliti olarak adlandırılan birim, Hazar Gölü'nün batısından başlayıp, Kömürhan Köprüsü'ne kadar uzanmaktadır. Araştırmacıya göre birim, kısmi ergime izleri gösteren amfibolit ve bunlar içerisinde tektonik dilimler halinde harzburgit, verlit ve piroksenitten ibarettir.

Poyraz (1988) ise bölgede yapmış olduğu çalışmalarında Kömürhan Ofiyolitlerini milonitize olmuş gabrolar, şistler ve amfibolitler ile ofiyolit birimi içerisinde ekaylanma düzlemlerinde gelişmiş ortoamfibolit, metagabro, metadiyabaz, serpantinit ve migmatitik kayaçlar olarak ayırmıştır. Araştırmacıya göre amfibolitlerin kökeni, bölgedeki diyabaz ve gabrolardır.

Kömürhan Ofiyolitlerinin dinamo metamorfizmaya uğramasıyla birimi oluşturan kayaçlarda belirgin yönlenme izlenmektedir. Genelde farklı özelliklere sahip gabrolardan oluşan birim çalışma alanının dışında güneydeki sınırında Maden Karmaşığı üzerine tektonik olarak gelirken, çalışma alanında tektonik olarak Elazığ Mağmatitleri tarafından üzerlenmiştir. Gabrolar içerisinde, onları keser konumunda, Elazığ Mağmatitlerine ait granit intrüzyonları bulunmaktadır. Granitik kayaçların ofiyolitleri kestiği dokanaklar boyunca alınmış el örneklerinde kontak metamorfizmanın etkilerini görmek mümkündür. Çoğu yerde derinlik kayaçları ile yer yer geçiş göstermesi ofiyolitlerin Elazığ Mağmatitleri ile ayırt edilmesini zorlaştırırken, arazide gri-siyah bantlı görünümleri ile tanınırlar. Çalışma alanının tamamında Elazığ Mağmatitleri ile Kömürhan Ofiyolitleri arasında keskin bir geçiş gözlenirken, kontağa yakın kısımlarda migmatitik özellik gösteren kayaçlara da rastlanmaktadır.

Çalışma alanında, Kömürhan Ofiyolitlerine ait piroksenli gabrolarda kısmi ergime olayları izlenmiştir. Özellikle Dutlu Köy civarında izlenen ve kısmi ergime ile oluşan diyorit-granit intrüzyonları piroksenit parçalarını kapantı olarak içerir ve çevresindeki kayaçlar genellikle amfibolit fasiyesinde metamorfize olmuştur. Dutlu Köy Granitoyidi çevresinde amfibolit olarak görülen birimler intrüzyondan uzaklaştıkça yeşilşist fasiyesi kayaçlarına ve daha sonra da fazla metamorfize olmamış kayaçlara geçiş yapar. Küçük intrüzyonların yan

kayaçlarla olan dokanaklarında ise önemli ölçüde epidotlaşma başlamakta, Dutlu Köy Granitoyidinin çevresinde granatlar bulunmaktadır (Beyarslan, 1996).

Kömürhan Ofiyolitlerine ait amfibolitlerin amfibollerinde K/Ar metoduyla yapılan mutlak yaş tayininde amfibolitlerin son kristallenme yaşı $76 \pm 2,5$ milyon yıl olarak bulunmuştur (Yazgan, 1983). Stratigrafik ve paleontolojik verilerden, Kömürhan Ofiyolitlerinin oluşum yaşının Kretase olduğu anlaşılmıştır (Poyraz, 1988).

2.3. Elazığ Mağmatitleri (Üst Kretase; Ke)

Elazığ bölgesinde geniş yüzeylemeler sunan mağmatitler Hakkari'den başlayarak Kahramanmaraş'a kadar geniş bir alanda yayılım gösterir. Birim ilk defa Perinçek (1979a, 1979b) tarafından Hakkari ili Yüksekova ilçesi civarında "Yüksekova Karmaşığı" olarak adlandırılmış, litoloji benzerliğinden dolayı Elazığ yöresindeki bu mağmatitler de aynı araştırmacı tarafından Yüksekova Karmaşığı olarak adlandırılmıştır. Bölgede yapılan çok sayıda araştırmada (Perinçek, 1979b, 1980; Bingöl, 1982, 1984, 1988; Turan, 1984; Perinçek ve Kozlu, 1984; Sağıroğlu, 1986, 1992) birim için Yüksekova Karmaşığı adı kullanılmıştır. Baskil yöresinde yapılan bazı çalışmalarda (Yazgan, 1983, 1984; Asutay, 1985; Çetindağ, 1989, Yazgan ve Chessex, 1991; Bölücek, 1995; Gerçek, 1996) birim için Baskil Mağmatitleri adı kullanılırken, bazı çalışmalarda ise (Akgül, 1991) Baskil Granitoyidi adı kullanılmıştır.

Turan vd. (1993), birimin Perinçek (1979a) tarafından Yüksekova civarında tanımlanan litolojik ve yapısal özellikleri ile Elazığ çevresindeki özelliklerinin farklı olduğunu, Hakkari civarında birimin çeşitli litolojilerden oluşmuş tam bir karmaşık olduğunu, oysa Elazığ çevresinde birimin tabandan tavana doğru düzenli bir değişim gösterdiğini ve bir karmaşık özelliği göstermediğini vurgulayarak, birime Elazığ Mağmatitleri adını vermişlerdir. Bu çalışmada da bölgede karmaşıktan ziyade düzenli bir istif sunan mağmatitler Elazığ Mağmatitleri adı altında incelenmiştir.

Çalışma alanında mağmatik kayaçların oluşumunu; esas olarak bölgede Üst Triyasta başlayan K-G yönlü bir sıkışmanın ve Üst Kretasede kuzeye dalımlı bir dalma-batma zonunun egemen olduğu süreçte okyanusal levhanın Anadolu Levhası altında yitimi, her iki kıtaya ait kabuğun kısmi ergimesi ve intrüzyonu ile kısmen yay üzerinde, kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişen plütonizma yerleşimi şeklinde açıklayan Asutay (1987)'a göre Alt Meastrihtiyen yaşındaki plütonizma kendi andezitik ve dasitik volkanizması altında gelişmiştir ve yerleşimi birbirine geçişli diyapir kütleleri şeklindedir. Başlıca diyorit, monzodiyorit, kuvars diyorit, granodiyorit, tonalit ve monzonit kütlelerinden oluşmuştur (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1998).

Çalışma alanında genelde Elazığ Mağmatitlerine ait kayaçlar yüzeyletiğinden ve bu çalışmanın asıl konusunu Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sular oluşturduğundan bu birim daha ayrıntılı açıklanmıştır.

2.3.1. Elazığ Mağmatitlerinin Litolojik ve Petrografik Özellikleri

Çalışma alanının 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası Ek-1 olarak verilmiştir. Bu haritada Elazığ Mağmatitleri litoloji birimleri diyoritik kayaçlar (gabro, kuvars diyorit, monzodiyorit, kuvars monzodiyorit), granitik kayaçlar (monzonit, kuvars monzonit, granit, granodiyorit, tonalit, dasit) ve andezitik kayaçlar (andezit, bazalt) olarak ayırt edilmiştir. Asidik ve bazik bileşimli damar kayaçları tarafından yer yer kesilen bu birimlerin litolojik ve petrografik özellikleri aşağıda verilmiştir:

2.3.1.1. Diyoritik Kayaç Topluluğu (Ked)

Gabro, diyorit, kuvars diyorit, monzodiyorit ve kuvars monzodiyoritten meydana gelen topluluk, çalışma alanının kuzeydoğusunda ve orta kesimde doğudan güneybatıya uzanan alanda; Günbağı, Akçakale, Çavuş, Sapanlı ve Kiziruşağı Köyleri kuzeyinde, Ayrınlı Köyü güneyinde, Meydancık Köyü ile Geli Mahallesi civarında, ayrıca Tütün Tepeleri, Heybeli Dağ ve Hasisik Tepe yörelerinde yüzeylenmektedir (Ek 1).

Topluluk arazide koyu yeşil ve siyahımsı renkleriyle granitik topluluktan rahatlıkla ayrılabilirken kendi aralarındaki ayrım makroskobik olarak daha zordur. Nitekim diyoritik kayaç grubuna dahil birimler arazide birbiri ile iç içe görülür. Akgül (1993)'e göre diyorit, kuvars diyorit, gabro ve kuvars gabro gibi farklı bileşimdeki kayaçların birlikteliği, seri içi farklılaşmanın varlığından kaynaklanmaktadır. Bazı bantlanmalı gibi görülen diyorit örneklerinde bantlanmanın bir kısmının diyorit iken diğer kısmının kuvars diyorit olması seri içi farklılaşmadan dolayıdır.

Diyoritler çalışma alanında Keban Metamorfikleri ile intrüzif dokanaktır. Diyorit grubu kayaçlar tonalit ve granodiyorit tarafından kesilmektedir.

El örneklerinde bu kayaçların genellikle farklı tane boyutlu plajiyoklas, alkali feldspat ve koyu gri-yeşil renkli amfibol minerallerini içerdiği görülür. Bu minerallere oranla kuvars mineraline oldukça seyrek rastlanır.

Akgül (1993) söz konusu bu gruptaki kayaçların makroskobik olarak benzer özellikler sunduğundan ancak mikroskobik incelemeler sonucu birbirinden ayırt edilebileceğini belirtmiş, ayırmda plajiyoklasların anortit içeriğini esas almıştır. Buna göre % An>50 olan kayaçlar gabro,

%An<50 olan kayaçları ise diyorit olarak adlandırmıştır. Araştırmacı tarafından yapılan mikroskopik incelemelere göre diyorit grubu kayaçların esas bileşenlerini plajiyoklas, hornblend, klinopiroksen, nadiren ortopiroksen ve kuvars mineralleri, ikincil bileşenlerini epidot, klorit ve kalsit mineralleri, tali bileşenlerini ise sfen ve opak mineraller oluşturur. Akgül (1993) tarafından bu minerallerin bazı mikroskopik özellikleri şöyle sıralanmaktadır:

Plajiyoklaslar diyoritik kayaçlarda en çok gözlenen mineraller olup, modal olarak ortalama %50,68 gibi bir değere sahiptir. Genellikle prizmatik özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halinde izlenir. Albit ve periklin türünde ikizlenmeler gözlenir. Özellikle diyorit ve kuvars diyoritlerde gözlenen plajiyoklaslar zonlu yapı sunarlar. Diyorit ve kuvars diyoritlerde andezin bileşimli plajiyoklaslar gözlenirken, gabrolarda labrador ve bitovnit bileşimli plajiyoklaslar gözlenir. Yoğun olmamakla birlikte plajiyoklaslarda serizitleşme ve karbonatlaşma türü alterasyon gelişmiştir.

Diyoritik kayaçlarda yaygın olarak görülen mafik mineral hornblend; genellikle irili-ufaklı ve yarı özşekilli kristaller halinde olup, plajiyoklas ve opak mineral kapanımları içerir. Bazı kesitlerde ise hornblend kristallerinin merkezi kısımlarında klinopiroksen kalıntılarına rastlanır.

Bu grup kayaçlarda yaygın olarak görülen bir diğer mafik bileşen ise piroksenlerdir. Genellikle özşekilsiz ve yarı özşekilli, prizmatik-levhamsı bağımsız kristaller halinde bulunurlar. Bunun yanı sıra amfiboller içerisinde kalıntı kristal olarak, bazen de plajiyoklasların kapanımları şeklinde de rastlanırlar. Piroksenler genelde diyopsit ve ojit türü klinopiroksenlerdir. Bazen ortopiroksen türüne de rastlanır. Piroksenlerin uraritleşme sonucu amfibole dönüştüğü de izlenir.

Kuvars ise diyorit grubu kayaçların hemen hemen tamamında görülen felsik bileşendir. Modal olarak ortalama %4,39 kuvars içerdikleri saptanmıştır. Özşekilsiz, dalgalı sönmeli ve tek eksenli pozitif bir özellik sunan kuvarslar kayaç içerisinde genellikle diğer minerallerin boşluklarını doldurmuştur.

Sfen, diyorit grubu kayaçlarda sıkça izlenen tali bir mineraldir. Özşekilli kristalleri kristalleri içi şeklindedir. Epidot ve kalsit diğer minerallerin arasındaki boşlukları dolduracak şekilde gelişmiştir. Gerek plajiyoklaslardaki yüksek anortit içeriği, gerekse ikincil kalsit oluşumları araştırmacı tarafından diyoritik mağmanın Keban Metamorfikleri içerisinde sokulumu sırasında meydana gelen Ca metasomatizması sonucu yorumlanmıştır.

Opak mineraller, genellikle mafik minerallerin etrafında veya onların kapanımları olarak, özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halinde izlenir. Araştırmacı tarafından parlak kesiti yapılan örneklerde bunların genelde manyetit, az miktarda da pirit ve kalkopirit olduğu görülmüştür.

2.3.1.2. Granitik Kayaç Topluluğu (Keg)

Granit, monzonit kuvars monzonit, tonalit, granodiyorit ve dasitten oluşan kayaç grubu çalışma alanının kuzey ve kuzeybatısında; Demirlibahçe Köyü, Kumluk , Kuzuşağı, Nazaruşağı, Kiziruşağı Mahalleleri ile Düğün Tepe, Gölgelitaş Tepe, Dayçifte Tepeleri, Büksor Tepe, Gavribalik Tepe, Betkan Tepe yörelerinde gözlenir (Ek 1) .

Granitik kayaçlar arazide pembemsi et rengiyle diyoritik topluluktan ayırt edilir. Özellikle K-feldspatı fazla olarak içeren granit grubu kayaçlarda pembe renk hakim iken, beyaz renkli alterasyonları ile tipiktir. Bu topluluktaki kayaçlar, bölgedeki diğer topluluklara ait kayaçlardan daha sonra oluşmuştur.

El örneklerinde alkali feldspat, plajiyoklas ve kuvars mineralleri ile mafik minerallerden oluşmuştur. Pembe renkli K-feldspat kristallerinin tane boyu yer yer 1,5 cm. ye ulaşır. Bunların arasını dolduran plajiyoklaslar ise genellikle kirli beyaz renklidir. Kuvars kristalleri aha az orandadır ve camsı görünümlüdür. Mineral boyları yaklaşık olarak birbirine eşittir. Koyu renkli mineral olarak genelde prizmatik kesitler halinde koyu yeşil renkli amfiboller izlenir. Açık yeşil renkleri ile epidotları amfibollerden ayırmak mümkündür.

Akgül M. (1991) yaptığı çalışmada granitlerin mikroskobik özelliklerini şöyle özetlemektedir: Kuvarslar özşekilsizdir ve diğer mineraller arasındaki boşluğu doldurmuştur. Bütün örneklerde dalgalı sönme gösterir. Ortoklaslar genellikle iri kristaller şeklindedir ve karlsbad ikizi gösterirler. Ortoklas kristallerinde ipliksi ve çubuk şeklinde pertitler izlenir. Bu minerallerin bolluğu, plajiyoklas miktarı ile ters orantılıdır. Ortoklaslar yer yer kaolinleşmiştir ve bu alterasyon ince kesitte açık kahverengi şeklinde görülür. Plajiyoklaslar özşekilli ve yarı özşekillidir. Plajiyoklaslarda albit ikizi yaygın olarak görülürken bu ikizlenmeye göre plajiyoklasın cinsi oligoklas olarak belirlenmiştir. Granitler içerisinde ferromagnezyen mineral olarak biyotitler bulunmaktadır. Kahverengi, açık kahverengi, açık sarı ve sarı arasında pleokroizma renklerinin izlendiği biyotitler dilinim ve kenar zonları boyunca klorite dönüşmüştür. Bu kayaç grubunda tali mineral olarak az oranda sfen, apatit, zirkon ve opak mineraller izlenir.

Tonalitler Baskil çevresinde geniş alanlar kaplayan derinlik kayaçlarından biridir. Ancak çalışma alanı içerisinde sadece Bilasir Tepe civarında rastlanır. Arazide grimsi kirli beyaz renkleri ile diğer derinlik kayaçlarından kolayca ayrılır. Tonalitler içerisindeki diyoritik ve bazaltik kayaçlara ait anklavlar, tonalitın diyorit ve andezit grubu kayaçların içerisine sokulum yaparak onları kestğini gösterir (Ek 1).

Tonalitler el örneklerinde grimsi beyaz, kirli beyaz renkler sunarlar. İri, yer yer yuvarlak ve eliptik kuvars taneleri camsı görünümleri ile dikkat çekerler. Kuvarsların çevresinde

serizitleşmiş ya da killeşmiş plajiyoklaslar izlenir. Hakim olan kuvars ve plajiyoklas dışında amfibol mineralleri izlenir. Ancak bazı örneklerde amfibol hemen hemen hiç görülmez. Koyu renkli mineraller ise epidot ve kloritlerdir (Asutay, 1985).

Tonalitler bazik dayklar ile sıkça kesilmiş olmalarından dolayı ikincil mineral oluşumları yönünden zengindir. Özellikle epidotlaşma olayının en çok izlendiği derinlik kayaçlarıdır. Kloritleşme olayı ise epidotlaşma ile aynı olaya bağlı, eş zamanlı olarak izlenir ve epidotlar kadar yaygındır. Hipidiyomorfik bir doku gösteren tonalitler yer yer porfiritik doku da gösterir (Asutay, 1985). Bu kayaçlar K-feldspat içeriğinin artmasıyla granodiyoritlere geçiş gösterir.

Granodiyoritler çalışma alanında Bilasir Tepede tonalitlerin etrafında ve Kırmızı Tepe civarında net olarak izlenir (Ek 1). Granodiyorit türündeki kayaçlara, tonalitlerdeki K-feldspat/plajiyoklas oranının artmasıyla rastlanır. Kapsadıkları alan olarak granodiyoritler diğer derinlik kayaçlarına karşın daha küçük boyuttadır. Arazideki açık beyaz renkleriyle granit grubu kayaçlardan ayrılabilen granodiyoritler, az da olsa içerdikleri pembe renkli K-feldspat kristalleri ve göstermiş oldukları eş boy taneli doku ile tonalit türü kayaçlardan ayrılabilir.

Asutay (1985), bu kayaçlara ait ince kesitlerde yapmış olduğu petrografik çalışmalarda bu tür kayaçlara ait özellikleri şöyle özetlemektedir: Hipidiyomorfik dokunun yaygın olarak izlendiği granodiyoritlerde, özellikle tonalitlerle olan geçiş alanlarında porfiritik doku gözlenir. Kayaç içindeki kuvarsların diğer minerallerle dokanıkları net olarak izlenen oluşuklar halinde ve tümüyle özşekilsizdir. Genelde dalgalı sönme gösterirler. Plajiyoklaslar yarı özşekillidir, zonlanma çok belirgin olarak görülür, albit ikizine göre plajiyoklasların cinsi andezindir (Akgül, 1991). Alkali feldspatlarda karlsbad ikizi yaygın olarak görülmekte, kaolenleşmeden dolayı açık kahverenginde izlenir. Biyotitlerde ve amfibollerde (hornblend) kloritleşme türü alterasyon yaygındır. Ana minerallerin yanında az miktarda zirkon ve sfen gibi tali minerallere rastlanır (Asutay, 1985).

Çalışma alanında Bilasir Tepenin güney yamaçlarında Sapanlı Köyü kuzeydoğusunda Gaz Tepe civarında yüzeyleyen dasitlerin taze yüzeyleri beyaz, kirli beyazdır. Ancak yoğun altire olmuş kayaçlar kırmızımsı bir renk kazanmıştır (Ek 1).

Kayaç el örneklerinde ince taneli matriks içinde iri taneli kuvars kristalleri ile karakteristik porfirik doku gösterir. Camsı görünümlü kuvars tanelerinin etrafında killeşmiş plajiyoklaslara rastlanır. İnce kesitlerinde mikroporfirik doku gösteren bu kayaçlar esas olarak kuvars ve plajiyoklas minerallerinden meydana gelmiştir. Mafik mineral olarak biyotit ve hornblend içerirler. Kayaçta ikincil mineral olarak klorit, epidot ve zeolit mineralleri ile tali olarak çok az miktarda opak mineral izlenir. Opak mineraller (pirit [±] kalkopirit) çoğunlukla

hornblend kristallerine tutunmuş halde veya onların kapanımları halinde özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halinde bulunur (Akgül, 1993):

Akgül (1993)'e göre mağmatizmanın en son evresini temsil eden aplitik kayalardan mineralojik ve kimyasal özellikleri bakımından farklı olması nedeniyle, bu kayaların olasılıkla tonalit bileşimli mağmanın yüzeye çıkarak katılması sonucu oluşabileceğini düşündürmektedir. Nitekim dasitlerin gerek mineralojik bileşimleri, gerekse kimyasal analiz sonuçları tonalitlerle tam bir uyum içindedir.

2.3.1.3. Andezitik Kayaç Topluluğu (Keb)

Andezit ve bazalttan ibaret olan ve çalışma alanının güneyini tamamen kat eden bu kayaç grubunun, Kömürhan Ofiyolit birimini tektonik olarak örttüğü görülür. Genelde lav akıntıları şeklindeki birim arazide kırmızımsı kahverengi, mor ve morumsu siyah renklerde olup; Akçakale, Günaçtı, Koçharman ve Karaali Köyleri, Karaca Mahallesi, Topaluşağı kuzeyi Tatlıpayam yol kenarı, Sapanlı Köyü batısı ve güneyi ile Geli Çayı sağ sahilinde izlenir (Ek 1).

Aydoğdu (1991) tarafından Dutlu Köy civarında yapılan çalışmada Elazığ Mağmatitlerine ait bu volkanik kayaların andezit olduğu belirlenmiştir. Beyarslan (1996), Elazığ Mağmatitlerine ait andezitik lavların ince kesitlerinde plajiyoklas, klinopiroksen, hornblend, olivin ve opak mineraller tespit etmiştir. Genelde hyaloporfirik dokunun izlendiği andezitler içerisinde bulunan minerallerden plajiyoklaslar özşekilli veya yarı özşekilli kristaller halinde olup serizitleşmeler gösterir. Klinopiroksenler özşekilsiz büyük kristaller halinde olup yer yer amfibole dönüşmüştür. Olivinler özşekilsiz ve çatlaklı kristaller halindedir. Fenokristaller, andezin mikrolitleri ve camsı malzemeden oluşan hamur maddesi içerisinde yer almaktadır.

Alterasyonun oldukça yoğun görüldüğü bu kayaç grubunda karbonatlaşmanın yanında propilitleşme gibi çok karmaşık bir alterasyonu ifade eden epidot ve klorit gibi ikincil minerallere de rastlanır. Çalışma alanındaki volkanitlerde yaygın olarak opak minerallere de rastlanır. Opak mineraller hamur malzemesi içerisinde olabildiği gibi iri kristaller bünyesinde de bulunabilmektedir. Çalışma alanının batısında volkanik kayaların tonalitler ve dasitler tarafından kesildiği izlenir.

2.3.1.4. Damar Kayaları

Elazığ Mağmatitlerinin bölgedeki en önemli özelliklerinden biri de damar kayaları bakımından zengin olmasıdır. Bazik damar kayalarından (lamprofir), asidik damar kayalarına (aplit) kadar çeşitli bileşimlerde izlenirler.

Asutay (1985), bazik daykların genelde birbirine paralel olarak uzandığını, bazen de birbirini keser konumda bulunduğunu, ayrıca asit bileşimli olanların genelde bazik bileşimde olanları kestiğini belirtmiştir. Araştırmacı damar kayaçlarının derinlik kayaçlarının kimyasal özellikleri ile benzerlikler gösterdiğini, damar kayaçlarından yapılan kimyasal analizlerde kayaçların tümüyle kalk-alkalen alanda yer aldığını saptamıştır.

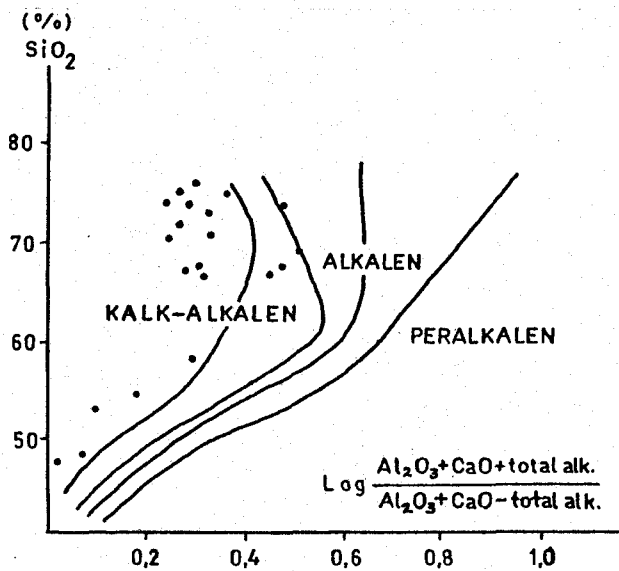
Akgül (1993) gerek aplitlerin, gerekse lamprofirlerin diğer magmatik kayaçların katılaşması sonucu geriye kalan artık magmanın kırık sistemleri ve soğuma yapıları boyunca yerleşmiş olabileceklerini belirtmiştir.

Çalışma alanında özellikle Nazaruşağı Mahallesi – Kiziruşağı Mahallesi arasında yoğun olarak görülen kuvars damarları genelde granit grubu kayaçlar içerisinde, az olarak diyorit grubu kayaçlar içerisinde izlenir. Bu damarlar kalkopirit, daha az oranda pirit, galen, sfalerit, bizmut mineralleri ve altın oluşumları içermesi bakımından oldukça önemlidir.

2.3.2. Elazığ Mağmatitlerinin Petrojenetik Özellikleri ve Yaşı

Çalışma alanındaki magmatik kayaçlar üzerinde değişik araştırmacılar (Yazgan, 1981; Bingöl, 1982, 1988; Asutay, 1985; Akgül M., 1987, Akgül, 1993) mineralojik, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar yapmışlar ve birimin petrojenetik özelliklerini ortaya koymuşlardır.

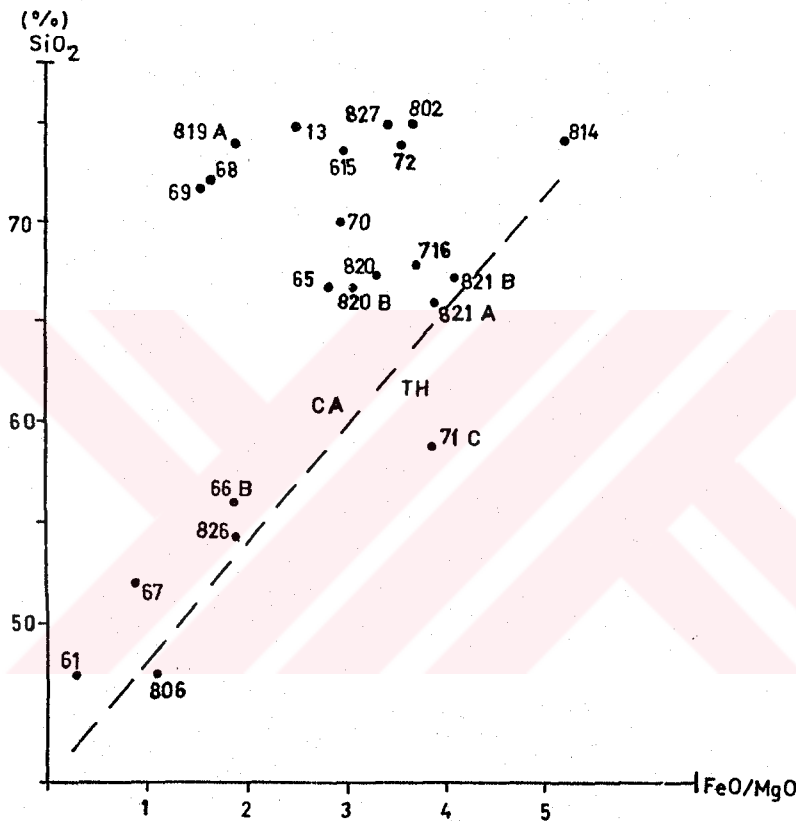
Asutay (1985), bu bölgedeki magmatik kayaçlardan elde ettiği analiz değerlerini Wright (1969) diyagramında değerlendirmiş ve bu kayaçların kalkalkalen karakterde olduğunu belirtmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Elazığ Mağmatitlerinin Wright diyagramındaki dağılımı (Asutay, 1985).

Kafemik kayaç topluluğunun en önemli özelliği olan hornblendli ve/veya piroksenli mineral parajenezi ile başlayıp biyotitli parajenezle son bulması, bölgedeki mağmatik kayaçlarda gabrodan granite kadar net olarak izlenmiştir. Kafemik kayaç toplulukları White ve Chappel (1977)' e göre I tipi granitoidlere karşılık gelmektedir (Boztaş, 1989).

Asutay (1985), femik minerallerce fakir (kafemik) olan bu kayaçların genellikle kalkalkalen alanlara düştüğünü (Şekil 2.3), özellikle toleyitik kayaçlarda izlenen demirce zenginleşme içermediğini ve alüminyumca zengin olduklarını belirtmiştir (Şekil 2.4).



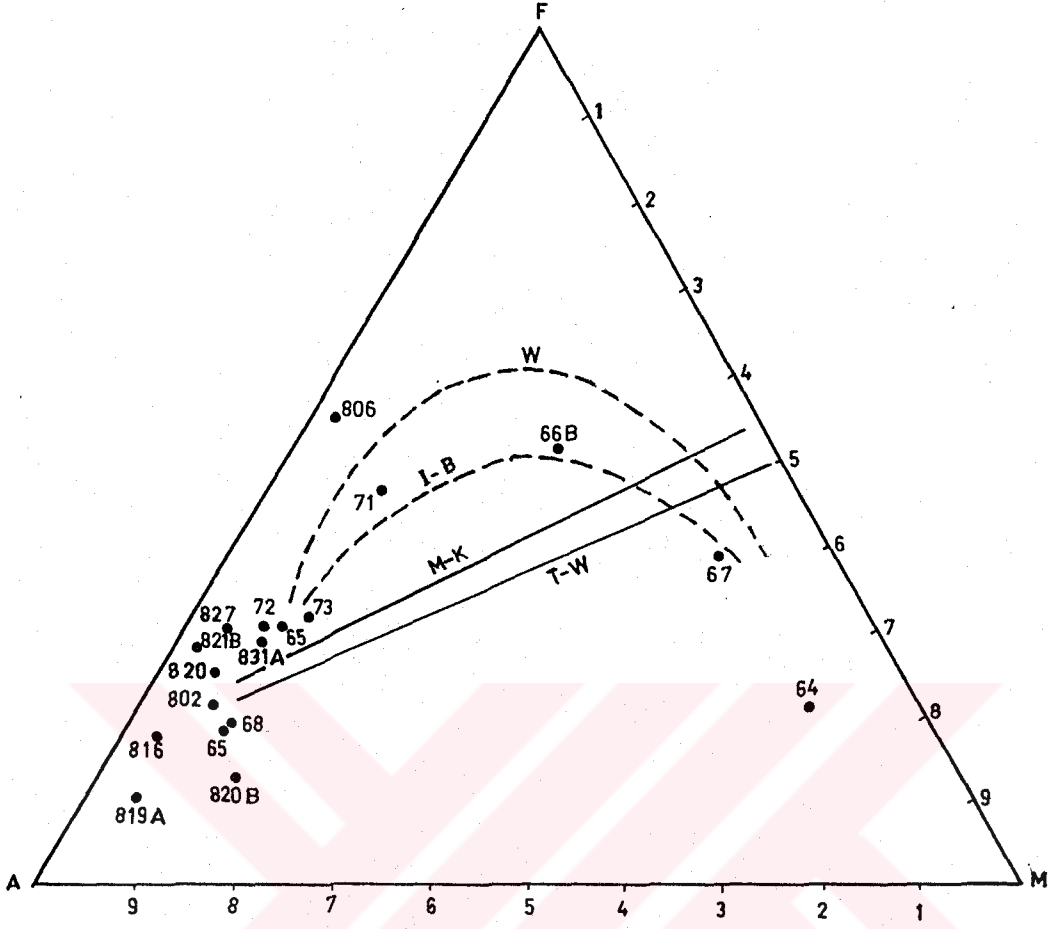
Şekil 2.3. Elazığ Mağmatitlerinin $\text{SiO}_2\text{-FeO}^*/\text{MgO}$ diyagramındaki dağılımı (Asutay, 1985).

FeO : Toplam demir oksit

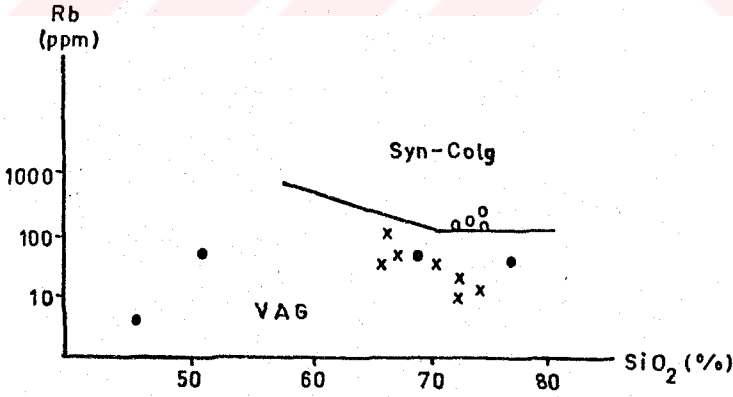
CA : Kalkalkalen bölge

TH : Toleyitik bölge

Bingöl (1988), iz element analiz değerlerine göre Rb-SiO₂ diyagramını (Şekil 2.5) hazırlamış; bölgedeki plütonik kayalardan gabro, diyorit, monzonit, tonalit ve granodiyoritlerin Volkanik Yay Granitleri (VAG) olduğunu, granitlerin ise Çarpışma Granitleri (Syn-COLG) olduğunu belirtmiştir. Aynı araştırmacı Rb/Zr-Nb ve Rb/Zr-Y diyagramında (Şekil 2.6) bu kayaların yitim olgunluğunu göstermiş, bu diyagramlara göre gabro ve melanokrat diyoritin ilksel yitim zonunda (Primitive Subduction); lökokrat diyorit, monzonit, tonalit ve granodiyoritin normal yitim zonunda (Normal Subduction), granitlerin ise olgun yitim zonunda (Mature Subduction) bulunduğunu belirtmiştir.



Şekil 2.4. Elazığ Mağmatitlerinin AFM diyagramında dağılımı (Asutay, 1985).

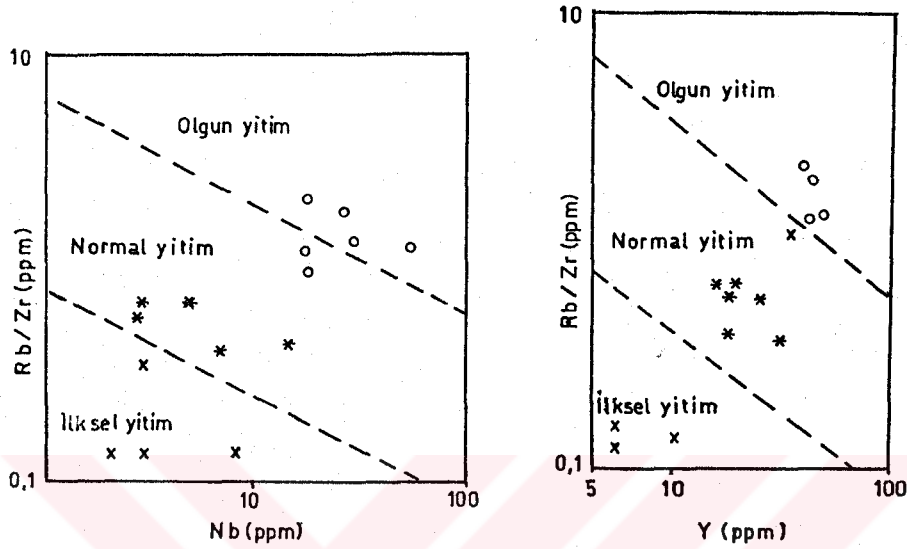


Şekil 2.5. Elazığ Mağmatitlerinin Rb-SiO₂ diyagramındaki dağılımı (Bingöl, 1988).

- : Gabro ve diyorit
- x : Tonalit, monzonit, granodiyorit
- o : Granit

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinin dokanak oluşturduğu en eski birim Keban Metamorfikleri olup, dokanakları boyunca gelişmiş skarn zonları mevcuttur. Metamorfik kayaçların çökeltme yaşı Üst Paleozoyik-Alt Mesozoyik olduğuna göre mağmatik kayaçların oluşum yaşı Triyastan daha gençtir. Çalışma alanı dışında, Hamzikan Köyü dolaylarında, EİEİ

tarafından Sağdıçlar formasyonu olarak haritalanan ve Elazığ mağmatitlerine ait distal fliş fasiyesindeki çökellerle ara katkılı volkanitler mevcuttur. Bu flışten alınan kesitlerde yapılan paleontolojik çalışmalardan, ayrıca çalışma alanındaki damar ve yüzey kayaçları ile ilişkileri göz önüne alındığında birimin yaşının Santoniyenden eski olduğu anlaşılır (Asutay, 1985).



Şekil 2.6. Elazığ Mağmatitlerinin Rb/Zr-Nb ve Rb/Zr-Y diyagramındaki dağılımı (Bingöl, 1988).

*: Tonalit, monzonit, granodiyorit
x: Gabro ve diyorit
o: Granit

Bölgede derinlik, yarı derinlik ve yüzey kayaçları tarafından temsil edilen birimde Yazgan (1984) tarafından yapılan mutlak yaş tayininde plütonik kayaçların yaşı 82-86 Milyon yıl (Koniasiyen-Santoniyen), plütonik serinin üzerindeki damar kayaçlarının yaşı ise 74-80 Milyon yıl (Kampaniyen) olarak belirlenmiştir. Perinçek (1979a) ise volkanitlerle ara katkılı çamurtaşlarında bulunan fosillere göre mağmatik kayaçlara Kampaniyen-Meagrihtiyen yaşını vermiştir.

Elazığ Mağmatitleri ile Permo-Triyas yaşlı Keban Metamorfikleri arasında yer yer tektonik, yer yer de intrüzif dokanak izlenir. Bölgede Elazığ Mağmatitleri Üst Kretase yaşlı Kömürhan Ofiyolitlerinin üzerine tektonik olarak gelirken, kendisi de Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Seske Formasyonu ile Orta Eosen-Üst Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu tarafından açılı uyumsuzlukla örtülür.

2.4. Seske Formasyonu (Orta Paleosen-Alt Eosen; Ts)

Çalışma alanında bütünüyle kireçtaşları tarafından temsil edilen bu birim ilk defa Erdoğan (1975) tarafından Adıyaman ilinin Gölbaşı ilçesi Seske Köyü civarında tanımlanmış ve adlandırılmıştır.

Çalışma alanında sadece Tekağaç Köyü güneybatısında Hırsıztaşı Tepe ve Kale Tepe civarında yüzeylenen formasyon (Ek-1) yaklaşık D-B doğrultulu, güneye doğru eğimli kireçtaşları tarafından temsil edilmektedir. Üst Kretase yaşlı Elazığ Mağmatitlerine ait volkanik kayaların üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Grimsi beyaz renkte, oldukça kırıklı ve çatlaklı ve karstik olan birim fosil içeriğine göre Turan (1984), Asutay (1985) ve Karabulut (1988) tarafından Orta Paleosen olarak yaşlandırılmıştır.

Seske Formasyonu çalışma alanı dışında Baskil çevresinde yüzeylenmekte ve kendisinden daha yaşlı birimlerin üzerinde, düzensiz boylanmalı kırmızımsı ve limonit sarısı renkli konglomeralar ile birlikte, transgresif olarak bulunmaktadır. Seske Formasyonunun tabanında görülen ve kendinden daha yaşlı Keban Metamorfileri ile kısmen Elazığ mağmatitlerine ait çakıltaşlarını içeren bu konglomeraları Asutay (1985) ve Özkul (1988) Kuşçular Formasyonu adıyla incelemişlerdir. Balçık vd. (1978), konglomera çimentosunda düşük tenörde demir ve mangan olduğunu belirtmektedir.

Turan (1984), Baskil-Aydınlar yöresinde yaptığı çalışmada Seske Formasyonunun tabanında konglomera, tavanında ise kireçtaşı olmak üzere iki ayrı litoloji ile temsil edildiğini belirterek, konglomeraları Seske Formasyonunun taban konglomerası olarak kabul etmiştir. düzensiz boylanmalı bu konglomeraların yüksek enerjili sığ ortamların karakteristikleri olduğunu ve ortamın daha sonra sakinleşerek yerini kumlu kireçtaşlarının çökeldiği ortama bıraktığını ileri süren araştırmacı, kireçtaşlarının ise fazla derin olmayan resif gerisi lagün ortamında çökeldiğini belirtmektedir. Asutay (1985) ve Özkul (1988)'a göre Seske Formasyonuna ait kireçtaşları başlıca alg ve bentonik foraminiferlerden oluşan resifal karbonat yığılması şeklindedir. Birim Kırkgeçit Formasyonu tarafından diskordan olarak örtülmüştür.

2.5. Kırkgeçit Formasyonu (Orta Eosen-Üst Oligosen; Tk)

İlk defa Perinçek (1979a) tarafından Van iline bağlı Kırkgeçit Köyü civarında tanımlanan ve adlandırılan birim, çalışma alanının doğusunda geniş yüzeylemeler sunar.

Fliş fasiyesinde olan birim; altta gri renkli marn, ince kumtaşı bantları, yeşilimsi gri renkli az killi marn ve üste doğru ince katmanlı kumtaşı bantları içerir. Çalışma alanı yakın çevresinde hakim litoloji kumtaşı ve marndan ibarettir.

Asutay (1985)'a göre formasyonun başlangıç evrelerinde izlenen çökeller genellikle konglomera ve karbonatlardır. Gelişme evrelerinde oluşuk fliş fasiyesine geçer ve son evrelerinde ise yine karbonatlarla sonuçlanır.

Kırkgeçit formasyonu üzerinde paleontolojik araştırmalar yapan Özkul (1988), formasyon içerisinde belirlemiş olduğu fosillere göre birime Orta Eosen-Üst Oligosen yaşını

vermiştir. Araştırmacıya göre Kırkgeçit Formasyonu bu bölgede deniz altı yelpazesi, yamaç ve shelf ortamında çökelmiştir.

Çalışma alanı ve yakın çevresinde Kırkgeçit Formasyonu kendinden daha yaşlı Elazığ Mağmatitlerini uyumsuz olarak örtmüştür (Ek 1).

2.6. Pliyokuvaterner (PIQ)

Çalışma bölgesindeki en genç oluşuklar olup; içlerinde çeşitli boyutlarda mağmatik, metamorfik ve diğer kayaç parçalara ait parçalar içeren gevşek kum çimentolu çakıltaşı, kaba taneli kumtaşı ve gölsel kireçtaşı ile granitik kayaçların ayrışması sonucu oluşmuş arena türü kum, yamaç molozu ve akarsu boylarında izlenen alüvyondan şeklinde bulunmaktadır.

2.7. Yapısal Jeoloji

İnceleme alanı, Türkiye'nin önemli tektonik birliklerinden biri olan Toridler'in doğu kesiminde yer almaktadır. Bölge, Üst Kretaseden itibaren yaklaşık kuzey-güney doğrultulu sıkışma rejimi etkisinde kalmış ve bu sıkışma rejimi günümüze kadar devam etmektedir. Buna bağlı olarak diskordanlar, kıvrımlanmalar, mağmatik faaliyetler ve bu ana olaylara bağlı daha küçük boyutlu yapısal öğeler gelişmiştir.

Asutay (1985), bölgede meydana gelen yapısal hareketleri, birinci dönem yapısal hareketler ve ikinci dönem yapısal hareketler olarak ikiye ayırmıştır. Araştırmacıya göre birinci dönem hareketleri bölgedeki mağmatizmanın oluşumundan sonra sona ermiştir ve bu oluşumlar Meastrihtiyenden daha yaşlıdır. Çalışma alanının bugünkü topografyasını kazandıran hareketler ise ikinci dönem hareketlerdir ve Miyosende gerçekleşen hareketlerle sağlanmıştır.

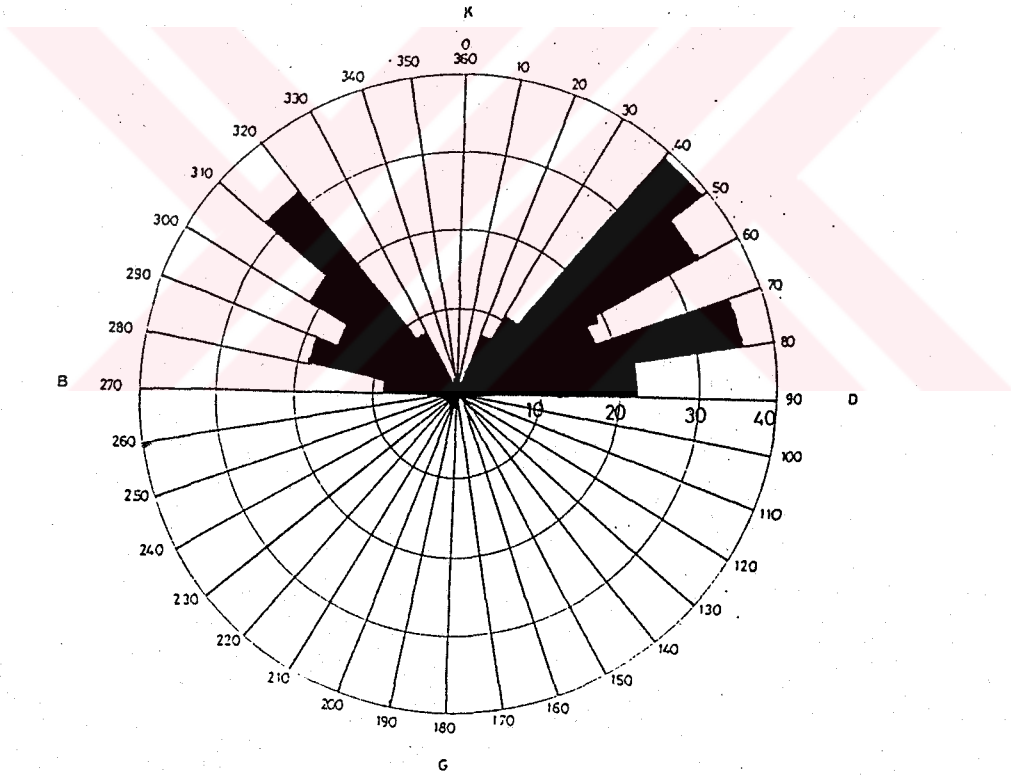
Bölgede görülen I. evre mağmatitlerinde genel dokanak yönü D-B doğrultuludur. Diyorit grubu kayaçlar ile tonalitlerdeki diyabaz ve spessartit dayklarının uzanımı KD-GB doğrultuludur. Kuvars monzonitlerde ise hem KD-GB, hem de KB-GD doğrultulu aplit ve pegmatit damarları izlenir. Bölgede oluşan II. evre mağmatitleri olan dasit ve granodiyoritlerin uzanımları ise hem K-G, hem de D-B doğrultuludur.

Asutay (1985)'a göre diyabaz dayklarının yerleşim doğrultusu olan KD-GB doğrultusu tamamen gerilme tektoniğine bağlı gelişmiştir. Buradaki gerilme olayının nedeni granit mağmasını oluşturan ve Keban kıtası önünde gelişen bir yitim olayıdır. Her ne kadar granitlerin oluşumu büyük çapta kompresyonal sistemlerde oluşursa da özellikle yitme zonlarının gerisinde oluşan granitlerde gerilme olayları ile dayk yerleşmeleri olağandır.

Tüfekçi ve Dumanlılar (1998)' a göre KD ve GB yönlü kırıklar makaslama kırıklarıdır. Bölgedeki granitoidler, andezitik bir örtü altında yavaş soğumayla ayrımlaşan diyoritik bir mağmatik kompleksi keserek, subalkalen karakterli sığ derinliklere yerleşmişlerdir. Yükselme

esnasında ortaya çıkan K-G tansiyon kırıkları ile D-B yönlü nispeten derin olan enine kırıklara yerleşerek sistemi oluşturmaktadır. K-G doğrultulu tansiyon kırıklarına yerleşen dasitik damar kayaların Bilasir Tepe civarında KD yönünde atılmış olması, Taşlı Dere Fayı olarak adlandırılan bu fayın aktif olduğunu ve Doğu Anadolu Fayına koşut olarak aktivitesini koruduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

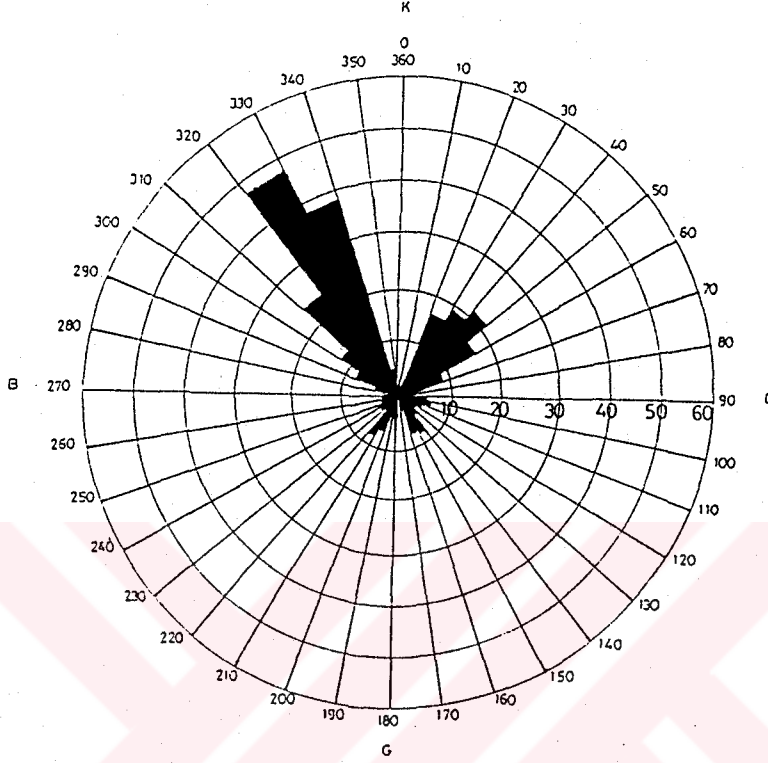
Çalışma alanı sıkışma ve gerilme rejimlerini takip eden süreçlerin sonunda yeni bir sıkışma rejimiyle şekillenmiştir. Bu rejim Üst Miyosende son bulmuştur. Tüfekçi ve Dumanlılar (1998), bölgede derlenen 276 adet kırık ve çatlak ölçüsünü kullanılarak kırık ve çatlaklara ait doğrultu gül diyagramı (Şekil 2.7) ve eğim yönü gül diyagramını (Şekil 2.8) hazırlamıştır. Bu diyagramlardan doğrultu gül diyagramında biri K40-50D, diğeri K40-50B olan iki maksimum görülür. Bu iki doğrultu yönünün dar açısı ortayı olan K-G doğrultu yönü, bu sıkışma rejimini oluşturan sıkıştırma kuvvetinin doğrultu yönüdür. Bu kırıkların eğim yönleri ise genelde K20-40B'dir.



Şekil 2.7. Elazığ Mağmatitlerine ait kırık ve çatlakların doğrultularını gösterir gül diyagramı (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1998).

İlk defa Tatar (1987) tarafından adlandırılan Kömürhan Bindirmesi, çalışma alanının güneyinde izlenmektedir. Malatya doğusunda Çiftlik Köyü civarında başlayıp, doğuya doğru Hazar Gölü'ne kadar uzanan fayın Kömürhan Köprüsü ile Sivrice arasındaki kesiminde Elazığ Mağmatitleri, Kömürhan Ofiyolitleri üzerine tektonik olarak gelmektedir. Turan (1992), bu

bindirme fayının Orta Eosen yaşı olduğunu kabul etmiştir. Beyarslan (1996), arazi incelemelerine ve dere içlerindeki verilere göre bu fayın yaklaşık $20-25^{\circ}$ açıyla kuzeye doğru eğimli olduğunu belirtmiştir.



Şekil 2.8. Elazığ Mağmatitlerine ait kırık ve çatlakların eğim yönlerini gösterir gül diyagramı (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1998).

2.8. Bilinen Cevherleşmeler ve Anomali Sahaları

Çalışma alanında cevher oluşumları başlıca iki şekilde gelişim gösterir:

- 1- Elazığ Mağmatitleri ile Keban Metamorfikleri arasında gözlenen kontak metasomatik cevher oluşumları,
- 2- Mağmatitlerin kendi içinde gözlenen ve hidrotermal olaylara bağlı gelişen cevherleşmeler.

2.8.1. Kontak Metasomatik Cevher Oluşumları

Çalışma alanında diyorit grubu kayaların Keban Metamorfikleri ile dokanakları boyunca yer yer izlenir. Özellikle Pirhasan Dağı ve çevresinde mermerlerin aşındığı bölümlerde ortaya çıkar. İki türlü cevher oluşumları görülür: Geniş alanlar kaplayan oksitli mineral oluşumları ve 1,5-2 m. kalınlıkta küçük mostralarda sülfitli mineral oluşumları.

Asutay (1985) tarafından, sülfitli cevherlerden alınan örneklerin parlak kesitlerinin mikroskop incelemelerinde cevherleşmenin esas olarak pirotinden oluştuğu belirtilmiştir.

Araştırmacı tarafından oldukça iri taneli, basınç ikizlenmeli pirotinlerin yanı sıra pirotini ornatır biçimde az miktarda kalkopirit ve kalkopirit kristallerinin içinde küçük taneler halinde sfalerit kristalleri izlenmiştir. Pirotin-kalkopirit-gang mineralleri dokanaklarında ise manyetitlere rastlanmıştır. Yine aynı araştırmacı tarafından oksitli cevherleşmelerden alınan örneklerin parlak kesitlerinin mikroskop incelemelerinde dilinim ve kenarları boyunca kısmen hematite dönüşmüş, zonlu yapıda ve çubuklar şeklinde manyetit kristalleri görülmüştür.

2.8.2. Hidrotermal Cevher Oluşumları

Batolitin kırık ve çatlakları boyunca gelişmiş hidrotermal damar tipi cevherleşmelerdir. Çalışma alanındaki en önemli cevherli damarlar, Baskil ilçesinin Nazaruşağı Mahallesi güneyinde, kuvarslı monzonitler içindeki kuvars damarlarıdır. Arazide koyu siyah gri rengi ve rölyefi ile dikkat çeken bu damarlar genellikle KB-GD doğrultulu kırıklar boyunca yerleşmiş olup, kalınlığı 20 cm. ile 80 cm. arasında değişmekle beraber bazı damarlar 1,5-2 m. kalınlığa ulaşır. Uzunlukları ise birkaç metreden birkaç yüz metreye varır. Yüzeyde oldukça zengin cevher mineralleri içeren kuvars damarlarında pirit, kalkopirit ve bornit mikroskobik olarak gözlenen primer cevher mineralleridir (Gerçek, 1996). Tüfekçi ve Dumanlılar (1998) tarafından bu damarlar için 100 m. derinlik içinde 196 285 ton %0,98 Cu, 1,09 gr/ton Au tenörlü muhtemel rezerv hesaplanmıştır.

Çalışma alanında Topaluşağı sahasındaki hidrotermal cevherleşmeler; Galuşağı Mahallesi doğusunda Buk Deresi civarında, Kemuşağı Mahallesi kuzeyinde Bejikan Ziyareti Tepe civarında, Kırmızı Tepe ile Omikan Mahallesi arasında, Kiziruşağı güneyindeki Büyük Dere içerisinde ve Bilasir Tepe batısında görülür.

Buk Deresi civarında volkanik kayalar içerisinde kalınlıkları 50 cm. civarında, uzunlukları 2 m.'ye kadar ulaşabilen, K70B/30KD konumlu, yarı özşekli ve özşekilsiz pirit ile hematit içeren damar ve damarcıklar gözlenmektedir (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1998).

Bejikan Ziyareti Tepenin hem kuzey, hem de güney kesimlerinde çok az pirit içeren, 5-50 cm. kalınlıkta ve yaklaşık 2 metreye varan uzunluklarda, çoğunlukla K70D/30KB konumlu kuvars damarları bulunmaktadır. Bejikan Ziyareti batısında Topaluşağı Deresi içerisinde bol miktarda pirit içeren, kalınlıkları 50 cm.'yi uzunlukları ise 2 m.'yi aşmayan damarlar izlenir. Yine bu damarlar da K70B/30KD konumludur (Türkyılmaz, 1997).

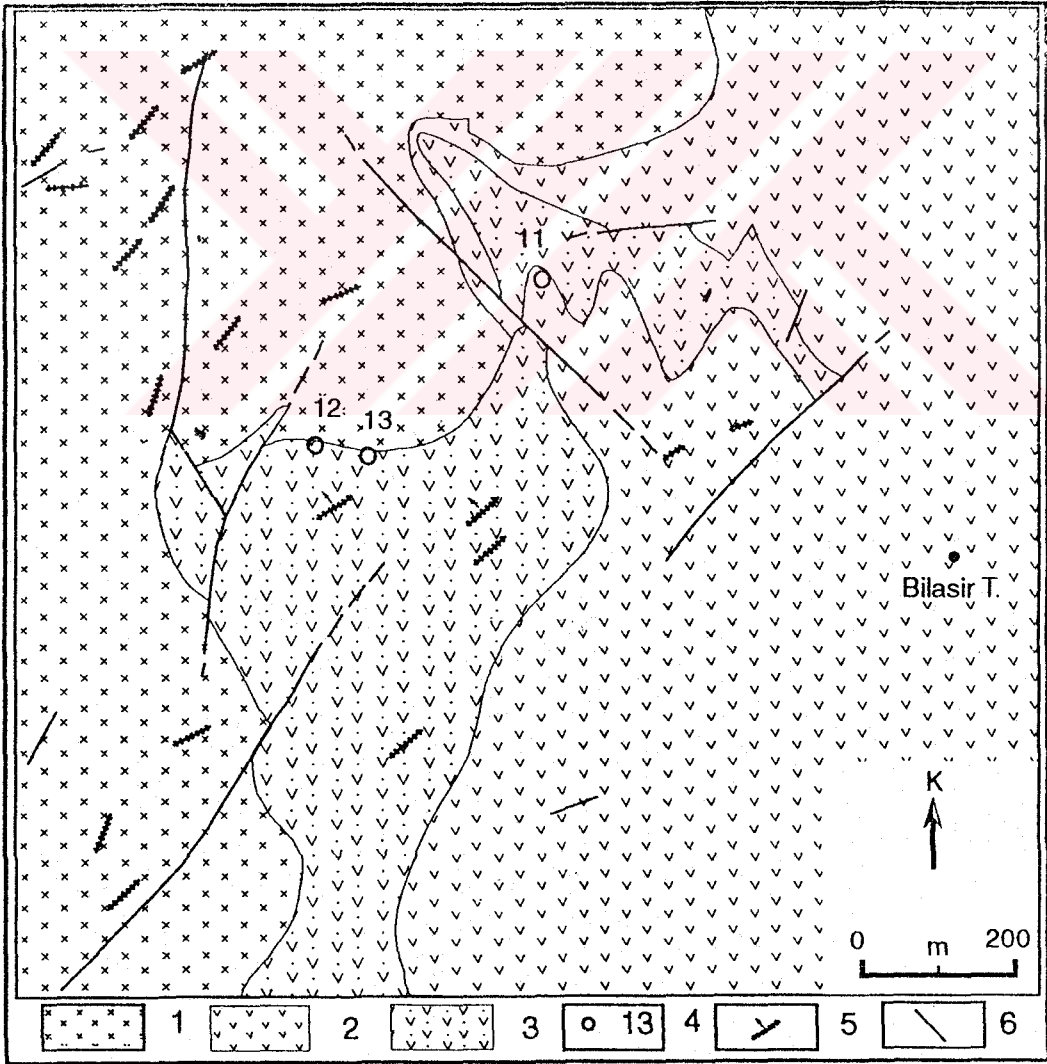
Kırmızı Tepe ile güneydoğusundaki Omikan Mahallesi arasında K70D/40KB ve K60B/40KD konumlarına sahip, 1-50 cm. kalınlıkta, 2 m.'ye varan uzunlukta pirit, kalkopirit, malahit, manyetit içeren bol miktarda damarlar gözlenmektedir (Türkyılmaz, 1997).

Kiziruşağı Mahallesi güneyindeki Büyük Dere içerisinde genel konumu yine K70B/30KD konumlu, 5-15 cm. kalınlıkta, 2 m.'ye varan uzunlukta pirit, çok az kalkopirit ve

manyetit içeren damarlar bulunmaktadır. Kizırüşağı Mahallesi batısında Kavakreşik Dere ve bu derenin güneyinde, Kavakreşik Dereye paralel uzanan dere içerisinde K70B/35KD konumlu, 40-50 cm. kalınlıkta, uzunluğu 2,5 m. civarında, pirit, az miktarda kalkopirit ve molibdenit içeren birkaç damar izlenmektedir.

Bilasir Tepenin yaklaşık 750 m. batısında granodiyorit-diyorit dokanağı çevresinde çoğunlukla diyoritik kayaçlar içerisinde gelişmiş ve 50-750 m. arasında değişen kalınlıktaki altere zonda damarlar şeklinde cevherleşmeler gelişmiştir (Şekil 2.9).

Bu damarlardan diyoritler içerisinde gözlenen damarlarda az miktarda manyetit ve hematit izlenirken cevherleşme bakımından fakir damarlardır. Altere zon içerisinde gözlenen damarlarda pirit, kalkopirit, azurit ve malahit mineralleri makroskobik olarak izlenebilmektedir. Damarların genel konumu K70D/30KB'dir. Damar kalınlıkları yaklaşık 50 cm. olup, uzunlukları ise 2 m.'ye kadar çıkabilmektedir (Türkyılmaz, 1997).

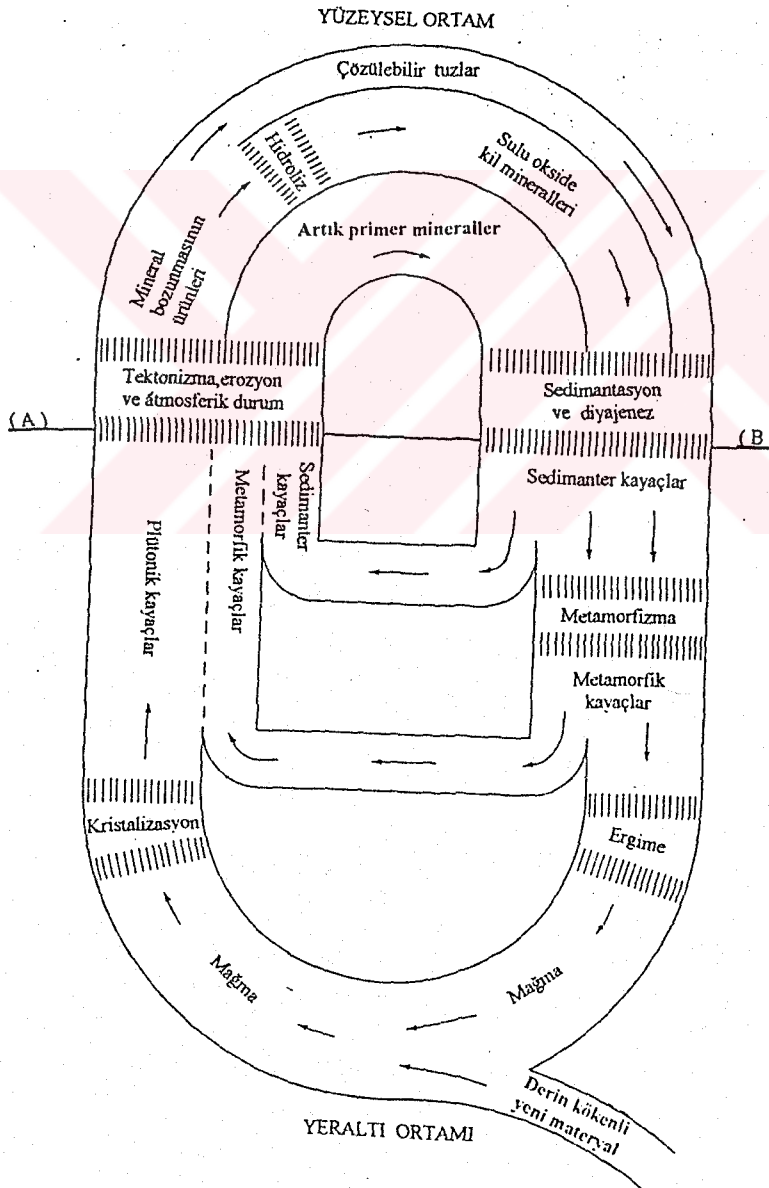


Şekil 2.9. Bilasir Tepe civarı cevher damarları lokasyonu ve jeoloji haritası (1-Diyorit, 2-Granodiyorit, 3-Altere zon, 4-MTA sondaj lokasyonu, 5-Cevher damarı ve eğim yönü, 6-Fay; Bölücek vd., 1999).

3. ÇALIŞMA YÖNTEM VE TEKNİKLERİ

3.1. Çalışma Alanının Fizikokimyasal Koşulları

Yer kabuğundaki bütün elementler çoğu zaman hareket halindedir. Jeolojik olarak yer kabuğundaki tüm elementlerin sürekli olarak tutulduğu, yani hareketsiz kaldığı bir ortam söz konusu değildir. Elementlerin çeşitli ortamlardan geçerek tekrar bir ortama girmesiyle sonuçlanan hareketlerin hepsi jeokimyasal çevrimi oluşturur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Jeokimyasal çevrim (Rose vd., 1979).

Elementlerin, bozunma olaylarından başlayarak sedimanter kayaçların oluşumuna kadar göstermiş olduğu dağılım ikincil dağılımdır. Bu dağılımda, kayaçların fiziksel ve kimyasal bozunma ürünlerini çözelti halinde taşıyan suyun rolü büyüktür. Herhangi bir elementin çözünme havzasından birikme havzasına olan hareketinin hızı, o elementin jeokimyasal mobilitesi ile ilgilidir. Perelman (1967), suda taşıma katsayısı olarak tanımladığı K (mobilite katsayısı) ile elementlerin ikincil ortamdaki hareketliliğini belirlemeye çalışmıştır (Köksoy,1991):

$$K = (100 * M) / (a * N)$$

K : Mobilite (taşınma katsayısı)

M: Elementlerin sudaki miktarı (mg/l)

a : Suda çözünmüş toplam madde miktarı (%)

N : Elementin bölge kayaçlarındaki miktarı (%)

Çeşitli ortamlardan elde edilmiş veriler bu formüle göre değerlendirilerek elementlerin mobilite katsayıları hesaplanmış ve elementler, Tablo 3.1’de görüldüğü gibi dört grupta toplanmıştır.

Tablo 3.1. Elementlerin yüzeysel ortamdaki hareketlilikleri (Rose vd., 1979).

Bağıl Hareketlilik	Oksidasyon (pH; 5-8 arası)	Oksidasyon (pH< 4)	Redüksiyon
Hareketliliği YÜKSEK (K>10)	Cl, Br, I, S, Rn, He, C, N, Mo, B (Se, Te, Re?)	Cl, Br, I, S, Rn, He, C, N, B	Cl, Br, I, Rn, He
Hareketliliği ORTA (K=1-10)	Ca, Na, Mg, Li, F, Zn, Ag, U, V, As (Sr, Hg, Sb?)	Ca, Na, Mg, Sr, Li, Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Co, Ni, As, Mn, U, V	Ca, Na, Mg, Li, Sr, Ba, Ra, F, Mn
Hareketliliği DÜŞÜK (K=0,1-1)	K, Rb, Ba, Mn, Si, Ge, P, Pb, Cu, Ni, Co (Cd, Be, Ra, In, W?)	K, Rb, Ba, Si, Ge, Ra	K, Rb, Si, P, Fe
HAREKETSİZ (K<0,1)	Fe, Al, Ga, Se, Ti, Zr, Hf, Th, Sn, Pt, Au, Pa, Nadir Toprak Elementleri (Cr, Nb, Bi, Ta, Cs?)	Fe, Al, Ga, Sc, Ti, Zr, Hf, Th, Sn, Pt Grubu Elementler, Se, Nadir Toprak Elementleri Au, Mo	Fe, Al, Ga, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Bi, Au, Nadir Toprak Elementleri, Ag, Cu, As, Mo, Sb, Pb, Zn, Ni, Co, U, V, Cr

Çalışma alanından alınan su örneklerinin pH ve sıcaklık ölçümleri ile suların geldiği kayaç grupları tablo halinde verilmiştir (Tablo 3.2).

Bu ölçümlere göre suların ortalama sıcaklığı $16,8 \pm 2,9$ °C olup sıcaklık değerleri yüksek çıkmıştır. Suların kaynaklarının oldukça sığ olduğu, ölçümün yapıldığı andaki hava sıcaklığının su sıcaklığını direk olarak etkilediği daha sonra yinelenen ölçümlerle tespit edilmiştir.

Tablo 3.2. Çalışma alanında alınan su örneklerinin 25.09.2005-10.10.2002 tarihleri arasında yapılan pH ve sıcaklık (T °C) ölçümleri ile bu suların kaynaklandığı kayalar (Dyr: Diyoritik Kaya Grubu, And: Andezitik Kaya Grubu, Grn: Granitik Kaya Grubu, Kçt: Kireçtaşı- mermer, Sndj: Sondaj kuyusu).

Örnek No:	T (°C)	pH	Kayaç Cinsi	Örnek No:	T (°C)	pH	Kayaç Cinsi	Örnek No:	T (°C)	pH	Kayaç Cinsi
GUN-1	15,7	7,3	Dyr	CVS-4	19,5	7,9	Dyr	KOC-4	15,5	7,5	And
GUN-2	14,6	7,4	Dyr+Kçt	CVS-5	16,0	7,9	Dyr	KOC-6	17,5	7,7	And
GUN-3	17,0	7,7	Dyr+Kçt	CVS-6	16,5	7,9	Dyr	KOC-7	17,0	7,5	And
GUN-4	12,5	7,4	Dyr	TAT-1	16,5	7,5	Dyr+Grn	KOC-8	19,0	7,8	And
GUN-5	15,0	7,2	Dyr	TAT-5	14,5	7,5	Dyr+Grn	KRL-1	16,0	7,5	And
GUN-6	15,5	7,7	Dyr+Kçt	TOP-6	19,4	6,9	Dyr+And	KRL-2	16,0	7,4	And
GUN-7	13,2	7,5	Dyr	TOP-7	21,0	7,7	Dyr	KRL-3	17,5	7,6	And
GUN-8	12,5	7,3	Dyr+Kçt	TOP-8	19,5	7,7	Dyr+Grn	KRL-4	17,0	7,4	And
GUN-9	16,2	7,3	Dyr	TOP-13	18,5	7,0	Dyr+Grn	KRL-5	18,0	7,5	And
GUN-10	14,0	7,4	Dyr+Kçt	TOP-14	17,5	7,6	Dyr+Grn	KRL-6	16,5	7,4	And
KGD-1	12,3	7,6	Dyr+Kçt	TOP-16	18,5	7,8	Dyr+Grn	KRL-7	20,8	7,7	And
KGD-2	15,5	7,7	Dyr+Kçt	TOP-17	22,5	8,0	Dyr+Grn	KRL-8	21,0	7,6	And
KGD-3	17,2	7,5	Dyr+Kçt	TOP-18	20,2	7,9	Dyr	KRL-9	18,5	7,8	And
KGD-4	16,5	8,0	Dyr+Kçt	DEM-1	11,1	7,8	Dyr+Kçt	KRL-10	17,5	7,5	And
KGD-5	19,5	7,2	Dyr	DEM-2	11,2	7,2	Dyr+Grn	CVS-1	21,0	8,2	And(Sndj)
KGD-6	13,5	7,1	Dyr	DEM-3	10,5	7,5	Dyr+Kçt	TOP-1	18,5	7,6	And
KGD-7	15,5	7,0	Dyr	DUG-3	16,0	6,7	Dyr+Grn	TOP-5	21,0	7,7	And+Kçt
KGD-8	15,0	7,5	Dyr	MEY-1	15,2	7,6	Dyr+Grn	TOP-15	19,8	7,6	And+Grn
KGD-9	17,0	8,2	Dyr	MEY-2	16,0	7,5	Dyr+Grn	TOR-1	17,0	7,4	And
KGD-10	18,5	7,5	Dyr	NAZ-6	18,5	7,3	Dyr+Grn	TOR-2	15,2	7,5	And
KGD-11	14,7	8,1	Dyr	AKC-1	13,4	7,3	And+Dyr	TOR-3	21,0	7,5	And
KGD-12	12,0	7,4	Dyr	AKC-2	14,5	7,6	And	TAT-2	18,5	7,5	Grn
KGD-13	9,0	7,3	Dyr+Kçt	AKC-3	13,3	7,5	And+Dyr	TAT-3	17,5	7,3	Grn
KGD-14	17,5	7,3	Dyr+Kçt	AKC-4	18,0	7,6	And	TAT-4	17,0	7,5	Grn
BUL-1	14,5	7,3	Dyr(Sndj)	AKC-5	16,5	7,5	And	TAT-6	17,5	7,9	Grn+Dyr
BUL-2	14,4	7,4	Dyr+Kçt	AKC-6	20,5	7,8	And	TOP-9	18,0	8,2	Grn+Dyr
BUL-3	12,0	7,2	Dyr+Kçt	AKC-7	13,2	7,5	And	TOP-10	21,0	7,8	Grn+Dyr
BUL-4	18,0	7,4	Dyr+Kçt	KRC-1	16,0	8,1	And	TOP-11	21,5	7,4	Grn
BUL-5	15,0	7,9	Dyr+Kçt	KRC-2	20,2	7,6	And	TOP-12	21,0	7,7	Grn+Dyr
AGL-1	13,1	7,3	Dyr	KRC-3	16,5	7,4	And	DEM-4	14,0	7,3	Grn
AGL-2	12,0	7,7	Dyr+Kçt	KRC-4	21,4	7,7	And	DEM-5	13,5	7,1	Grn
AGL-3	16,5	7,2	Dyr	KRC-5	19,0	7,4	And	DUG-1	10,5	7,1	Grn
CAN-1	13,7	7,6	Dyr+Kçt	KRC-6	19,2	7,6	And	DUG-2	16,0	6,7	Grn
CAN-2	17,5	7,7	Dyr+Kçt	KRC-7	20,4	7,3	And	MEY-3	18,2	7,5	Grn+Dyr
GOZ-1	17,2	7,6	Dyr+Kçt	KRC-8	22,0	7,3	And	NAZ-1	14,0	6,8	Grn
GOZ-2	16,0	7,1	Dyr(Sndj)	KRC-9	18,5	7,7	And	NAZ-2	16,1	7,0	Grn
AKC-8	17,5	7,4	Dyr	KRC-10	17,7	7,9	And	NAZ-3	15,0	7,9	Grn+Dyr
KOC-5	23,0	7,9	Dyr+Kçt	KOC-1	16,2	7,7	And	NAZ-4	18,1	7,1	Grn
CVS-2	21,0	7,9	Dyr+And	KOC-2	16,0	7,6	And	NAZ-5	18,0	7,5	Grn+Dyr
CVS-3	21,0	8,3	Dyr+And	KOC-3	21,0	7,8	And				

Suların bulunduğu ortam, pH değeri 5 ile 8 arasında olmakla birlikte, ortalama $7,46 \pm 0,3$ gibi yüksek bir pH değerine sahip olduğu görülür. Pirit ve diğer demir sülfid minerallerinin bozunmasıyla oluşan sülfürik asit ve ferrik sülfat çözeltisinden dolayı bölgedeki sularda pH derecesinin düşük olması beklenirken; gerek mağmatitlerdeki kalsiyumca zengin plajiyoklasların bozunmasıyla ortaya çıkan ikincil karbonat oluşumları, gerek kireçtaşlarının kısa mesafede bile asidi nötrleştirebilmesinden dolayı suların pH değerleri beklenenden daha yüksek çıkmıştır. Yüksek pH değerleri sülfürlü cevherleşmelerin kimyasal bozunmasını önemli ölçüde azaltmakta, bozunan bir kısım elementler de hemen çökmektedir. Örneğin Cu^{+2} iyonu $\text{pH}=5,3$ ' den daha asidik ortamlarda bulunabildikleri halde, suyun pH derecesinin bu değerlerin üstüne çıkması halinde çökelirler.

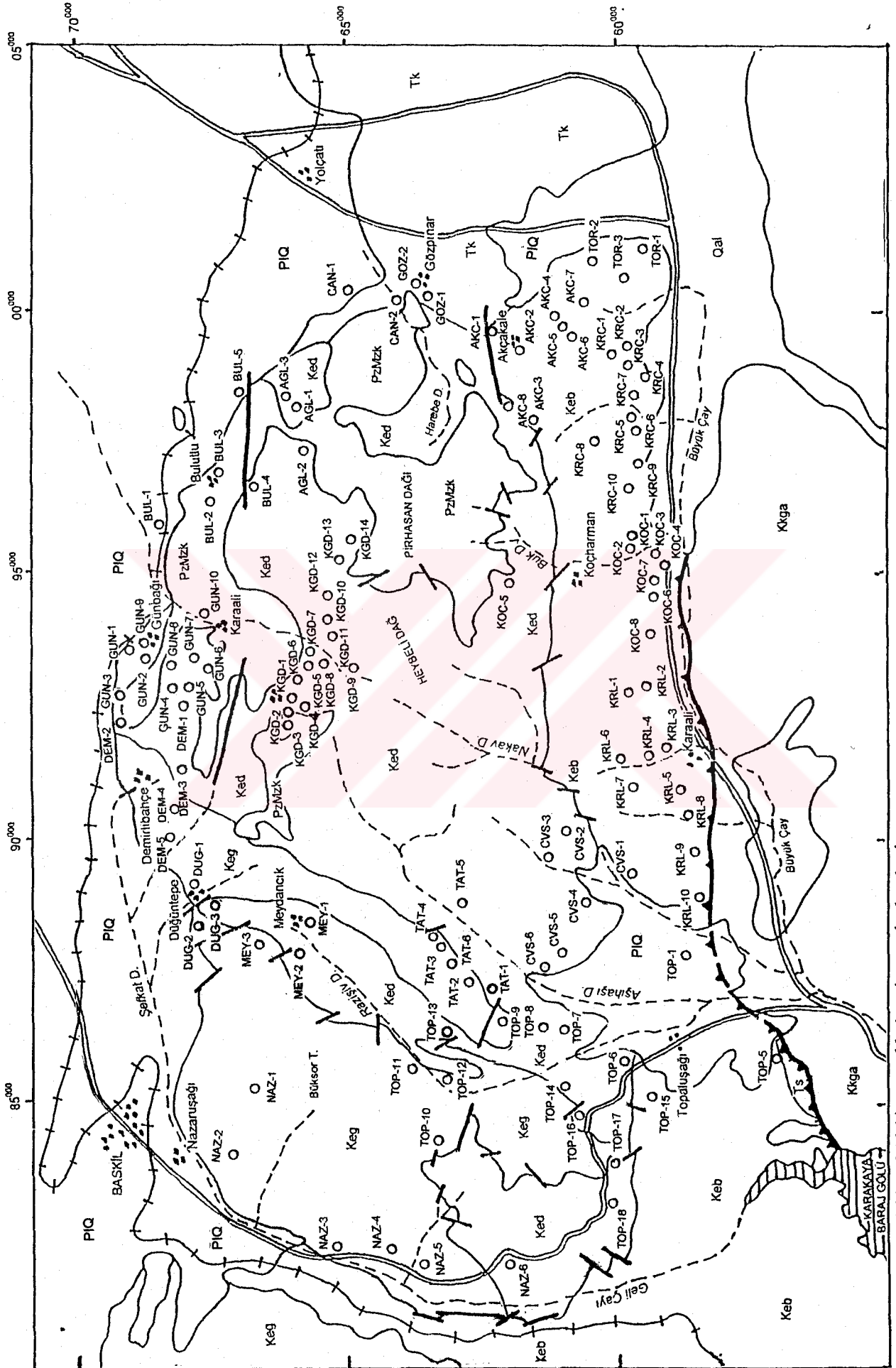
Elazığ Mağmatitlerindeki birincil porozite %0,9 ile %2,5 arasında olduğundan (Çetindağ, 1989), genelde iyi bir akifer olmamasına rağmen, kırık ve çatlak sistemlerinden dolayı oluşan ikincil porozite nedeniyle akifer özelliği kazanmıştır. Genelde kırık ve çatlaklarda alterasyon ve bozunma ürünü olan kil mineralleri buralarda dolaşan suların kimyasına etki etmekte ve sudaki elementler kil mineralleri tarafından adsorbe edilmektedir. Çözeltilerin pH derecesi arttıkça genel olarak bu kolloidlerin adsorbsiyon kapasitesi de artmaktadır. Çalışma alanındaki suların pH derecesinin yüksek olması; bu bölgedeki sularda taşınan elementlerin kil, Fe ve Mn oksitler veya hidroksitler gibi kolloidler tarafından daha fazla adsorbe edilmesine, dolayısıyla çözeltide taşınan element miktarının azalarak anomalilerin zayıflamasına veya kaybolmasına neden olabilir.

3.2. Örnek Alımı

Yaklaşık 250 km^2 olan çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden gelen doğal sular örneklenmiş, örnekler mümkün olduğunca suların kaynaklarından alınmağa çalışılmıştır. Örnek alım noktaları 1 / 25 000 ölçekli harita üzerine işaretlenmiştir (Ek-1 ve Şekil 3.2).

Örneklenen her bir su örneği için ayrı bir örnek bilgi formu tutulmuştur. Bu formda; örneklenen suyun örnek numarası, suyun debisi, pH değeri, sıcaklık değeri, kaynağın koordinatları, mevki, varsa özel ismi yazılmıştır. Yine bu form üzerinde örneğin alındığı tarih, örneğin alındığı yerin krokisi, çevrenin kısa jeolojik özellikleri ve örnek noktasından geçen jeolojik en kesit ile detay açıklamaları işlenmiştir. Örneklenen suların analiz sonuçları daha sonra bu formlarda belirtilmiş, sonuçların değerlendirilmesinde bu formlar dikkate alınmıştır.

Örnekler 250 ml' lik, ağzı vida kapaklı plastik kaplara alınmıştır. Cam şişeler hem kırılabilir oluşu, hem de saf olmaması nedeniyle kullanılmamıştır. Örnek kapları seyreltik asit ve saf su ile çalkalandıktan sonra, örnek alımı sırasında ise örneklenecek su ile çalkalanmıştır. Bütün örnekler kaba filtre kağıdı yardımıyla süzülerek kaplarına konulmuştur.



Şekil 3.2. Tablo 3.2'deki su örneklerine ait örnek alım haritası.

Alınan su örneklerinin hemen analizi mümkün olmadığından ve pH, Eh, iletkenlik değişimleri, bakteri faaliyetleri ile kap cidarına absorpsiyon gibi etkenlerden dolayı örneklerin element içerikleri zamanla değişeceği için örneklere nitrik asit (HNO_3) eklenmiştir. Ağzı sıkıca kapatılan örnek kabının üzerindeki etikete; kap içine alınan su örneğinin numarası, sıcaklık ve pH değerleri, eklenen koruyucu maddenin türü ve miktarı ile tarih bilgileri yazılmıştır. Derlenen su örneklerinin analizi için 100 ml. örnek alınmış, kalan miktar ise şahit örnek olarak saklanmıştır.

Su örneklerinde ağır metal iyonları genellikle ppb seviyesinde olduğundan, örnekleme esnasında veya sonrasında herhangi bir kirlenme olmaması için dikkat edilmiştir. Örnekleme zamanı için; bölgede kurak mevsimin sonu olan, yeraltı su seviyesinin en düşük olduğu, yeraltı suyu kimyasının fazla değişim göstermediği, ayrıca çözülü element miktarının maksimum olduğu Ekim ayı sonu ve Kasım ayının başlangıcı seçilmiş, suyun kimyasını değiştiren yağışlar başlamadan örnekleme tamamlanmıştır.

3.3 Analiz Yöntemi

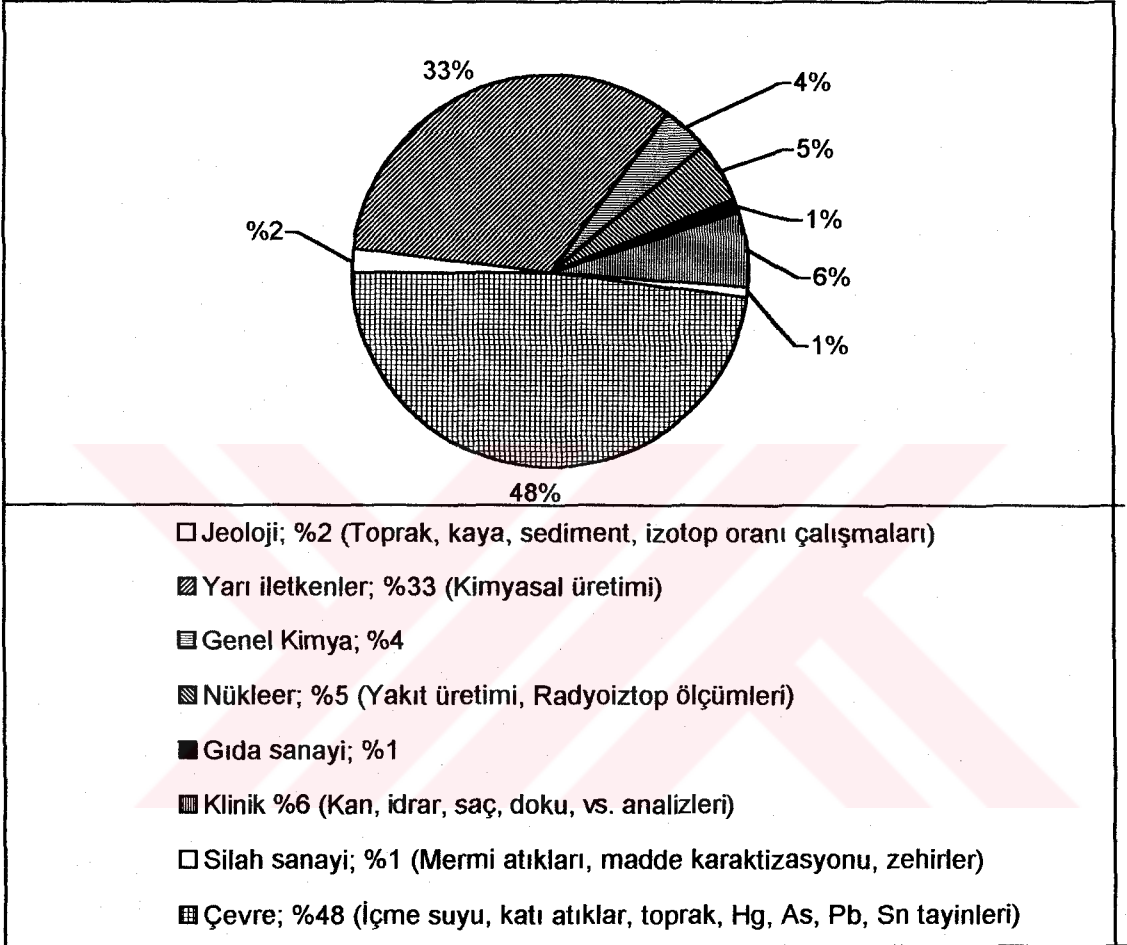
Eser element tayinlerinde geleneksel olarak atomik absorpsiyon (AAS) ve ICP-optik emisyon spektrometrisi (ICP-OES) gibi atomik spektrometrik teknikler, X-ışını floresans yöntemi (XRF), nötron aktivasyon analizi (NAA) ve elektrokimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bu metotlara 1980'li yılların ikinci yarısından sonra ICP-kütle spektrometrisi (ICP-MS) eklenmiş ve bu teknikle yapılan çalışmalarda son yıllarda hızlı bir artış kaydedilmiştir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sayesinde kolaylıkla otomasyona gidilmesi, ICP-MS' i sadece araştırma amaçlı olmaktan çıkarıp rutin analizlerde kullanılmasını sağlamıştır.

Plasma kütle spektroskopisinin kuralları 1960 ve 1970'li yıllarda ortaya konmaya başlamıştır. İlk çalışmalar jeoloji alanında olmasına karşın günümüzde ICP-MS' in bu alanda kullanımı, genel anlamda kullanımının sadece % 2'sini kapsamaktadır (Şekil 3.3).

ICP-MS direk, hızlı ve uygun kütle aralığıyla çözeltide eser element tayininde uygun bir analiz yöntemidir. Düşük tayin sınırı ve multi element tayin yapabilme özelliği sayesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışma aralığı diğer yöntemlere oranla çok geniştir. Bir çok element için pg-mg/l arasında kalibrasyon grafikleri çizilebilmektedir. Bu özelliği, farklı derişime sahip pek çok elementin aynı anda tayinine olanak sağlar.

Değişik örnek göndericilerle karşılaştırıldığında ICP-MS, sıvı örnekler dışında katı örneklerin de analizlerini mümkün kılmaktadır. Yöntemin bir diğer önemli özelliği ise elementlerin kütle spektrumlarının oldukça basit ve elementel özel bir nitelik taşımasıdır ki, bu özelliği sayesinde ICP-MS' in girişimlerden etkilenmeyeceği düşünülmüş, ancak yapılan

araştırmalarda izobarik, moleküler ve matriks kaynaklı girişimlerin analizlerde sonuçları etkilediği görülmüştür. Buna karşın bir çok girişimin kaynağının iyice belirlenmiş olması, bunların çoğunun önlenmesine veya en azından etkilerin azaltılmasına olanak sağlamıştır (Ertas, 2004).



Şekil 3.3. ICP-MS aletsel analiz yönteminin kullanım alanları (Ertas, 2004).

Analitik bir cihaz olarak ICP-MS; indüktif olarak eşleştirilmiş plazma (ICP) ve kütle spektrometresi (MS) olmak üzere iki ünitenin birleşimi olarak düşünülebilir. Genel olarak aletin çalışma prensibi şöyledir: analizi yapılan örnekteki elementler ICP ünitesinde iyonlaştırıldıktan sonra kütle spektroskopisine gönderilirler ve bu üniteye kütle/yük oranlarına göre ayrılıp ölçülürler. Bu yöntemle elementlerin analiz edilebilen en düşük değerleri tablo halinde Tablo 3.3' te verilmiştir.

Çalışma alanından alınan ve Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan 119 adet su numunesi ICP-MS analiz yöntemiyle analiz edilmek üzere Kanada'da bulunan ve ISO 9002 akreditasyonuna sahip olan "Acme Analytical Laboratories Ltd." ye gönderilen örneklerin analizinde Elan 6000 tipi ICP-MS analiz aleti kullanılmıştır.

Jeokimyasal prospeksiyon çalışmalarında uygulanan analitik yöntemlerde yöntemin doğruluğundan ziyade inceliği önemlidir. Köksoy ve Topçu (1976)' ya göre bir örnek içindeki belirli bir elementin konsantrasyonunun tam olarak doğru bilinmesi, bu elementin bulunduğu örneğin temel değer topluluğuna mı yoksa anomali topluluğuna mı dahil olduğunun bilinmesi kadar önemli değildir. Bu nedenle doğruluk tayini ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

Tablo 3.3. Elan 6000 tipi ICP-MS aletinde analizi yapılan elementlere ait dedeksiyon limiti değerleri (www.acmelab.com'dan alınmıştır).

Element	Dedeksiyon Limiti	Birimi	Element	Dedeksiyon Limiti	Birimi	Element	Dedeksiyon Limiti	Birimi
Ag	0,05	ppb	Hf	0,02	ppb	Re	0,01	ppb
Al	1	ppb	Hg	0,1	ppb	Rh	0,01	ppb
As	1	ppb	Ho	0,01	ppb	S	1	ppm
Au	0,05	ppb	I	1	ppb	Sb	0,05	ppb
B	20	ppb	In	0,01	ppb	Sc	0,05	ppb
Ba	0,05	ppb	Ir	0,05	ppb	Se	0,5	ppb
Be	0,05	ppb	K	50	ppb	Si	1	ppb
Bi	0,05	ppb	La	0,01	ppb	Sm	0,05	ppb
Br	1	ppb	Li	1	ppb	Sn	0,05	ppb
Ca	50	ppb	Lu	0,01	ppb	Sr	0,01	ppb
Cd	0,05	ppb	Mg	50	ppb	Ta	0,05	ppb
Ce	0,01	ppb	Mn	0,05	ppb	Tb	0,01	ppb
Cl	1	ppm	Mo	0,1	ppb	Te	0,05	ppb
Co	0,02	ppb	Na	50	ppb	Th	0,05	ppb
Cr	0,5	ppb	Nb	0,01	ppb	Ti	10	ppb
Cs	0,01	ppb	Nd	0,01	ppb	Tl	0,01	ppb
Cu	0,1	ppb	Ni	0,2	ppb	Tm	0,01	ppb
Dy	0,01	ppb	Os	0,05	ppb	U	0,05	ppb
Er	0,01	ppb	P	20	ppb	V	1	ppb
Eu	0,01	ppb	Pb	0,05	ppb	W	0,1	ppb
Fe	10	ppb	Pd	0,2	ppb	Y	0,01	ppb
Ga	0,05	ppb	Pr	0,01	ppb	Yb	0,01	ppb
Gd	0,01	ppb	Pt	0,01	ppb	Zn	0,5	ppb
Ge	0,05	ppb	Rb	0,01	ppb	Zr	0,5	ppb

Örneklerin analizi yapılırken, her 30. örnek analizinden önceki örnek ikinci kez analiz edilerek her element için ayrı ayrı birinci ve ikinci okuma değerleri elde edilmiştir. Çift analizi yapılan örnekler ve bu örneklerdeki bazı elementlerin birinci ve ikinci okuma değerleri, analiz yönteminin inceliği (prezisyon) hakkında fikir vermesi bakımından tablo halinde verilmiştir(Tablo 3.4). Yöntemin inceliği Youden (1951) tarafından önerilen :

$$\%İncelik(p) = (200/Çift\ analizlerin\ ortalaması) * \sqrt{[(Çift\ analizler\ arasındaki\ farklar\ toplam)^2 / (2 * Çift\ analiz\ sayısı)]}$$

formülüne göre değerlendirilmiştir.

Tablo 3.4. Analiz yönteminin inceliği.

Örnek No:	Al		As		Cr		Fe		Mn		Mo		S		Zn	
	Okuma		Okuma		Okuma		Okuma		Okuma		Okuma		Okuma		Okuma	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
BUL-5	30	30	<1	<1	0,9	1	<10	11	2,37	2,48	0,4	0,4	3	3	6,1	5,5
KOC-1	4	5	<1	<1	1,3	1,3	<10	<10	0,30	0,36	0,6	0,6	4	4	1,5	2,1
TAT-6	5	5	2	2	1	1,1	<10	18	0,25	0,28	1,9	1,9	5	5	<5	<5
MEY-2	11	12	1	1	<0,05	<0,05	<10	<10	0,34	0,40	3,6	3,6	3	3	0,9	0,8
% p= ±	7,84		0		10,52		45,6		19,06		0		0		26,99	

Toplam 119 örnekten ancak 4 örneğin ikinci analizi yapılmış olduğundan, yöntemin inceliği hakkında sağlıklı bir şey söylenememiş sadece kaba bir fikir vermesi için incelik değerleri hesaplanmıştır.

3.4. Veri Analiz Yöntemleri

Jeolojide veri analizi; jeolojik verilerin, istatistik yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi ve sonuçların yine jeolojik yorumlarda kullanılması işlemlerinin bütünüdür (Temur, 1997). Veri analizlerinin en önemli faydalarından biri, karmaşık özellikleri yansıtan verilerin özetlenerek basite indirgenmesi, özelliklerden önemli olanlarının ayırt edilmesi ve yorumlanmasına olanak sağlamasıdır.

Son yıllarda bilgisayar kullanımının çok yaygınlaşması her meslek dalında olduğu gibi, jeolojik araştırmalarda da veri analizi yöntemlerinin daha fazla kullanılmasına yol açmıştır. Ancak, bilgisayar sağladığı kolaylıkların yanı sıra önemli bir problemi de beraberinde getirmiştir. Bu problem, bilgisayarın sağladığı kolaylıklardan faydalanmak için veri analizi yöntemlerinin gereksiz ve hatta yanlış kullanma ihtimalinin artmasıdır. Bir veri analizi yöntemi, ancak sonuçları jeolojik bir problemin çözümünde kullanılabiliriyorsa uygulanmalıdır (Temur, 1997).

Bu çalışmada asıl amaç Elazığ Mağmatitlerinden gelen suların hidrojeokimyasal prospeksiyon parametrelerini bulmak, uzun erimli amaç ise bu parametrelerden yararlanarak olası cevherleşmelerden kaynaklanan anomali alanlarını tespit etmektir. Çalışma alanında alınan su örneklerinin analizi neticesinde elde edilen element içerikleri; frekans dağılımları, histogramlar, olasılık grafikleri gibi veri analiz yöntemleri ile değerlendirilerek bulunan parametreler bu amaçlarla yorumlanmıştır.

3.4.1. Sınıflandırma ve Histogramlar

Sayısal bir veri grubunun sunulmasında en çok bilinen ve kullanışlı olan yöntem, veri grubunun frekans dağılımını hazırlamaktır. Frekans dağılımı her sınıf aralığı için çizilen

çubuklarla gösterildiğinde “histogram” olarak adlandırılır. Histogramın en iyi tarafı bir veri grubundaki değerlerde toplam değişimi ile en fazla bulunan değerleri (mod) göstermesi ve bazı durumlarda (örneğin birden fazla mod olması) temel değer ile anomali değerleri arasındaki eşik değerleri görsel olarak bulmayı sağlamasıdır. Eğer frekans yüzde olarak alınırsa, histogramlar farklı kaynaklı benzer veri tiplerinin karşılaştırılmasını sağlar (Bölücek, 1995).

Veri grubunun doğru bir şekilde temsil edilmesinin sağlanması için histogramın hazırlanmasında çok dikkatli olmak gerekir. Histogramı belirleyen sınıf aralıklarının gereğinden büyük alınması halinde sınıf sayısı azalacağından çok farklı değerler aynı sınıfta toplanarak örnekteki önemli bilgilerin büyük bir bölümünün kaybolmasına neden olur. Sınıf aralıklarının küçük alınması halinde ise sınıf sayısı artacağından gereksiz özellikler önemli gibi görünerek yorumları zorlaştırır. Dolayısıyla sınıf sayısı incelemeyi kolaylaştıracak ve dağılım hakkında yeterli bilgi verebilecek şekilde ayarlanmalıdır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 1987).

Temur (1997)’a göre sınıflandırma işlemlerinde sınıf sayısı genellikle 10 ile 25 arasında alınır. Jeoloji uygulamalarında ise 9 ile 17 arasındaki sınıf sayıları daha iyi sonuç vermektedir. Bazı araştırmacılar (Köksoy, 1991; Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 1987) sınıf sayısının 8 ile 15 arasında olması gerektiğini belirtirken, bir grup araştırmacı tarafından (Lepeltier, 1969; Sinclair, 1976; Ayhan, 1989) da 10 ile 20 arasında seçilebileceği belirtilmiştir.

Sınıflandırma işlemini değişik özelliklere göre yapmak mümkündür. Bunlardan en çok kullanılanı normal ve logaritmik sınıflandırmadır (Temur, 1997).

Normal sınıflandırma, verilerin belli aralıklardaki orantılı dağılımlarını elde etmek için kullanılır. Bu dağılımlardaki sınıf aralığı; “ $SA = (X_{max} - X_{min}) / SS$ ” şeklinde bir formülle belirlenir. Bu formülde SA; sınıf aralığını, SS; sınıf sayısını, X_{max} ; veriler içindeki en büyük değer, X_{min} ; veriler içindeki en küçük değeri göstermektedir.

Logaritmik sınıflandırma, verileri çok geniş bir alanda yayılım gösteren ve küçük değerlerle büyük değerleri kendi aralarında farklı anlamlar ifade eden dağılımlarda kullanılır. Bu dağılımlardaki sınıf aralığı ise; “ $\log(SA) = [\log(R)] / SS$ ” bağıntısı ile belirlenir. Burada SA; sınıf aralığını, SS; sınıf sayısını, R; dağılım oranını (X_{max} / X_{min}) gösterir.

David (1977), sınıf sayısını örnek sayısının bir fonksiyonu olarak; “ $SS = \sqrt{n}$ ” şeklinde belirlerken, Beyazıt ve Oğuz (1993) da “ $SS = 1 + 3,3 \cdot \log_{10} n$ ” bağıntısını vermiştir. Her iki bağıntıda da SS; sınıf sayısı, n; örnek sayısıdır. Sadece örnek miktarına bağlı olarak sınıf sayısını belirlemek sakıncalıdır. Shaw (1964)’a göre sınıf aralığı standart sapmanın yarısı ile $\frac{1}{4}$ ’ü arasında seçilmelidir (Sinclair, 1985).

Bu çalışmada ise sınıf aralıkları standart sapmanın bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Standart sapmanın büyük olduğu veri gruplarında sınıf aralığı standart sapmanın $\frac{2}{5}$ ’i olarak alınırken, diğer veri gruplarında ise standart sapmanın yarısı olarak alınmıştır. Sınıf aralıklarının

tespit edilmesinden sonra her bir sınıfın karşısına frekansı, yüzde frekansı ve eklemeli yüzde frekansları yazılmak suretiyle dağılım tabloları hazırlanmıştır. Bilgisayar yardımıyla Excel ortamında histogramlar ve log-normal yüzde kümülatif frekans grafikleri çizilmiştir.

3.4.2. Olasılık Grafikleri

Dağılımı oluşturan normal ve anomali topluluklarını ayırtlamayı ve bu toplulukların özelliklerini belirlemeyi amaçlayan sağlıklı bir grafiksel yöntemdir.

Jeokimyasal verilerin değerlendirilmesinde veriler genelde normal (simetrik) dağılıma uydurulur. Majör elementler genellikle yaklaşık normal bir dağılım gösterirken, iz elementler asimetrik pozitif eğim gösterirler. Aritmetik verilere logaritmik dönüşüm uygulandığında pozitif eğim gösteren frekans dağılımının normal dağılıma yaklaştığı görülür ki, bu dağılıma log-normal dağılım denilmektedir (Bölücek, 1995).

Parslow (1974) teorik normal bir dağılımın grafik üzerinde üç şekilde gösterilebileceğini belirtmiştir:

1. Her iki eksen aritmetik ölçekli ve bu eksenlerden birinde frekans değerleri alındığında ortaya çıkan çan şeklinde bir eğri,
2. Her iki eksen de aritmetik ölçekli ve bu eksenlerden birinde kümülatif frekans değerleri alındığında ortaya çıkan " S " şeklinde bir eğri,
3. Bir ekseni aritmetik veya logaritmik ölçekli, diğer ekseni olasılık ölçekli ve bu ekseninde kümülatif frekans değerleri alındığında ortaya çıkan bir doğru.

Parslow (1974), bu üç grafikten 1 ve 2'deki grafiklerden sadece ortalama değerin bulunabileceğini, oysa 3. maddedeki olasılık grafiğinde ortalama değerle birlikte standart sapmanın da kolaylıkla bulunabileceğini belirtmiştir (Bölücek, 1995).

Olasılık grafiklerinde eksenlerden biri logaritmik veya aritmetik dizilere göre bölünmüştür. Diğer eksen ise o şekilde düzenlenmiştir ki, ideal çan eğrisi şeklinde normal dağılım gösteren veri topluluğuna ait kümülatif frekans değerleri grafikte düzgün bir doğru oluşturur.

Eldeki veri grubu birden fazla normal topluluktan oluşmuşsa, bir topluluktan diğer topluluğa geçilirken olasılık grafiği üzerinde doğrusallığın bozulduğu " S " veya " Z " şeklinde oluşan eğri, birbirini kısmen üzerleyen iki topluluğu ifade eder. Eğrinin yön değiştirdiği dönüm noktası iki topluluğu birbirinden ayıran noktadır.

Bu çalışmada, logaritmik olarak sınıflandırılmış verilerden normal-olasılık yüzde kümülatif frekans grafikleri çizilmiştir. Genelde iki topluluktan (A ve B topluluğu) oluşan veri grubu, olasılık grafiği yöntemi ile yalnız normal bileşenlerine ayrılmıştır. Olasılık grafiği

yöntemi ile normal bileşenlerine ayrılan A ve B topluluklarının her biri normal dağılımdan dolayı oluşan iki doğru tarafından temsil edildiği görülür.

3.5. İstatistiksel Parametrelerin Saptanması

Jeokimyasal prospeksiyon, belirtken elementlerin cevher yatakları çevresinde göstermiş oldukları ve cevherleşmeyle yakından ilişkili, normalden farklı dağılım özelliklerinin saptanmasına dayanmaktadır. Cevherleşmemiş veya cevherleşmeden etkilenmemiş bölgelerden alınan örneklerdeki bir elementin miktarı normal (background, temel) değeridir. Belirtken elementlerin göstermiş oldukları, normalden sapmalar veya farklılık ise jeokimyasal anomalidir. Çoğu zaman anomali değerleri bir ortalama etrafında toplanan ve anomali topluluğu denilen istatistiksel bir topluluk oluşturur.

Jeokimyasal verilerin değerlendirilmesinde en önemli problemlerden birisi normal topluluk ile anomali topluluklarının birbirinden ayrılmasıdır. Normal değerler ile anomali değerlerini birbirinden ayıran değer eşik değerdir. Eşik değeri, normal değerlerin üst sınırı veya anomali değerlerinin alt sınırı olarak da tanımlayabiliriz (Köksoy,1991).

Son yıllara kadar jeokimyasal çalışmalarda eşik değer hesaplamalarında “Eşik değer = Ortalama + 2 Standart Sapma” bağıntısı kullanılmıştır. Sadece bir topluluktan oluşan veri grubu varsa, bu bağıntı ile yüksek değer içeren az sayıda anomali gösteren örneği belirlemek mümkündür. Ancak iki topluluktan oluşan ve birbirini üzerleyen bir veri grubunda, her topluluk farklı ortalama ve standart sapmaya sahip olduğundan; bu toplulukları ayrı ayrı göz önüne almayıp, veri grubunun tek bir ortalama ve standart sapma ile temsil edilmesi istatistiksel ve sayısal olarak gerçeği yansıtmaz.

Bu çalışmada hazırlanan olasılık grafiklerinden, veri gruplarının genelde iki topluluktan oluştuğu görülür. Olasılık grafiği yöntemi ile normal bileşenlerine ayrılan A ve B topluluklarının her biri normal dağılımdan dolayı oluşan iki doğru tarafından temsil edilir. Bu topluluklardan anomali (A) topluluğu ile temel değer (B) topluluğuna ait doğruların %50 olasılık çizgisini kestiği noktalara ait değerler toplulukların ortalama değerlerini verirken, %98 ve %2 olasılık çizgilerini kestiği noktalara ait değerler ise bu toplulukların eşik değerlerini verir. Bu çalışmada; büyük değerler içeren A topluluğunun alt %2’si ve küçük değerler içeren B topluluğunun üst %98’i olmak üzere, iki eşik değer belirlenmiştir. Bu değerler aynı zamanda temel değer (B) topluluğunun “Ortalama+2*Standart Sapması” ve anomali (A) topluluğunun “Ortalama – 2 Standart Sapması”na karşılık gelir. Eğer hazırlanan olasılık grafiğinde veriler tek topluluktan oluşmuşsa, bu veriler için eşik değer “Ortalama + 2 Standart Sapma” olarak alınmıştır.

4. HİDROJEOKİMYASAL PROSPEKSİYON PARAMETRELERİ VE ANOMALİLERİ

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan örneklerin element içerikleri ICP-MS analiz yöntemiyle tespit edilmiştir. Bu analiz yöntemiyle her bir örnekteki 73 değişik elementin miktarı tespit edilmiştir. Bu elementlerden;

1. Örneklerin tamamında veya çoğunda analiz aletinin dedeksiyon limiti altındaki bir miktarda bulunan Ag, Au, B, Be, Bi, Cd, Co, Cs, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, In, Ir, Lu, Nb, Ni, Os, P, Pd, Pr, Pt, Re, Rh, Ru, Sm, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, W, Yb, Zr elementleri istatistiksel değerlendirmeye alınamamıştır.

2. Örneklerin tamamında veya çoğunda analiz aletinin dedeksiyon limiti veya üstündeki bir miktarda bulunan;

a) Belirtken veya iz sürücü elementler olarak önemli olan ve istatistiksel değerlendirmeye yeter sayıda sınıf oluşturulabilen As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn elementleri istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

b) Al, Ca, Cl, K, Mg, Na, Si, Ti gibi major ve minör elementler ile genelde ortalamaya yakın bir değer etrafında toplanmış ve bu prospeksiyonda fazla önemli görülmeyen Ba, Br, Ce, Cr, La, Nd, Rb, Sc, Sr, V elementleri de değerlendirilmeye alınmamıştır.

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan su örneklerinin arsenik, bakır, demir, mangan, molibden, kurşun, uranyum ve çinko element içeriklerine göre genel ve detay jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları yapılmıştır.

Genel jeokimyasal prospeksiyon çalışmalarında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan su örneklerinin bütünündeki her bir elementin su örneklerindeki içeriği veri analiz yöntemlerinden frekans dağılım tablosu, histogramlar ve olasılık grafikleri yardımıyla değerlendirilerek hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri elde edilmiş, daha sonra her bir elementin alansal dağılımı verilmiştir.

Detay jeokimyasal prospeksiyon çalışmalarında ise örnekler kaynaklandığı kayalık grubuna göre ayrılarak her bir elementin su örneklerindeki içerikleri veri analiz yöntemleri yardımıyla değerlendirilerek sonra her bir elementin andezitik, diyoritik ve granitik kayalık gruplarındaki ayrı ayrı hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri ve alansal dağılımları verilmiştir.

4.1. Arsenik

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan örneklerin arsenik içerikleri ile bu suların geldiği kayalık topluluğu tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.1)

Tablo 4.1. Su örneklerinin ppb olarak As içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayalık grupları.

Örnek No:	As	log As	Kayaç Grubu	Örnek No:	As	Log As	Kayaç Grubu	Örnek No:	As	log As	Kayaç Grubu
GUN-1	8	0,90	Diyorit	CVS-4	<1	-	Diyorit	KOC-4	1	0	Andezit
GUN-2	4	0,60	Diyorit	CVS-5	2	0,30	Diyorit	KOC-6	<1	-	Andezit
GUN-3	27	1,43	Diyorit	CVS-6	1	0	Diyorit	KOC-7	<1	-	Andezit
GUN-4	7	0,84	Diyorit	TAT-1	9	0,95	Diyorit	KOC-8	2	0,30	Andezit
GUN-5	3	0,48	Diyorit	TAT-5	3	0,48	Diyorit	KRL-1	<1	-	Andezit
GUN-6	<1	-	Diyorit	TOP-6	1	0	Diyorit	KRL-2	1	0	Andezit
GUN-7	2	0,30	Diyorit	TOP-7	1	0	Diyorit	KRL-3	1	0	Andezit
GUN-8	2	0,30	Diyorit	TOP-8	9	0,95	Diyorit	KRL-4	1	0	Andezit
GUN-9	3	0,48	Diyorit	TOP-13	12	1,08	Diyorit	KRL-5	1	0	Andezit
GUN-10	1	0	Diyorit	TOP-14	3	0,48	Diyorit	KRL-6	2	0,30	Andezit
KGD-1	5	0,67	Diyorit	TOP-16	27	1,43	Diyorit	KRL-7	<1	-	Andezit
KGD-2	1	0	Diyorit	TOP-17	3	0,48	Diyorit	KRL-8	<1	-	Andezit
KGD-3	1	0	Diyorit	TOP-18	7	0,84	Diyorit	KRL-9	1	0	Andezit
KGD-4	1	0	Diyorit	DEM-1	8	0,90	Diyorit	KRL-10	<1	-	Andezit
KGD-5	<1	-	Diyorit	DEM-2	8	0,90	Diyorit	CVS-1	<1	-	Andezit
KGD-6	1	0	Diyorit	DEM-3	30	1,48	Diyorit	TOP-1	<1	-	Andezit
KGD-7	<1	-	Diyorit	DUG-3	1	0	Diyorit	TOP-5	3	0,48	Andezit
KGD-8	1	0	Diyorit	MEY-1	18	1,26	Diyorit	TOP-15	1	0	Andezit
KGD-9	1	0	Diyorit	MEY-2	1	0	Diyorit	TOR-1	<1	-	Andezit
KGD-10	1	0	Diyorit	NAZ-6	3	0,48	Diyorit	TOR-2	<1	-	Andezit
KGD-11	<1	-	Diyorit	AKC-1	<1	-	Andezit	TOR-3	<1	-	Andezit
KGD-12	<1	-	Diyorit	AKC-2	<1	-	Andezit	TAT-2	7	0,84	Granit
KGD-13	<1	-	Diyorit	AKC-3	2	0,30	Andezit	TAT-3	1	0	Granit
KGD-14	1	0	Diyorit	AKC-4	<1	-	Andezit	TAT-4	2	0,30	Granit
BUL-1	1	0	Diyorit	AKC-5	1	0	Andezit	TAT-6	2	0,30	Granit
BUL-2	3	0,48	Diyorit	AKC-6	1	0	Andezit	TOP-9	28	1,45	Granit
BUL-3	1	0	Diyorit	AKC-7	<1	-	Andezit	TOP-10	50	1,70	Granit
BUL-4	<1	-	Diyorit	KRC-1	1	0	Andezit	TOP-11	14	1,15	Granit
BUL-5	<1	-	Diyorit	KRC-2	1	0	Andezit	TOP-12	18	1,26	Granit
AGL-1	<1	-	Diyorit	KRC-3	1	0	Andezit	DEM-4	3	0,48	Granit
AGL-2	<1	-	Diyorit	KRC-4	1	0	Andezit	DEM-5	38	1,58	Granit
AGL-3	1	0	Diyorit	KRC-5	<1	-	Andezit	DUG-1	8	0,90	Granit
CAN-1	2	0,30	Diyorit	KRC-6	1	0	Andezit	DUG-2	3	0,48	Granit
CAN-2	4	0,60	Diyorit	KRC-7	<1	-	Andezit	MEY-3	1	0	Granit
GOZ-1	1	0	Diyorit	KRC-8	<1	-	Andezit	NAZ-1	9	0,95	Granit
GOZ-2	<1	-	Diyorit	KRC-9	1	0	Andezit	NAZ-2	1	0	Granit
AKC-8	1	0	Diyorit	KRC-10	2	0,3	Andezit	NAZ-3	13	1,11	Granit
KOC-5	<1	-	Diyorit	KOC-1	<1	-	Andezit	NAZ-4	2	0,30	Granit
CVS-2	<1	-	Diyorit	KOC-2	<1	-	Andezit	NAZ-5	9	0,95	Granit
CVS-3	1	0	Diyorit	KOC-3	<1	-	Andezit				

4.1.1. Genel Prospeksiyon

Genel olarak bazaltik kayalar ortalama 1,5 ppm, orta kayalar 2,1 ppm, granitik kayalar ise 1,5 ppm As içerirler (Onishi, 1978). Kaynak sularındaki As içeriği ortalama 2 ppb'dir (Rose vd., 1979).

Tablo 4.1'deki sınıflandırılmamış aritmetik As değerleri ile bu değerlere uygulanan logaritmik dönüşüm değerleri kullanılarak elde edilen bazı istatistiksel veriler Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Bütün su örneklerinin aritmetik ve logaritmik As içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

<i>Aritmetik As</i>		<i>log As</i>	
Ortalama (X)	5,56	Ortalama (X)	0,42
Standart Sapma(S)	8,92	Standart Sapma(S)	0,49
Standart Hata	0,97	Standart Hata	0,05
Ortanca (medyan)	2	Ortanca (medyan)	0,30
Kip (mod)	1	Kip (mod)	0
Örnek Varyans	79,55	Örnek Varyans	0,24
Basıklık (yamukluk)	9,4	Basıklık (yamukluk)	-0,21
Çarpıklık (eğiklik)	2,9	Çarpıklık (eğiklik)	0,95
En Büyük	50	En Büyük	1,70
En Küçük	1	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	119
X+2S (Eşik Değer)	23,40	X+2S (Eşik Değer)	1,39

Bu tabloda aritmetik As değerlerinin aritmetik ortalamasının ortanca değerden, ortanca değerinden de mod değerinden büyük olduğu görülür. Bu değerlere göre çizilecek histogram eğrisi asimetric olup, sola çarpıktır. Sınıflandırılmamış verilere göre hazırlanan Tablo 4.2'ye göre yaklaşık 25 ppb'nin üzerinde As içeren örnekler anomali değerine sahiptir.

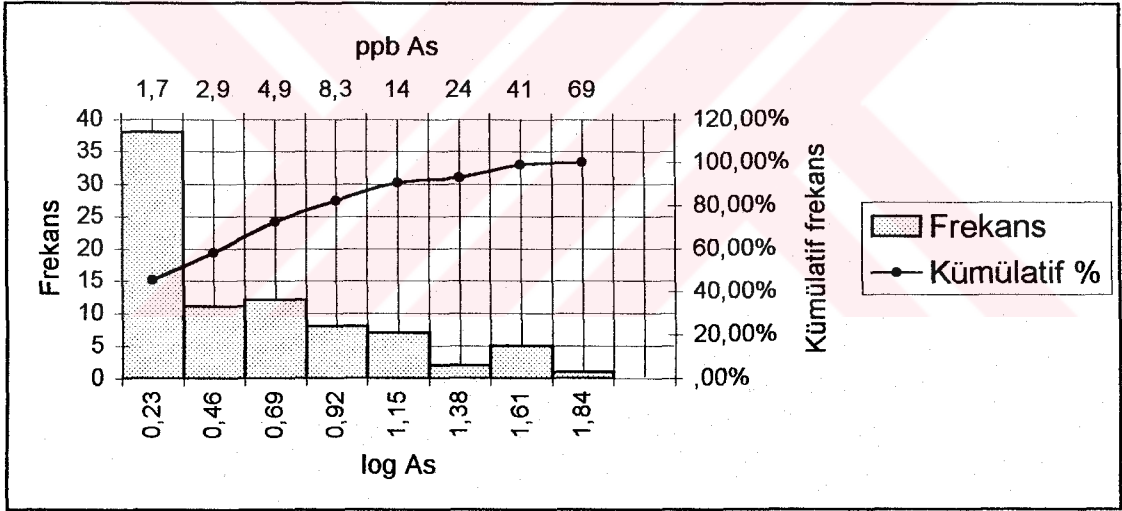
Sinclair (1985)'e göre iz elementler genellikle log normal bir dağılım (pozitif eğim) gösterirler. Dolayısıyla bu çalışmada tüm elementlerin aritmetik değerlerine logaritmik dönüşümler uygulanmıştır. Tüm aritmetik As değerlerine logaritmik dönüşüm uygulanarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.3), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.1) elde edilmiştir.

Şekil 4.1'deki histogramda birden fazla faktörün sınıflar üzerine etkisinin olduğu görülür ve oluşan piklerden her biri bir faktörün etkisini gösterir. Sınıflara etki eden faktörün litolojik farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sularındaki arsenik içeriğinin, ortalama 5,5 ppb olduğu

hesaplanmıştır. Bu değer Rose vd. (1979) tarafından belirlenen ve arsenin kaynak sularındaki ortama içeriği olan 2 ppb' den daha büyüktür.

Tablo 4.3. Bütün su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

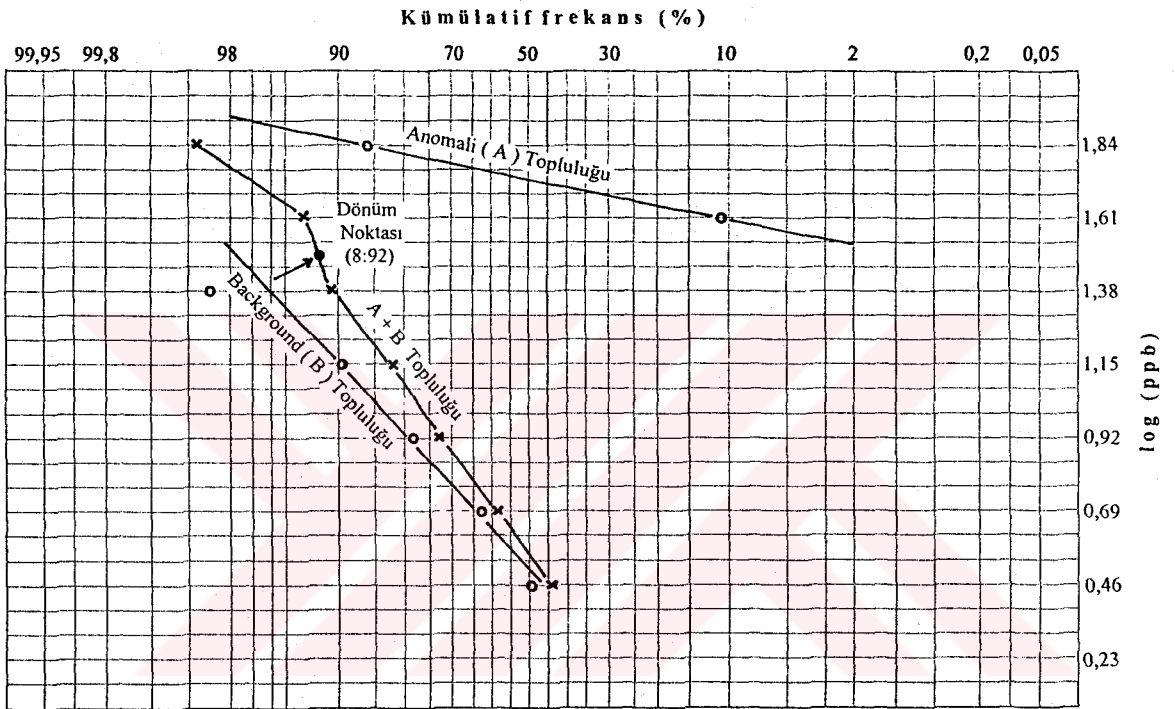
Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	100 - Y_{AB}	($Y_A : Y_B$) (8 : 92)
1	1,84	1,61	1	1,19	1,19	-	14,88
2	1,61	1,38	5	5,95	7,14	-	89,25
3	1,38	1,15	2	2,38	9,52	90,48	98,34
4	1,15	0,92	7	8,33	17,85	82,15	89,29
5	0,92	0,69	8	9,52	27,37	72,63	78,94
6	0,69	0,46	12	14,28	41,65	58,35	63,42
7	0,46	0,23	11	13,09	54,74	45,26	49,19
8	0,23	0,00	38	45,22	99,96	0,04	0,04



Şekil 4.1. Bütün su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Tüm As değerleri sınıflandırılarak hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.2); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,52 değerine karşılık gelen aritmetik 33 ppb değeri üzerinde As içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) de yaklaşık $\log(1,52) = 33$ ppb olup, bu değer altında As içeren tüm örnekler temel değer gösteren örneklerdir.

Bu veriler ışığında tüm örneklerin As içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler TOP-10 ve DEM-5 nolu örneklerdir. Bu örneklerin ikisi de granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınmıştır. Bu örnekler dışında temel değer olan 33 ppb altında olan ancak bu değere yakın miktarda As içeren örnekler de dikkate değerdir. Bu örnekler; GUN-3, TOP-9, TOP-16 ve DEM-3 nolu örnekler olup 27-33 ppb arasında As içerirler. TOP-9 yine granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan, diğerleri ise diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınmış su örnekleridir (Şekil 4.3) .

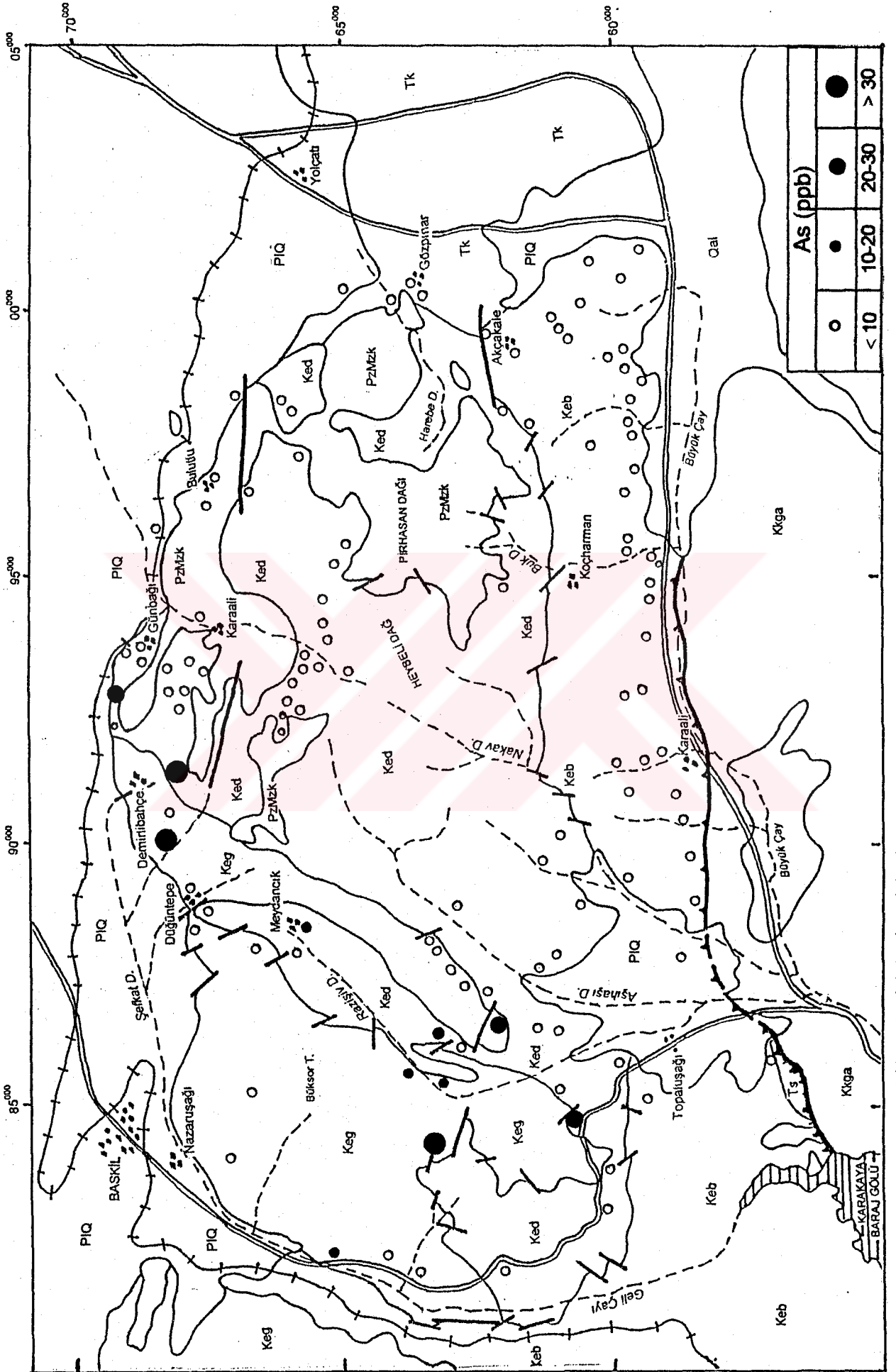


Şekil 4.2. Bütün su örneklerinin As içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Sülfürlü minerallerin oluştuğu her türlü jeolojik ortamda zenginleşebilen arseniğin çalışma alanında Demirlibahçe ile Topaluşağı civarlarında zenginleştiği görülür (Şekil 4.3 ve Şekil 4.8).

Demirlibahçe civarında diyorit grubu kayaların Keban Metamorfikleri ile dokanakları boyunca oksitli ve sülfürlü cevherleşmeler ile mağmatitlerin kırık ve çatlaklarına yerleşmiş yaklaşık K70B doğrultulu ince sülfürlü silisifiye damarlar halinde cevherleşmeler bilinmektedir.

Topaluşağı kuzeyinde Bilasir Tepe batısında granodiyorit-diyorit dokanağı boyunca çoğunlukla altere zon içerisinde daha zengin olmak üzere, diyoritik kayalar içerisinde daha fakir cevherli damarlar izlenmektedir (Şekil 2.10). Genel konumu K70D doğrultulu olan damarlarda pirit, kalkopirit, azurit ve malahit mineralleri makroskobik olarak bulunmaktadır.



Şekil 4.3. Bütün su örneklerindeki As içeriğinin alansal dağılımı.

Genel olarak oksidasyon ortamında hareketliliği orta derecede olan arseniğin hareketliliği demir-oksitlere de bağlıdır. As demirce fakir redüksiyon ortamlarda nispeten hareketlidir (Rose vd., 1979).

Altın için iz sürücü element olan arsenik, çalışma alanında altınlı kuvars damarlarının bulunduğu Topaluşağı civarında anomali değerleri vermektedir. Örneklerin analizinde kullanılan aletin dedeksiyon limiti olan 0,05 ppb üzerinde altın içeren su örnekleri; KOC-2 (0,07 ppb), TOP-1 (0,07 ppb), MEY-3 (0,09 ppb) ve NAZ-1 (0,06 ppb)' dir. Cevherleşmelerin görülmediği ortamlarda altın daha hareketlidir. Bu dört örnekteki arsenik ve demir içeriği, As ve Fe için belirlenen temel değerlerin altında olup bu örneklerde herhangi bir elemente ait anomali değeri gözlenmemiştir.

4.1.2. Detay Prospeksiyon

4.1.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım

Tablo 4.1' de verilen As değerlerinden andezit grubu kayalara ait olanları sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu, histogramı ve kümülatif frekans eğrisi elde edilmeye çalışılmış ancak istatistiksel değerlendirmeye yetecek sayıda sınıf oluşturulamadığından bu işlemler yapılamamıştır. Sınıflandırılmamış aritmetik değerler ile bunların logaritmik dönüşümlerinden elde edilen bazı istatistiksel özet bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik As içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik As		log As	
Ortalama (X)	0,63	Ortalama (X)	0,08
Standart Sapma(S)	0,77	Standart Sapma(S)	0,15
Standart Hata	0,12	Standart Hata	0,03
Ortanca (medyan)	0	Ortanca (medyan)	0
Kip (mod)	0	Kip (mod)	0
Örnek Varyans	0,59	Örnek Varyans	0,02
Basıklık (yamukluk)	0,9	Basıklık (yamukluk)	0,8
Çarpıklık (eğiklik)	1,1	Çarpıklık (eğiklik)	1,5
En Büyük	3	En Büyük	0,48
En Küçük	0	En Küçük	0
Örnek Sayısı	41	Örnek Sayısı	41
X+2S (Eşik Değer)	2,17	X+2S (Eşik Değer)	0,38

Bu kayaç grubuna ait su örneklerinin As içeriklerine bakıldığında; örneklerin çoğunun analiz aletinin As için dedeksiyon limiti olan 1 ppb' den daha az As içeriğine sahip olduğu,

dedeksiyon limiti üzerinde As içeren örneklerden en büyük değerin 3 ppb olarak TOP-5 nolu örneğe ait olduğu görülür (Tablo 4.1).

4.1.2.2. Diyorit grubu kayalardan dağılım

Tablo 4.1'deki diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin As içerikleri kullanılarak; sınıflandırılmamış aritmetik As değerleri ile bu değerlere uygulanan logaritmik dönüşüm değerlerinden elde edilen logaritmik As değerlerine ait bazı tanımlayıcı özet istatistiksel bilgiler Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik As içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

<i>Aritmetik As</i>		<i>log As</i>	
Ortalama (X)	5,04	Ortalama (X)	0,42
Standart Sapma(S)	7,09	Standart Sapma(S)	0,46
Standart Hata	1,05	Standart Hata	0,07
Ortanca (medyan)	2	Ortanca (medyan)	0,30
Kip (mod)	1	Kip (mod)	0,00
Örnek Varyans	50,31	Örnek Varyans	0,22
Basıklık (yamukluk)	5,7	Basıklık (yamukluk)	-0,46
Çarpıklık (eğiklik)	2,5	Çarpıklık (eğiklik)	0,79
En Büyük	30	En Büyük	1,48
En Küçük	1	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	60	Örnek Sayısı	60
X+2S (Eşik Değer)	19,23	X+2S (Eşik Değer)	1,35

Tablo 4.5'teki verilere göre büyüktan küçüğe doğru aritmetik ortalama – ortanca (medyan) – mod (kip) sıralamasından dolayı aritmetik As değerlerinin histogram eğrisi asimetrik ve negatiftir. Eşik değeri yaklaşık 20 ppb'dir.

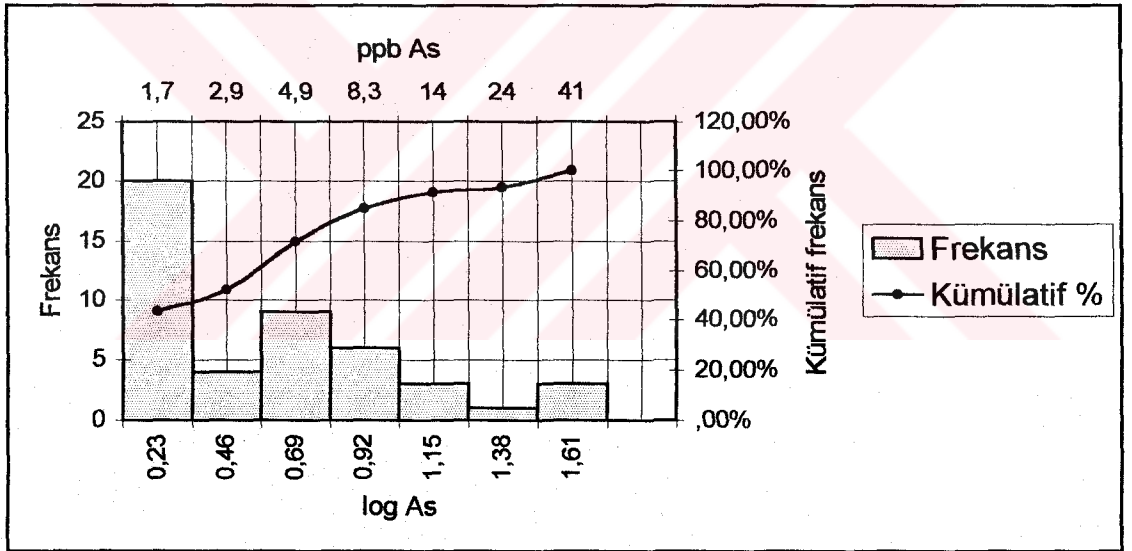
Tablo 4.6'da sınıflandırılmış logaritmik As değerlerinin frekans dağılım tablosu, Şekil 4.4' de ise histogramı ve kümülatif frekans eğrisi verilmiştir. Buna göre logaritmik As verilerinin genel olarak log normal dağılımlı iki topluluktan oluştuğu görülür. Bu topluluklardan biri temel değeri (background) topluluğu, diğeri ise anomali topluluğu olup, hazırlanan olasılık grafiği üzerinde de bu iki topluluk izlenir (Şekil 4.5).

Şekil 4.5'te verilen olasılık grafiğine göre veriler temel değeri topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluşmuştur. Temel değeri topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,21 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 16 ppb değeri üzerinde As içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama – 2 Standart Sapması) ise log

(0,58) = 4 ppb olup, bu değerin altında As içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.

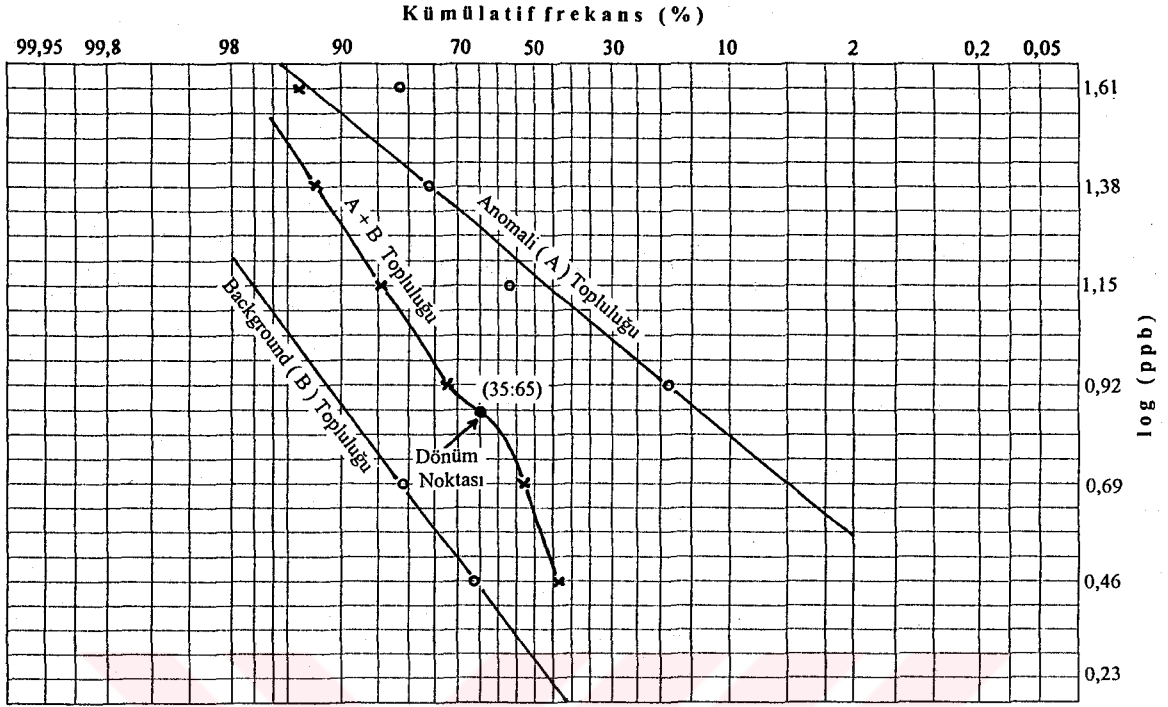
Tablo 4.6. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	100 - Y_{AB}	($Y_A : Y_B$) (35 : 65)
1	1,61	1,38	3	6,52	6,52	-	18,62
2	1,38	1,15	1	2,17	8,69	-	24,82
3	1,15	0,92	3	6,52	15,21	-	43,45
4	0,92	0,69	6	13,04	28,25	-	80,71
5	0,69	0,46	9	19,57	47,82	52,18	80,27
6	0,46	0,23	4	8,70	56,52	43,48	66,89
7	0,23	0,00	20	43,48	100,00	0	0



Şekil 4.4. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Bu veriler ışığında diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin As içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler GUN-3, TOP-16 DEM-3 ve MEY-1 nolu örneklerdir. Temel değer olan 16 ppb altında olan ancak anomali değere yakın miktarda As içeren TOP-13 nolu örnek de dikkate değerdir (Şekil 4.8).



Şekil 4.5. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

4.1.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım

Tablo 4.7’de granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik As değerleri ile bunların logaritmik dönüşümleri kullanılarak elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler özet halinde tablo olarak verilmiştir.

Tablo 4.7. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik As içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik As		log As	
Ortalama (X)	11,61	Ortalama (X)	0,76
Standart Sapma(S)	13,93	Standart Sapma(S)	0,55
Standart Hata	3,28	Standart Hata	0,13
Ortanca (medyan)	7,5	Ortanca (medyan)	0,87
Kip (mod)	1	Kip (mod)	0,00
Örnek Varyans	194,02	Örnek Varyans	0,30
Basıklık (yamukluk)	2,6	Basıklık (yamukluk)	-1,17
Çarpıklık (eğiklik)	1,8	Çarpıklık (eğiklik)	0,09
En Büyük	50	En Büyük	1,70
En Küçük	1	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	18	Örnek Sayısı	18
X+2S (Eşik Değer)	39,47	X+2S (Eşik Değer)	1,87

Tablo 4.7’de aritmetik As değerlerinin ortanca değerinin mod değerinden, aritmetik ortalamanın da ortanca değerden büyük olduğu görülür. Buna göre dağılım grafiği asimetrik ve sola çarpıktır. Eşik değer ise yaklaşık 40 ppb olup, bu değer üzerinde As içeren örnekler anomali değerine sahiptir.

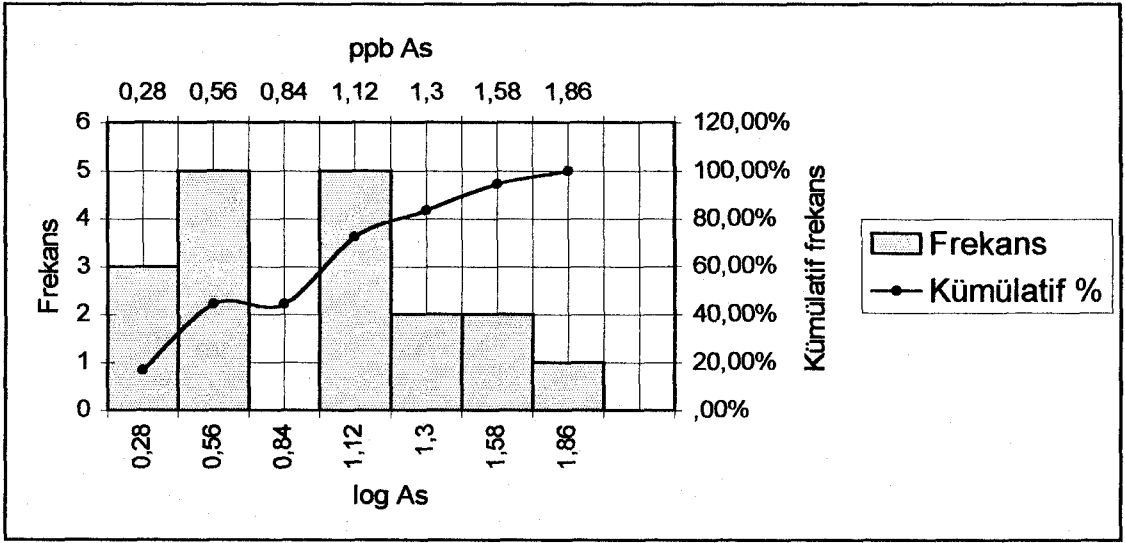
Granitik kayaç grubundan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin aritmetik As içeriklerine logaritmik dönüşüm uygulandıktan sonra veriler sınıflandırılmış, logaritmik As verilerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.8), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.6) elde edilmiştir. Bu verilere göre 0,56-0,84 ppb sınıf aralığına herhangi bir veri düşmemiştir.

Tablo 4.8. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

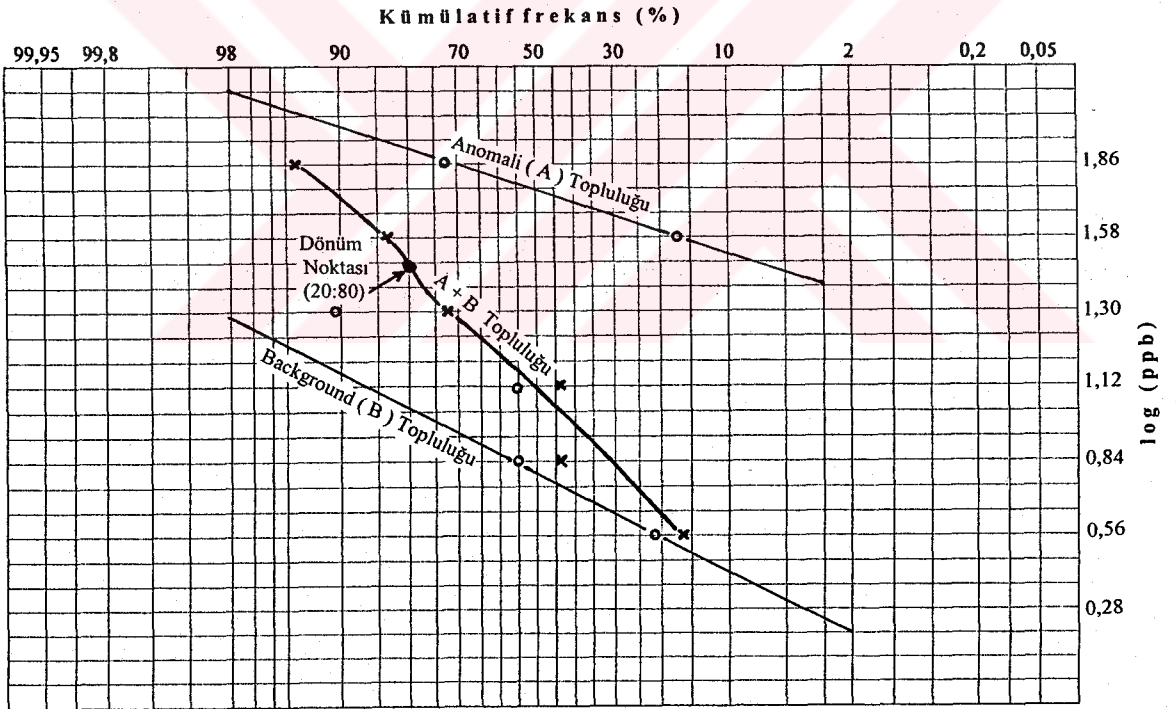
Sınıf No	Sınıf Taban	Sınıf Tavan	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	100 - Y_{AB}	($Y_A : Y_B$) (20 : 80)
1	1,86	1,58	1	5,55	5,55	-	27,75
2	1,58	1,30	2	11,10	16,65	-	83,25
3	1,30	1,12	2	11,10	27,75	72,25	90,31
4	1,12	0,84	5	27,75	55,50	44,50	55,56
5	0,84	0,56	0	0,00	55,50	44,50	55,56
6	0,56	0,28	5	27,75	83,25	16,75	20,93
7	0,28	0,00	3	16,65	99,90	0,10	0,00

Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin As içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.7); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,38 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 24 ppb değeri üzerinde As içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise $\log(1,30) = 20$ ppb olup, bu değer altında As içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.

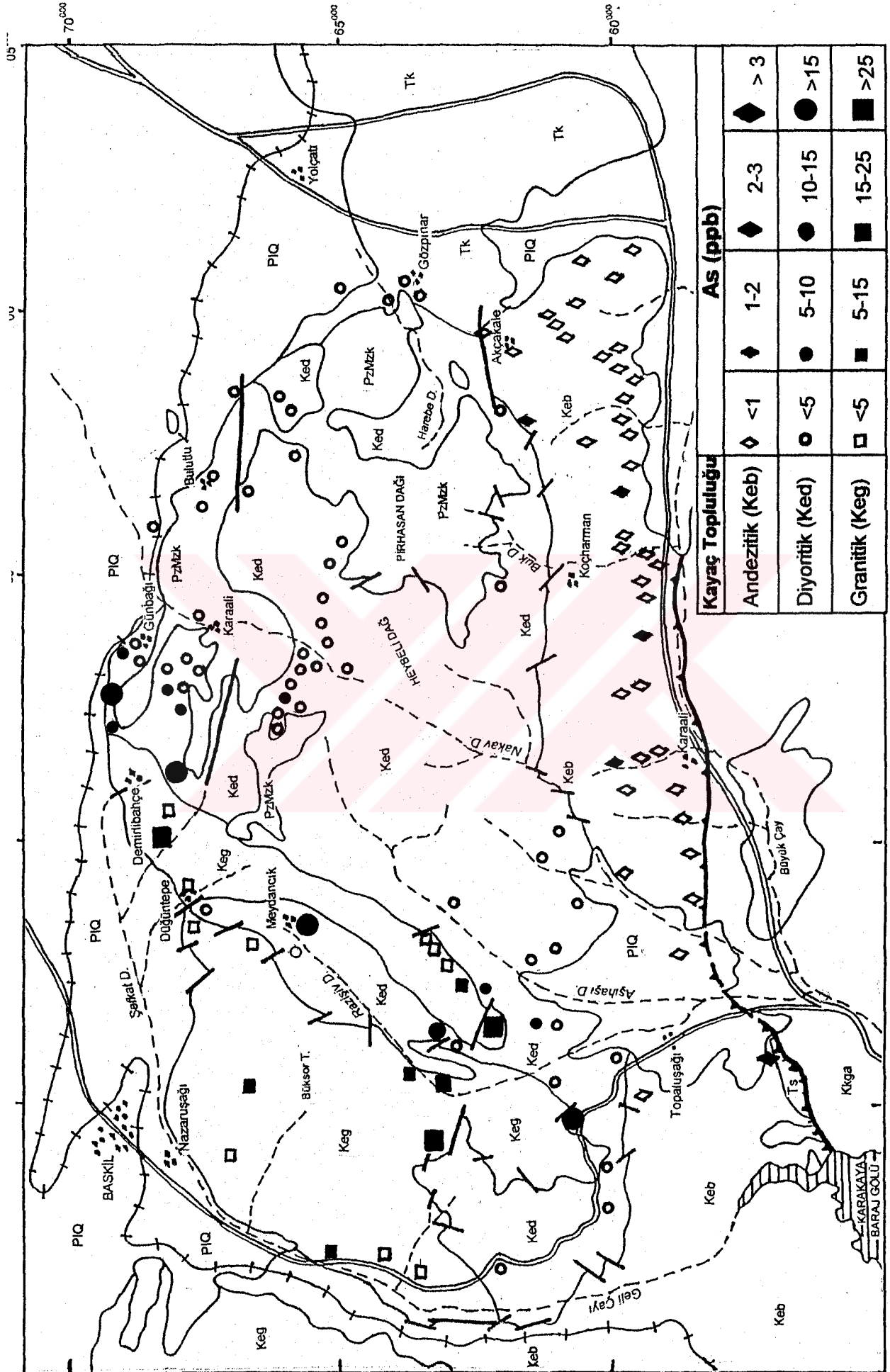
Bu verilere göre granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin As içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; TOP-9, TOP-10 ve DEM-5 nolu örneklerdir (Şekil 4.8). As elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu dağılım ise Şekil 4.8’de verilmiştir. Buna göre Topalaşağı kuzeyinden başlayıp, Demirlibahçe’ye doğru uzanan KD-GB doğrultulu bir anomali sıralanması mevcuttur.



Şekil 4.6. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.7. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik As içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.



Şekil 4.8. As elementinin ayrı ayrı kayalar gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılımı.

4.2. Bakır

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan bütün örneklerin bakır içeriklerinin 10 ile çarpılmış değerleri, bu değerlere uygulanan logaritmik dönüşümler ve örneklenen suların kaynaklandığı kayaç topluluğu Tablo 4.9'da verilmiştir. Bakır içerikleri 1 ppb'den küçük değerleri de içermektedir. 1' den küçük değerlere logaritmik dönüşümler uygulandığında elde edilen negatif değerler, veri analizi için hazırlanan frekans dağılım tablosunda ve olasılık grafiklerinde karışıklıklara yol açabileceği için, Tablo 4.9'da bakır değerlerinin tamamı 10 ile çarpılmıştır. Sonuçta ise bulunan parametreler 10 ile bölünerek gerçek değerleri elde edilmiştir.

4.2.1. Genel Prospeksiyon

Genel olarak asidik kayaçlardan mafik kayaçlara doğru gidildikçe kayaçlardaki Cu içeriği artmaktadır. Dünyanın değişik yerlerindeki mağmatitlerden alınan kayaç örneklerinin analizi neticesinde granitlerin 8 ppm, diyoritlerin 50 ppm, andezitlerin ortalama 55 ppm bakır içerdiği tespit edilmiştir (Wedepohl, 1978). Bakırın kaynak sularındaki ortalaması ise 3 ppb'dir (Rose vd., 1979).

Çalışma alanındaki su örneklerinin bütünündeki bakır değerleri kullanılarak sınıflandırılmamış Cu değerlerine ait bazı tanımlayıcı özet istatistiksel değerler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.10). Tabloya göre aritmetik Cu değerlerinde büyükten küçüğe doğru aritmetik ortalama – ortanca (medyan) – mod (kip) sıralaması ve Cu değerlerinin asimetric, sola çarpık negatif bir histogram eğrisi vardır.

Tablo 4.10. Bütün su örneklerinin aritmetik Cu ve logaritmik Cu (x10) içeriğine göre,ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

<i>Aritmetik Cu</i>		<i>log(Cu x 10)</i>	
Ortalama (X)	2,00	Ortalama (X)	1,13
Standart Sapma(S)	1,77	Standart Sapma(S)	0,40
Standart Hata	0,16	Standart Hata	0,04
Ortanca (medyan)	1,6	Ortanca (medyan)	1,20
Kip (mod)	0,3	Kip (mod)	0,48
Örnek Varyans	3,14	Örnek Varyans	0,16
Basıklık (yamukluk)	3,3	Basıklık (yamukluk)	-0,93
Çarpıklık (eğiklik)	1,7	Çarpıklık (eğiklik)	-0,16
En Büyük	8,9	En Büyük	1,95
En Küçük	0,2	En Küçük	0,30
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	119
X+2S (Eşik Değer)	5,55	X+2S (Eşik Değer)	1,93

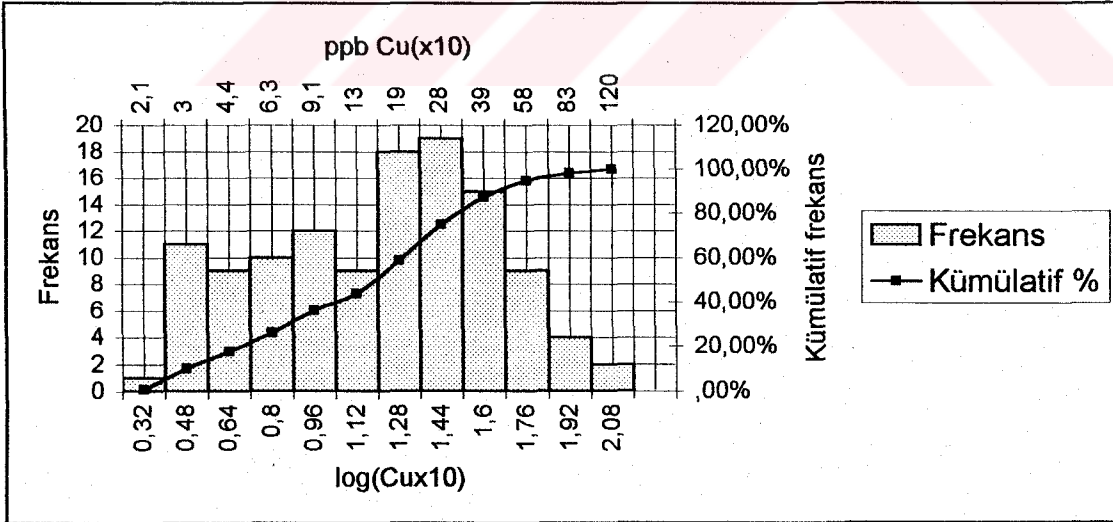
Tablo 4.9. Su örneklerinin ppb olarak Cu(x10) içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayalar grupları.

Örnek No:	Cu x10	log Cux10	Kayalar Grubu	Örnek No:	Cu x10	log Cux10	Kayalar Grubu	Örnek No:	Cu x10	log Cux10	Kayalar Grubu
GUN-1	36	1,56	Diyorit	CVS-4	3	0,48	Diyorit	KOC-4	23	1,36	Andezit
GUN-2	21	1,32	Diyorit	CVS-5	3	0,48	Diyorit	KOC-6	4	0,60	Andezit
GUN-3	34	1,53	Diyorit	CVS-6	10	1,00	Diyorit	KOC-7	6	0,78	Andezit
GUN-4	23	1,36	Diyorit	TAT-1	3	0,48	Diyorit	KOC-8	35	1,54	Andezit
GUN-5	29	1,46	Diyorit	TAT-5	5	0,70	Diyorit	KRL-1	4	0,60	Andezit
GUN-6	23	1,36	Diyorit	TOP-6	15	1,18	Diyorit	KRL-2	7	0,85	Andezit
GUN-7	19	1,28	Diyorit	TOP-7	7	0,85	Diyorit	KRL-3	3	0,48	Andezit
GUN-8	79	1,90	Diyorit	TOP-8	9	0,95	Diyorit	KRL-4	21	1,32	Andezit
GUN-9	25	1,40	Diyorit	TOP-13	7	0,85	Diyorit	KRL-5	5	0,70	Andezit
GUN-10	26	1,41	Diyorit	TOP-14	32	1,51	Diyorit	KRL-6	40	1,60	Andezit
KGD-1	28	1,45	Diyorit	TOP-16	22	1,34	Diyorit	KRL-7	43	1,63	Andezit
KGD-2	16	1,20	Diyorit	TOP-17	13	1,11	Diyorit	KRL-8	4	0,60	Andezit
KGD-3	16	1,20	Diyorit	TOP-18	14	1,15	Diyorit	KRL-9	13	1,11	Andezit
KGD-4	21	1,32	Diyorit	DEM-1	16	1,20	Diyorit	KRL-10	15	1,18	Andezit
KGD-5	13	1,11	Diyorit	DEM-2	3	0,48	Diyorit	CVS-1	46	1,66	Andezit
KGD-6	40	1,60	Diyorit	DEM-3	13	1,11	Diyorit	TOP-1	6	0,78	Andezit
KGD-7	19	1,28	Diyorit	DUG-3	9	0,95	Diyorit	TOP-5	3	0,48	Andezit
KGD-8	19	1,28	Diyorit	MEY-1	11	1,04	Diyorit	TOP-15	5	0,70	Andezit
KGD-9	35	1,54	Diyorit	MEY-2	5	0,70	Diyorit	TOR-1	89	1,95	Andezit
KGD-10	16	1,20	Diyorit	NAZ-6	16	1,20	Diyorit	TOR-2	5	0,70	Andezit
KGD-11	20	1,30	Diyorit	AKC-1	4	0,60	Andezit	TOR-3	50	1,70	Andezit
KGD-12	22	1,34	Diyorit	AKC-2	9	0,95	Andezit	TAT-2	8	0,90	Granit
KGD-13	18	1,26	Diyorit	AKC-3	41	1,61	Andezit	TAT-3	26	1,41	Granit
KGD-14	28	1,45	Diyorit	AKC-4	5	0,70	Andezit	TAT-4	26	1,41	Granit
BUL-1	4	1,15	Diyorit	AKC-5	33	1,52	Andezit	TAT-6	15	1,18	Granit
BUL-2	29	1,46	Diyorit	AKC-6	2	1,79	Andezit	TOP-9	3	0,48	Granit
BUL-3	20	1,30	Diyorit	AKC-7	12	1,08	Andezit	TOP-10	17	1,23	Granit
BUL-4	20	1,30	Diyorit	KRC-1	32	1,51	Andezit	TOP-11	6	0,78	Granit
BUL-5	54	1,73	Diyorit	KRC-2	63	1,80	Andezit	TOP-12	10	1,00	Granit
AGL-1	26	1,41	Diyorit	KRC-3	20	1,30	Andezit	DEM-4	47	1,67	Granit
AGL-2	3	0,48	Diyorit	KRC-4	28	1,45	Andezit	DEM-5	29	1,46	Granit
AGL-3	67	1,83	Diyorit	KRC-5	16	1,20	Andezit	DUG-1	4	0,60	Granit
CAN-1	50	1,70	Diyorit	KRC-6	3	0,48	Andezit	DUG-2	4	0,60	Granit
CAN-2	85	1,93	Diyorit	KRC-7	4	0,60	Andezit	MEY-3	4	0,60	Granit
GOZ-1	7	0,85	Diyorit	KRC-8	3	0,48	Andezit	NAZ-1	3	0,48	Granit
GOZ-2	10	1,00	Diyorit	KRC-9	25	1,40	Andezit	NAZ-2	31	1,49	Granit
AKC-8	19	1,28	Diyorit	KRC-10	51	1,71	Andezit	NAZ-3	9	0,95	Granit
KOC-5	18	1,26	Diyorit	KOC-1	2	0,30	Andezit	NAZ-4	7	0,85	Granit
CVS-2	8	0,90	Diyorit	KOC-2	4	0,60	Andezit	NAZ-5	25	1,40	Granit
CVS-3	9	0,95	Diyorit	KOC-3	16	1,20	Andezit				

Tüm kayaç gruplarından kaynaklanan sulardan alınan örneklerin aritmetik $Cu(x10)$ içeriklerine logaritmik dönüşüm uygulanıp veriler sınıflandırılmış, logaritmik $Cu(x10)$ değerlerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.11), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.9) elde edilmiştir. Bu verilere göre genel olarak log normal dağılımlı iki topluluk görülür.

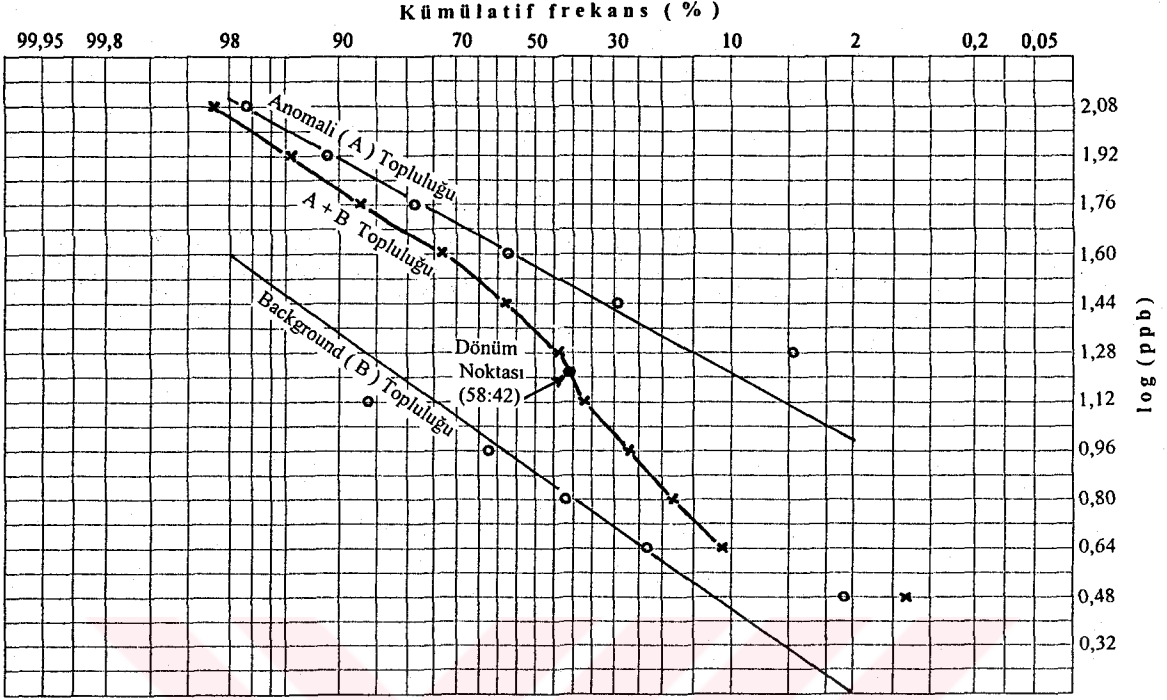
Tablo 4.11. Bütün su örneklerinin logaritmik $Cu(x10)$ içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	100 - Y_{AB}	($Y_A : Y_B$) (58 : 42)
1	2,08	1,92	2	1,68	1,68	-	2,90
2	1,92	1,76	4	3,36	5,04	-	8,69
3	1,76	1,60	9	7,56	12,60	-	21,72
4	1,60	1,44	15	12,60	25,20	-	43,45
5	1,44	1,28	19	15,96	41,16	-	70,97
6	1,28	1,12	18	15,12	56,28	-	97,03
7	1,12	0,96	9	7,56	63,84	36,16	86,09
8	0,96	0,80	12	10,08	73,92	26,08	62,10
9	0,80	0,64	10	8,40	82,32	17,68	42,10
10	0,64	0,48	9	7,56	89,88	10,12	24,10
11	0,48	0,32	11	9,24	99,12	0,88	2,10
12	0,32	0,16	1	0,84	99,96	0,04	0,10



Şekil 4.9. Bütün su örneklerinin logaritmik $Cu(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

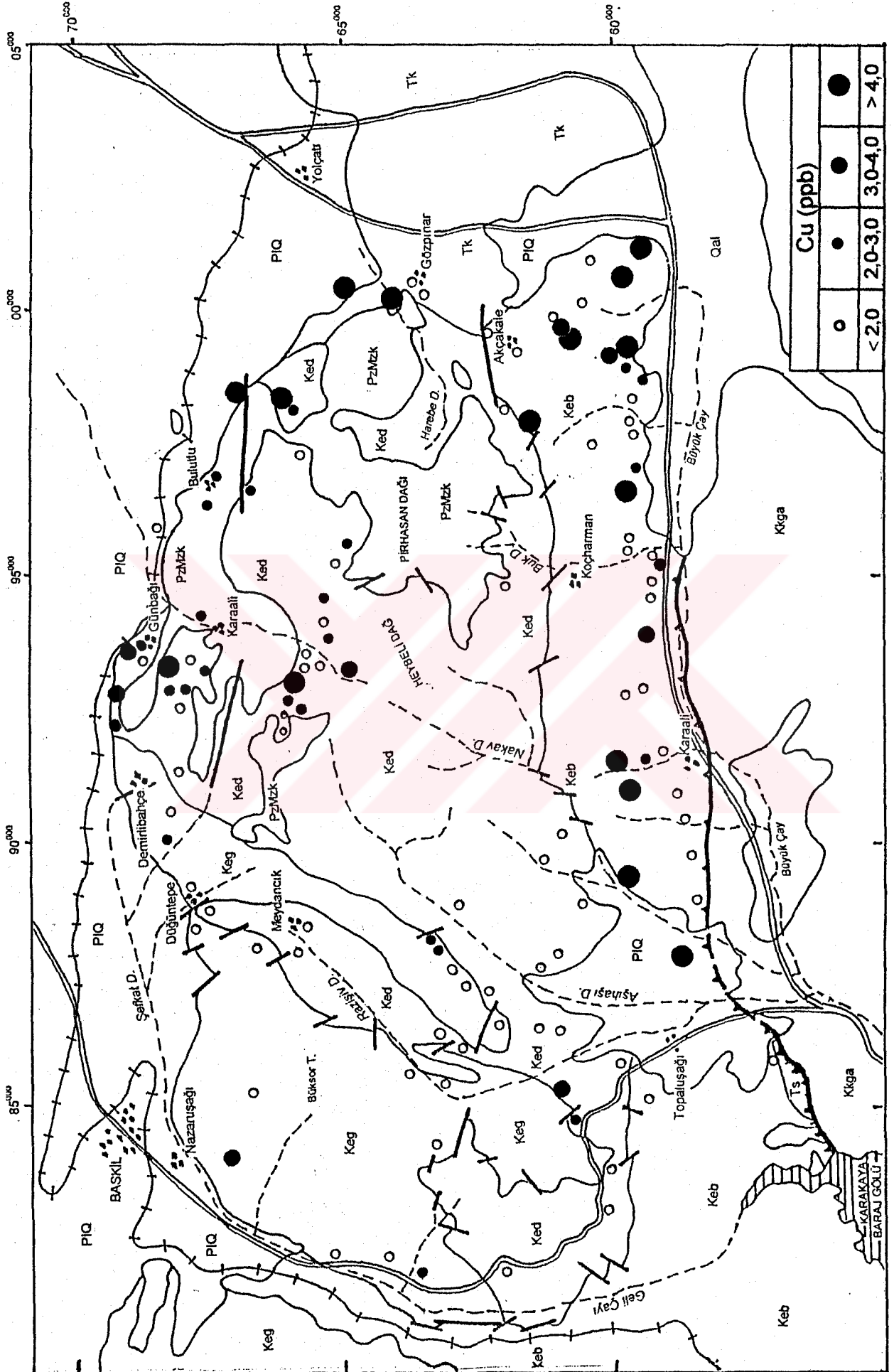
Tüm $Cu(x10)$ değerlerinin olasılık grafiğine göre (Şekil 4.10); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.10. Bütün su örneklerinin logaritmik Cu(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,60 değerine karşılık gelen aritmetik 40 ppb değeri üzerinde Cu içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örneklerdir. Ancak bakır değerleri 10 ile çarpılarak bütün hesaplamalar buna göre yapıldığından gerçekte bu değer 4 ppb olarak alınmalıdır. Anomali topluluğunun % 2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) de yaklaşık $\log(1,00) = 10$ ppb, gerçekte 1 ppb değeri olup, bu değer altında Cu içeren tüm örnekler temel değer gösteren örneklerdir.

Bu veriler ışığında tüm örneklerin Cu içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler GUN-8, KGD-6, BUL-5, AGL-3, CAN-1, CAN-2, AKC-3, AKC-6, KRC-2, KRC-10, KRL-6, KRL-7, CVS-1, TOR-1, TOR-3 ve DEM-4 nolu örneklerdir. Bu örneklerden sadece DEM-4 nolu örnek granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınmış iken, diğer bütün örnekler ya diyorit grubu ya da andezit grubu kayalardan alınmıştır. Bu örnekler dışında temel değer olan 4 ppb altında olan ancak bu değere yakın miktarda Cu içeren örnekler de dikkate değerdir. Bu örnekler; GUN-1, GUN-3, KGD-9 ve KOC-8 nolu örnekler olup 3,4-4,0 ppb arasında Cu içerirler. Bütün bu örnekler yine diyorit ve andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınmış su örnekleridir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Bütün su örneklerindeki Cu içeriğinin alansal dağılımı.

Mafik minerallerin yapısında yer alan, ayrıca kalkopirit gibi sülfürlü mineraller halinde bulunan bakır, özellikle pH değerinin 7'nin altında olduğu ortamlarda oldukça hareketlidir. Çalışma alanında alınan su örneklerindeki bakır zenginleşmeleri genel olarak;

1. Diyorit grubu kayaçların Keban Metamorfitlerine sokulum yaptığı Günbağı - Demirlibahçe arasındaki bölge ile Bulutlu - Gözpınar arasındaki bölgede,
2. Kömürhan Ofiyolitleri-Elazığ Mağmatitleri arasındaki bindirme hattının kuzeyinde Akçakale-Topaluşağı arasında kalan bölgede,
3. Topaluşağı kuzeyindeki sahada diyoritik kayaçlara sokulum yapan tonalit, dasit ve granodiyorit ile gelişen kırık ve çatlaklara yerleşen sülfürlü ve / veya oksitli cevher minerallerinden ibaret damarların yoğun olduğu bölgede bulunmaktadır. Sülfürlü minerallerin bozunması sırasında Cu, +2 değerlikli iyonlar şeklinde kolayca çözeltiye geçerek (Gökçe, 1995) yüksek hareketliliğinden dolayı geniş alanlarda anomali vermektedir.

4.2.2. Detay Prospeksiyon

4.2.2.1. Andezit grubu kayaçlarda dağılım

Çalışma alanında andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin bakır değerleri kullanılarak sınıflandırılmamış aritmetik Cu ve aritmetik Cu(x10) değerlerine logaritmik dönüşümler uygulanarak elde edilen bazı tanımlayıcı özet istatistiksel bilgiler Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Cu ve logaritmik Cu (x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

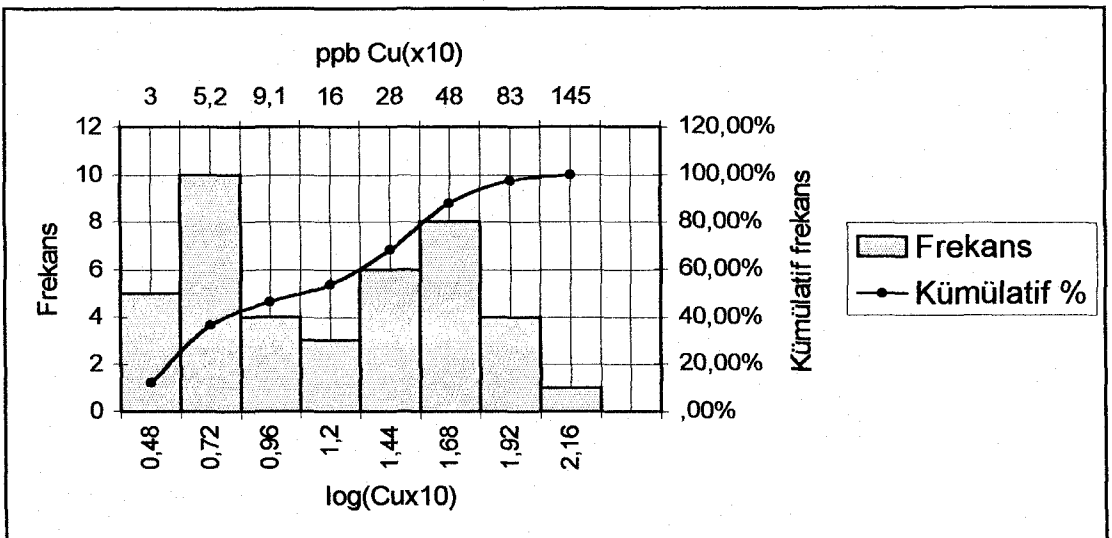
Aritmetik Cu		log(Cu x 10)	
Ortalama (X)	2,10	Ortalama (X)	1,09
Standart Sapma(S)	2,10	Standart Sapma(S)	0,48
Standart Hata	0,33	Standart Hata	0,07
Ortanca (medyan)	1,3	Ortanca (medyan)	1,11
Kip (mod)	0,4	Kip (mod)	0,60
Örnek Varyans	4,41	Örnek Varyans	0,23
Basıklık (yamukluk)	1,4	Basıklık (yamukluk)	-1,42
Çarpıklık (eğiklik)	1,3	Çarpıklık (eğiklik)	0,10
En Büyük	8,9	En Büyük	1,95
En Küçük	0,2	En Küçük	0,30
Örnek Sayısı	41	Örnek Sayısı	41
X+2S (Eşik Değer)	6,30	X+2S (Eşik Değer)	2,04

Tablo 4.12’de sınıflandırılmamış aritmetik Cu değerlerinin istatistiksel verilerine göre büyüktten küçüğe doğru aritmetik ortalama – ortanca (medyan) – mod (kip) sıralaması, aritmetik Cu değerlerinin dağılış grafiğinin asimetrik ve negatif olduğunu gösterir. Yine tabloya göre aritmetik Cu değerlerinin eşik değeri; aritmetik ortalama ile standart sapmanın iki katının toplamı olan yaklaşık 6,3 ppb’dir.

Tablo 4.9’daki logaritmik Cu(x10) değerleri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.13), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil, 4.12) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Bu topluluklar anomali ve temel değer topluluklarıdır ve olasılık grafiğinde de bu toplulukları görmek mümkündür (Şekil 4.13).

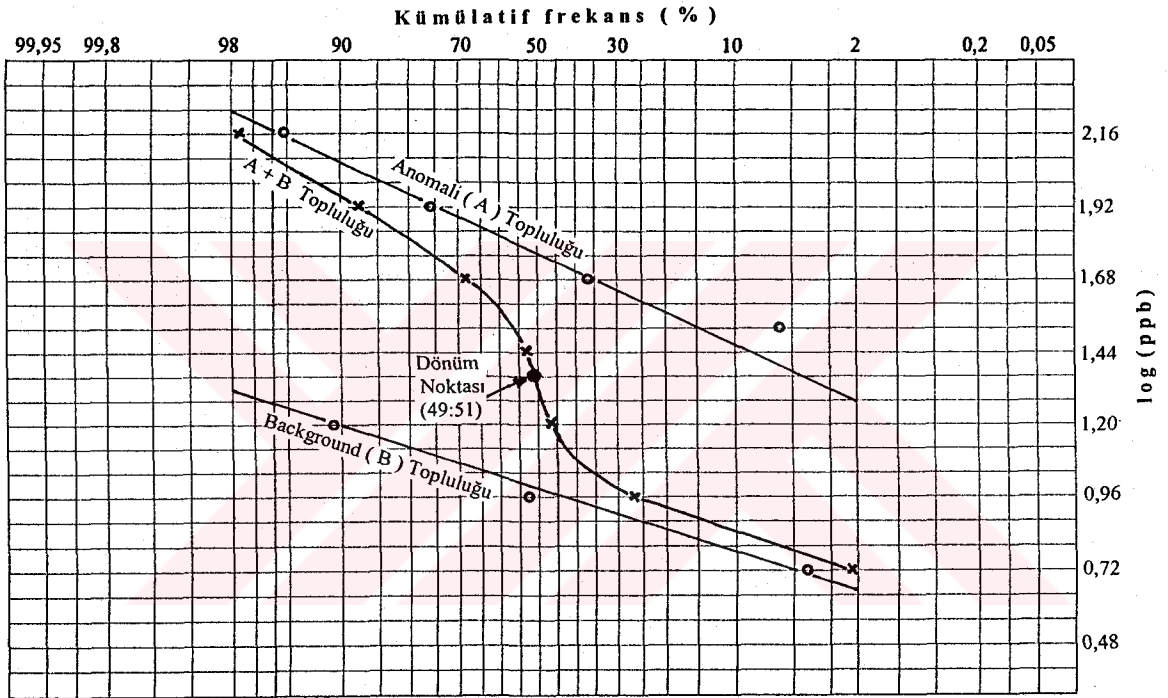
Tablo 4.13. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu (x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (49 : 51)
1	2,16	1,92	1	2,44	2,44	-	4,98
2	1,92	1,68	4	9,75	12,19	-	24,87
3	1,68	1,44	8	19,51	31,70	-	64,69
4	1,44	1,20	6	14,63	46,33	-	94,55
5	1,20	0,96	3	7,32	53,65	46,35	90,88
6	0,96	0,72	4	19,75	73,40	26,60	53,22
7	0,72	0,48	10	24,40	97,80	2,20	4,31
8	0,48	0,24	5	12,19	99,99	0,01	0,01



Şekil 4.12. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik $\text{Cu}(x10)$ içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.13); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,32 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 21 ppb, gerçekte 2,1 ppb değeri üzerinde Cu içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise $\log(1,28) = 19$ ppb, gerçekte 1,9 ppb olup bu değer altında Cu içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir.



Şekil 4.13. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $\text{Cu}(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu verilere göre andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan AKC-3, AKC-5, AKC-6, KRC-1, KRC-2, KRC-3, KRC-4, KRC-9, KRC-10, KOC-4, KOC-8 KRL-4, KRL-6, KRL-7, CVS-1, TOR-1 ve TOR-3 nolu örnekler Cu içeriğine göre anomali değerine sahip örneklerdir (Şekil 4.18).

4.2.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım

Tablo 4.9'daki diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik $\text{Cu}(x10)$ içerikleri ve bunlara uygulanan logaritmik dönüşümler kullanılarak, sınıflandırılmamış verilerden elde edilen bazı özet istatistiksel bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.14).

Tablo 4.14'e göre ortanca değer mod değerinden, ortalama değer ise ortanca değerden büyüktür. Dolayısıyla dağılım eğrisi asimetrik ve sola çarpıktır.

Aritmetik $Cu(x10)$ değerlerine logaritmik dönüşüm uygulanarak veriler sınıflandırılmış, frekans dağılım tablosu (Tablo 4.15), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.14) elde edilmiştir. Kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılıma sahip iki topluluk görülür.

Tablo 4.14. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Cu ve logaritmik $Cu(x10)$ içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

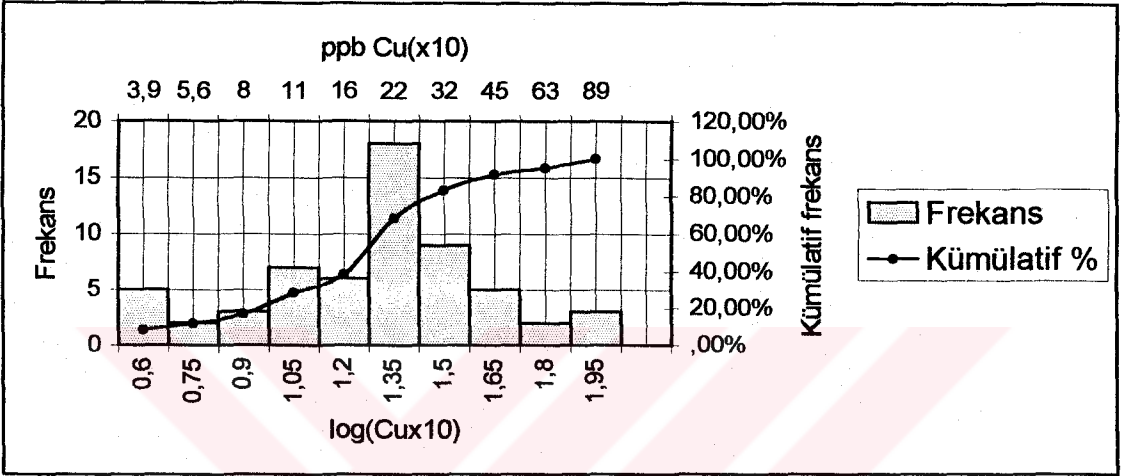
Aritmetik Cu		$log(Cu \times 10)$	
Ortalama (X)	2,13	Ortalama (X)	1,21
Standart Sapma(S)	1,70	Standart Sapma(S)	0,34
Standart Hata	0,22	Standart Hata	0,04
Ortanca (medyan)	1,9	Ortanca (medyan)	1,27
Kip (mod)	0,3	Kip (mod)	0,48
Örnek Varyans	2,89	Örnek Varyans	0,12
Basıklık (yamukluk)	4,7	Basıklık (yamukluk)	0,16
Çarpıklık (eğiklik)	2,0	Çarpıklık (eğiklik)	-0,40
En Büyük	8,5	En Büyük	1,93
En Küçük	0,3	En Küçük	0,48
Örnek Sayısı	60	Örnek Sayısı	60
$X+2S$ (Eşik Değer)	5,53	$X+2S$ (Eşik Değer)	1,90

Şekil 4.15'te diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik $Cu(x10)$ içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiği verilmiştir. Bu grafikte verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir.

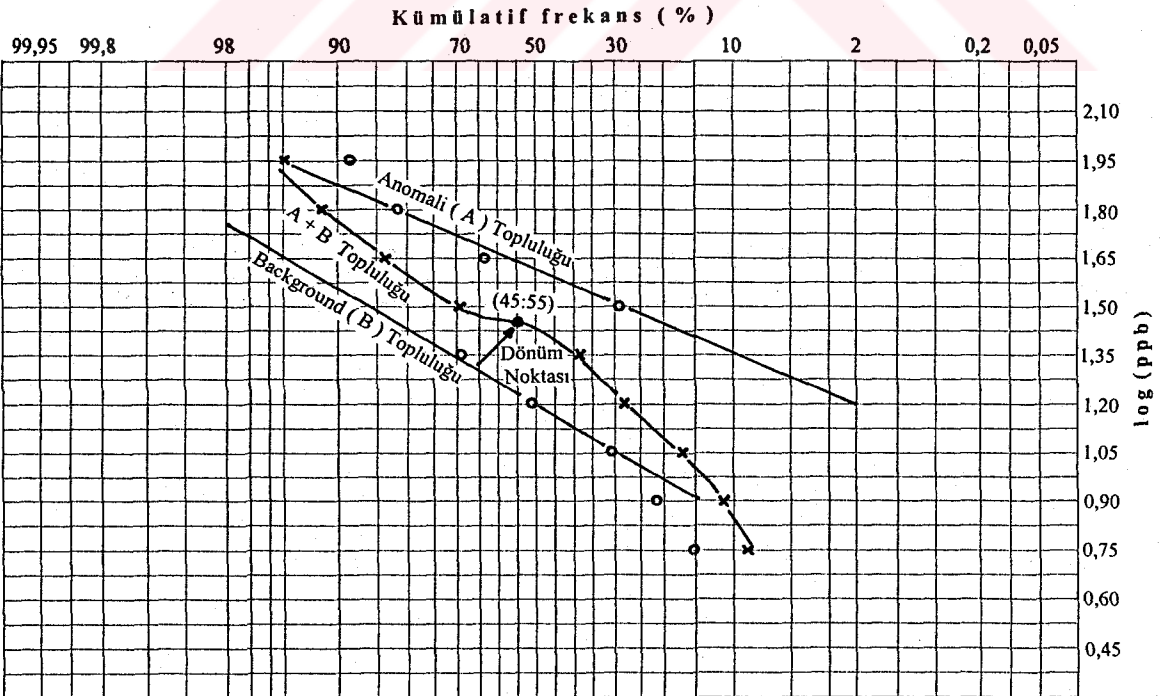
Tablo 4.15. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Cu(x10)$ içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	$100 - Y_{AB}$	$(Y_A : Y_B)$ (45 : 55)
1	1,95	1,80	3	5,00	5,00	-	11,11
2	1,80	1,65	2	3,33	8,33	-	18,51
3	1,65	1,50	5	8,33	16,66	-	37,02
4	1,50	1,35	9	14,99	31,65	-	70,33
5	1,35	1,20	18	29,99	61,64	38,36	69,74
6	1,20	1,05	6	9,99	71,63	28,37	51,58
7	1,05	0,90	7	11,66	83,29	16,71	30,38
8	0,90	0,75	3	5,00	88,29	11,71	21,29
9	0,75	0,60	2	3,33	91,62	8,38	15,23
10	0,60	0,45	5	8,33	99,95	0,05	0,09

Temel değer topluluğunun % 98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,77 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 58 ppb, gerçekte 5,8 ppb değeri üzerinde Cu içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun % 2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise $\log(1,20) = 16$ ppb, gerçekte 1,6 ppb olup bu değer altında Cu içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.



Şekil 4.14. Diorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu (x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.15. Diorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu veriler değerlendirildiğinde diyorit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Cu içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; GUN-8, AGL-3 ve CAN-2 nolu örneklerdir. Temel değer olan 5,8 ppb altında olan ancak bu değere yakın miktarda Cu içeren BUL-5 ve CAN-1 nolu örnek de önemlidir (Şekil 4.18).

4.2.2.3. Granit grubu kayalarındaki dağılım

Çalışma alanındaki granit grubu kayalarından kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Cu ve logaritmik Cu(x10) içerikleri kullanılarak hazırlanan Tablo 4.16'da sınıflandırılmamış verilerden elde edilen özet istatistiksel veriler gösterilmiştir. Bu tabloya göre dağılım eğrisi asimetrik ve sola çarpıktır. Eşik değeri ise 4,06 ppb'dir.

Tablo 4.16. Granit grubu kayalarından kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Cu ve logaritmik Cu(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

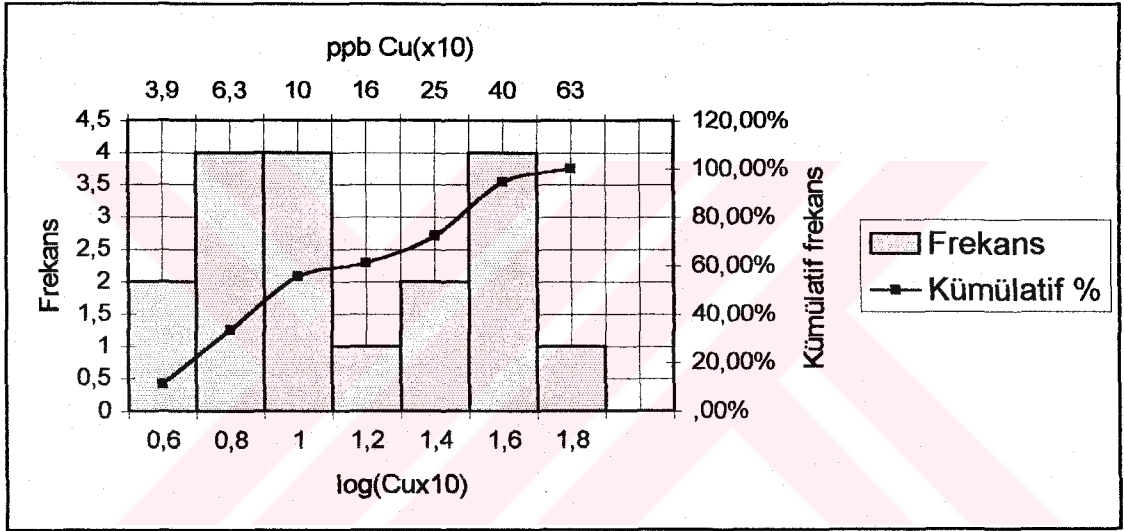
Aritmetik Cu		log(Cu x 10)	
Ortalama (X)	1,52	Ortalama (X)	1,03
Standart Sapma(S)	1,27	Standart Sapma(S)	0,39
Standart Hata	0,30	Standart Hata	0,09
Ortanca (medyan)	0,95	Ortanca (medyan)	0,98
Kip (mod)	0,4	Kip (mod)	0,60
Örnek Varyans	1,60	Örnek Varyans	0,15
Basıklık (yamukluk)	0,5	Basıklık (yamukluk)	-1,41
Çarpıklık (eğiklik)	1,0	Çarpıklık (eğiklik)	0,04
En Büyük	4,7	En Büyük	1,67
En Küçük	0,3	En Küçük	0,48
Örnek Sayısı	18	Örnek Sayısı	18
X+2S (Eşik Değer)	4,06	X+2S (Eşik Değer)	1,81

Logaritmik Cu(x10) verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.17), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.16) hazırlanmıştır. Logaritmik Cu(x10) verilerinin kümülatif frekans eğrisine göre iki topluluk söz konusudur.

Granit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik Cu(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.17); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) olan logaritmik 1,41 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 26 ppb (gerçekte 2,6 ppb) değeri üzerinde Cu içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun % 2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise yine log (1,41) = 26 ppb (gerçekte 2,6 ppb) olup, bu değerin altında Cu içeren örnekler temel değer gösteren örneklerdir.

Tablo 4.17. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu (x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

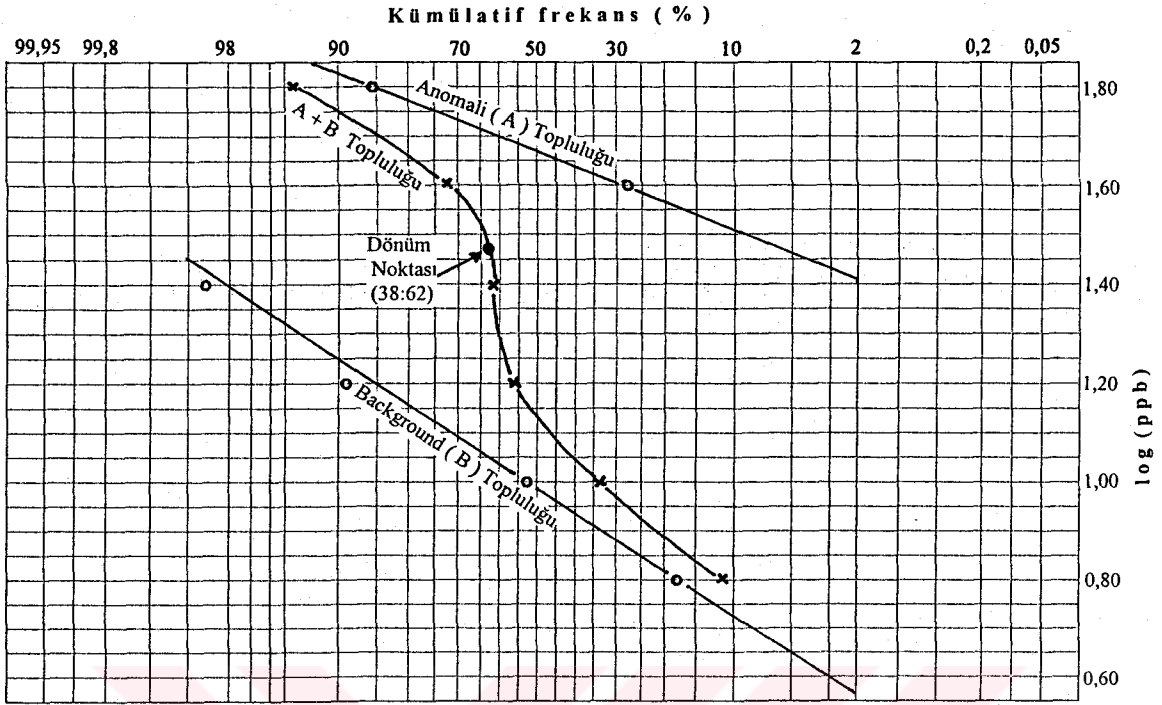
Sınıf No	Sınıf Taban	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (38 : 62)
1	1,80	1,44	1	5,55	5,55	-	14,60
2	1,44	1,28	4	22,20	27,75	-	73,02
3	1,28	1,12	2	11,10	38,85	61,15	98,62
4	1,12	0,96	1	5,55	44,40	55,60	89,67
5	0,96	0,80	4	22,20	66,60	33,40	53,87
6	0,80	0,64	4	22,20	88,80	11,20	18,06
7	0,64	0,40	2	11,10	99,90	0,10	0,16



Şekil 4.16. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Bu veriler ışığında granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Cu içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; TAT-3, TAT-4, DEM-4, DEM-5 ve NAZ-2 nolu örneklerdir. Temel değer olan 2,6 ppb altında olan ancak bu değere yakın miktarda Cu içeren NAZ-5 nolu örnek de önemlidir (Şekil 4.18). Bu örnekteki Cu miktarı 2,5 ppb'dir.

Şekil 4.18'de Cu elementinin, suların kaynaklandığı kayaç grubuna göre çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılımı verilmiştir. Bu dağılıma göre Akçakale güneyinden Topaluşağı doğusuna kadar uzanan yaklaşık D-B doğrultulu, Gözpınar ile Bulutlu, Günbağı ile Demirlibahçe arası ve Topaluşağı kuzeyi anomali sahalarıdır.



Şekil 4.17. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Cu(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

4.3. Demir

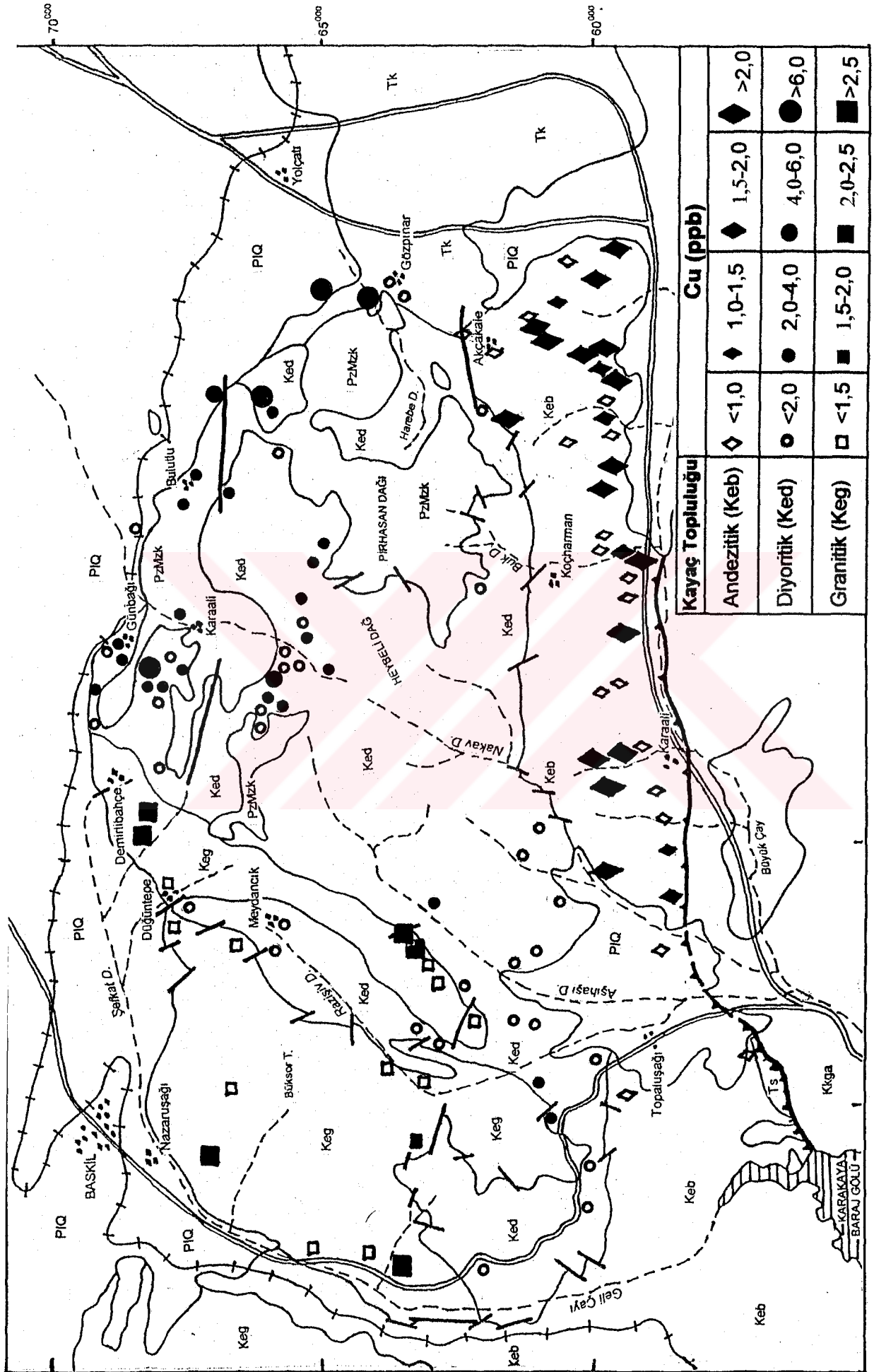
Genel olarak felsik kayalardan mafik kayalara doğru gidildikçe kayaların demir içeriği artmaktadır. Granitik kayalar 14200 ppm, mafik kayalar 86500 ppm, ultramafik kayalar ise 94300 ppm ortalama demir içeriğine sahiptir (Gökçe, 1995). Kaynak suların ortalama demir içeriği 100 ppb' dir (Rose vd., 1979).

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan örneklerin demir içerikleri ile bu suların kaynaklandığı kayac topluluğu Tablo 4.18'de verilmiştir

4.3.1. Genel Prospeksiyon

Tablo 4.18'deki sınıflandırılmamış aritmetik Fe değerleri ile bu değerlere uygulanan logaritmik dönüşüm değerleri kullanılarak elde edilen bazı istatistiksel veriler Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19'a göre aritmetik Fe değerlerin standart sapması aritmetik ortalamadan oldukça büyük bir değerdir. Ancak aritmetik değerlere logaritmik dönüşüm uygulandığında standart sapma aritmetik ortalamadan çok daha küçük bir değer olmaktadır. Logaritmik Fe verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.20), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.19) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Bu topluluklar olasılık grafiğinde de görülür.



Şekil 4.18. Cu elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılımı.

Tablo 4.18. Su örneklerinin ppb olarak Fe içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayac grupları.

Örnek No:	Fe	Log Fe	Kayaç Grubu	Örnek No:	Fe	log Fe	Kayaç Grubu	Örnek No:	Fe	log Fe	Kayaç Grubu
GUN-1	11	1,04	Diyorit	CVS-4	27	1,43	Diyorit	KOC-4	21	1,32	Andezit
GUN-2	<10	-	Diyorit	CVS-5	12	1,08	Diyorit	KOC-6	<10	-	Andezit
GUN-3	<10	-	Diyorit	CVS-6	<10	-	Diyorit	KOC-7	<10	-	Andezit
GUN-4	<10	-	Diyorit	TAT-1	<10	-	Diyorit	KOC-8	73	1,86	Andezit
GUN-5	11	1,04	Diyorit	TAT-5	17	1,23	Diyorit	KRL-1	10	1,00	Andezit
GUN-6	<10	-	Diyorit	TOP-6	<10	-	Diyorit	KRL-2	<10	-	Andezit
GUN-7	<10	-	Diyorit	TOP-7	35	1,54	Diyorit	KRL-3	<10	-	Andezit
GUN-8	268	2,43	Diyorit	TOP-8	25	1,40	Diyorit	KRL-4	12	1,08	Andezit
GUN-9	<10	-	Diyorit	TOP-13	12	1,08	Diyorit	KRL-5	<10	-	Andezit
GUN-10	58	1,76	Diyorit	TOP-14	143	2,16	Diyorit	KRL-6	160	2,20	Andezit
KGD-1	10	1,00	Diyorit	TOP-16	62	1,79	Diyorit	KRL-7	49	1,69	Andezit
KGD-2	<10	-	Diyorit	TOP-17	<10	-	Diyorit	KRL-8	<10	-	Andezit
KGD-3	29	1,46	Diyorit	TOP-18	<10	-	Diyorit	KRL-9	<10	-	Andezit
KGD-4	22	1,34	Diyorit	DEM-1	79	1,90	Diyorit	KRL-10	12	1,08	Andezit
KGD-5	<10	-	Diyorit	DEM-2	22	1,34	Diyorit	CVS-1	31	1,49	Andezit
KGD-6	121	2,08	Diyorit	DEM-3	54	1,73	Diyorit	TOP-1	<10	-	Andezit
KGD-7	<10	-	Diyorit	DUG-3	<10	-	Diyorit	TOP-5	17	1,23	Andezit
KGD-8	27	1,43	Diyorit	MEY-1	28	1,45	Diyorit	TOP-15	143	2,16	Andezit
KGD-9	35	1,54	Diyorit	MEY-2	<10	-	Diyorit	TOR-1	<10	-	Andezit
KGD-10	<10	-	Diyorit	NAZ-6	57	1,76	Diyorit	TOR-2	<10	-	Andezit
KGD-11	<10	-	Diyorit	AKC-1	15	1,18	Andezit	TOR-3	85	1,93	Andezit
KGD-12	13	1,11	Diyorit	AKC-2	28	1,45	Andezit	TAT-2	<10	-	Granit
KGD-13	<10	-	Diyorit	AKC-3	36	1,56	Andezit	TAT-3	92	1,96	Granit
KGD-14	<10	-	Diyorit	AKC-4	12	1,08	Andezit	TAT-4	282	2,45	Granit
BUL-1	13	1,11	Diyorit	AKC-5	60	1,78	Andezit	TAT-6	18	1,26	Granit
BUL-2	<10	-	Diyorit	AKC-6	445	2,65	Andezit	TOP-9	25	1,40	Granit
BUL-3	<10	-	Diyorit	AKC-7	18	1,26	Andezit	TOP-10	<10	-	Granit
BUL-4	<10	-	Diyorit	KRC-1	93	1,97	Andezit	TOP-11	<10	-	Granit
BUL-5	11	1,04	Diyorit	KRC-2	1925	3,28	Andezit	TOP-12	<10	-	Granit
AGL-1	<10	-	Diyorit	KRC-3	80	1,90	Andezit	DEM-4	444	2,65	Granit
AGL-2	<10	-	Diyorit	KRC-4	21	1,32	Andezit	DEM-5	222	2,35	Granit
AGL-3	33	1,52	Diyorit	KRC-5	58	1,76	Andezit	DUG-1	<10	-	Granit
CAN-1	34	1,53	Diyorit	KRC-6	<10	-	Andezit	DUG-2	<10	-	Granit
CAN-2	62	1,79	Diyorit	KRC-7	<10	-	Andezit	MEY-3	<10	-	Granit
GOZ-1	17	1,23	Diyorit	KRC-8	20	1,30	Andezit	NAZ-1	<10	-	Granit
GOZ-2	33	1,52	Diyorit	KRC-9	135	2,13	Andezit	NAZ-2	166	2,22	Granit
AKC-8	31	1,49	Diyorit	KRC-10	75	1,88	Andezit	NAZ-3	368	2,57	Granit
KOC-5	<10	-	Diyorit	KOC-1	<10	-	Andezit	NAZ-4	<10	-	Granit
CVS-2	26	1,41	Diyorit	KOC-2	<10	-	Andezit	NAZ-5	45	1,65	Granit
CVS-3	1139	3,06	Diyorit	KOC-3	<10	-	Andezit				

Tablo 4.19. Bütün su örneklerinin aritmetik ve logaritmik Fe içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik Fe		log Fe	
Ortalama (X)	116,68	Ortalama (X)	1,66
Standart Sapma(S)	278,42	Standart Sapma(S)	0,51
Standart Hata	34,27	Standart Hata	0,06
Ortanca (medyan)	33,5	Ortanca (medyan)	1,52
Kip (mod)	12	Kip (mod)	1,08
Örnek Varyans	77516,44	Örnek Varyans	0,26
Basıklık (yamukluk)	30,0	Basıklık (yamukluk)	0,97
Çarpıklık (eğiklik)	5,2	Çarpıklık (eğiklik)	1,05
En Büyük	1925	En Büyük	3,28
En Küçük	10	En Küçük	1,00
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	119
X+2S (Eşik Değer)	673,52	X+2S (Eşik Değer)	2,68

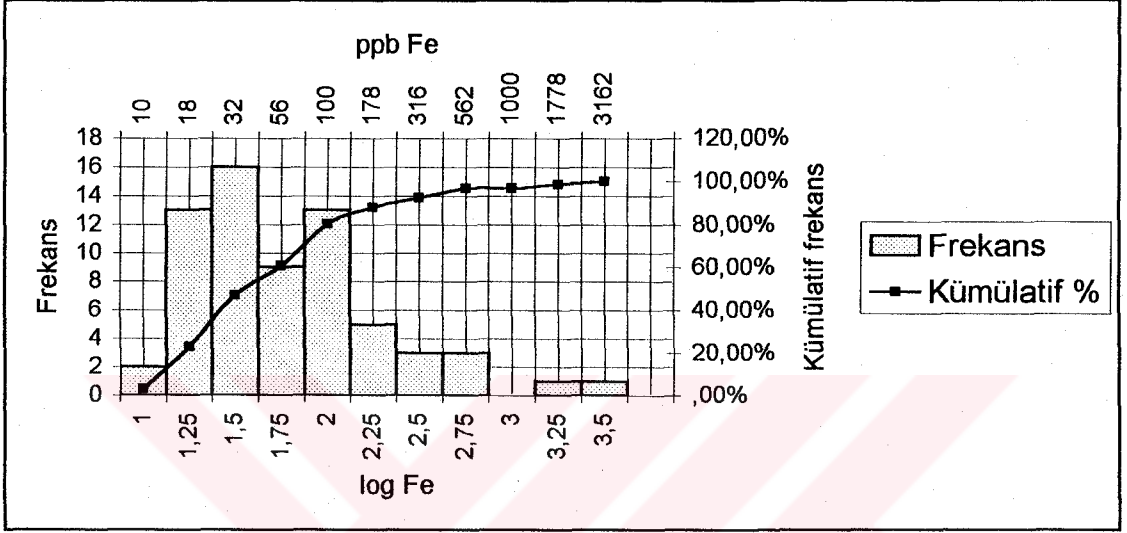
Tablo 4.20. Bütün su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (70 : 30)
1	3,50	3,25	2	3,03	3,03	-	4,33
2	3,25	3,00	13	19,70	22,73	-	32,47
3	3,00	2,75	16	24,24	46,97	-	67,10
4	2,75	2,50	9	13,64	60,61	-	86,58
5	2,50	2,25	13	19,70	80,31	19,69	65,63
6	2,25	2,00	5	7,57	87,88	12,12	40,40
7	2,00	1,75	3	4,54	92,42	7,58	25,27
8	1,75	1,50	3	4,54	96,96	3,04	10,13
9	1,50	1,25	0	0	96,96	3,04	10,13
10	1,25	1,00	1	1,51	98,47	1,53	5,10
11	1,00	0,75	1	1,51	99,98	0,02	0,06

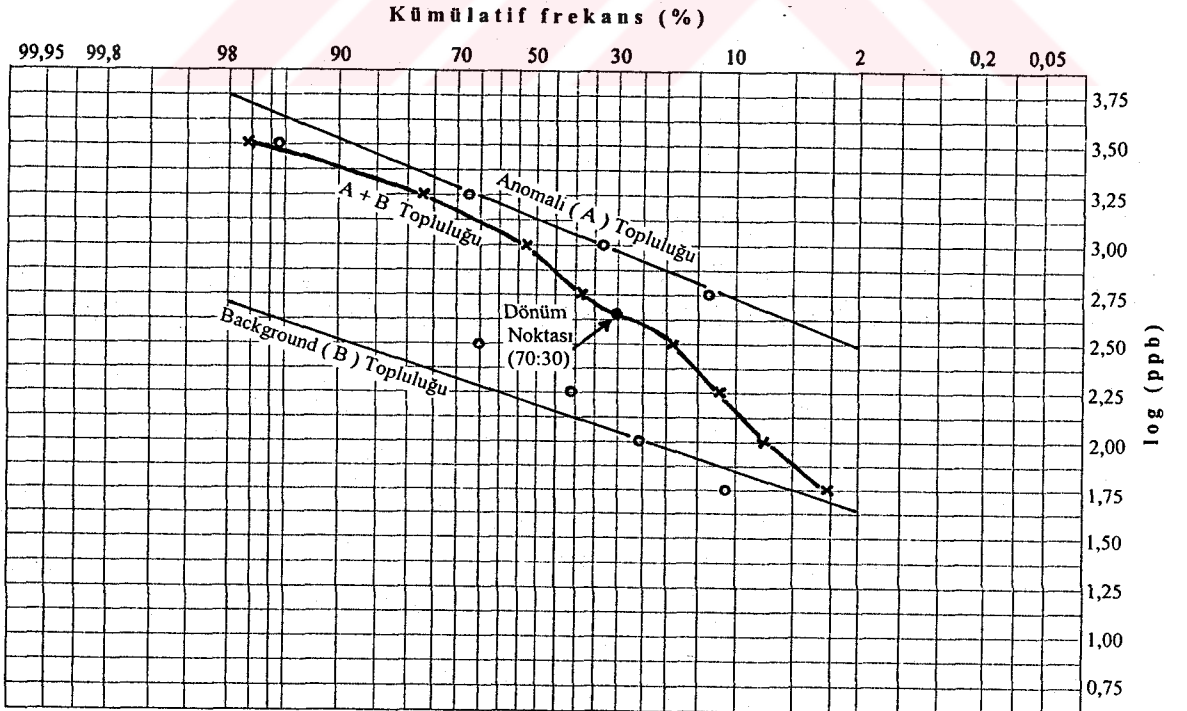
Tüm Fe değerlerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.20); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 2,71 değerine karşılık gelen aritmetik 513 ppb değeri üzerinde Fe içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) de yaklaşık $\log(2,49) = 310$ ppb olup, bu değer altında Fe içeren tüm örnekler temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.

Bu verilere göre tüm örneklerin Fe içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler CVS-3 ve KRC-2 nolu örneklerdir. Bu örneklerden CVS-3 nolu örnek diyorit grubu

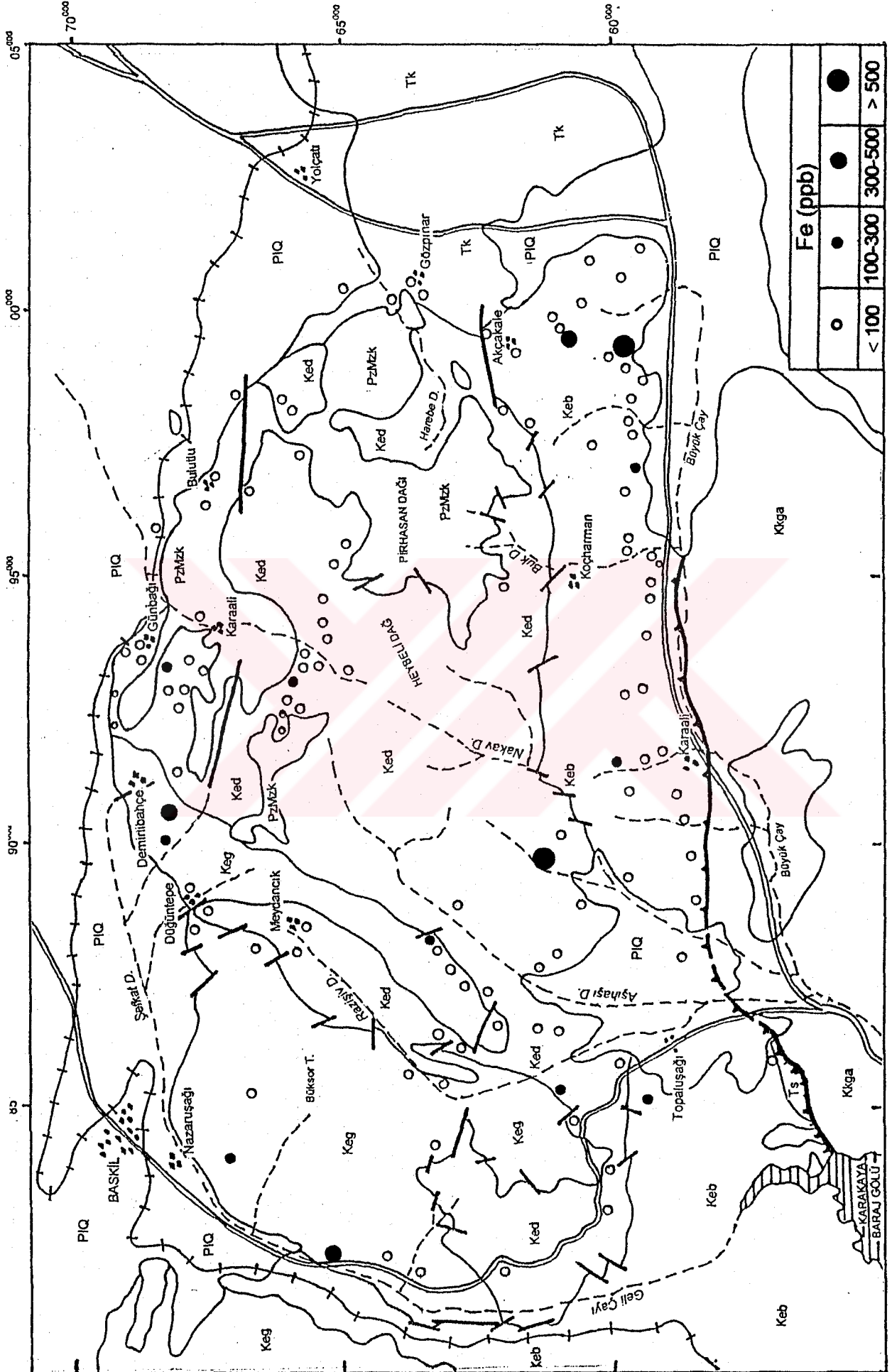
kayaçlardan kaynaklanan sulardan alınmış iken, diğer örnek ise andezit grubu kayaçlardan alınmıştır. Bu örnekler dışında temel değer olan 513 ile 310 ppb arasında Fe içeren melez örnekler de önemlidir. Bu örnekler; AKC-6, DEM-4 ve NAZ-3 nolu örneklerdir. Bunlardan AKC-6 nolu örnek andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulardan alınmış, diğer iki örnek ise granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulardan alınmış örneklerdir (Şekil 4.21) .



Şekil 4.19. Bütün su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.20. Bütün su örneklerinin Fe içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.



Şekil 4.21. Bütün su örneklerindeki Fe içeriğinin alansal dağılımı.

Sınıflandırılmış aritmetik Fe değerlerinden faydalanılarak yapılan hesaplamalarda Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların ortalama Fe içeriği 116,7 ppb olarak bulunmuştur. Rose vd. (1979) ve Govett (1985)' e göre kaynak sularındaki ortalama Fe içeriği 100 ppb' dir. Oksidan ve bazik ortamda hareketliliği azalan Fe; hidroksitli, oksitli ve karbonatlı mineraller şeklinde tutulduğundan çalışma alanındaki su örneklerinin Fe içeriği beklenenden daha düşük çıkmıştır.

4.3.2. Detay Prospeksiyon

4.3.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım

Tablo 4.18'deki andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin Fe içerikleri kullanılarak, sınıflandırılmamış verilerden elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik Fe içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

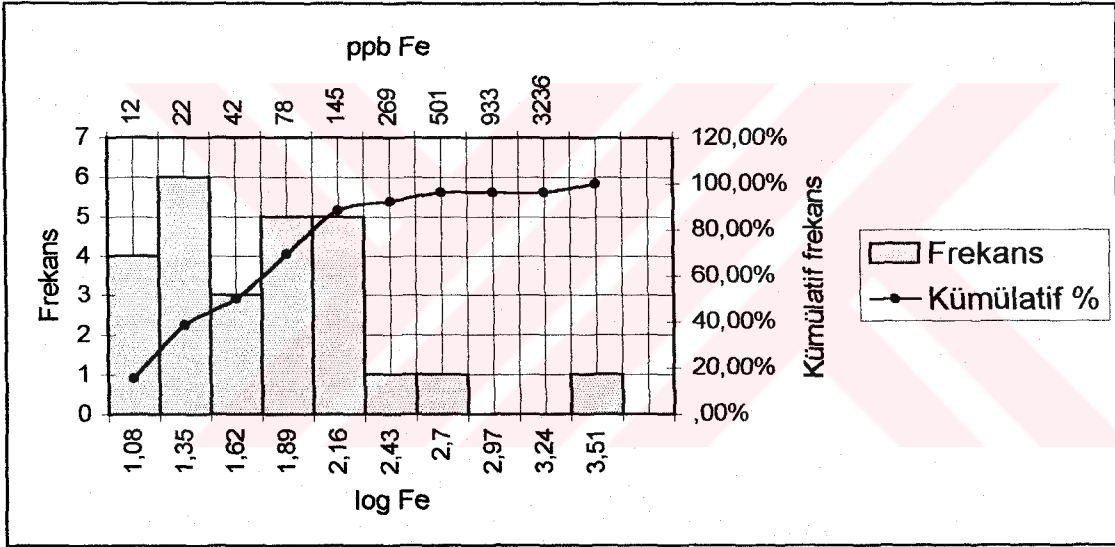
Aritmetik Fe		log Fe	
Ortalama (X)	139,77	Ortalama (X)	1,67
Standart Sapma(S)	374,61	Standart Sapma(S)	0,54
Standart Hata	73,47	Standart Hata	0,11
Ortanca (medyan)	42,5	Ortanca (medyan)	1,62
Kip (mod)	12	Kip (mod)	1,08
Örnek Varyans	140331,54	Örnek Varyans	0,29
Basıklık (yamukluk)	22,9	Basıklık (yamukluk)	1,89
Çarpıklık (eğiklik)	4,7	Çarpıklık (eğiklik)	1,16
En Büyük	1925	En Büyük	3,28
En Küçük	10	En Küçük	1,00
Örnek Sayısı	41	Örnek Sayısı	41
X+2S (Eşik Değer)	888,99	X+2S (Eşik Değer)	2,75

Tablo 4.21'deki aritmetik Fe değerlerinde büyükten küçüğe doğru aritmetik ortalama – ortanca (medyan) – mod (kip) sıralaması, aritmetik Fe değerlerinin dağılım grafiğinin asimetric ve negatif olduğunu gösterir. Yine aynı tabloya göre eşik değer yaklaşık 890 ppb' dir. Ancak veriler topluluklarına ayrılmadığından bu değer gerçeği yansıtmaz.

Logaritmik Fe verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.22), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.22) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Bu topluluklar anomali ve temel değer toplulukları olup, olasılık grafiğinde de görülür.

Tablo 4.22. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

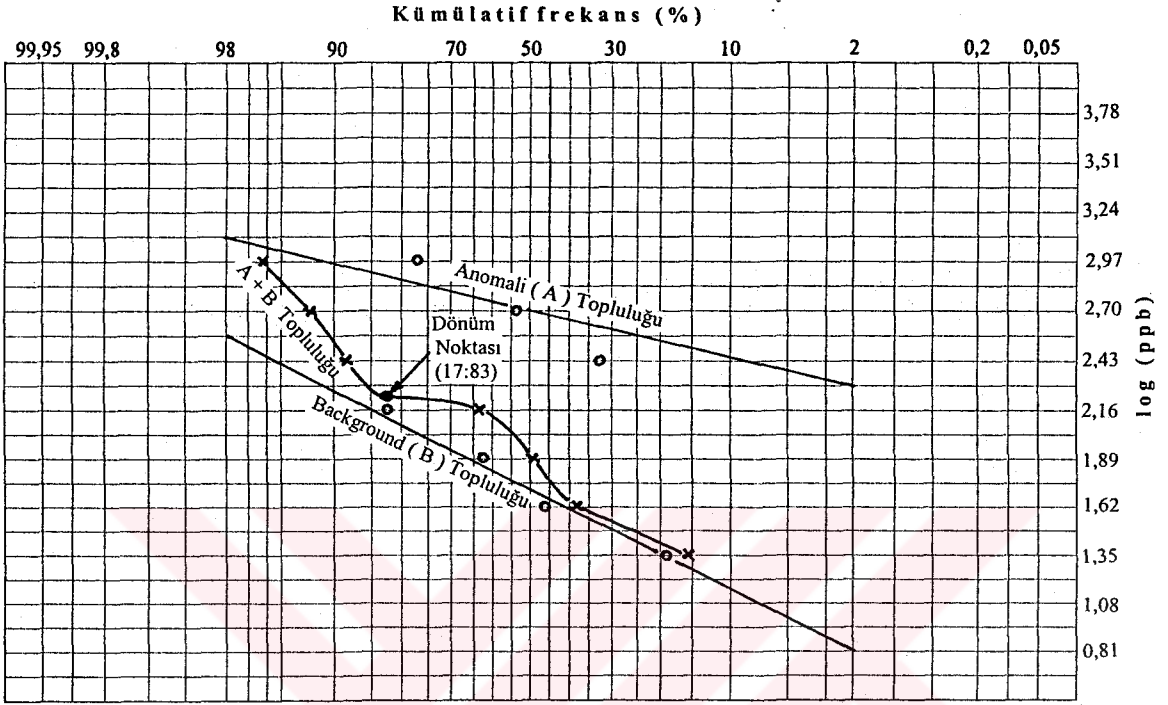
Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	100 - Y_{AB}	($Y_A : Y_B$) (17 : 83)
1	3,51	3,24	1	3,84	3,84	-	22,58
2	3,24	2,97	0	0	3,84	-	22,58
3	2,97	2,70	0	0	3,84	-	22,58
4	2,70	2,43	1	3,84	7,68	-	45,17
5	2,43	2,16	1	3,84	11,52	-	67,76
6	2,16	1,89	5	19,25	30,77	69,23	83,40
7	1,89	1,62	5	19,25	50,02	49,97	60,20
8	1,62	1,35	3	11,54	61,56	38,44	46,31
9	1,35	1,08	6	23,04	84,60	15,40	18,55
10	1,08	0,81	4	15,40	100,00	0	0



Şekil 4.22. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik Fe içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.23); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 2,57 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 371 ppb değeri üzerinde Fe içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise $\log(2,30) = 200$ ppb olup, bu değerin altında Fe içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir.

Bu veriler ışığında andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerden Fe içeriğine göre anomali değerine sahip iki örnek bulunmaktadır. Bunlar: AKC-6 ve KRC-2 nolu örneklerdir (Şekil 4.28) .



Şekil 4.23. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

4.3.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım

Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin Fe içerikleri (Tablo 4.18) kullanılarak; sınıflandırılmamış aritmetik Fe değerleri ile bu değerlere uygulanan logaritmik dönüşüm değerlerinden elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler Tablo 4.23'te verilmiştir.

Tablo 4.23'teki verilere göre aritmetik Fe değerlerinin dağılım grafiği asimetrik ve negatif olması beklenir. Aritmetik Fe verilerine göre standart sapma oldukça büyüktür. Bu durum basıklık değerine de yansımıştır. Aritmetik Fe değerlerine logaritmik dönüşüm uygulandığında standart sapma değerinin aritmetik ortalama değerine göre oldukça küçüldüğü görülür. Bu dönüşüm ile dağılım normale yaklaşmıştır.

Tablo 4.24'te sınıflandırılmış logaritmik Fe verilerinin frekans dağılım tablosu, Şekil 4.24'te ise histogramı ve kümülatif frekans eğrisi verilmiştir. Buna göre logaritmik Fe verilerinin genel olarak normal dağılımlı iki topluluktan oluştuğu görülür. Sınıf aralığının standart sapmanın yarısı olarak alındığı bu dağılımda bazı sınıflara herhangi bir veri düşmemiştir.

Tablo 4.23. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik Fe içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

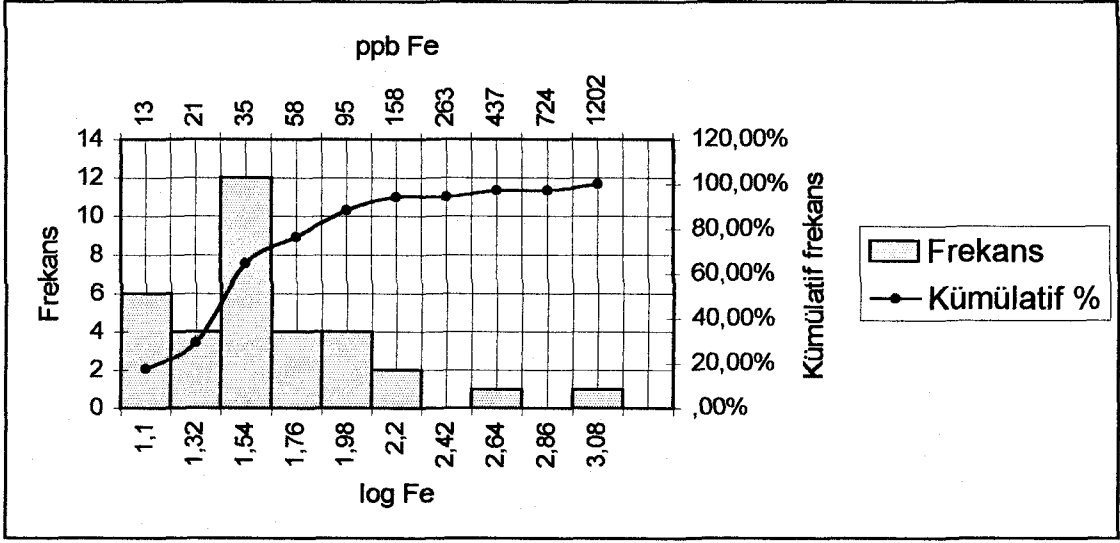
<i>Aritmetik Fe</i>		<i>log Fe</i>	
Ortalama (X)	42,95	Ortalama (X)	1,52
Standart Sapma(S)	150,18	Standart Sapma(S)	0,44
Standart Hata	19,39	Standart Hata	0,08
Ortanca (medyan)	11,5	Ortanca (medyan)	1,45
Kip (mod)	0	Kip (mod)	1,04
Örnek Varyans	22555,51	Örnek Varyans	0,19
Basıklık (yamukluk)	50,2	Basıklık (yamukluk)	3,51
Çarpıklık (eğiklik)	6,9	Çarpıklık (eğiklik)	1,54
En Büyük	1139	En Büyük	3,06
En Küçük	0	En Küçük	1,00
Örnek Sayısı	60	Örnek Sayısı	60
X+2S (Eşik Değer)	343,32	X+2S (Eşik Değer)	2,40

Tablo 4.24. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

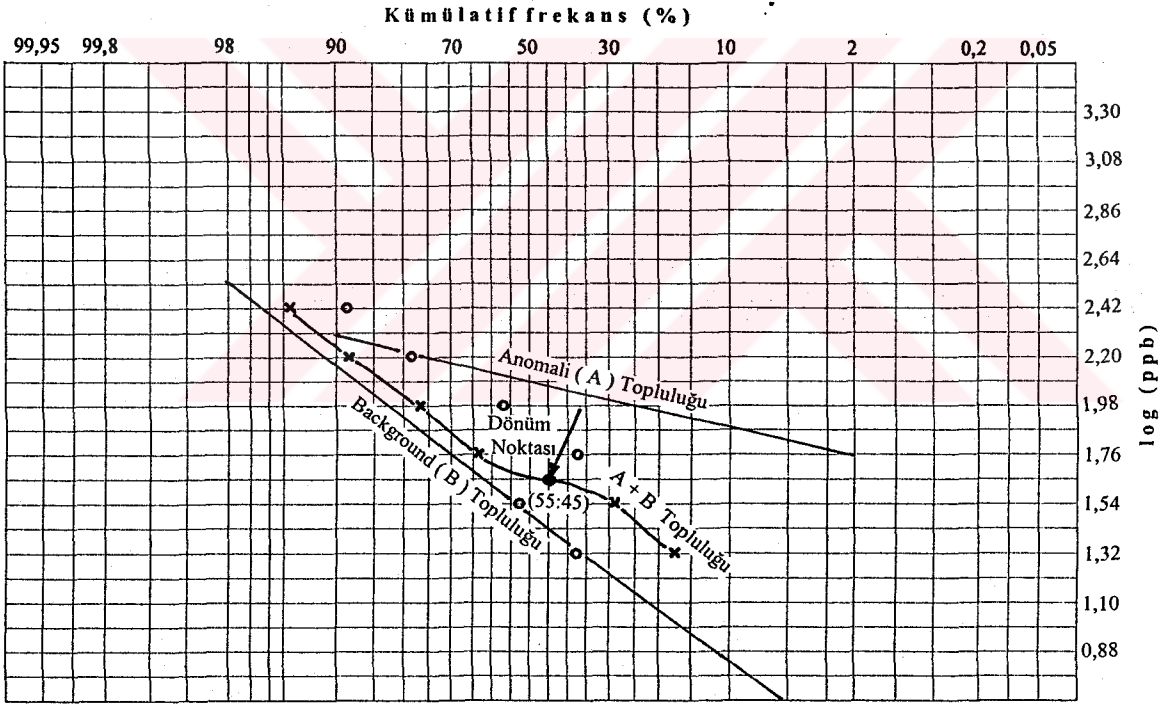
Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (55 : 45)
1	3,08	2,86	1	2,94	2,94	-	5,34
2	2,86	2,64	0	0	2,94	-	5,34
3	2,64	2,42	1	2,94	5,88	-	10,69
4	2,42	2,20	0	0	5,88	-	10,69
5	2,20	1,98	2	5,88	11,76	-	21,38
6	1,98	1,76	4	11,76	23,52	-	42,76
7	1,76	1,54	4	11,76	35,28	-	64,14
8	1,54	1,32	12	35,29	70,56	23,46	52,80
9	1,32	1,10	4	11,76	82,32	17,68	39,28
10	1,10	0,88	6	17,65	99,97	0,03	0,06

Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik Fe içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.25); veriler temel değer (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluşmaktadır.

Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 2,47 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 295 ppb değeri üzerinde Fe içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise log (1,76) = 58 ppb olup, bu değer altında Fe içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.



Şekil 4.24. Diorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.25. Diorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu veriler ışığında diorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Fe içeriğine göre anomali değerine sahip örnek sadece CVS-3 nolu örnektir. Temel değer olan 295 ppb altında olan ancak bu değere yakın miktarda Fe içeren GUN-8, KGD-6 ve TOP-14 nolu örnekler de önemlidir (Şekil 4.28).

4.3.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım

Tablo 4.18’de verilen ve granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik Fe değerleri ile bunların logaritmik dönüşümleri kullanılarak elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.25).

Tablo 4.25. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik ve logaritmik Fe içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik Fe		Log Fe	
Ortalama (X)	184,67	Ortalama (X)	2,06
Standart Sapma(S)	155,50	Standart Sapma(S)	0,51
Standart Hata	51,83	Standart Hata	0,17
Ortanca (medyan)	166	Ortanca (medyan)	2,22
Kip (mod)		Kip (mod)	
Örnek Varyans	24180,75	Örnek Varyans	0,27
Basıklık (yamukluk)	-1,1	Basıklık (yamukluk)	-1,35
Çarpıklık (eğiklik)	0,5	Çarpıklık (eğiklik)	-0,51
En Büyük	444	En Büyük	2,65
En Küçük	18	En Küçük	1,26
Örnek Sayısı	18	Örnek Sayısı	18
X+2S (Eşik Değer)	495,67	X+2S (Eşik Değer)	3,09

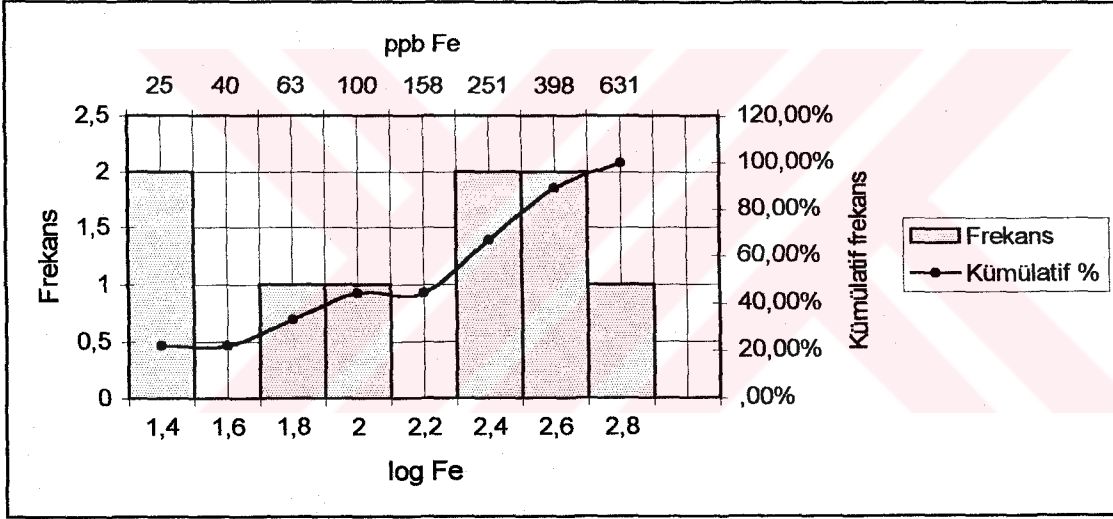
Tablo 4.25’te aritmetik Fe değerlerinin ortanca değerinin mod değerinden, aritmetik ortalamanın da ortanca değerden büyük olduğu görülür. Buna göre dağılım grafiği asimetric, sola çarpık (negatif) olup, sivridir.

Granitik kayaç grubundan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin aritmetik Fe içeriklerine logaritmik dönüşüm uygulanıp veriler sınıflandırılmış, logaritmik Fe verilerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.26), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.26) hazırlanmıştır. Genel olarak iki topluluğun bulunduğu grafikte bazı sınıflara hiçbir verinin düşmediği görülür.

Granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik Fe içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.27); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 2,36 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 230 ppb değeri üzerinde Fe içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama – 2 Standart Sapması) ise $\log(2,24) = 174$ ppb olup, bu değer altında Fe içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir.

Tablo 4.26. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

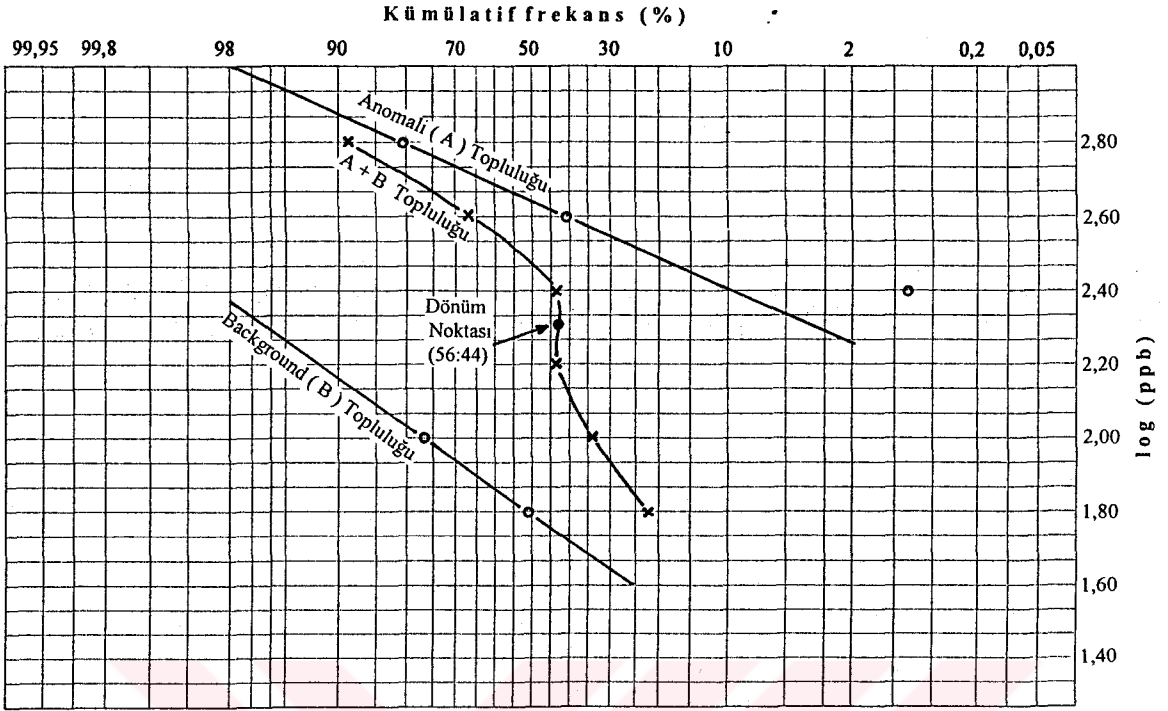
Sınıf No	Sınıf Taban	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	100 - Y_{AB}	($Y_A : Y_B$) (38 : 62)
1	2,80	2,60	1	11,11	11,11	-	19,83
2	2,60	2,40	2	22,22	33,33	-	59,51
3	2,40	2,20	2	22,22	55,55	-	99,19
4	2,20	2,00	0	0	55,55	-	99,19
5	2,00	1,80	1	11,11	66,66	33,34	75,77
6	1,80	1,60	1	11,11	77,76	22,24	50,54
7	1,60	1,40	0	0	77,76	22,24	50,54
8	1,40	1,20	2	22,22	99,98	0,02	0,04



Şekil 4.26. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Fe içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Bu veriler ışığında granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Fe içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; TAT-4, DEM-4, ve NAZ-3 nolu örneklerdir. Temel değer olan 230 ppb altında olan ancak bu değere yakın miktarda Fe içeren DEM-5 nolu örnek de önemlidir (Şekil 4.28). Bu örnekteki Fe miktarı 222 ppb' dir.

Şekil 4.28'de Fe elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu dağılım verilmiştir. Bu dağılıma göre anomali topluluğu Demirlibahçe güneyinde, Nazaruşağı güneyinde, Kiziruşağı ve Torsuşağı civarında bulunmaktadır.

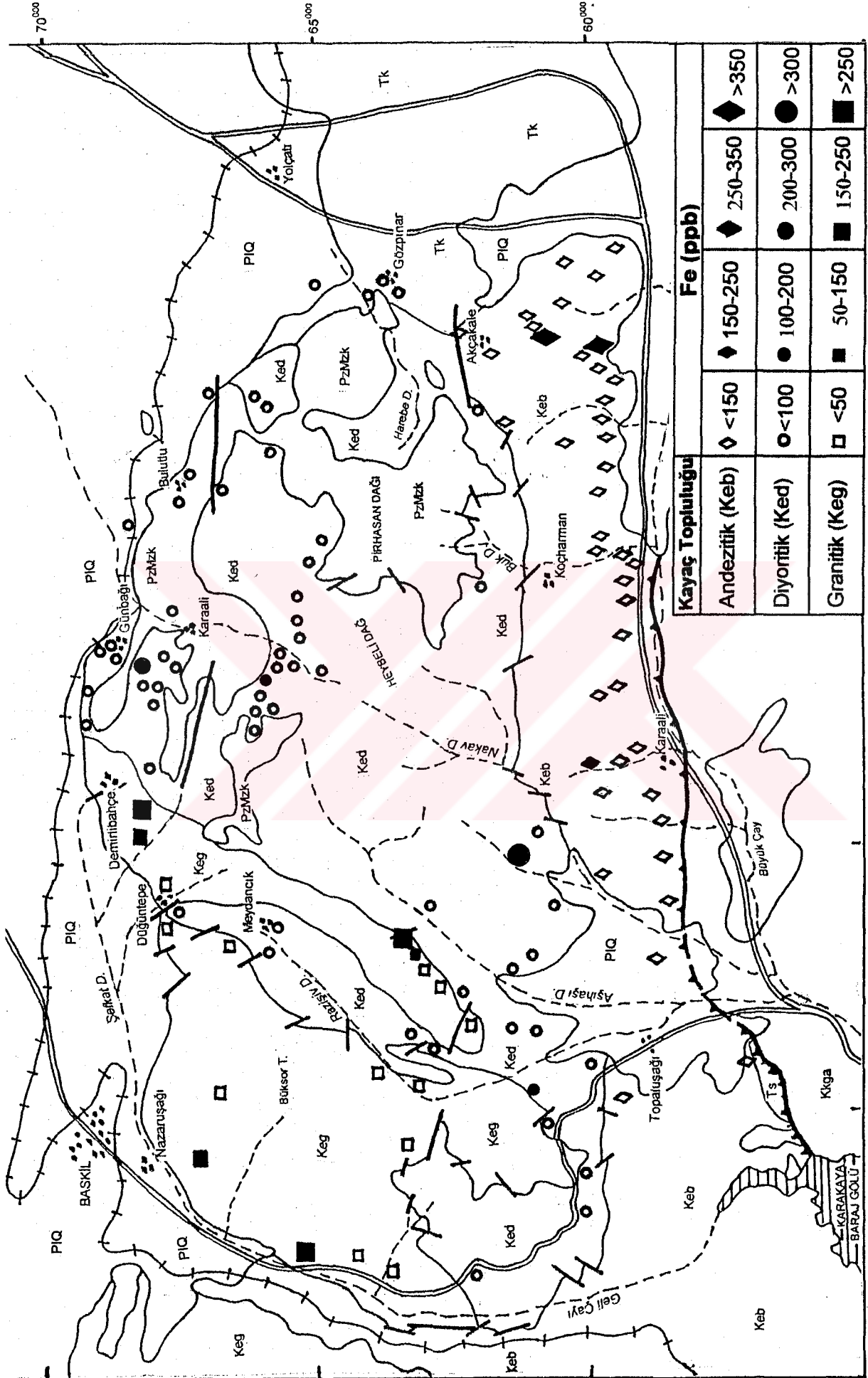


Şekil 4.27. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin Fe içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

4.4. Manganez

Dünyanın değişik bölgelerindeki kayaların ortalama mangan içeriklerine bakıldığında; bazaltik kayalarda 1500 ppm, diyoritik kayalarda 540 ppm, granitik kayalarda ise 390 ppm olduğu görülür (Bürküt, 1986). Demirde olduğu gibi felsik kayalardan mafik kayalara doğru gidildikçe kayaların ortalama Mn içeriği artmaktadır. Manganın kaynak sularındaki ortalama içeriği ise 15 ppb' dir (Rose vd., 1979).

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan örneklerin manganez içerikleri ile bu suların kaynaklandığı kayaç topluluğu Tablo 4.27'de verilmiştir. Örneklenen sularda 1 ppb' den küçük manganez değerleri de görülmektedir. 1' den küçük değerlere logaritmik dönüşümler uygulandığında elde edilen negatif değerler, veri analizi için hazırlanan frekans dağılım tablosunda ve olasılık grafiklerinde karışıklıklara yol açabileceği için, Tablo 4.27'de mangan değerlerinin tamamı 10 ile çarpılmıştır. Sonuçta ise bulunan parametreler 10 ile bölünerek gerçek parametre değerleri elde edilmiştir.



Şekil 4.28. Fe elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım.

Tablo 4.27. Su örneklerinin ppb olarak Mn(x10) içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayalık grupları.

Örnek No:	Mn x10	log Mn x10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Mn x10	log Mn x10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Mn x10	log Mn x10	Kayaç Grubu
GUN-1	68,7	1,84	Diyorit	CVS-4	1,6	0,20	Diyorit	KOC-4	26,7	1,43	Andezit
GUN-2	15,8	1,20	Diyorit	CVS-5	1,5	0,18	Diyorit	KOC-6	4,4	0,64	Andezit
GUN-3	23,8	1,38	Diyorit	CVS-6	4,1	0,61	Diyorit	KOC-7	2,9	0,46	Andezit
GUN-4	18,9	1,28	Diyorit	TAT-1	1,1	0,04	Diyorit	KOC-8	41,5	1,62	Andezit
GUN-5	158	2,20	Diyorit	TAT-5	1,7	0,23	Diyorit	KRL-1	1,1	0,04	Andezit
GUN-6	17,1	1,23	Diyorit	TOP-6	7,4	0,87	Diyorit	KRL-2	11,8	1,07	Andezit
GUN-7	88,1	1,94	Diyorit	TOP-7	2	0,30	Diyorit	KRL-3	5,7	0,76	Andezit
GUN-8	116,	2,07	Diyorit	TOP-8	10,6	1,03	Diyorit	KRL-4	24,3	1,39	Andezit
GUN-9	23,7	1,37	Diyorit	TOP-13	3,2	0,51	Diyorit	KRL-5	3,4	0,53	Andezit
GUN-10	64,4	1,81	Diyorit	TOP-14	40,6	1,61	Diyorit	KRL-6	40,2	1,60	Andezit
KGD-1	34,1	1,53	Diyorit	TOP-16	65,9	1,82	Diyorit	KRL-7	21,3	1,33	Andezit
KGD-2	25,2	1,40	Diyorit	TOP-17	56,3	1,75	Diyorit	KRL-8	92,1	1,96	Andezit
KGD-3	29,4	1,47	Diyorit	TOP-18	3,2	0,51	Diyorit	KRL-9	7,6	0,88	Andezit
KGD-4	171,	2,23	Diyorit	DEM-1	38,2	1,58	Diyorit	KRL-10	2,9	0,46	Andezit
KGD-5	25,9	1,41	Diyorit	DEM-2	12,8	1,11	Diyorit	CVS-1	8,9	0,95	Andezit
KGD-6	82	1,91	Diyorit	DEM-3	32	1,51	Diyorit	TOP-1	1	0,00	Andezit
KGD-7	32,8	1,52	Diyorit	DUG-3	5,2	0,72	Diyorit	TOP-5	6,1	0,79	Andezit
KGD-8	33,1	1,52	Diyorit	MEY-1	5,9	0,77	Diyorit	TOP-15	2,7	0,43	Andezit
KGD-9	150,	2,18	Diyorit	MEY-2	4	0,60	Diyorit	TOR-1	49,6	1,70	Andezit
KGD-10	112,	2,05	Diyorit	NAZ-6	26,5	1,42	Diyorit	TOR-2	5,9	0,77	Andezit
KGD-11	23,8	1,38	Diyorit	AKC-1	5,7	0,76	Andezit	TOR-3	61,7	1,79	Andezit
KGD-12	38,4	1,58	Diyorit	AKC-2	9,7	0,99	Andezit	TAT-2	5,7	0,76	Granit
KGD-13	27,5	1,44	Diyorit	AKC-3	35,6	1,55	Andezit	TAT-3	41,1	1,61	Granit
KGD-14	24,3	1,39	Diyorit	AKC-4	8,2	0,91	Andezit	TAT-4	50,2	1,70	Granit
BUL-1	23,2	1,37	Diyorit	AKC-5	40,8	1,61	Andezit	TAT-6	2,8	0,45	Granit
BUL-2	42,1	1,62	Diyorit	AKC-6	407	2,61	Andezit	TOP-9	16,6	1,22	Granit
BUL-3	23,8	1,38	Diyorit	AKC-7	17,9	1,25	Andezit	TOP-10	2,6	0,41	Granit
BUL-4	23,5	1,37	Diyorit	KRC-1	85,7	1,93	Andezit	TOP-11	2,5	0,40	Granit
BUL-5	24,8	1,39	Diyorit	KRC-2	668	2,82	Andezit	TOP-12	11,7	1,07	Granit
AGL-1	35	1,54	Diyorit	KRC-3	24	1,38	Andezit	DEM-4	316,	2,50	Granit
AGL-2	4,7	0,67	Diyorit	KRC-4	402	2,60	Andezit	DEM-5	59,8	1,78	Granit
AGL-3	54,4	1,74	Diyorit	KRC-5	42,6	1,63	Andezit	DUG-1	9,7	0,99	Granit
CAN-1	36,4	1,56	Diyorit	KRC-6	1,3	0,11	Andezit	DUG-2	13	1,11	Granit
CAN-2	93,2	1,97	Diyorit	KRC-7	70,9	1,85	Andezit	MEY-3	4,3	0,63	Granit
GOZ-1	5	0,70	Diyorit	KRC-8	1,7	0,23	Andezit	NAZ-1	3,5	0,54	Granit
GOZ-2	6,2	0,79	Diyorit	KRC-9	117	2,07	Andezit	NAZ-2	58	1,76	Granit
AKC-8	14,2	1,15	Diyorit	KRC-10	137	2,14	Andezit	NAZ-3	172,	2,24	Granit
KOC-5	5	0,70	Diyorit	KOC-1	3	0,48	Andezit	NAZ-4	3,6	0,56	Granit
CVS-2	1,7	0,23	Diyorit	KOC-2	<0,5	-	Andezit	NAZ-5	206	2,31	Granit
CVS-3	227	2,36	Diyorit	KOC-3	1,2	0,08	Andezit				

4.4.1. Genel Prospeksiyon

Tablo 4.27'deki sınıflandırılmamış aritmetik Mn değerleri ile bu değerlere uygulanan logaritmik Mn(x10) dönüşüm değerleri kullanılarak elde edilen bazı istatistiksel veriler Tablo 4.28' de verilmiştir.

Tablo 4.28. Bütün su örneklerinin aritmetik Mn ve logaritmik Mn(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

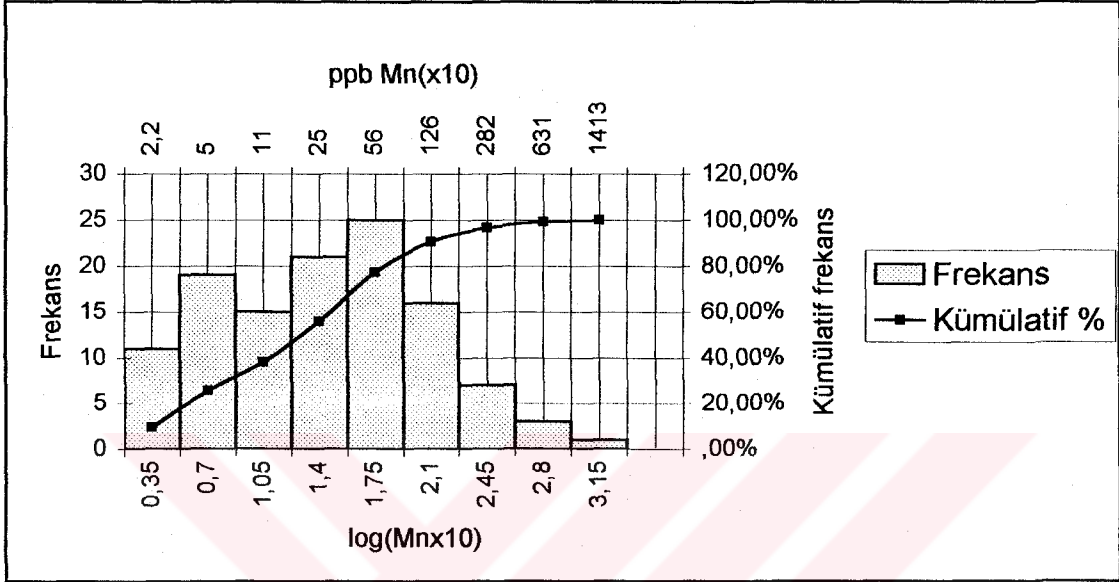
<i>Aritmetik Mn</i>		<i>log(Mn x 10)</i>	
Ortalama (X)	4,90	Ortalama (X)	1,24
Standart Sapma(S)	9,03	Standart Sapma(S)	0,65
Standart Hata	0,82	Standart Hata	0,06
Ortanca (medyan)	2,4	Ortanca (medyan)	1,37
Kip (mod)	2,4	Kip (mod)	1,38
Örnek Varyans	81,64	Örnek Varyans	0,43
Basıklık (yamukluk)	21,9	Basıklık (yamukluk)	-0,69
Çarpıklık (eğiklik)	4,2	Çarpıklık (eğiklik)	0,02
En Büyük	66,8	En Büyük	2,82
En Küçük	0	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	119
X+2S (Eşik Değer)	22,96	X+2S (Eşik Değer)	2,55

Bu tablodaki verilere bakıldığında aritmetik Mn değerlerinin standart sapmasının, aritmetik ortalama değerinin yaklaşık 2 katı olduğu görülür. Ancak aritmetik değerlere logaritmik dönüşüm uygulandığında; logaritmik Mn(x10) değerlerinin standart sapması, aritmetik ortalama değerinin yaklaşık yarısı olmaktadır. Veriler topluluklarına ayrılmadığı için eşik değerler de gerçek değerleri değildir. Bunun için veriler topluluklarına ayrılmıştır.

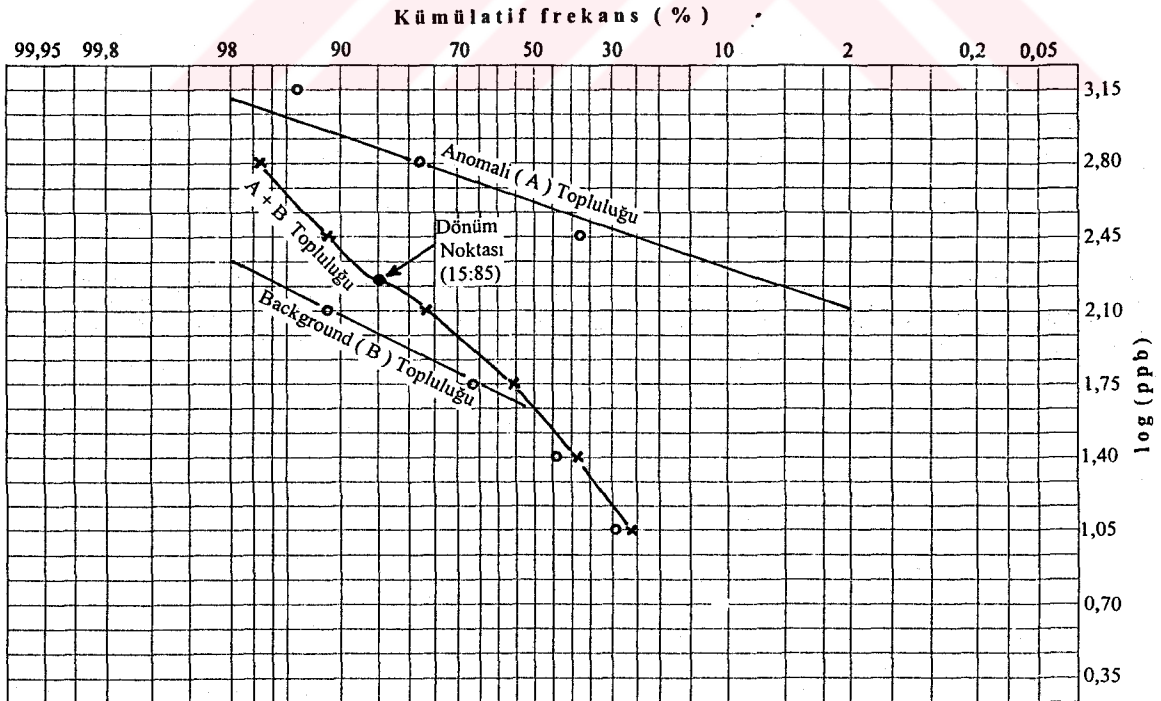
Tablo 4.29. Bütün su örneklerinin logaritmik Mn(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (15 : 85)
1	3,15	2,80	1	0,85	0,85	-	5,66
2	2,80	2,45	3	2,54	3,39	-	22,60
3	2,45	2,10	7	5,93	9,32	-	62,13
4	2,10	1,75	16	13,56	22,88	77,12	90,73
5	1,75	1,40	25	21,18	44,06	55,94	65,81
6	1,40	1,05	21	17,79	61,85	38,15	44,88
7	1,05	0,70	15	12,70	74,75	25,25	29,70
8	0,70	0,35	19	16,10	90,65	9,35	11,00
9	0,35	0,00	11	9,32	99,97	0,03	0,03

Logaritmik $Mn(x10)$ verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.29), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.29) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Biri birini üzerleyen bu topluluklar olasılık grafiğinde de görülür.



Şekil 4.29. Bütün su örneklerinin logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.30. Bütün su örneklerinin $Mn(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Tüm logaritmik $Mn(x10)$ değerlerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.30); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 2,33 değerine karşılık gelen aritmetik 214 ppb değeri üzerinde Mn içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örneklerdir. Ancak Mn değerleri 10 ile çarpılarak bütün hesaplamalar buna göre yapıldığından gerçekte bu değer 21,4 ppb olarak alınmalıdır.

Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) de yaklaşık $\log(2,10) = 125$ ppb, gerçekte bu değer 12,5 ppb olup, bu değer altında Mn içeren tüm örnekler temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.

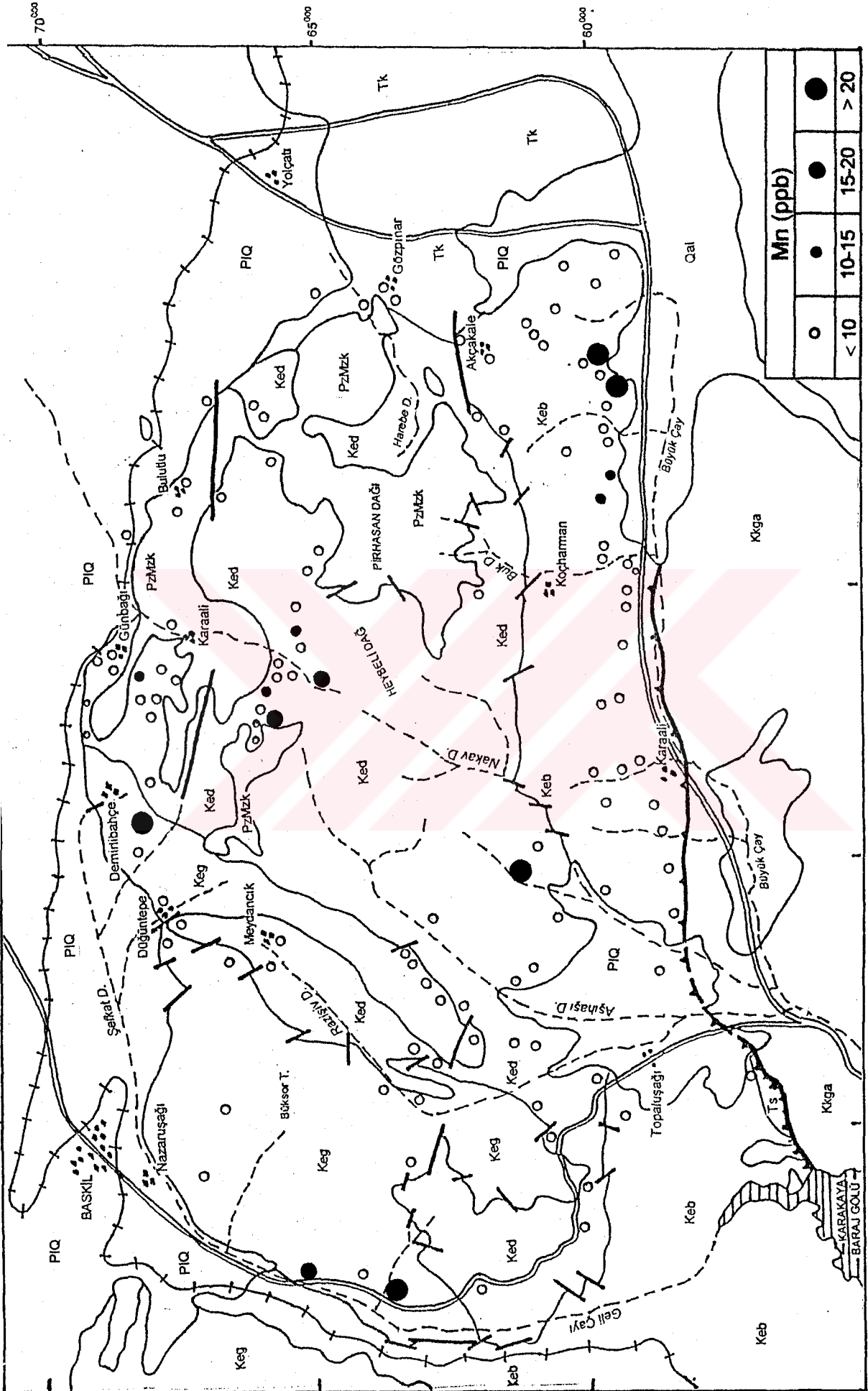
Bütün verilerden Mn içeriğine göre anomali değerine sahip olan örnekler; CVS-3, AKC-6, KRC-2, KRC-4 ve DEM-4 nolu örneklerdir. Bu örneklerden CVS-3 nolu örnek diyorit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınmış iken AKC-6, KRC-2 ve KRC-4 nolu örnekler andezit grubu kayalarından, DEM-4 nolu örnek ise granit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınmıştır.

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan bu örnekler dışında GUN-5, KGD-4, KGD-9, KRC-10, NAZ-3 ve NAZ-5 nolu örnekler ise temel değer olan 21,4 ile 12,5 ppb arasında mangan içeren melez örneklerdir. Bu örneklerden KGD-4 ve KGD-9 nolu örnekler diyorit grubu, KRC-10 nolu örnek andezit grubu, NAZ-3 ve NAZ-5 nolu örnekler ise granit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınmış örneklerdir (Şekil 4.31).

Kaynak sularındaki mangan içeriği ortalama 15 ppb' dir (Rose vd.,1979 ve Govett, 1985). Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan su örneklerinin ortalama Mn içeriği 4,9 ppb olarak hesaplanmıştır. Oksidan ve bazik ortamda hareketliliği azalan manganın da Fe gibi hidroksitli, oksitli ve karbonatlı mineraller şeklinde tutulması nedeniyle örneklerin Mn içeriği beklenenden daha düşük çıkmıştır.

Granitoyitik ve andezitik bileşimli mağmatik faaliyetlerle ilişkili ve/veya bu kayaları etkileyen hidrotermal çözeltilerden itibaren zaman zaman damar ve kontak tipi Mn zenginleşmeleri gelişebilmektedir. Mangan ayrıca mağmanın kristallenmesi sırasında mafik minerallerin yapısına girmekte ve özellikle amfibol grubu mineraller ile biyotitlerin yapısında zenginleşmektedir. Mn iyonlarının hareketlilikleri yüzeysel sulu ortamlarda yüksektir ve olağan pH-Eh koşullarında çözeltide çökmeden kalabilmektedir (Gökçe, 1995). Buna göre çalışma alanında Mn anomalilerinin geniş alanlara yayıldığı görülmektedir (Şekil 4.38). Genel olarak bu alanlara bakıldığında;

1.Akçakale civarında andezitik bileşimli mağmatik faaliyetlerle ilişkili ve bu kayaları etkileyen hidrotermal faaliyetler neticesinde Mn zenginleşmeleri,



Şekil 4.31. Bütün su örneklerindeki Mn içeriğinin alansal dağılımı.

2.Topaluşağı-Nazaruşağı-Demirlibahçe civarlarında granitik ve diyoritik kayaların alterasyonu neticesinde bu kayalardaki amfibol ve biyotit minerallerinin yapısındaki manganın ayrışması neticesinde zenginleşmesi,

3.Günbağı-Karagedik civarında Elazığ Mağmatitleri ile Keban Metamorfikleri kondağında gelişmiş kontak tipi zenginleşmeler,

4.Elazığ mağmatik kayalarının kırık ve çatlaklarında hidrotermal faaliyetler neticesinde ince damarlar ve sıvamalar şeklindeki Mn zenginleşmeleri dikkat çekmektedir.

4.4.2. Detay Prospeksiyon

4.4.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım

Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin Mn içerikleri (Tablo 4.27) kullanılarak, sınıflandırılmamış verilerden elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mn ve logaritmik Mn(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

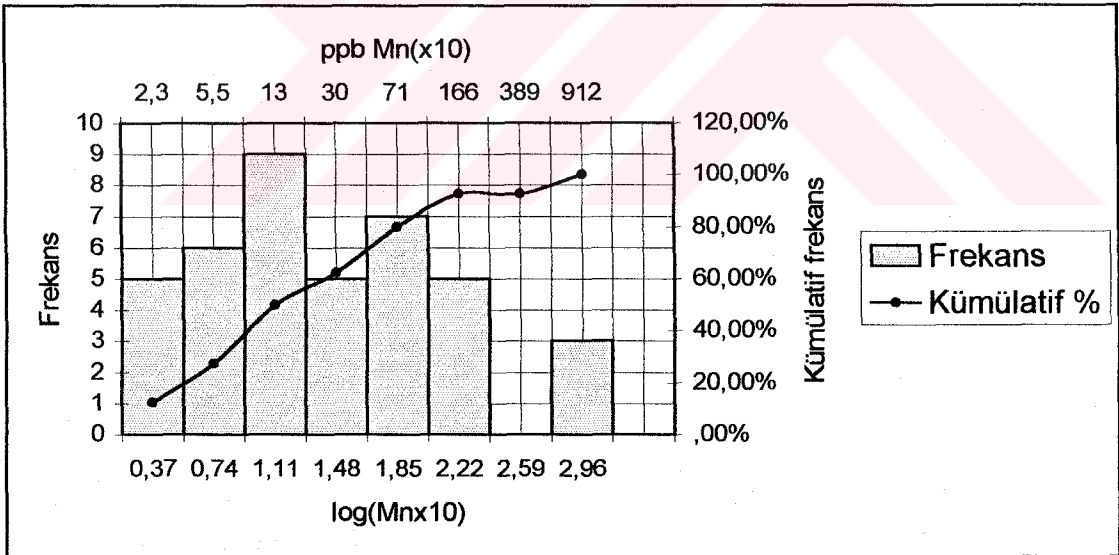
<i>Aritmetik Mn</i>		<i>log(Mn x 10)</i>	
Ortalama (X)	6,1	Ortalama (X)	1,19
Standart Sapma(S)	13,15	Standart Sapma(S)	0,74
Standart Hata	2,05	Standart Hata	0,12
Ortanca (medyan)	1,18	Ortanca (medyan)	1,16
Kip (mod)	0,29	Kip (mod)	0,46
Örnek Varyans	172,97	Örnek Varyans	0,55
Basıklık (yamukluk)	12,7	Basıklık (yamukluk)	-0,60
Çarpıklık (eğiklik)	3,5	Çarpıklık (eğiklik)	0,29
En Büyük	66,8	En Büyük	2,82
En Küçük	0	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	41	Örnek Sayısı	41
X+2S (Eşik Değer)	32,4	X+2S (Eşik Değer)	2,67

Tablo 4.30'daki aritmetik Mn değerlerinde standart sapma aritmetik ortalamadan oldukça büyük bir değere sahiptir. Yine eşik değerler de oldukça büyük değerlerde olup, topluluklarına ayrılmadığından bu değerler gerçek eşik değerler değildir. Topluluklar, sınıflandırılmış logaritmik değerlerin frekans dağılımları, histogramları ve olasılık grafikleri hazırlanarak elde edilmiştir.

Logaritmik Mn verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.31), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.32) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Bu topluluklar anomali ve temel değer topluluklarıdır.

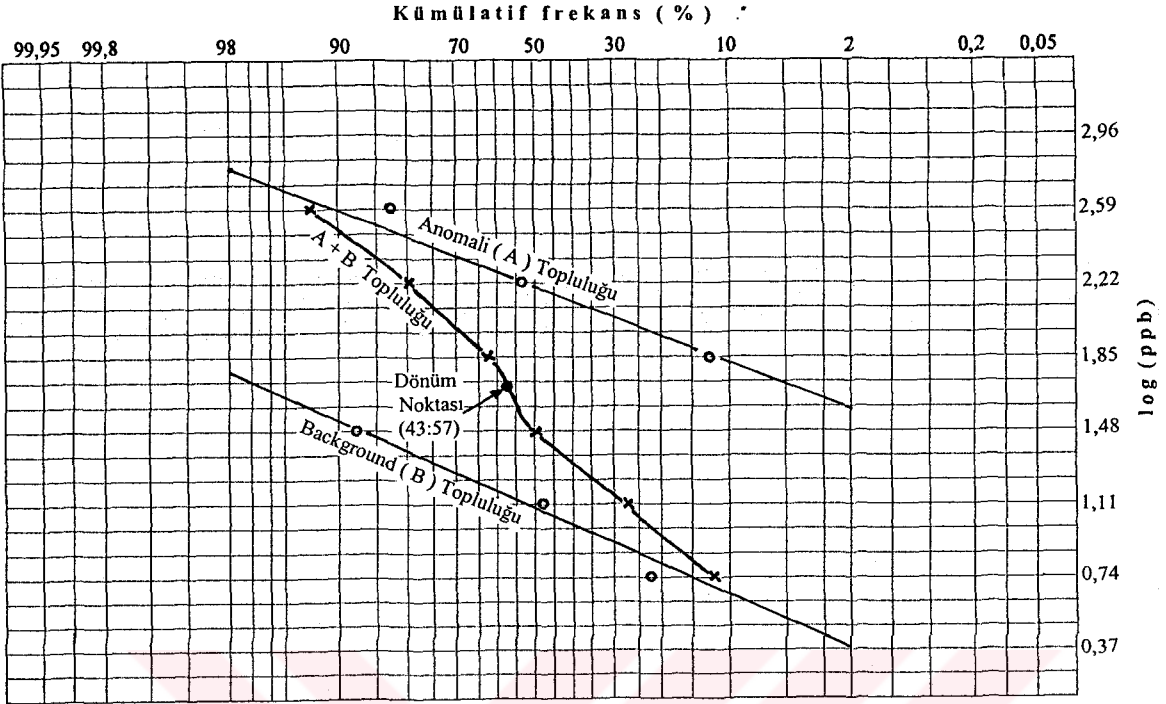
Tablo 4.31. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mn(x10) içerikleri kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (43 : 57)
1	2,96	2,59	3	0,75	7,50	-	17,44
2	2,59	2,22	0	0,00	7,50	-	17,44
3	2,22	1,85	5	12,50	20,00	-	46,51
4	1,85	1,48	7	17,50	37,50	-	87,20
5	1,48	1,11	5	12,50	50,00	50,00	87,71
6	1,11	0,74	9	22,50	72,50	27,50	48,24
7	0,74	0,37	6	15,00	87,50	12,50	21,92
8	0,37	0,00	5	12,50	100,00	0,00	0,00



Şekil 4.32. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mn(x10) içeriklerine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Şekil 4.33'te andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik Mn(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiği verilmiştir. Buna göre verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.33. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin Mn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,83 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 67 ppb değeri, gerçekte ise 6,7 ppb değeri üzerinde Mn içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise $\log(1,59) = 39$ ppb (gerçekte 3,9 ppb) olup, bu değer altında Mn içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. 3,9-6,7 ppb arasında Mn içeren örnekler ise melez örneklerdir.

Bu veriler ışığında andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerden Mn içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; AKC-6, KRC-1, KRC-2, KRC-4, KRC-7, KRC-9, KRC-10 ve KRL-8 nolu örneklerdir. AKC-5, KRC-5, KOC-8, KRL-6, TOR-1 ve TOR-3 nolu örnekler ise melez örneklerdir (Şekil 4.38).

4.4.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım

Tablo 4.27'deki diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin Mn içeriği kullanılarak; sınıflandırılmamış aritmetik Mn değerleri ile Mn(x10) değerlerine uygulanan logaritmik dönüşümlerden elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler Tablo 4.32'de verilmiştir.

Tablo 4.32. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mn ve logaritmik Mn(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik Mn		log(Mn x 10)	
Ortalama (X)	3,92	Ortalama (X)	1,29
Standart Sapma(S)	4,66	Standart Sapma(S)	0,58
Standart Hata	0,60	Standart Hata	0,07
Ortanca (medyan)	2,46	Ortanca (medyan)	1,39
Kip (mod)	2,38	Kip (mod)	1,38
Örnek Varyans	21,75	Örnek Varyans	0,34
Basıklık (yamukluk)	4,8	Basıklık (yamukluk)	-0,56
Çarpıklık (eğiklik)	2,1	Çarpıklık (eğiklik)	-0,40
En Büyük	22,7	En Büyük	2,36
En Küçük	0,11	En Küçük	0,04
Örnek Sayısı	60	Örnek Sayısı	60
X+2S (Eşik Değer)	13,24	X+2S (Eşik Değer)	2,45

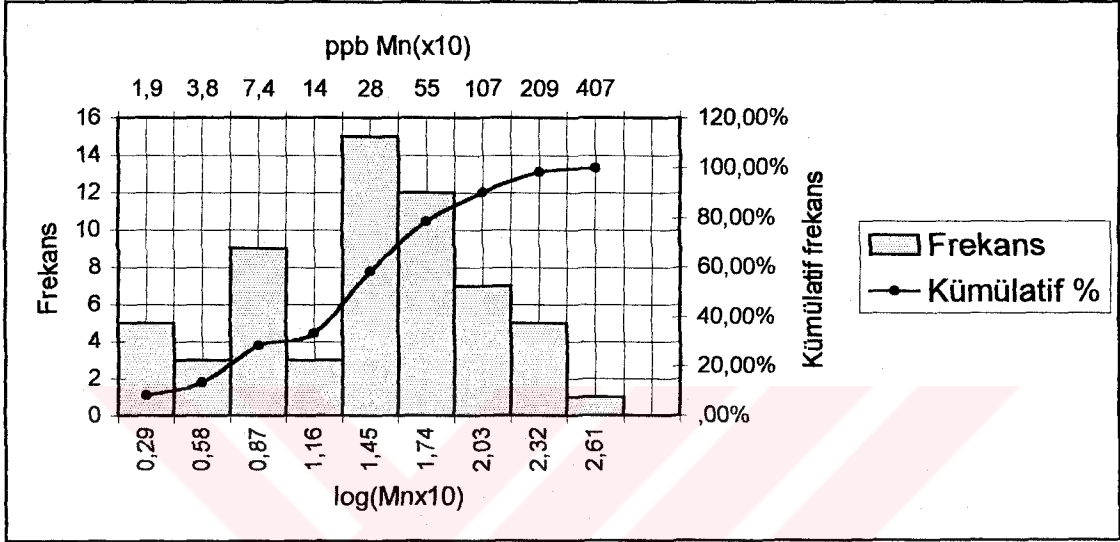
Sınıflandırılmamış verilerin varsa içerdiği toplulukları tespit etmek için veriler sınıflandırılarak; logaritmik Mn(Mnx10) verilerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.33), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.34) hazırlanmıştır. Buna göre logaritmik Mn verilerinin genel olarak normal dağılımlı iki topluluktan oluştuğu görülür.

Tablo 4.33. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mn(x10) içerikleri kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

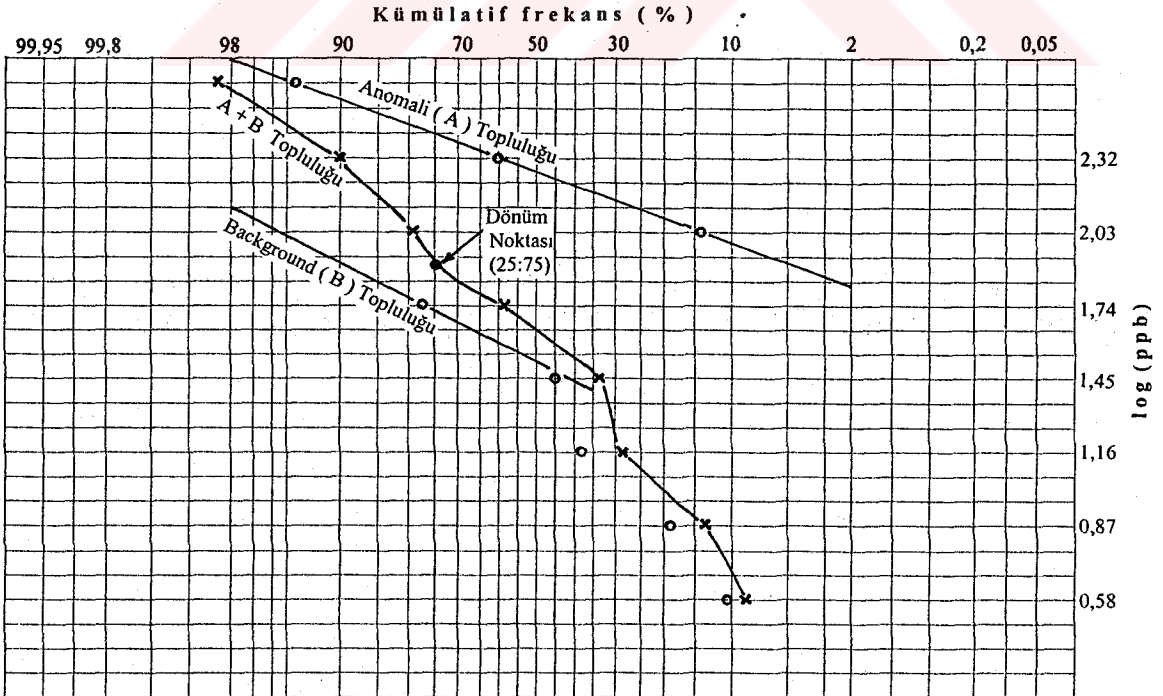
Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (25 : 75)
1	2,61	2,32	1	1,67	1,67	-	6,68
2	2,32	2,03	5	8,33	10,00	-	40,00
3	2,03	1,74	7	11,66	21,66	-	86,64
4	1,74	1,45	12	19,99	41,65	58,35	77,80
5	1,45	1,16	15	24,99	66,64	33,36	44,48
6	1,16	0,87	3	5,00	71,64	28,36	37,81
7	0,87	0,58	9	14,99	86,63	13,37	17,82
8	0,58	0,29	3	5,00	91,63	8,37	11,16
9	0,29	0,00	5	8,33	99,96	0,04	0,05

Çalışma alanında diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sülardan alınan örneklerin logaritmik Mn(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.35); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 2,12 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 131 ppb değerinin,

gerçekte ise 13,1 ppb değerinin üzerinde Mn içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise $\log(1,79) = 61$ ppb olup, gerçekte 6,1 ppb değeri altında Mn içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.



Şekil 4.34. Diyarit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mn(x10) içeriklerine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.35. Diyarit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu veriler ışığında diyorit grubu kayalarından kaynaklanan suların alınan örneklerin Mn içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler GUN-5, KGD-4, KGD-9 ve CVS-3 nolu örneklerdir. Temel değer olan 13,1 ppb ile 6,1 ppb arasında Mn içeren örnekler ise melez örnekler olarak önemlidir. Bu örnekler; GUN-1, GUN-7, GUN-8, GUN-10, KGD-6, KGD-10, CAN-2 ve TOP-16 nolu örneklerdir (Şekil 4.38).

4.4.2.3. Granit grubu kayalarındaki dağılım

Tablo 4.27'deki granit grubu kayalarından kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik Mn içeriği ile $Mn(x10)$ değerlerine logaritmik dönüşümler uygulanarak elde edilen tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablo halinde özetlenmiştir (Tablo 4.34).

Tablo 4.34. Granit grubu kayalarından kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mn ve logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik Mn		$\log(Mn \times 10)$	
Ortalama (X)	5,44	Ortalama (X)	1,22
Standart Sapma(S)	8,77	Standart Sapma(S)	0,70
Standart Hata	2,0,67	Standart Hata	0,16
Ortanca (medyan)	1,2,35	Ortanca (medyan)	1,09
Kip (mod)		Kip (mod)	
Örnek Varyans	76,93,93	Örnek Varyans	0,49
Basıklık (yamukluk)	4,2	Basıklık (yamukluk)	-1,09
Çarpıklık (eğiklik)	2,1	Çarpıklık (eğiklik)	0,46
En Büyük	31,6,4	En Büyük	2,50
En Küçük	,2,5	En Küçük	0,40
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	18
$X+2S$ (Eşik Değer)	22,98	$X+2S$ (Eşik Değer)	2,62

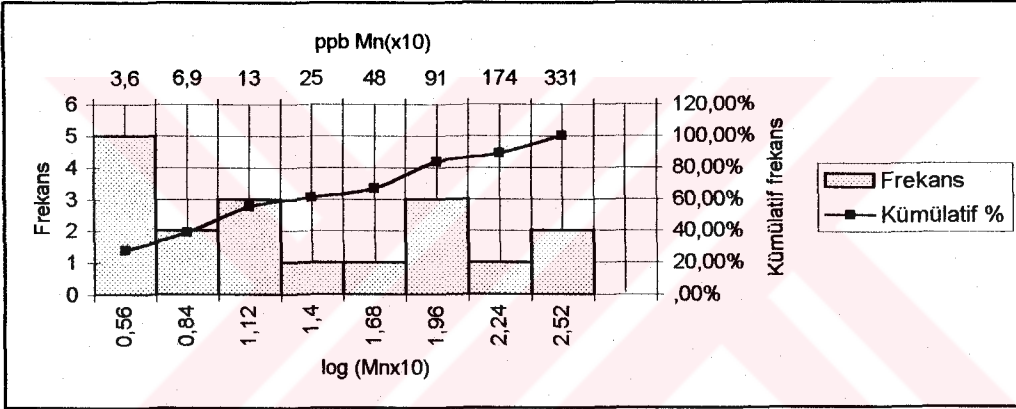
Granitik kayalar grubundan kaynaklanan suların alınan örneklerin aritmetik $Mn(x10)$ içeriklerine logaritmik dönüşüm uygulanıp veriler sınıflandırılmış, logaritmik $Mn(x10)$ verilerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.35), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.36) elde edilmiştir. Genel olarak log normal dağılımlı grafikte iki topluluğun olduğu görülür.

Granit grubu kayalarından kaynaklanan suların alınan örneklerin logaritmik $Mn(x10)$ içeriğine göre sınıflandırılarak hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.37); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,71 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 51 ppb (gerçekte 5,1 ppb) değeri üzerinde Mn içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali

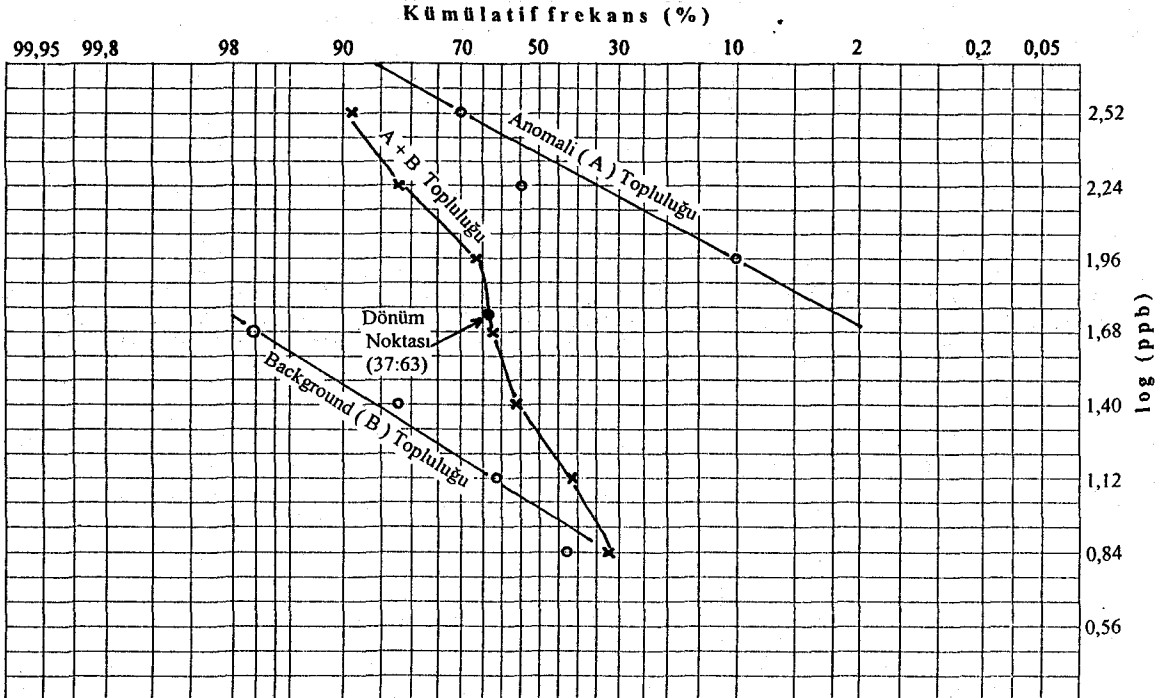
topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama – 2 Standart Sapması) ise $\log(1,70) = 50$ ppb, gerçekte 5 ppb olup bu değerin altında Mn içeren örnekler kesinlikle temel değer gösterir. Bu veriler ışığında granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Mn içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; TAT-4, DEM-4, DEM-5, NAZ-2, NAZ-3 ve NAZ-5 nolu örneklerdir. Torsuşağı batısında Demirlibağçe ve doğusu, Kiziruşağı güneyi ile Çavuşlu civarında anomalilerin olduğu gözlenir (Şekil 4.38).

Tablo 4.35. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mn(x10) içerikleri kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

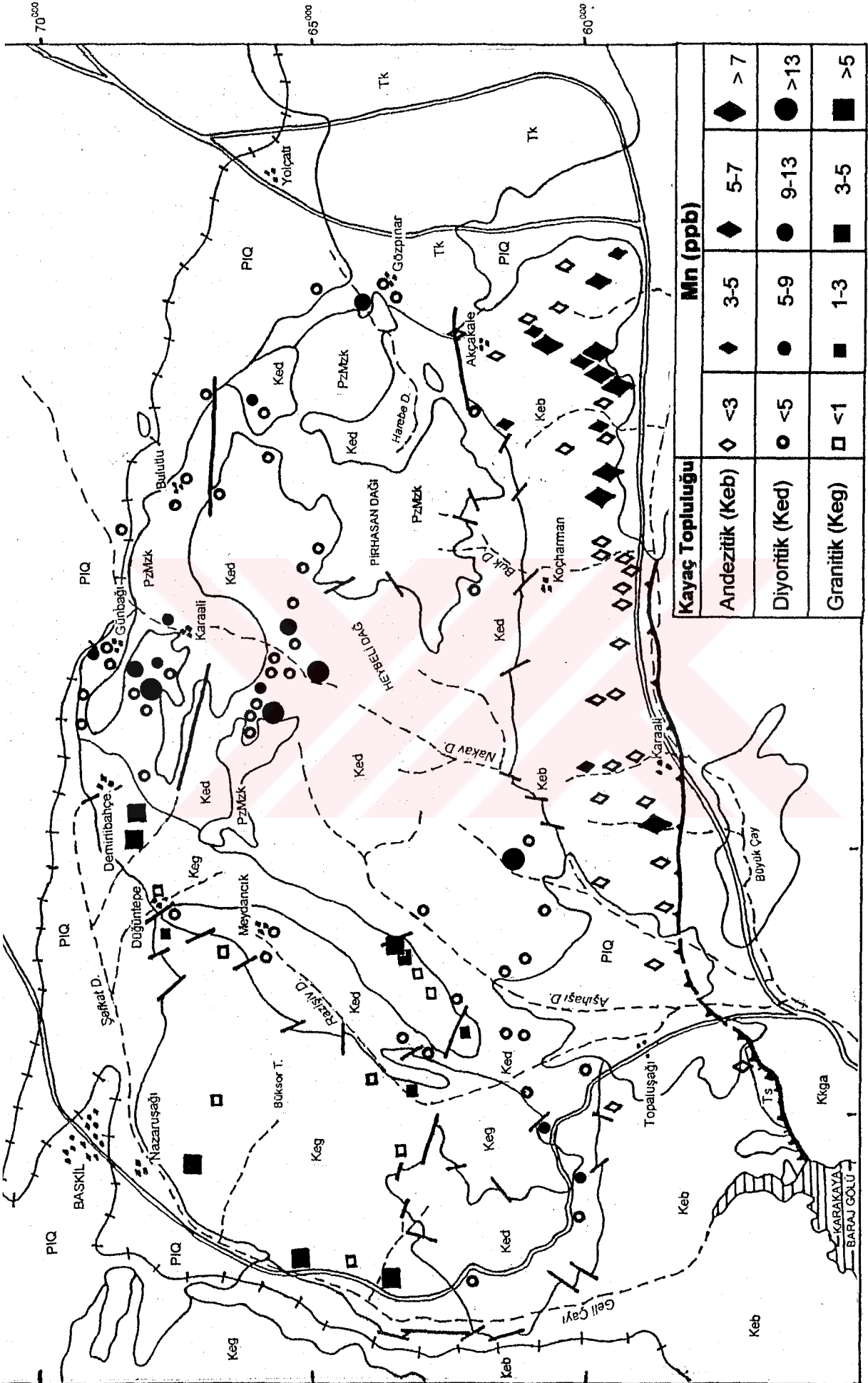
Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif % Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (37 : 63)
1	2,52	2,24	2	11,10	11,10	-	30,00
2	2,24	1,96	1	5,55	16,65	-	45,00
3	1,96	1,68	3	16,65	33,30	-	90,00
4	1,68	1,40	1	5,55	38,85	61,15	97,06
5	1,40	1,12	1	5,55	44,40	55,60	88,25
6	1,12	0,84	3	16,65	61,05	38,95	61,82
7	0,84	0,56	2	11,10	72,15	27,85	44,20
8	0,56	0,00	5	27,75	99,90	0,10	0,15



Şekil 4.36. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mn(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.37. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.



Şekil 4.38. Mn elementinin ayrı ayrı kayagruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım.

4.5. Molibden

Molibdenin kayaçlar içerisindeki ortalamasına bakıldığında; granitik kayaçlarda 1,3 ppm, diyoritik kayaçlarda 1 ppm, bazaltik kayaçlarda 1,5 ppm olduğu görülür (Bürküt, 1986). Kaynak sularının Mo içeriği ise ortalama 1,5 ppb'dir (Rose vd., 1979).

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan örneklerin molibden içerikleri ile bu suların kaynaklandığı kayaç topluluğu Tablo 4.36'da verilmiştir

4.5.1. Genel Prospeksiyon

Tablo 4.36'daki tüm sınıflandırılmamış aritmetik ve logaritmik molibden değerleri kullanılarak elde edilen özet tanımlayıcı istatistiksel bilgiler Tablo 4.37'de verilmiştir.

Tablo 4.37. Bütün su örneklerinin aritmetik Mo ve logaritmik Mo(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

<i>Aritmetik Mo</i>		<i>log(Mo x 10)</i>	
Ortalama (X)	2,62	Ortalama (X)	1,00
Standart Sapma(S)	6,38	Standart Sapma(S)	0,54
Standart Hata	0,58	Standart Hata	0,05
Ortanca (medyan)	0,9	Ortanca (medyan)	0,95
Kip (mod)	0,6	Kip (mod)	0,78
Örnek Varyans	40,71	Örnek Varyans	0,30
Basıklık (yamukluk)	39,4	Basıklık (yamukluk)	0,58
Çarpıklık (eğiklik)	5,8	Çarpıklık (eğiklik)	0,57
En Büyük	53,5	En Büyük	2,73
En Küçük	0	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	119
X+2S (Eşik Değer)	15,38	X+2S (Eşik Değer)	2,09

Bu tablodaki verilere bakıldığında aritmetik Mo değerlerinin aritmetik ortalamasının ortanca değerden, ortanca değerinden de mod değerinden büyük olması nedeniyle aritmetik Mo değerlerine ait dağılım grafiklerinin asimetric ve sola çarpık (negatif) olması beklenir. Aritmetik verilerin standart sapması aritmetik ortalama değerinden büyük olduğundan basıklık değeri de büyük bir değer kazanmıştır.

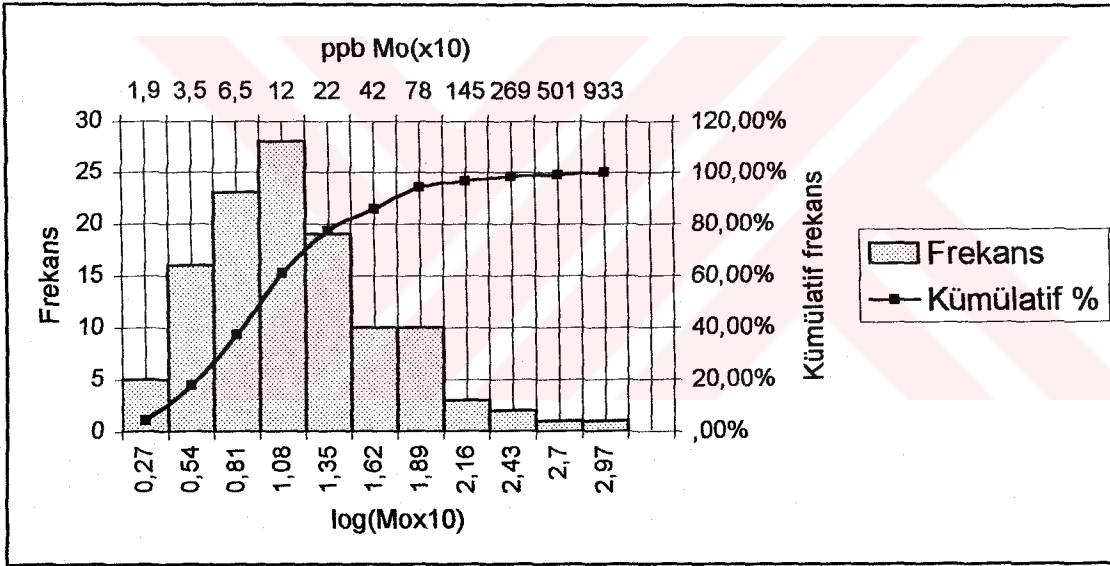
Logaritmik Mo(x10) verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.38), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.39) elde edilmiştir. Bu bilgiler yardımıyla verilere ait topluluklar ortaya çıkarılmıştır. Kümülatif frekans eğrisi ve histogramlara göre normal dağılıma sahip iki topluluğun varlığı söz konusudur. Biri birini üzerleyen bu topluluklar olasılık grafiğinde de görülür.

Tablo 4.36. Su örneklerinin ppb olarak Mo(x10) içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ile su örneklerinin kaynaklandığı kayac grupları.

Örnek No:	Mo x10	log Mox10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Mo x10	log Mox10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Mo x10	log Mox10	Kayaç Grubu
GUN-1	2	0,30	Diyorit	CVS-4	28	1,45	Diyorit	KOC-4	1	0,00	Andezit
GUN-2	2	0,30	Diyorit	CVS-5	27	1,43	Diyorit	KOC-6	14	1,15	Andezit
GUN-3	4	0,60	Diyorit	CVS-6	27	1,43	Diyorit	KOC-7	7	0,85	Andezit
GUN-4	16	1,20	Diyorit	TAT-1	57	1,76	Diyorit	KOC-8	19	1,28	Andezit
GUN-5	8	0,90	Diyorit	TAT-5	21	1,32	Diyorit	KRL-1	6	0,78	Andezit
GUN-6	16	1,20	Diyorit	TOP-6	47	1,67	Diyorit	KRL-2	7	0,85	Andezit
GUN-7	9	0,95	Diyorit	TOP-7	29	1,46	Diyorit	KRL-3	7	0,85	Andezit
GUN-8	8	0,90	Diyorit	TOP-8	57	1,76	Diyorit	KRL-4	13	1,11	Andezit
GUN-9	2	0,30	Diyorit	TOP-13	12	1,08	Diyorit	KRL-5	7	0,85	Andezit
GUN-10	6	0,78	Diyorit	TOP-14	13	1,11	Diyorit	KRL-6	6	0,78	Andezit
KGD-1	8	0,90	Diyorit	TOP-16	49	1,69	Diyorit	KRL-7	5	0,70	Andezit
KGD-2	9	0,95	Diyorit	TOP-17	10	1,00	Diyorit	KRL-8	9	0,95	Andezit
KGD-3	14	1,15	Diyorit	TOP-18	37	1,57	Diyorit	KRL-9	50	1,70	Andezit
KGD-4	9	0,95	Diyorit	DEM-1	11	1,04	Diyorit	KRL-10	14	1,15	Andezit
KGD-5	11	1,04	Diyorit	DEM-2	6	0,78	Diyorit	CVS-1	8	0,90	Andezit
KGD-6	6	0,78	Diyorit	DEM-3	19	1,28	Diyorit	TOP-1	62	1,79	Andezit
KGD-7	9	0,95	Diyorit	DUG-3	16	1,20	Diyorit	TOP-5	3	0,48	Andezit
KGD-8	9	0,95	Diyorit	MEY-1	14	1,15	Diyorit	TOP-15	78	1,89	Andezit
KGD-9	10	1,00	Diyorit	MEY-2	36	1,56	Diyorit	TOR-1	1	0,00	Andezit
KGD-10	6	0,78	Diyorit	NAZ-6	73	1,86	Diyorit	TOR-2	1	0,00	Andezit
KGD-11	8	0,90	Diyorit	AKC-1	5	0,70	Andezit	TOR-3	2	0,30	Andezit
KGD-12	7	0,85	Diyorit	AKC-2	7	0,85	Andezit	TAT-2	88	1,94	Granit
KGD-13	2	0,30	Diyorit	AKC-3	5	0,70	Andezit	TAT-3	47	1,67	Granit
KGD-14	6	0,78	Diyorit	AKC-4	2	0,30	Andezit	TAT-4	42	1,62	Granit
BUL-1	1	0,00	Diyorit	AKC-5	2	0,30	Andezit	TAT-6	19	1,28	Granit
BUL-2	4	0,60	Diyorit	AKC-6	2	0,30	Andezit	TOP-9	27	1,43	Granit
BUL-3	1	0,00	Diyorit	AKC-7	2	0,30	Andezit	TOP-10	535	2,73	Granit
BUL-4	7	0,85	Diyorit	KRC-1	4	0,60	Andezit	TOP-11	138	2,14	Granit
BUL-5	4	0,60	Diyorit	KRC-2	<1	-	Andezit	TOP-12	59	1,77	Granit
AGL-1	4	0,60	Diyorit	KRC-3	3	0,48	Andezit	DEM-4	28	1,45	Granit
AGL-2	3	0,48	Diyorit	KRC-4	3	0,48	Andezit	DEM-5	28	1,45	Granit
AGL-3	7	0,85	Diyorit	KRC-5	3	0,48	Andezit	DUG-1	24	1,38	Granit
CAN-1	6	0,78	Diyorit	KRC-6	4	0,60	Andezit	DUG-2	174	2,24	Granit
CAN-2	11	1,04	Diyorit	KRC-7	3	0,48	Andezit	MEY-3	13	1,11	Granit
GOZ-1	15	1,18	Diyorit	KRC-8	4	0,60	Andezit	NAZ-1	12	1,08	Granit
GOZ-2	4	0,60	Diyorit	KRC-9	3	0,48	Andezit	NAZ-2	19	1,28	Granit
AKC-8	6	0,78	Diyorit	KRC-10	5	0,70	Andezit	NAZ-3	15	1,18	Granit
KOC-5	10	1,00	Diyorit	KOC-1	6	0,78	Andezit	NAZ-4	340	2,53	Granit
CVS-2	19	1,28	Diyorit	KOC-2	8	0,90	Andezit	NAZ-5	225	2,35	Granit
CVS-3	16	1,20	Diyorit	KOC-3	5	0,70	Andezit				

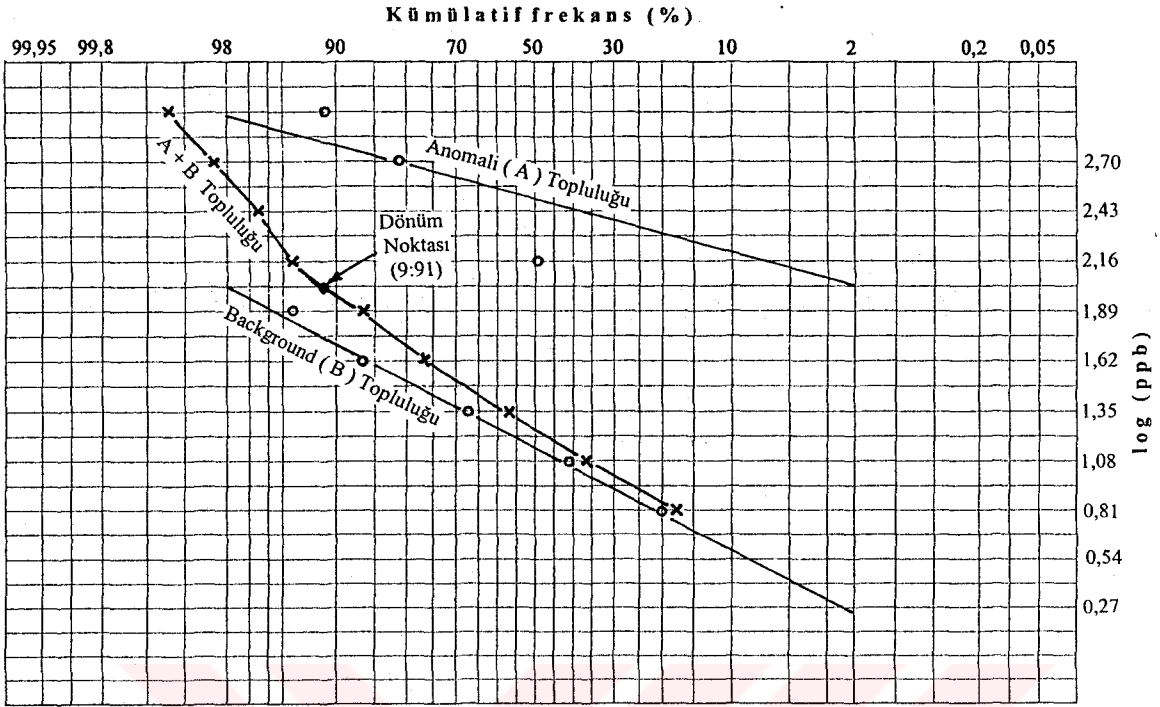
Tablo 4.38. Bütün su örneklerinin logaritmik Mo(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (9 : 91)
1	2,97	2,70	1	0,85	0,85	-	9,44
2	2,70	2,43	1	0,85	1,70	-	18,88
3	2,43	2,16	2	1,69	3,39	-	37,66
4	2,16	1,89	3	2,54	5,93	-	65,88
5	1,89	1,62	10	8,47	14,40	85,60	94,06
6	1,62	1,35	10	8,47	22,87	77,13	84,75
7	1,35	1,08	19	16,10	38,97	61,03	67,06
8	1,08	0,81	28	23,73	62,70	37,30	40,99
9	0,81	0,54	23	19,49	82,19	17,81	19,57
10	0,54	0,27	16	13,56	95,75	4,25	4,67
11	0,27	0,00	5	4,24	99,99	0,01	0,01



Şekil 4.39. Bütün su örneklerinin logaritmik Mo(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Logaritmik Mo(x10) değerlerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.40); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 2,02 değerine karşılık gelen aritmetik 104 ppb, gerçekte 10,4 ppb değeri üzerinde Mo içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) de yaklaşık $\log(2,02) = 104$ ppb, gerçekte ise yine 10,4 ppb değeri olup, bu değer temel değer (B) topluluğunun %98 kümülatif değerine eşittir.



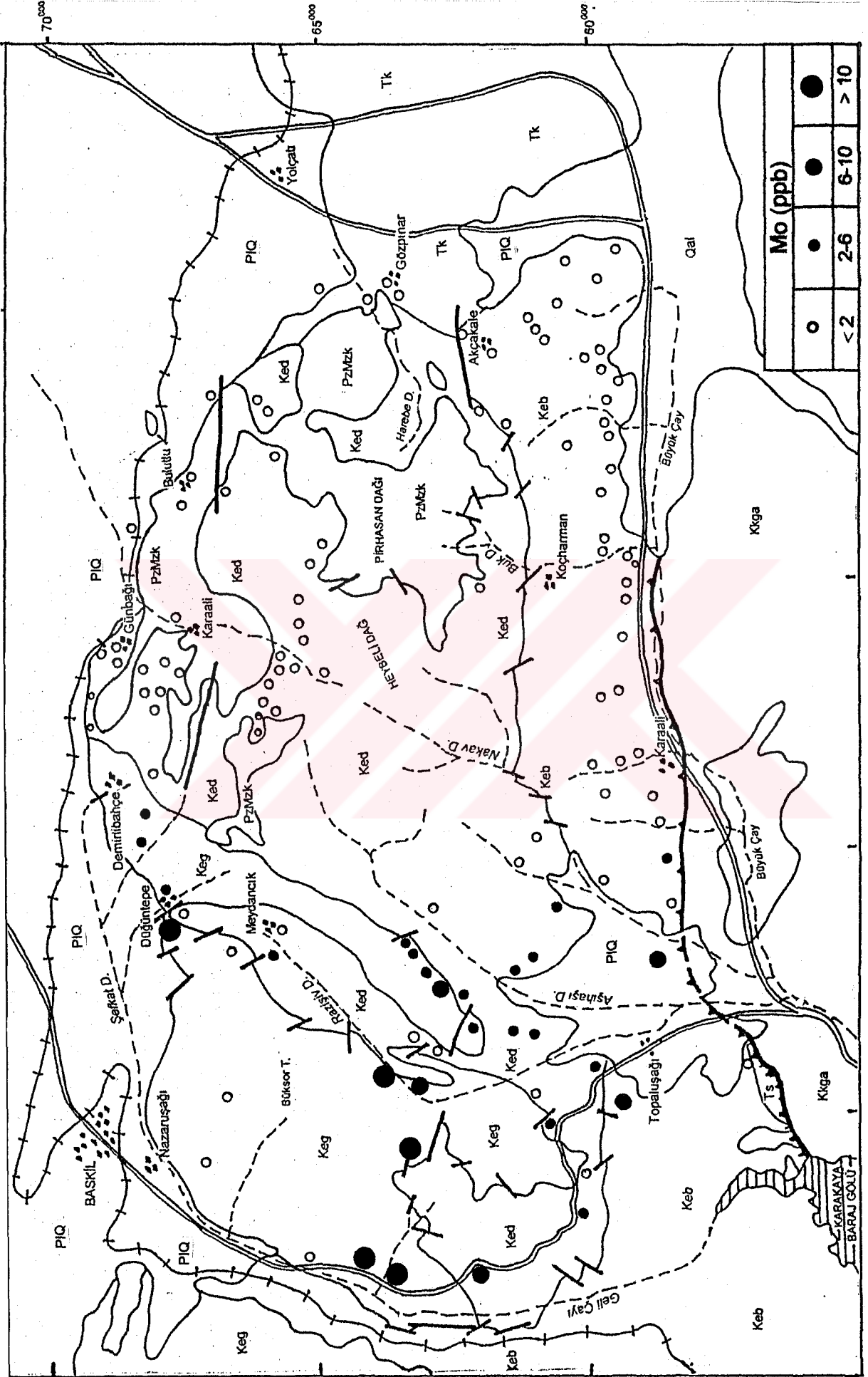
Şekil 4.40. Bütün su örneklerinin Mo içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu veriler ışığında tüm örneklerin Mo içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler TOP-10, TOP-11, DUG-2, NAZ-4 ve NAZ-5 nolu örneklerdir. Bu örneklerin tamamı granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınmıştır (Şekil 4.41) .

Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardaki molibden içeriğine göre sınıflandırılmış verilerden faydalanılarak yapılan hesaplamalarda suların ortalama 2,6 ppb Mo içerdiği tespit edilmiştir. Rose vd.(1979)' ne göre tatlı sulardaki Mo içeriği ortalama 1,5 ppb' dir. Bu değer çalışma alanında örneklenen suların ortalama Mo içeriğinden küçüktür.

Mağmatik ayrışma sırasında bir miktar mafik minerallerin yapısına girse de molibden genellikle artık sıcak sulu çözeltilerde zenginleşmekte, pnömatolitik ve hidrotermal evre koşullarında Mo minerallerinin oluştuğu gözlenir. Yüzeysel koşullarda molibdenin hareketliliği oldukça yüksektir (Gökçe, 1995).

Şekil 4.41 ve Şekil 4.48'de su örneklerindeki Mo içeriğinin bu kırık zonlarında zenginleştiği izlenmektedir. Bir diğer anomali sahası ise Düğüntepe ile Meydancık arasında izlenir. Bu sahada granit grubu kayalar içerisine yerleşmiş sülfürlü ve oksitli cevherleşmeler içeren hidrotermal kuvars damarları bilinmektedir (Gerçek, 1996).



Şekil 4.41. Bütün su örneklerindeki Mo içeriğinin alansal dağılımı.

4.5.2. Detay Prospeksiyon

4.5.2.1. Andezit grubu kayalar dağılım

Tablo 4.36'daki andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mo ve logaritmik Mo(x10) içerikleri kullanılarak, sınıflandırılmamış verilerden elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.39).

Tablo 4.39. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mo ve logaritmik Mo(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

<i>Aritmetik Mo</i>		<i>log(Mo x 10)</i>	
Ortalama (X)	0,99	Ortalama (X)	0,73
Standart Sapma(S)	1,62	Standart Sapma(S)	0,43
Standart Hata	0,26	Standart Hata	0,07
Ortanca (medyan)	0,5	Ortanca (medyan)	0,70
Kip (mod)	0,3	Kip (mod)	0,48
Örnek Varyans	2,63	Örnek Varyans	0,19
Basıklık (yamukluk)	10,4	Basıklık (yamukluk)	1,16
Çarpıklık (eğiklik)	3,3	Çarpıklık (eğiklik)	0,82
En Büyük	7,8	En Büyük	1,89
En Küçük	0,1	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	41	Örnek Sayısı	41
X+2S (Eşik Değer)	4,23	X+2S (Eşik Değer)	1,59

Tablo 4.39, aritmetik Mo değerlerinin dağılım grafiğinin asimetric ve negatif (sola çarpık) olduğunu gösterir. Standart sapmanın büyük oluşu, basıklık değerini de artırmıştır. Eşik değerler hakkında ortalama + 2 Standart Sapma kabaca bir fikir vermektedir. Gerçek değerleri için veriler topluluklarına ayrılmalıdır. Bunun için olasılık grafiği yöntemi kullanılmıştır.

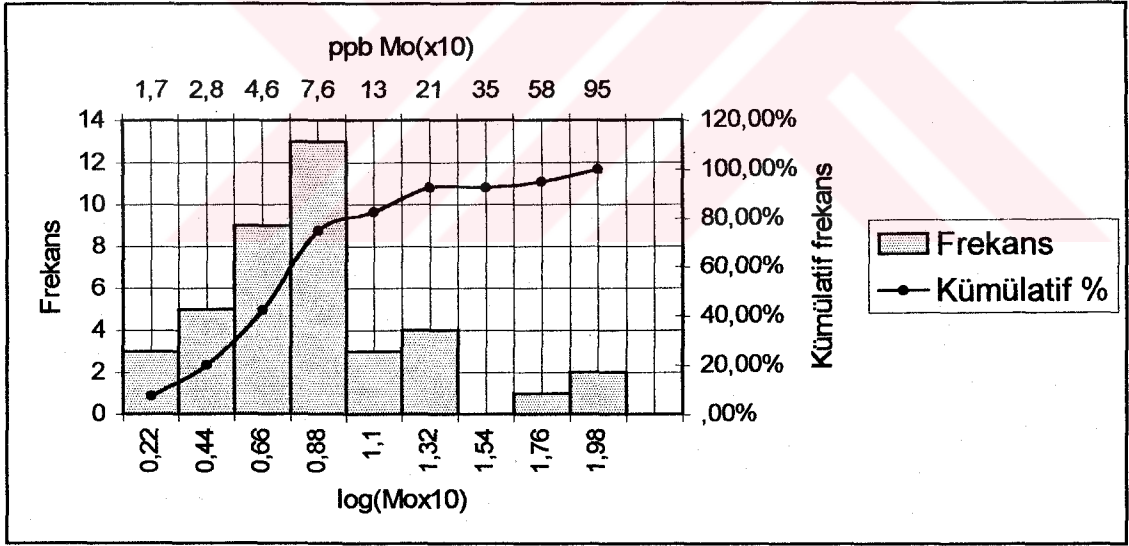
Logaritmik Mo(x10) verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.40), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.42) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisindeki iki pike göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Bu topluluklar anomali ve temel değer toplulukları olup, olasılık grafiğinde de görülür.

Andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik Mo(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.43); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,47 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 30 ppb (gerçekte 3 ppb) değeri üzerinde Mo içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2

kümülatif değeri (ortalama – 2 Standart Sapması) ise $\log(1,20) = 16$ ppb, gerçekte ise 1,6 ppb olup bu değerin altında Mo içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. Melez örnekler ise 1,6ppb-30 ppb arasında Mo içeriğine sahiptir.

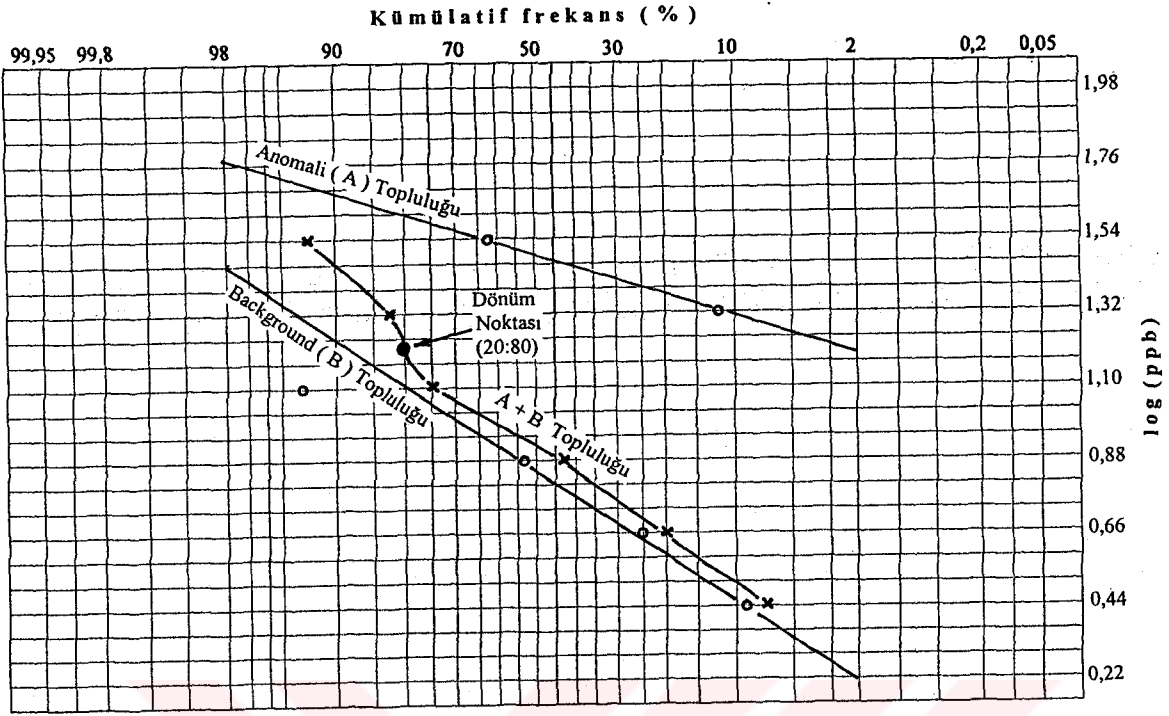
Tablo 4.40. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mo(x10) içerikleri kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	100 - Y_{AB}	($Y_A : Y_B$) (20 : 80)
1	1,98	1,76	2	5,10	5,00	-	25,00
2	1,76	1,54	1	2,50	7,50	-	37,50
3	1,54	1,32	0	0,00	7,50	-	37,50
4	1,32	1,10	4	10,00	17,50	-	87,50
5	1,10	0,88	3	7,50	25,00	75,00	93,75
6	0,88	0,66	13	32,50	57,50	42,50	53,12
7	0,66	0,44	9	22,50	80,00	20,00	25,00
8	0,44	0,22	5	12,50	92,50	7,50	9,37
9	0,22	0,00	3	7,50	100,00	0,00	0,00



Şekil 4.42. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mo(x10) içeriklerine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Bu veriler ışığında andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerden Mo içeriğine göre anomali değerine KRL-9, TOP-1 ve TOP-15 nolu örnekler sahip bulunmaktadır. KOC-8 nolu örnek ise melez örnektir (Şekil 4.48).



Şekil 4.43. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

4.5.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım

Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin molibden içeriklerine göre (Tablo 4.36), sınıflandırılmamış aritmetik Mo ve logaritmik $Mo(x10)$ değerleriyle elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler Tablo 4.41' de verilmiştir.

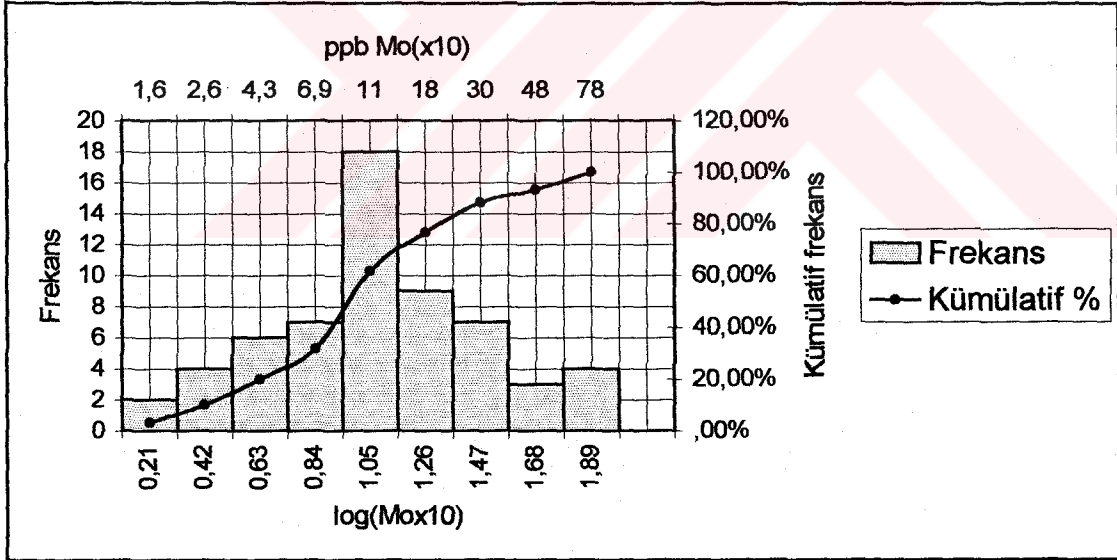
Tablo 4.41. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mo ve logaritmik $Mo(x10)$ içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik Mo		$log(Mo \times 10)$	
Ortalama (X)	1,49	Ortalama (X)	0,99
Standart Sapma(S)	1,53	Standart Sapma(S)	0,42
Standart Hata	0,2	Standart Hata	0,05
Ortanca (medyan)	0,9	Ortanca (medyan)	0,95
Kip (mod)	0,6	Kip (mod)	0,78
Örnek Varyans	2,34	Örnek Varyans	0,17
Basıklık (yamukluk)	4,0	Basıklık (yamukluk)	0,06
Çarpıklık (eğiklik)	2,0	Çarpıklık (eğiklik)	-0,13
En Büyük	7,3	En Büyük	1,86
En Küçük	0,1	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	60	Örnek Sayısı	60
$X+2S$ (Eşik Değer)	4,55	$X+2S$ (Eşik Değer)	1,82

Tablo 4.42’de sınıflandırılmış logaritmik Mo(x10) verilerinin frekans dağılım tablosu, Şekil 4.44’te ise histogramı ve kümülatif frekans eğrisi verilmiştir. Buna göre logaritmik Mo verilerinin genel olarak normal dağılımlı iki topluluktan oluştuğu görülür. Anomali ve temel değer toplulukları, çizilen olasılık grafiği üzerinde de izlenir.

Tablo 4.42. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mo(x10) içerikleri kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

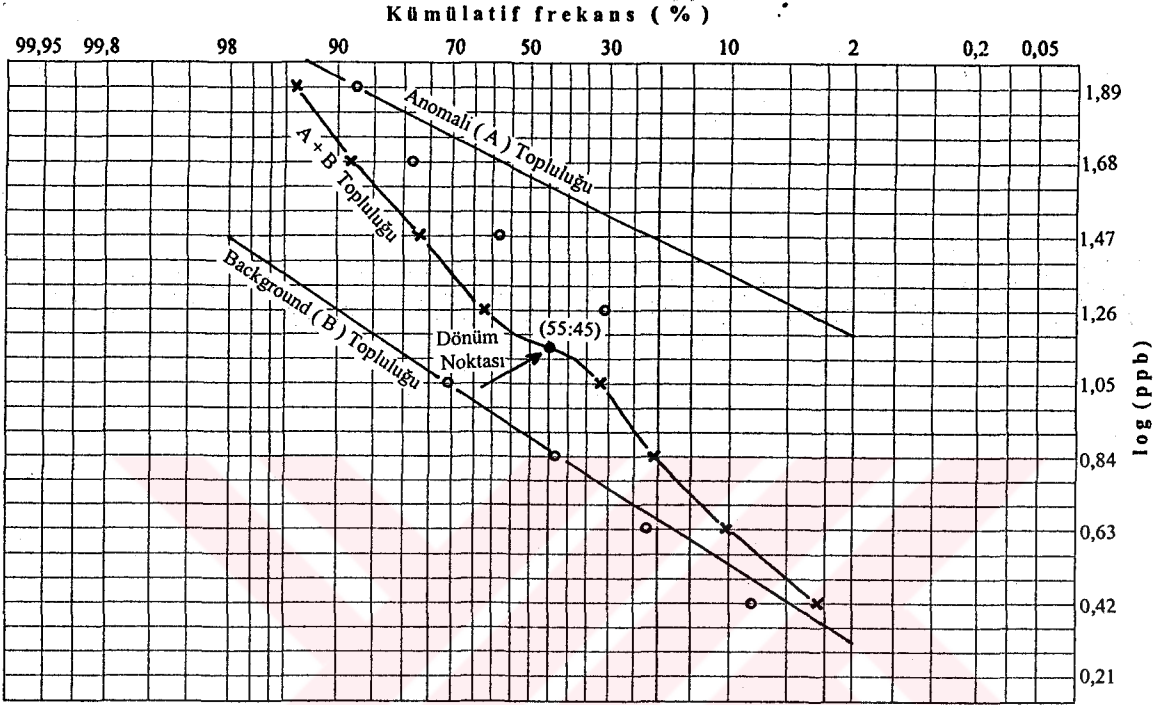
Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (55 : 45)
1	1,89	1,68	4	6,66	6,66	-	12,10
2	1,68	1,47	3	5,00	11,66	-	21,20
3	1,47	1,26	7	11,66	23,32	-	42,40
4	1,26	1,05	9	14,99	38,31	-	69,65
5	1,05	0,84	18	29,99	68,30	31,70	70,44
6	0,84	0,63	7	11,66	79,96	20,04	44,53
7	0,63	0,42	6	9,99	89,95	10,05	22,33
8	0,42	0,21	4	6,66	96,61	3,39	7,53
9	0,21	0,00	2	3,33	99,94	0,06	0,13



Şekil 4.44. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mo(x10) içeriklerine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerinin logaritmik Mo(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.45); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülür. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,47 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 30 ppb (gerçekte 3 ppb) değeri üzerinde Mo

içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama – 2 Standart Sapması) ise $\log(1,19) = 15$ ppb, gerçekte ise 1,5 ppb olup bu değer altında Mo içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.



Şekil 4.45. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mo(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu verilere göre diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Mo içeriğine göre TAT-1, TOP-6, TOP-7, TOP-8, TOP-16, TOP-18, MEY-2 ve NAZ-6 nolu örnekler anomali değerine sahiptir. Melez örnekler olarak GUN-4, GUN-6, GOZ-1, CVS-2, CVS-3, CVS-4, CVS-5, CVS-6, TAT-5, DEM-3 ve DUG-3 nolu örnekler de önemlidir (Şekil 4.48).

4.5.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım

Tablo 4.36'da verilen granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik Mo değerleri ile bunların logaritmik dönüşümleri kullanılarak elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.43).

Granitik kayaç grubundan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin aritmetik Mo içeriklerine logaritmik dönüşüm uygulanıp veriler sınıflandırılmış, logaritmik Mo(x10) verilerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.44), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi

(Şekil 4.46) elde edilmiştir. Genel olarak 1,2-1,4 sınıf aralığı dahil edilmez ise, iki farklı topluluğa ait dikdörtgen bölünmelerin olduğu görülür. Dikdörtgen bölünmeler topluluklara etki eden herhangi bir faktörün olmadığını gösterir.

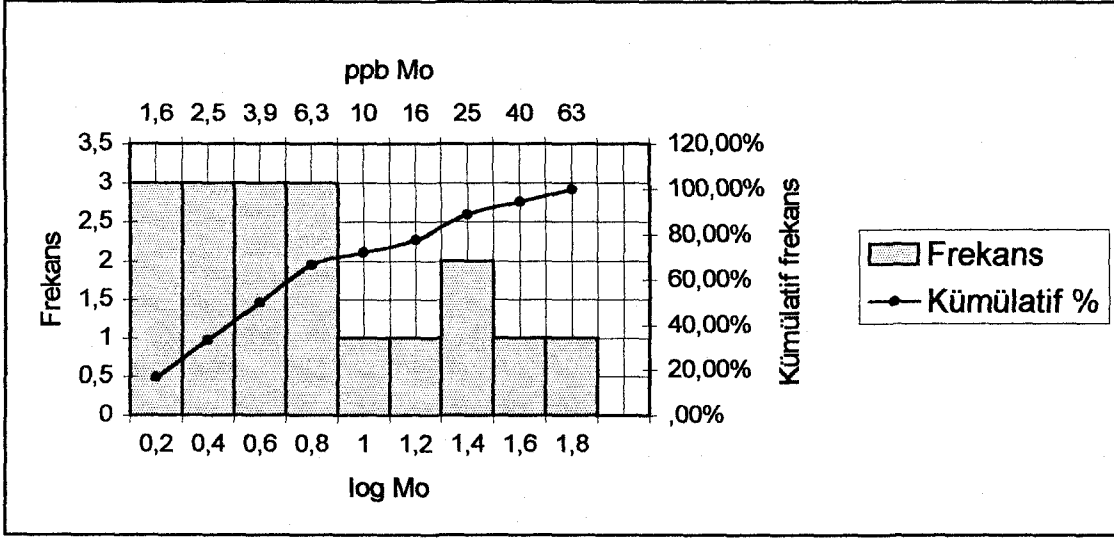
Tablo 4.43. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Mo ve logaritmik Mo içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik Mo		log Mo	
Ortalama (X)	10,18	Ortalama (X)	0,70
Standart Sapma(S)	14,03	Standart Sapma(S)	0,51
Standart Hata	3,31	Standart Hata	0,12
Ortanca (medyan)	3,5	Ortanca (medyan)	0,54
Kip (mod)	1,9	Kip (mod)	0,28
Örnek Varyans	196,73	Örnek Varyans	0,26
Basıklık (yamukluk)	4,9	Basıklık (yamukluk)	-0,70
Çarpıklık (eğiklik)	2,2	Çarpıklık (eğiklik)	0,68
En Büyük	53,5	En Büyük	1,73
En Küçük	1,2	En Küçük	0,08
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	60
X+2S (Eşik Değer)	38,24	X+2S (Eşik Değer)	1,72

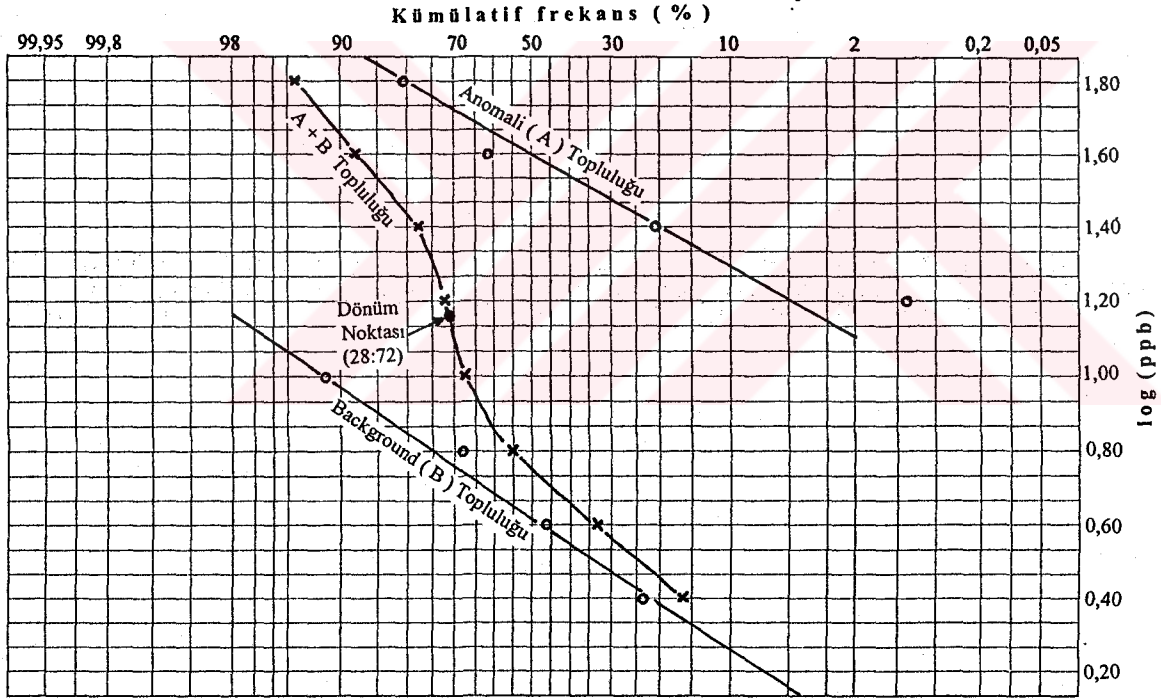
Tablo 4.44. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mo içeriği kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Taban	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (28 : 72)
1	1,80	1,60	1	5,55	5,55	-	19,82
2	1,60	1,40	1	5,55	11,10	-	39,64
3	1,40	1,20	2	11,10	22,20	-	79,28
4	1,20	1,00	1	5,55	27,75	-	99,10
5	1,00	0,80	1	5,55	33,30	66,70	92,63
6	0,80	0,60	3	16,65	49,95	50,05	69,51
7	0,60	0,40	3	16,65	66,60	33,40	46,38
8	0,40	0,20	3	16,65	83,25	16,75	23,26
9	0,20	0,00	3	16,65	99,90	0,10	0,13

Granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Mo içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.47); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun % 98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,15 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 14 ppb değeri üzerinde Mo içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise log (1,11) = 12 ppb olup, bu değer altında Mo içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir.

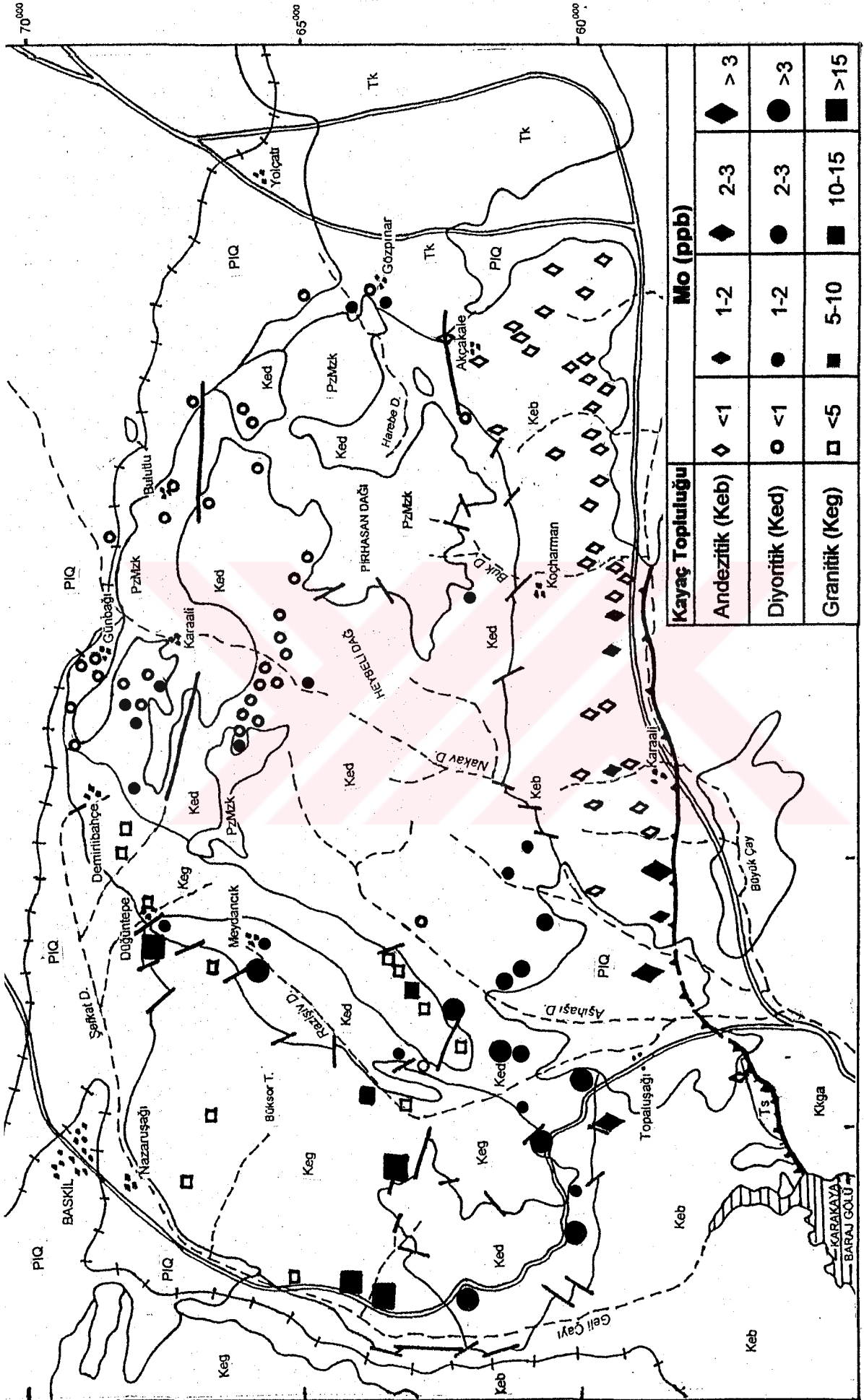


Şekil 4.46. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mo içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.47. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Mo içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu verilerden faydalanarak granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Mo içeriğine göre TOP-10, TOP-11, DUG-2, NAZ-4 ve NAZ-5 nolu örneklerin anomali değerine sahip örnekler olduğu söylenebilir. Mo elementinin ayrı ayrı kayaç grubuna göre Elazığ Mağmatitlerinde göstermiş olduğu dağılım Şekil 4.48' de verilmiştir. Genel olarak Topaluşığı kuzeyi ile Meydancık arasında yüksek Mo değerleri izlenmiştir.



Şekil 4.48. Mo elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılımı.

4.6. Kurşun

Kayaçların ortalama Pb içeriğine bakıldığında; bazaltik kayaçlarda 4 ppm, andezitlerde 10,6 ppm, granitik kayaçlarda 23 ppm olduğu (Wedepohl, 1978) ve bazik bileşimli kayaçlardan asidik bileşimli kayaçlara doğru kurşun içeriğinin arttığı görülür. Kurşunun kaynak sularındaki ortalama içeriği 3 ppb'dir (Rose vd., 1979).

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan örneklerin kurşun içerikleri ile bu suların kaynaklandığı kayaç topluluğu Tablo 4.54'te verilmiştir

4.6.1. Genel Prospeksiyon

Tablo 4.45'teki sınıflandırılmamış kurşun değerleri ile bu değerlere uygulanan logaritmik dönüşüm değerleri kullanılarak elde edilen bazı istatistiksel veriler Tablo 4.46'da verilmiştir.

Bu tablodaki verilere bakıldığında aritmetik Pb değerlerinin standart sapmasının küçük olduğu görülür. Aritmetik Pb değerlerine ait frekans dağılım grafikleri asimetric ve sola çarpık (negatif) bir dağılım sunar. Gerçek eşik değerlerin bulunması için verilerin olasılık grafiği çizilmiştir.

Logaritmik Pb(x10) verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.47), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.49) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Biri birini üzerleyen bu topluluklar olasılık grafiğinde de görülür. Sınıflandırılmış veriler kullanarak çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların Pb içeriğinin ortalama 1,7 ppb olduğu tespit edilmiştir. Bu değer Rose vd. (1979) tarafından tatlı sular için verilen 3 ppb ortalamasından daha küçüktür. K-feldspatlar ve mafik minerallerce tüketildiği düşünülmektedir.

Tüm logaritmik Pb(x10) değerlerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.50); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,39 değerine karşılık gelen aritmetik 25 ppb, gerçekte 2,5 ppb değeri üzerinde Pb içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) de yaklaşık $\log(1,26) = 18$ ppb (gerçekte 1,8 ppb) olup, bu değer altında Pb içeren tüm örnekler temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.

Bu veriler ışığında tüm örneklerin Pb içeriğine göre kesinlikle anomali değerine sahip örnekler; diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulardan alınan AGL-3, CAN-1, CAN-2, GOZ-1, GOZ-2, CVS-2, CVS-3, CVS-4, CVS-6, TAT-1, TOP-6 ve TOP-14 nolu örnekler,

Tablo 4.45. Su örneklerinin ppb olarak Pb (x10) içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ile su örneklerinin kaynaklandığı kayac grupları.

Örnek No:	Pb x10	log Pb x10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Pb x10	log Pb x10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Pb x10	log Pb x10	Kayaç Grubu
GUN-1	10	1,00	Diyorit	CVS-4	26	1,41	Diyorit	KOC-4	16	1,20	Andezit
GUN-2	7	0,85	Diyorit	CVS-5	24	1,38	Diyorit	KOC-6	25	1,40	Andezit
GUN-3	6	0,78	Diyorit	CVS-6	28	1,45	Diyorit	KOC-7	6	0,78	Andezit
GUN-4	7	0,85	Diyorit	TAT-1	31	1,49	Diyorit	KOC-8	28	1,45	Andezit
GUN-5	10	1,00	Diyorit	TAT-5	6	0,78	Diyorit	KRL-1	7	0,85	Andezit
GUN-6	7	0,85	Diyorit	TOP-6	40	1,60	Diyorit	KRL-2	25	1,40	Andezit
GUN-7	7	0,85	Diyorit	TOP-7	17	1,23	Diyorit	KRL-3	29	1,46	Andezit
GUN-8	17	1,23	Diyorit	TOP-8	10	1,00	Diyorit	KRL-4	39	1,59	Andezit
GUN-9	10	1,00	Diyorit	TOP-13	6	0,78	Diyorit	KRL-5	45	1,65	Andezit
GUN-10	15	1,18	Diyorit	TOP-14	25	1,40	Diyorit	KRL-6	34	1,53	Andezit
KGD-1	10	1,00	Diyorit	TOP-16	9	0,95	Diyorit	KRL-7	47	1,67	Andezit
KGD-2	10	1,00	Diyorit	TOP-17	4	0,60	Diyorit	KRL-8	27	1,43	Andezit
KGD-3	18	1,26	Diyorit	TOP-18	2	0,30	Diyorit	KRL-9	27	1,43	Andezit
KGD-4	8	0,90	Diyorit	DEM-1	6	0,78	Diyorit	KRL-10	6	0,78	Andezit
KGD-5	6	0,78	Diyorit	DEM-2	3	0,48	Diyorit	CVS-1	32	1,51	Andezit
KGD-6	12	1,08	Diyorit	DEM-3	7	0,85	Diyorit	TOP-1	30	1,48	Andezit
KGD-7	7	0,85	Diyorit	DUG-3	1	0,00	Diyorit	TOP-5	22	1,34	Andezit
KGD-8	10	1,00	Diyorit	MEY-1	5	0,70	Diyorit	TOP-15	1	0,00	Andezit
KGD-9	9	0,95	Diyorit	MEY-2	2	0,30	Diyorit	TOR-1	5	0,70	Andezit
KGD-10	7	0,85	Diyorit	NAZ-6	12	1,08	Diyorit	TOR-2	4	0,60	Andezit
KGD-11	7	0,85	Diyorit	AKC-1	7	0,85	Andezit	TOR-3	70	1,85	Andezit
KGD-12	9	0,95	Diyorit	AKC-2	27	1,43	Andezit	TAT-2	7	0,85	Granit
KGD-13	10	1,00	Diyorit	AKC-3	26	1,41	Andezit	TAT-3	42	1,62	Granit
KGD-14	6	0,78	Diyorit	AKC-4	3	0,48	Andezit	TAT-4	36	1,56	Granit
BUL-1	9	0,95	Diyorit	AKC-5	31	1,49	Andezit	TAT-6	17	1,23	Granit
BUL-2	14	1,15	Diyorit	AKC-6	36	1,56	Andezit	TOP-9	2	0,30	Granit
BUL-3	8	0,90	Diyorit	AKC-7	4	0,60	Andezit	TOP-10	14	1,15	Granit
BUL-4	7	0,85	Diyorit	KRC-1	24	1,38	Andezit	TOP-11	1	0,00	Granit
BUL-5	10	1,00	Diyorit	KRC-2	10	1,00	Andezit	TOP-12	1	0,00	Granit
AGL-1	7	0,85	Diyorit	KRC-3	6	0,78	Andezit	DEM-4	38	1,58	Granit
AGL-2	5	0,70	Diyorit	KRC-4	41	1,61	Andezit	DEM-5	8	0,90	Granit
AGL-3	37	1,57	Diyorit	KRC-5	11	1,04	Andezit	DUG-1	5	0,70	Granit
CAN-1	50	1,70	Diyorit	KRC-6	21	1,32	Andezit	DUG-2	2	0,30	Granit
CAN-2	51	1,71	Diyorit	KRC-7	27	1,43	Andezit	MEY-3	4	0,60	Granit
GOZ-1	43	1,63	Diyorit	KRC-8	1	0,00	Andezit	NAZ-1	6	0,78	Granit
GOZ-2	34	1,53	Diyorit	KRC-9	44	1,64	Andezit	NAZ-2	4	0,60	Granit
AKC-8	17	1,23	Diyorit	KRC-10	39	1,59	Andezit	NAZ-3	6	0,78	Granit
KOC-5	6	0,78	Diyorit	KOC-1	20	1,30	Andezit	NAZ-4	6	0,78	Granit
CVS-2	32	1,51	Diyorit	KOC-2	25	1,40	Andezit	NAZ-5	5	0,70	Granit
CVS-3	27	1,43	Diyorit	KOC-3	19	1,28	Andezit				

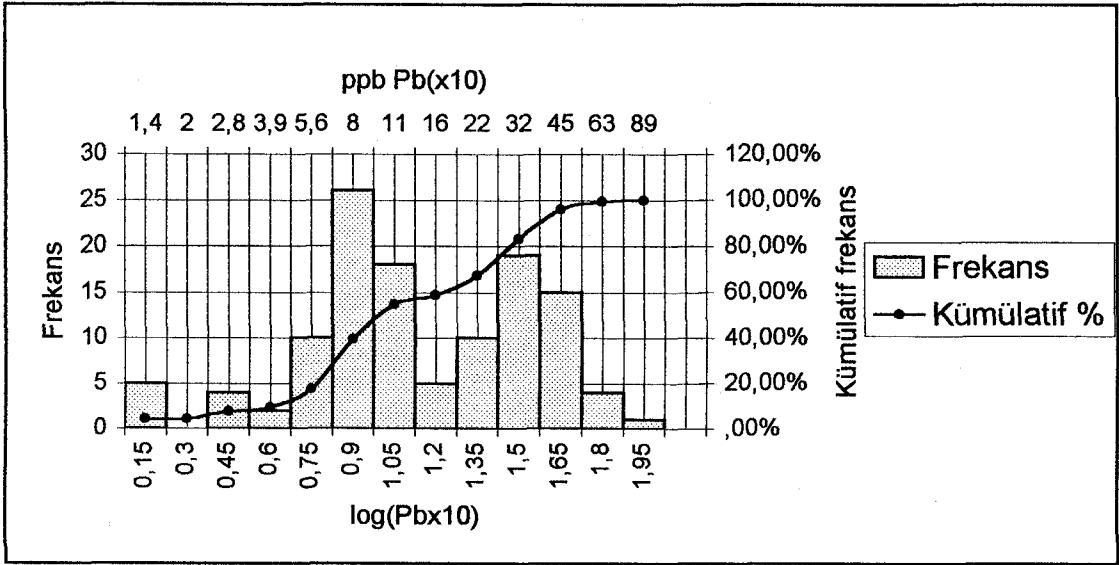
Tablo 4.46. Bütün su örneklerinin aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik Pb		log (Pb x 10)	
Ortalama (X)	1,68	Ortalama (X)	1,05
Standart Sapma(S)	1,41	Standart Sapma(S)	0,43
Standart Hata	0,13	Standart Hata	0,04
Ortanca (medyan)	1	Ortanca (medyan)	1,00
Kip (mod)	0,7	Kip (mod)	0,85
Örnek Varyans	1,99	Örnek Varyans	0,18
Basıklık (yamukluk)	0,7	Basıklık (yamukluk)	-0,19
Çarpıklık (eğiklik)	1,1	Çarpıklık (eğiklik)	-0,45
En Büyük	7	En Büyük	1,85
En Küçük	0,1	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	119
X+2S (Eşik Değer)	4,50	X+2S (Eşik Değer)	1,90

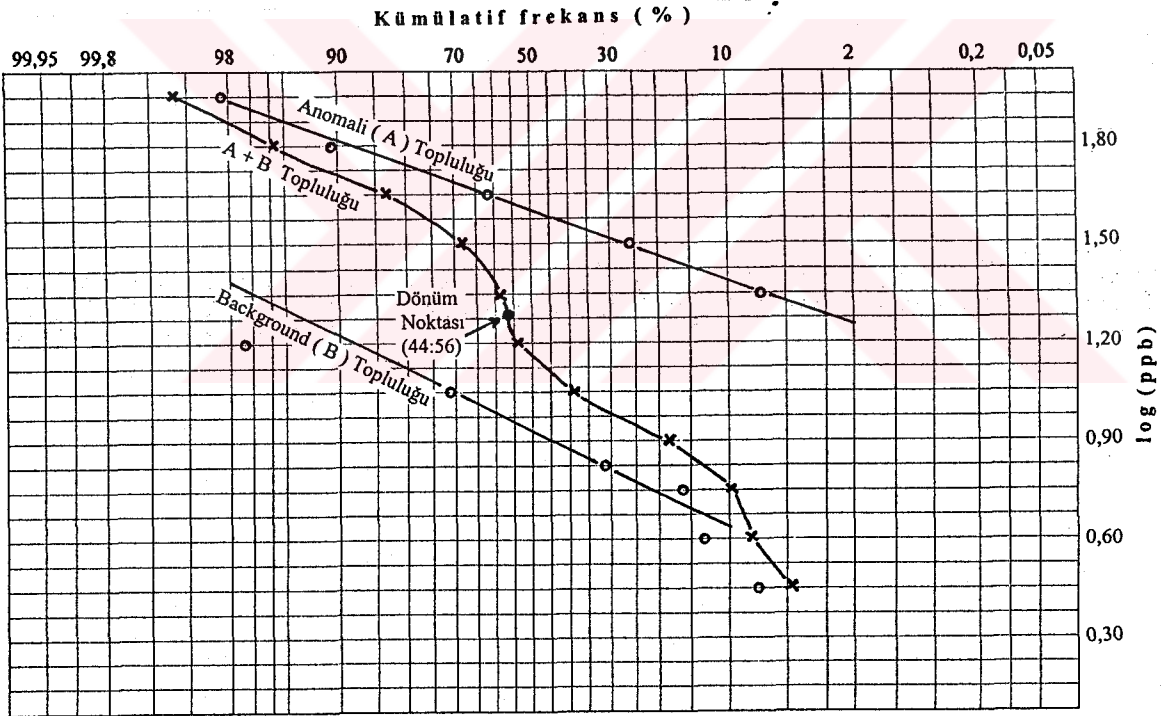
Tablo 4.47. Bütün su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (44 : 56)
1	1,95	1,80	1	0,84	0,84	-	1,90
2	1,80	1,65	4	3,36	4,20	-	9,54
3	1,65	1,50	15	12,60	16,80	-	38,18
4	1,50	1,35	19	15,96	32,76	-	74,45
5	1,35	1,20	10	8,40	41,16	-	93,54
6	1,20	1,05	5	4,20	45,36	54,64	97,57
7	1,05	0,90	18	15,12	60,48	39,52	70,57
8	0,90	0,75	26	21,84	82,32	17,68	31,57
9	0,75	0,60	10	8,40	90,72	9,28	16,57
10	0,60	0,45	2	1,68	92,40	7,60	13,57
11	0,45	0,30	4	3,36	95,76	4,24	7,57
12	0,30	0,15	0	0	95,76	4,24	7,57
13	0,15	0,00	5	4,20	99,96	0,04	0,07

andezit grubu kayalarından kaynaklardan alınan AKC-2, AKC-3, AKC-5, AKC-6, KRC-4, KRC-7, KRC-9, KRC-10, KOC-2, KOC-6, KOC-8, KRL-2, KRL-3, KRL-4, KRL-5, KRL-6, KRL-7, KRL-8, KRL-9, CVS-1, TOR-3 ve TOP-1 nolu örnekler ile granit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınan TAT-3, TAT-4 ve DEM-4 nolu örneklerdir. Bu örnekler dışında temel değer olan 2,5 ile 1,8 ppb arasında Pb içeren KGD-3, CVS-5, KRC-1, KRC-6, KOC-1, KOC-3 ve TOP-5 nolu örnekler melez örnekler olduğundan önemlidir (Şekil 4.51).

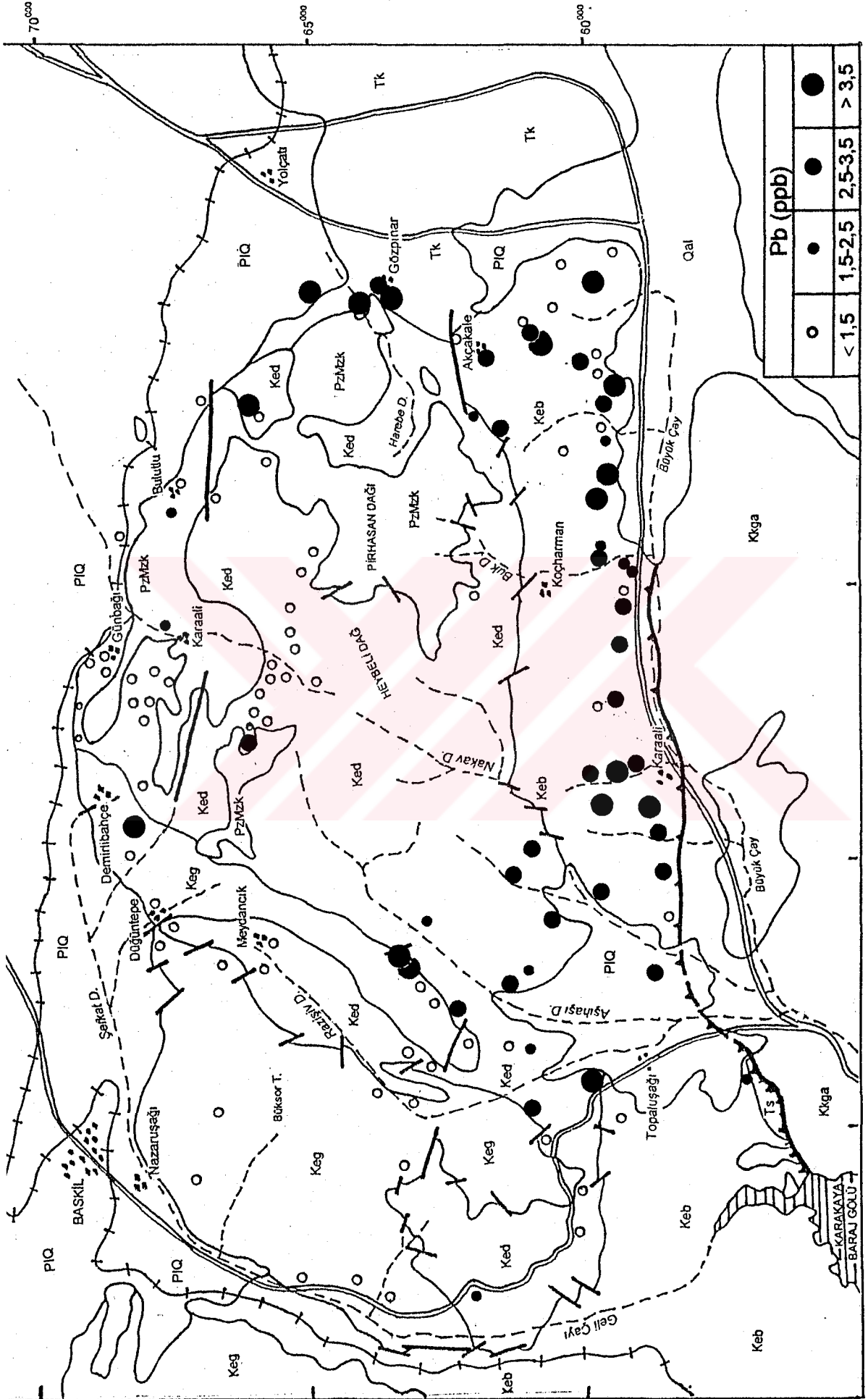


Şekil 4.49. Bütün su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.50. Bütün su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Kurşun içeriği temel değer üzerinde olan su örneklerinin dağılımına bakıldığında (Şekil 4.51 ve Şekil 4.58); Elazığ Mağmatitlerin Keban Metamorfitlerine sokulum yapmasıyla oluşan kontağa yakın yerlerde özellikle Gözpınar-Ağılcık arasında, Elazığ Mağmatitlerin Kömürhan Ofiyolitlerine bindirdiği hat boyunca Akçakale-Topaluşağı arasında, Topaluşağı kuzeyinde



Şekil 4.51. Bütün su örneklerindeki Pb içeriğinin alansal dağılımı.

diyoritik kayaçları kesen granitik sokulumlar ile gelişen hidrotermal faaliyetlerle kırık zonlarında zenginleşmeler görülür. Kurşunun en çok zenginleştiği evre hidrotermal ($\pm$ pnömatolitik) evredir. Kurşunun hareketliliği oldukça düşük olup klorürler halinde nispeten artmaktadır. Ancak kısa mesafelere taşınabildiğinden kurşun anomalileri topoğrafik şekle uygun ince uzun anomali sahaları sunmaktadır (Şekil 4.51).

4.6.2. Detay Prospeksiyon

4.6.2.1. Andezit grubu kayaçlarda dağılım

Tablo 4.45'teki andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) içerikleri kullanılarak, sınıflandırılmamış verilerden elde edilen bazı tanımlayıcı özet istatistiksel bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.48).

Tablo 4.48' de aritmetik Pb değerlerinin, küçükten büyüğe doğru aritmetik ortalama – ortanca (medyan) – mod (kip) sıralaması, aritmetik Pb değerlerinin dağılım grafiğinin asimetrik ve pozitif olduğunu gösterir. Eşik değerler, veriler topluluklarına ayrılmadığından gerçek değerleri değildir.

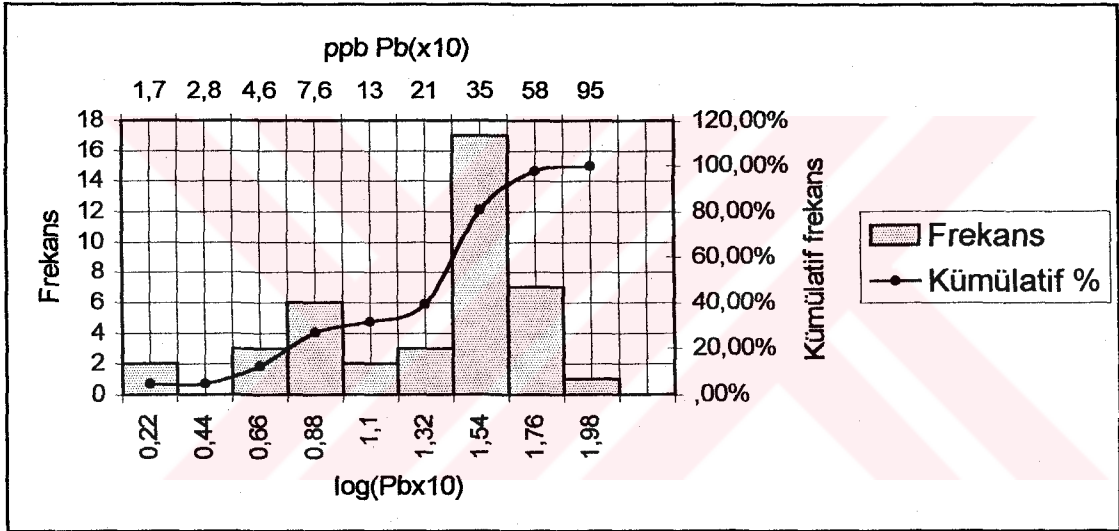
Tablo 4.48. Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) içeriğine göre,ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik Pb		$\log(Pb \times 10)$	
Ortalama (X)	2,31	Ortalama (X)	1,21
Standart Sapma(S)	1,53	Standart Sapma(S)	0,44
Standart Hata	0,24	Standart Hata	0,07
Ortanca (medyan)	2,5	Ortanca (medyan)	1,40
Kip (mod)	2,7	Kip (mod)	1,43
Örnek Varyans	2,34	Örnek Varyans	0,20
Basıklık (yamukluk)	0,6	Basıklık (yamukluk)	0,95
Çarpıklık (eğiklik)	0,6	Çarpıklık (eğiklik)	-1,21
En Büyük	7	En Büyük	1,85
En Küçük	0,1	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	41	Örnek Sayısı	41
X+2S (Eşik Değer)	5,37	X+2S (Eşik Değer)	2,10

Logaritmik Pb(x10) verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.49), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.52) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Bu topluluklar anomali ve temel değer toplulukları olup, olasılık grafiğinde de görülür.

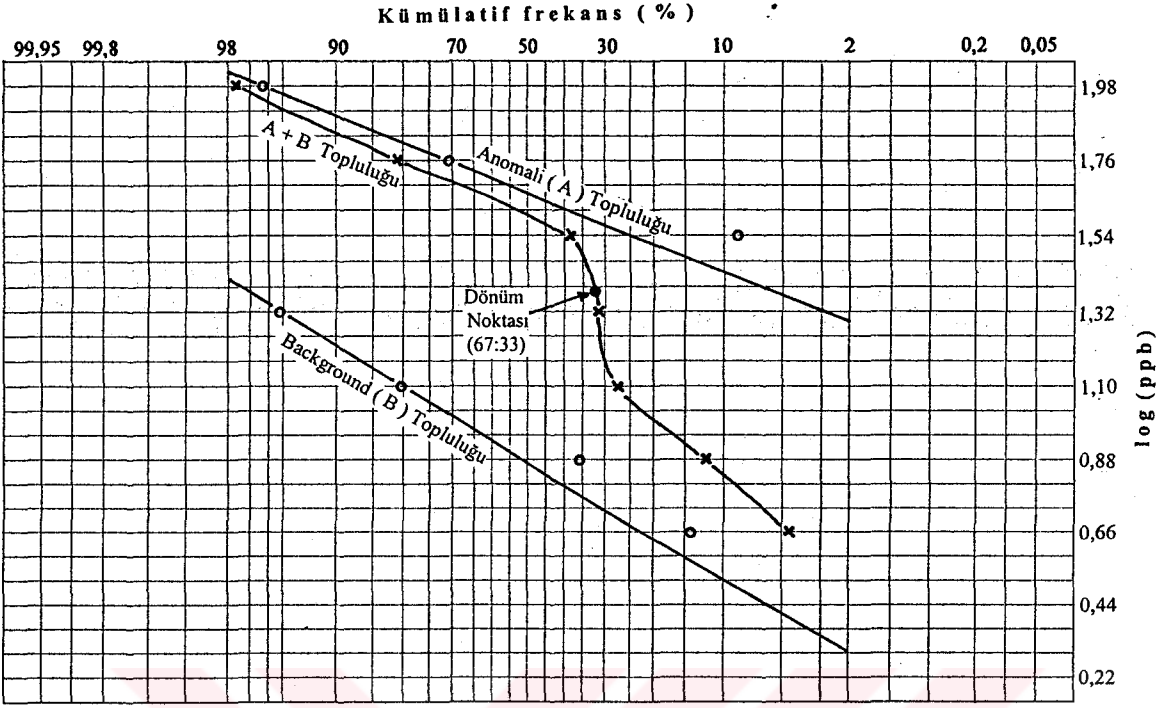
Tablo 4.49. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (67 : 33)
1	1,98	1,76	1	2,43	2,43	-	3,62
2	1,76	1,54	7	17,07	19,50	-	29,10
3	1,54	1,32	17	41,46	60,96	-	90,98
4	1,32	1,10	3	7,31	68,27	31,73	96,15
5	1,10	0,88	2	4,88	73,15	26,85	80,75
6	0,88	0,66	6	14,63	87,78	12,22	37,03
7	0,66	0,44	3	7,32	95,10	4,90	14,84
8	0,44	0,22	0	0	95,10	4,90	14,84
9	0,22	0,00	2	4,88	99,98	0,02	0,06



Şekil 4.52. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik Pb(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.53); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,39 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 25 ppb, gerçekte ise 2,5 ppb değeri üzerinde Pb içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise $\log(1,30) = 20$ ppb'dir. Ancak hesaplamalar yapılırken Pb değerleri 10 ile çarpıldığından bu değer 2 ppb olarak alınmalıdır. Bu değer altında Pb içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. 2ppb-2,5ppb arasında değere sahip örnekler ise melez örneklerdir.



Şekil 4.53. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu veriler ışığında andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerden Pb içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; AKC-2, AKC-3, AKC-5, KRC-4, KRC-7, KRC-9, KRC-10, KOC-2, KOC-6, KOC-8, KRL-2, KRL-3, KRL-4, KRL-5, KRL-6, KRL-7, KRL-8, KRL-9, CVS-1, TOR-3 ve TOP-1 nolu örneklerdir (Şekil 4.58). Ayrıca KRC-1, KOC-1, KRC-6 ve TOP-5 nolu örnekler 2 ppb-2,5 ppb arasında Pb içeren melez örneklerdir.

4.6.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım

Tablo 4.45'te verilen, diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) içerikleri kullanılarak elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablo halinde Tablo 4.50' de verilmiştir.

Tablo 4.50'deki bilgilere göre aritmetik Pb verilerinin standart sapması, aritmetik ortalama değerinden küçüktür. Gerçek eşik değerler ise veriler topluluklarına ayrıldıktan sonra bulunabilir. Bunun için Tablo 4.51'de sınıflandırılmış logaritmik Pb(x10) verilerinin frekans dağılım tablosu, Şekil 4.54'te ise histogramı ve kümülatif frekans eğrisi hazırlanmıştır. Buna göre logaritmik Pb verilerinin genel olarak normal dağılımlı iki topluluktan oluştuğu görülür.

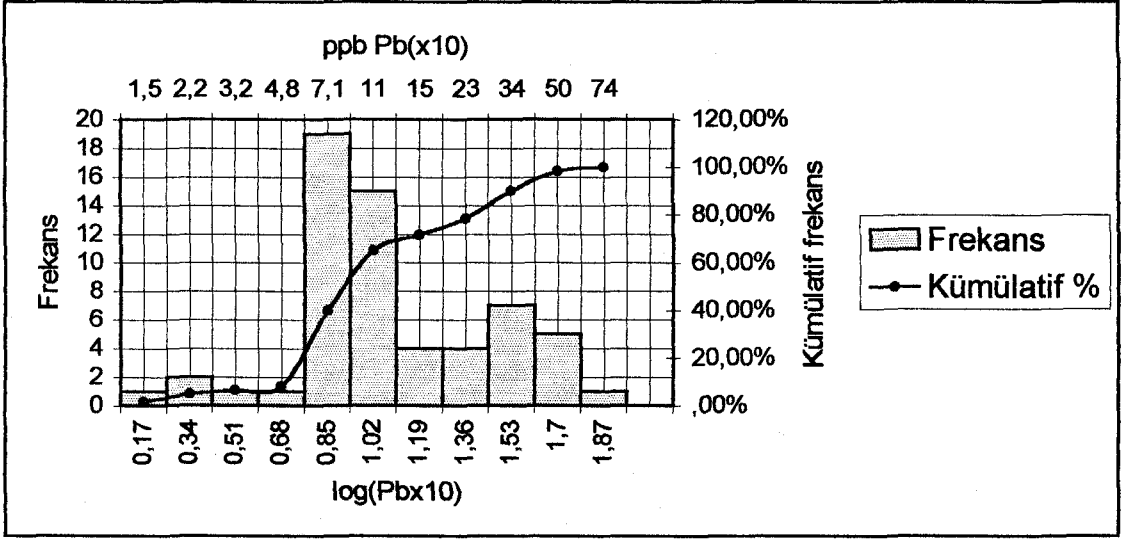
Tablo 4.50. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik Pb		log(Pb x 10)	
Ortalama (X)	1,41	Ortalama (X)	1,01
Standart Sapma(S)	1,21	Standart Sapma(S)	0,35
Standart Hata	0,16	Standart Hata	0,05
Ortanca (medyan)	0,95	Ortanca (medyan)	0,98
Kip (mod)	0,7	Kip (mod)	0,85
Örnek Varyans	1,46	Örnek Varyans	0,12
Basıklık (yamukluk)	1,8	Basıklık (yamukluk)	0,46
Çarpıklık (eğiklik)	1,6	Çarpıklık (eğiklik)	-0,08
En Büyük	5,1	En Büyük	1,71
En Küçük	0,1	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	60	Örnek Sayısı	60
X+2S (Eşik Değer)	3,83	X+2S (Eşik Değer)	1,71

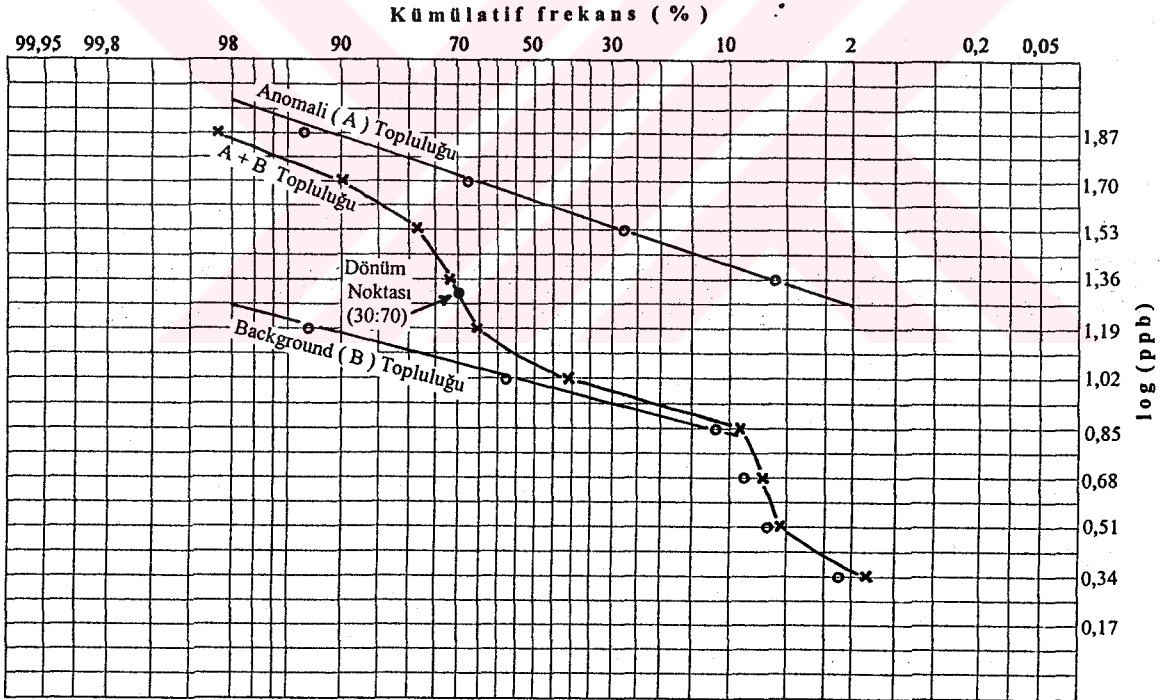
Tablo 4.51. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriği kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (30 : 70)
1	1,87	1,70	1	1,67	1,67	-	5,56
2	1,70	1,53	5	8,33	10,00	-	33,33
3	1,53	1,36	7	11,66	21,66	-	72,20
4	1,36	1,19	4	6,66	28,32	-	94,40
5	1,19	1,02	4	6,66	34,98	65,02	92,88
6	1,02	0,85	15	24,99	59,97	40,03	57,18
7	0,85	0,68	19	31,65	61,62	8,38	11,97
8	0,68	0,51	1	1,67	93,29	6,71	9,58
9	0,51	0,34	1	1,67	94,96	5,04	7,20
10	0,34	0,17	2	3,34	98,30	1,70	2,43
11	0,17	0,00	1	1,67	99,97	0,03	0,04

Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik Pb(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.55); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,27 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 19 ppb, gerçekte 1,9 ppb değeri üzerinde Pb içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) de $\log(1.27) = 19$ ppb, yine gerçekte 1,9 ppb değeri olup bu değer anomali (A) topluluğunun %98 kümülatif değeri ile aynıdır.



Şekil 4.54. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.55. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu verilere göre diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Pb içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; AGL-3, CAN-1, CAN-2, GOZ-1, GOZ-2, CVS-2, CVS-3, CVS-4, CVS-5, CVS-6, TAT-1, TOP-6 ve TOP-14 nolu örneklerdir (Şekil 4.58).

4.6.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım

Tablo 4.45’de verilen, granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik Pb değerleri ile logaritmik Pb(x10) dönüşümleri kullanılarak elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.52) .

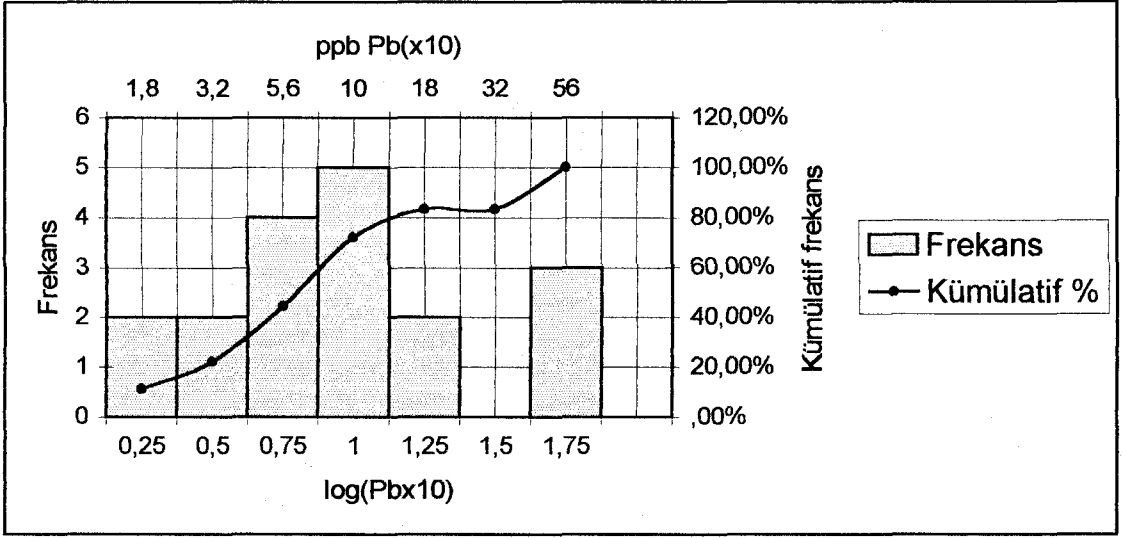
Tablo 4.52. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Pb ve logaritmik Pb(x10) içeriğine göre ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

<i>Aritmetik Pb</i>		<i>log(Pb x 10)</i>	
Ortalama (X)	1,13	Ortalama (X)	0,80
Standart Sapma(S)	1,32	Standart Sapma(S)	0,49
Standart Hata	0,31	Standart Hata	0,12
Ortanca (medyan)	0,6	Ortanca (medyan)	0,78
Kip (mod)	0,6	Kip (mod)	0,78
Örnek Varyans	1,76	Örnek Varyans	0,24
Basıklık (yamukluk)	1,3	Basıklık (yamukluk)	-0,44
Çarpıklık (eğiklik)	1,6	Çarpıklık (eğiklik)	0,16
En Büyük	4,2	En Büyük	1,62
En Küçük	0,1	En Küçük	0,00
Örnek Sayısı	18	Örnek Sayısı	18
X+2S (Eşik Değer)	3,79	X+2S (Eşik Değer)	1,78

Granitik kayac grubundan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin aritmetik Pb(x10) içeriklerine logaritmik dönüşüm uygulanıp veriler sınıflandırılmış, logaritmik Pb(x10) verilerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.53), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi elde edilmiştir (Şekil 4.56). Genel olarak 1,5-1,75 sınıf aralığı dahil edilmediğinde log normal dağılıma sahip tek bir topluluğun olduğu görülür.

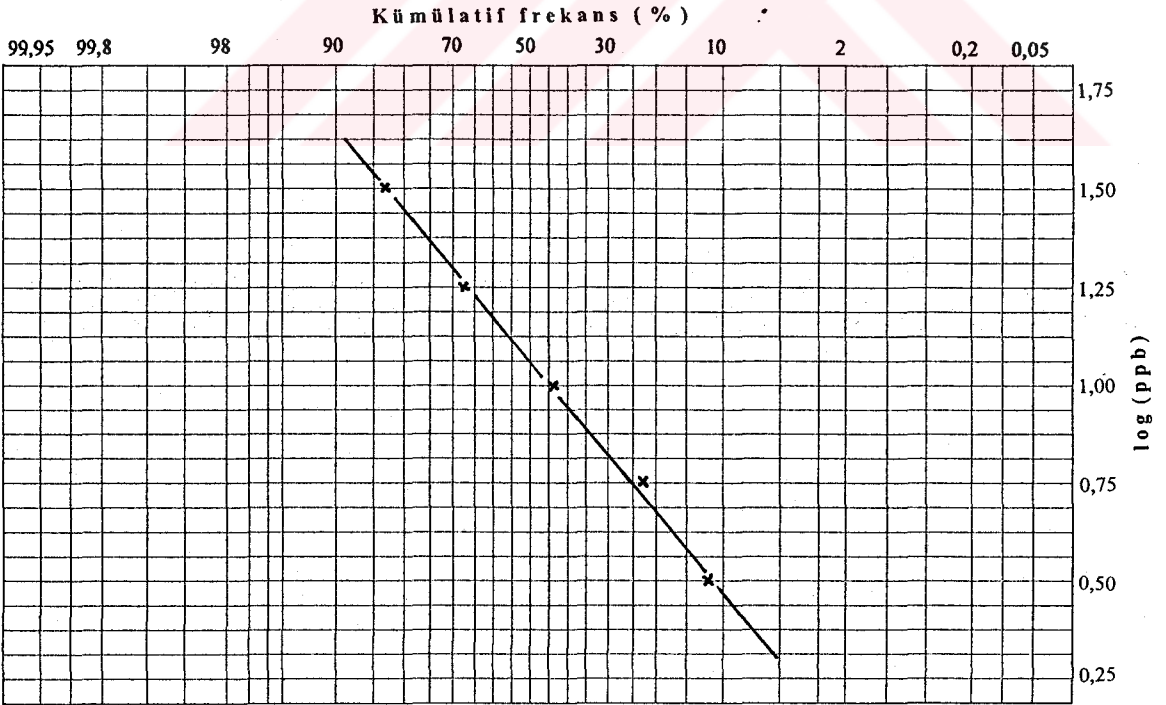
Tablo 4.53. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içerikleri kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Taban	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans
1	1,75	1,50	3	16,65	16,65
2	1,50	1,25	0	0,00	16,65
3	1,25	1,00	2	11,10	27,75
4	1,00	0,75	5	27,75	55,50
5	0,75	0,50	4	22,20	77,70
6	0,50	0,25	2	11,10	88,80
7	0,25	0,00	2	11,10	99,90



Şekil 4.56. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriklerine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik Pb(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.57); verilerin tek topluluktan oluştuğu gözlenmektedir. Bu şekilde dağılmış topluluklar genellikle temel değer toplulukları olarak alınmaktadır (Sinclair, 1991).



Şekil 4.57. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Pb(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Temel değer topluluğunu %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) olarak alınırsa; logaritmik 1,99 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 98 ppb, gerçekte ise 9,8 ppb değeri üzerinde Pb içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örnekler olur ki o zaman hiçbir örneğin anomali değeri olmaz. Temel değer topluluğunu %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) olarak alınırsa o zaman da bütün örnekler anomali değerine sahip olur ki her iki durum da gerçeği yansıtmaz.

Bu veriler ışığında andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerde Pb içeriğine göre alansal bir anomali gözleendiği halde (Şekil 4.58), istatistiksel olarak bir anomalinin gözlenmemesi, anomali ve temel değer topluluklarının birbirlerini üzerlediklerini gösterir. Bu nedenle uygulanan istatistiksel yöntemle bir eşik değerin belirlenmesi mümkün değildir. İki topluluğu birbirinden ayırmak için daha ileri derecede istatistiksel yöntemler (diskriminant analizi) kullanmak gerekir.

4.7. Uranyum

Kayaçlardaki uranyum içeriğine bakıldığında (Faure,1998 ve Govett, 1985); bazik kayaçlarda ortalama 0,75 ppm, ortaç bileşimli kayaçlarda 1,8 ppm, granitik kayaçlarda ise 3 ppm uranyum çokluk sıralaması görülür. Uranyumun kaynak sularındaki ortalama içeriği gencl olarak 0,5 ppb iken bu değer kurak bölgelerde 0,05 ppb, yağışlı bölgelerde ise 5 ppb'dir (Rose vd., 1979).

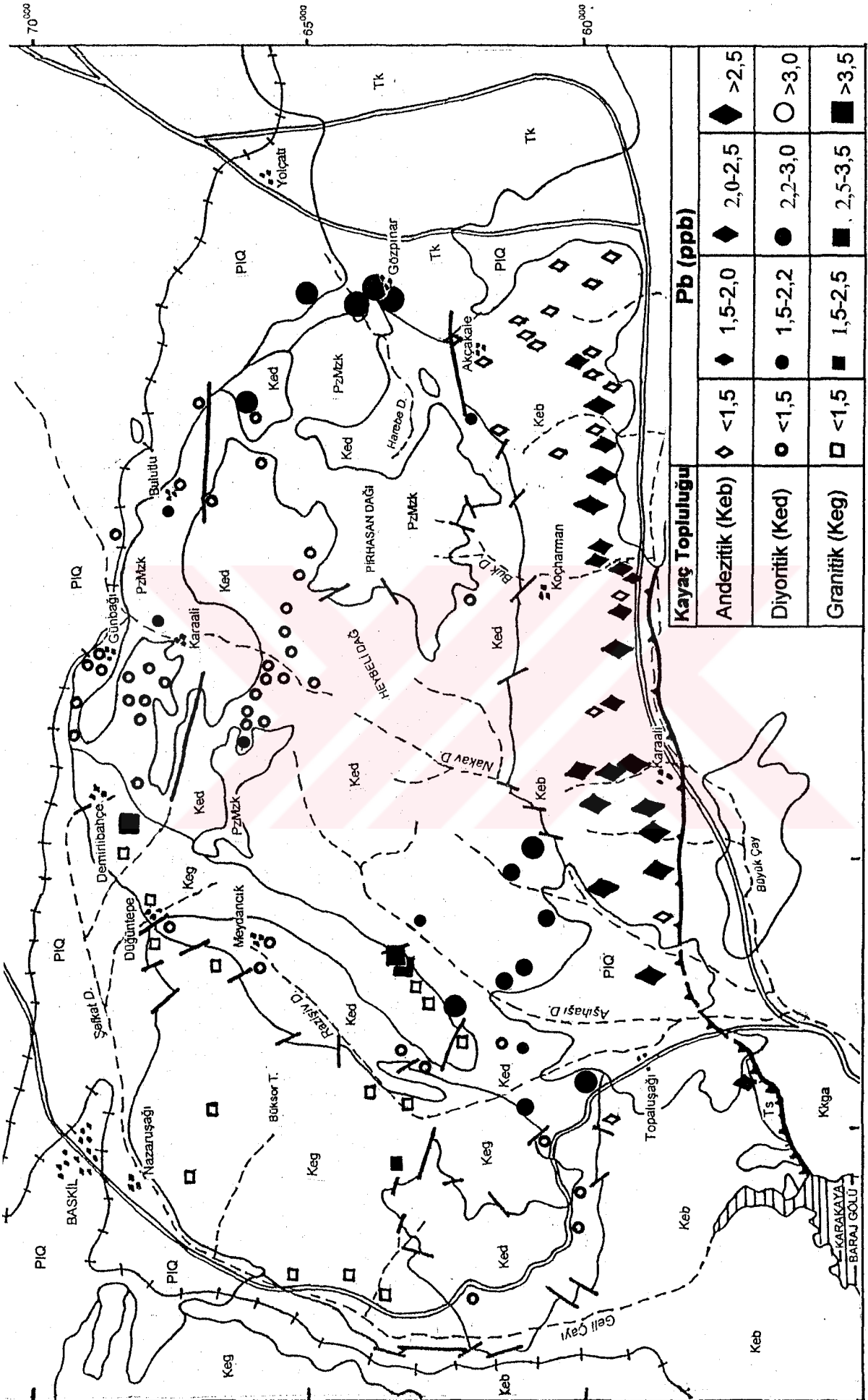
Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan örneklerin uranyum içerikleri ile bu suların kaynaklandığı kayaç topluluğu Tablo 4.54'te verilmiştir

4.7.1. Genel Prospeksiyon

Tablo 4.54'teki sınıflandırılmamış aritmetik U ve logaritmik $U(x10)$ dönüşüm değerleri kullanılarak elde edilen bazı istatistiksel veriler Tablo 4.55'te özetlenmiştir.

Bu tablodaki verilere bakıldığında aritmetik U değerlerinin standart sapmasının büyük olduğu görülür. Gerçek eşik değerin bulunması için verilerin olasılık grafiğinden faydalanılmıştır.

Logaritmik $U(x10)$ verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.56), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.59) elde edilmiştir. Tüm U değerlerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.60); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.58. Pb elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılımı.

Tablo 4.54. Su örneklerinin ppb olarak U(x10) içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayac grupları.

Örnek No:	Ux10	log Ux10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Ux10	log Ux10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Ux10	Log Ux10	Kayaç Grubu
GUN-1	6,3	0,80	Diyorit	CVS-4	5,9	0,77	Diyorit	KOC-4	3,3	0,52	Andezit
GUN-2	4,7	0,67	Diyorit	CVS-5	20,1	1,30	Diyorit	KOC-6	1,9	0,28	Andezit
GUN-3	7,3	0,86	Diyorit	CVS-6	88,5	1,95	Diyorit	KOC-7	2,2	0,34	Andezit
GUN-4	7,9	0,90	Diyorit	TAT-1	79,7	1,90	Diyorit	KOC-8	3,7	0,57	Andezit
GUN-5	13	1,11	Diyorit	TAT-5	79,8	1,90	Diyorit	KRL-1	4,7	0,67	Andezit
GUN-6	5,9	0,77	Diyorit	TOP-6	17,8	1,25	Diyorit	KRL-2	1,7	0,23	Andezit
GUN-7	8,9	0,95	Diyorit	TOP-7	77,7	1,89	Diyorit	KRL-3	2,3	0,36	Andezit
GUN-8	17,1	1,23	Diyorit	TOP-8	145,6	2,16	Diyorit	KRL-4	2,9	0,46	Andezit
GUN-9	5,6	0,75	Diyorit	TOP-13	64,2	1,81	Diyorit	KRL-5	2,2	0,34	Andezit
GUN-10	3,8	0,58	Diyorit	TOP-14	21,1	1,32	Diyorit	KRL-6	2,4	0,38	Andezit
KGD-1	17,2	1,24	Diyorit	TOP-16	23,8	1,38	Diyorit	KRL-7	4,6	0,66	Andezit
KGD-2	14,2	1,15	Diyorit	TOP-17	49,6	1,70	Diyorit	KRL-8	2,8	0,45	Andezit
KGD-3	17,9	1,25	Diyorit	TOP-18	24,4	1,39	Diyorit	KRL-9	21,4	1,33	Andezit
KGD-4	18	1,26	Diyorit	DEM-1	7,8	0,89	Diyorit	KRL-10	4,2	0,62	Andezit
KGD-5	9,4	0,97	Diyorit	DEM-2	7,1	0,85	Diyorit	CVS-1	5,5	0,74	Andezit
KGD-6	14,9	1,17	Diyorit	DEM-3	6,8	0,83	Diyorit	TOP-1	34	1,53	Andezit
KGD-7	12,9	1,11	Diyorit	DUG-3	109,7	2,04	Diyorit	TOP-5	5,6	0,75	Andezit
KGD-8	11	1,04	Diyorit	MEY-1	16,1	1,21	Diyorit	TOP-15	23,5	1,37	Andezit
KGD-9	13,8	1,14	Diyorit	MEY-2	28,7	1,46	Diyorit	TOR-1	8,5	0,93	Andezit
KGD-10	16,3	1,21	Diyorit	NAZ-6	52	1,72	Diyorit	TOR-2	3,6	0,56	Andezit
KGD-11	16,9	1,23	Diyorit	AKC-1	5,3	0,72	Andezit	TOR-3	3,3	0,52	Andezit
KGD-12	25,3	1,40	Diyorit	AKC-2	2,2	0,34	Andezit	TAT-2	84,6	1,93	Granit
KGD-13	6,1	0,79	Diyorit	AKC-3	73,1	1,86	Andezit	TAT-3	89,7	1,95	Granit
KGD-14	8	0,90	Diyorit	AKC-4	3,1	0,49	Andezit	TAT-4	35,4	1,55	Granit
BUL-1	8,9	0,95	Diyorit	AKC-5	2,3	0,36	Andezit	TAT-6	103,1	2,01	Granit
BUL-2	9	0,95	Diyorit	AKC-6	2	0,30	Andezit	TOP-9	175,7	2,24	Granit
BUL-3	15,9	1,20	Diyorit	AKC-7	3,3	0,52	Andezit	TOP-10	218,3	2,34	Granit
BUL-4	19,4	1,29	Diyorit	KRC-1	1,6	0,20	Andezit	TOP-11	574,4	2,76	Granit
BUL-5	6,8	0,83	Diyorit	KRC-2	4	0,60	Andezit	TOP-12	73,5	1,87	Granit
AGL-1	20,4	1,31	Diyorit	KRC-3	4,7	0,67	Andezit	DEM-4	109,9	2,04	Granit
AGL-2	3,3	0,52	Diyorit	KRC-4	9,6	0,98	Andezit	DEM-5	104,3	2,02	Granit
AGL-3	18	1,26	Diyorit	KRC-5	2,4	0,38	Andezit	DUG-1	46,2	1,66	Granit
CAN-1	5,7	0,76	Diyorit	KRC-6	2,2	0,34	Andezit	DUG-2	116,1	2,06	Granit
CAN-2	8,1	0,91	Diyorit	KRC-7	3,2	0,51	Andezit	MEY-3	47	1,67	Granit
GOZ-1	10,1	1,00	Diyorit	KRC-8	2,2	0,34	Andezit	NAZ-1	101,9	2,01	Granit
GOZ-2	22,2	1,35	Diyorit	KRC-9	2	0,30	Andezit	NAZ-2	211,4	2,33	Granit
AKC-8	4,4	0,64	Diyorit	KRC-10	5,5	0,74	Andezit	NAZ-3	91,7	1,96	Granit
KOC-5	18,5	1,27	Diyorit	KOC-1	1,8	0,26	Andezit	NAZ-4	252,3	2,40	Granit
CVS-2	17,5	1,24	Diyorit	KOC-2	2,9	0,46	Andezit	NAZ-5	218,6	2,34	Granit
CVS-3	9,5	0,98	Diyorit	KOC-3	2,6	0,41	Andezit				

Tablo 4.55. Bütün su örneklerinin aritmetik U ve logaritmik U(x10) içeriğine göre ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik U		log(U x 10)	
Ortalama (X)	3,64	Ortalama (X)	1,11
Standart Sapma(S)	7,05	Standart Sapma(S)	0,60
Standart Hata	0,65	Standart Hata	0,06
Ortanca (medyan)	0,96	Ortanca (medyan)	0,98
Kip (mod)	0,22	Kip (mod)	0,34
Örnek Varyans	49,67	Örnek Varyans	0,36
Basıklık (yamukluk)	29,4	Basıklık (yamukluk)	-0,58
Çarpıklık (eğiklik)	4,6	Çarpıklık (eğiklik)	0,54
En Büyük	57,44	En Büyük	2,76
En Küçük	0,16	En Küçük	0,20
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	119
X+2S (Eşik Değer)	17,74	X+2S (Eşik Değer)	2,32

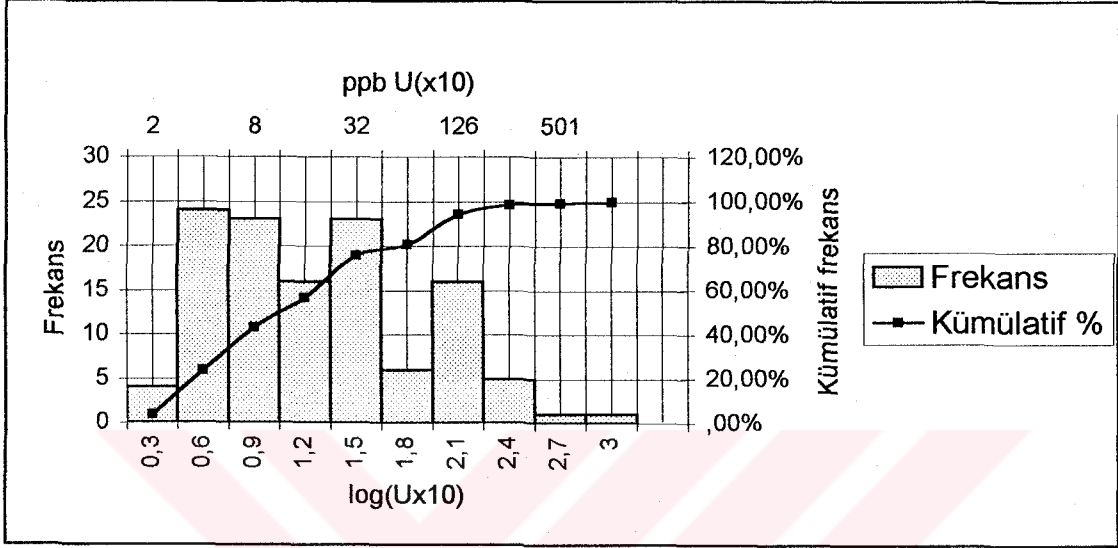
Tablo 4.56. Bütün su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (15 : 85)
1	3,00	2,70	1	0,84	0,84	-	5,60
2	2,70	2,40	1	0,84	1,68	-	11,20
3	2,40	2,10	5	4,20	5,88	-	39,20
4	2,10	1,80	16	13,44	19,32	80,68	94,91
5	1,80	1,50	6	5,04	24,36	75,64	88,98
6	1,50	1,20	23	19,32	43,68	56,32	66,25
7	1,20	0,90	16	13,44	57,12	42,88	50,44
8	0,90	0,60	23	19,32	76,44	23,56	27,71
9	0,60	0,30	24	20,17	96,61	3,39	3,99
10	0,30	0,00	4	3,36	99,97	0,03	0,03

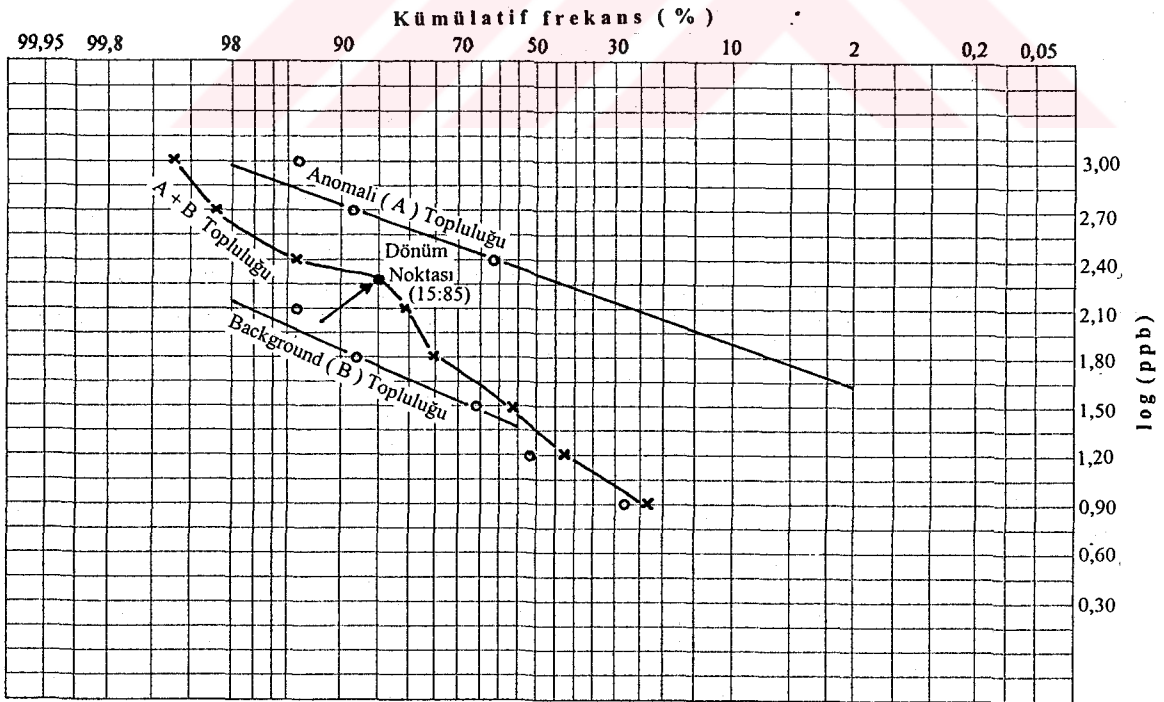
Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 2,14 değerine karşılık gelen aritmetik 138 ppb, gerçekte ise 13,8 ppb değeri üzerinde U içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) de yaklaşık log (1,64) = 44 ppb, gerçekte 4,4 ppb olup bu değer altında U içeren tüm örnekler temel değer gösteren örneklerdir. 4,4 ppb ile 13,8 ppb arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.

Elde edilen bu verilere göre tüm örneklerin U içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; diyorit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınan TOP-8 nolu örnek ile granit grubu kayalarından alınan TOP-9, TOP-10, TOP-11, NAZ-2, NAZ-4 ve NAZ-5 nolu örneklerdir. Bu örnekler dışında temel değer olan 138 ppb ile 44 ppb arasında U içeren melez örnekler de önemlidir. Bu örnekler; CVS-6, TAT-1, TAT-5, TOP-7, TOP-13, TOP-17, DUG-3, AKC-3,

TAT-2, TAT-3, TAT-6, TOP-12, DEM-4, DEM-5, DUG-1, DUG-2, MEY-3, NAZ-1 ve NAZ-3 nolu örneklerdir. Bunlardan sadece AKC-3 nolu örnek andezit grubu kayalardan kaynaklanan suların alınmış, diğer örnekler ise granit ve diyorit grubu kayalardan kaynaklanan suların alınmış örneklerdir (Şekil 4.61).



Şekil 4.59. Bütün su örneklerinin logaritmik $U(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.60. Bütün su örneklerinin logaritmik $U(x10)$ içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Alkali ortamlarda ve oksidasyon koşullarda son derece hareketli olan uranyum çalışma alanındaki hemen hemen bütün zenginleşmelerini granitik kayalarda göstermektedir. Bu durum, çeşitli kayaç gruplarındaki uranyum elementinin ortalama içeriğine göre en çok granitik kayalarda bulunması ile doğru orantılıdır. Hareketliliğinden dolayı su örneklerinde çözülmesi halinde çökelmeden taşınabilmesi özelliğinden dolayı anomali alanı geniş bir dağılım sunmaktadır.

Sınıflandırılmış U değerlerinden faydalananarak yapılan hesaplamalara göre Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sularındaki ortalama uranyum içeriği 3,6 ppb' dir. Bu değer Rose vd. (1979) tarafından verilen kaynak sularındaki ortalama U içeriği olan 0,5 ppb'den daha büyüktür.

4.7.2. Detay Prospeksiyon

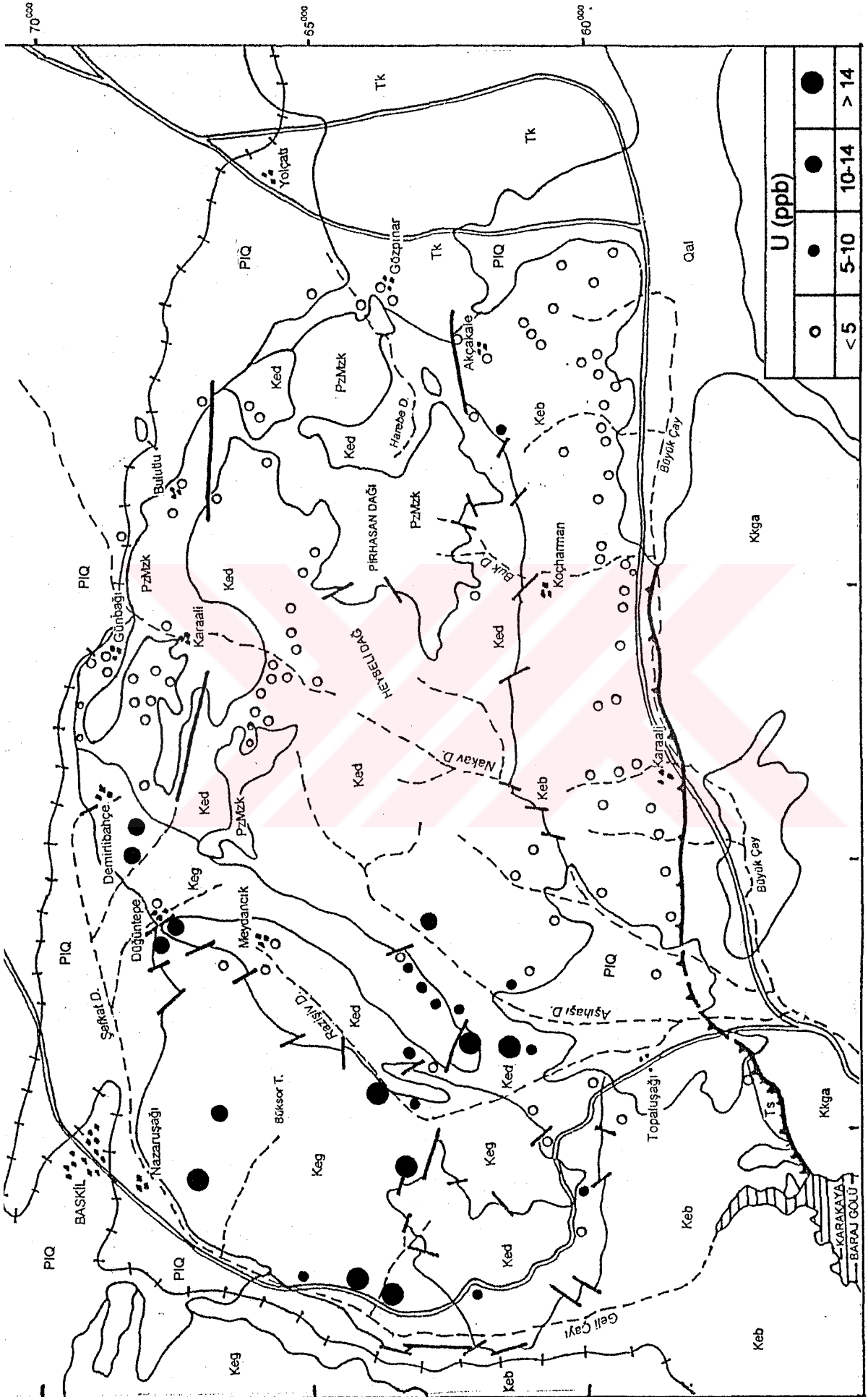
4.7.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım

Tablo 4.54'teki andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik U ve logaritmik $U(x10)$ içerikleri kullanılarak hazırlanan, sınıflandırılmamış değerlere ait özet istatistiksel bilgiler verilmiştir (Tablo 4.57).

Tablo 4.57. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik U ve logaritmik $U(x10)$ içeriğine göre ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik U		$\log(U \times 10)$	
Ortalama (X)	0,68	Ortalama (X)	0,60
Standart Sapma(S)	1,24	Standart Sapma(S)	0,36
Standart Hata	0,19	Standart Hata	0,06
Ortanca (medyan)	0,32	Ortanca (medyan)	0,51
Kip (mod)	0,22	Kip (mod)	0,34
Örnek Varyans	1,54	Örnek Varyans	0,13
Basıklık (yamukluk)	21,3	Basıklık (yamukluk)	3,61
Çarpıklık (eğiklik)	4,4	Çarpıklık (eğiklik)	1,88
En Büyük	7,31	En Büyük	1,86
En Küçük	0,16	En Küçük	0,20
Örnek Sayısı	41	Örnek Sayısı	41
$X+2S$ (Eşik Değer)	3,16	$X+2S$ (Eşik Değer)	1,32

Tablo 4.57'de aritmetik U değerlerinin büyükten küçüğe doğru aritmetik ortalama – ortanca (medyan) – mod (kip) sıralandığı, dolayısıyla aritmetik U değerlerinin dağılışı grafiğinin asimetric ve negatif olduğunu gösterir. Standart sapmanın büyüklüğünden dolayı basıklık değeri de büyüktür.



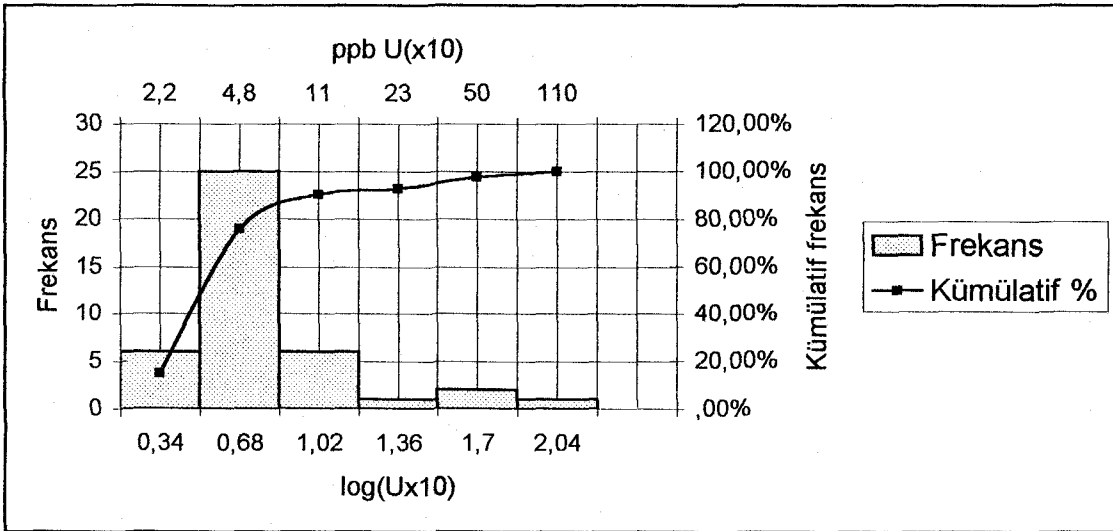
Şekil 4.61. Bütün su örneklerindeki U içeriğinin alansal dağılımı.

Logaritmik $U(x10)$ verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.58), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.62) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Bu topluluklar anomali ve temel değer toplulukları olup, olasılık grafiğinde de görülür.

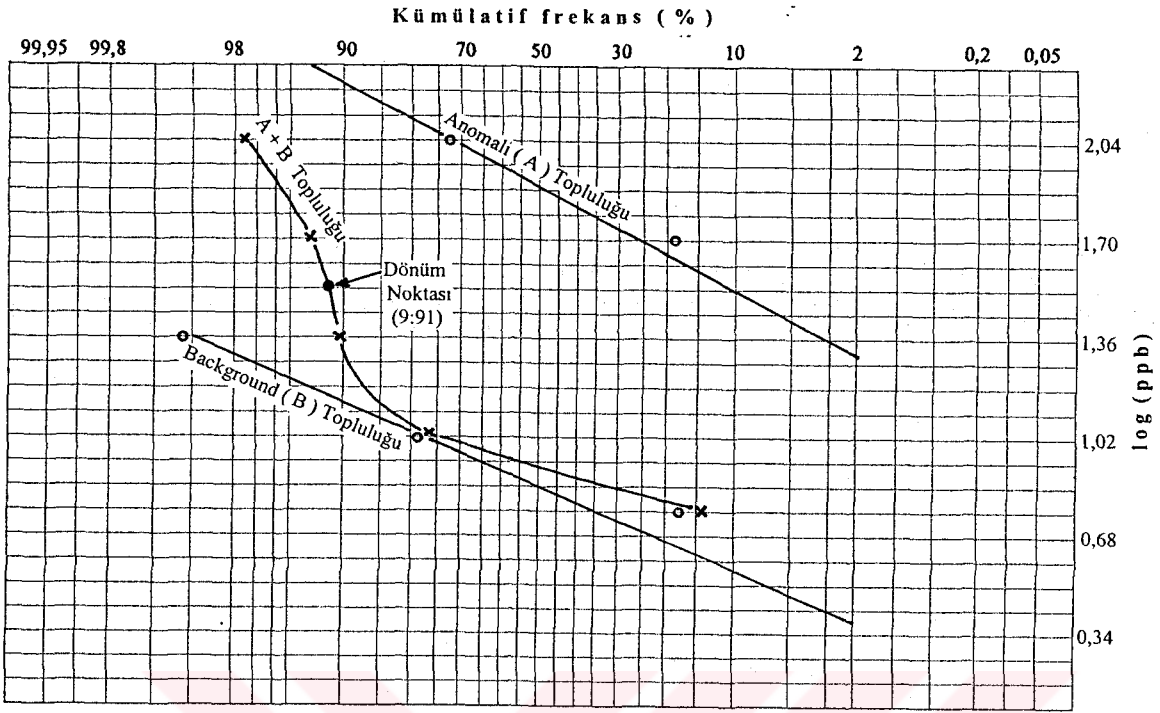
Tablo 4.58. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $U(x10)$ içerikleri kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	100 - Y_{AB}	($Y_A : Y_B$) (9 : 91)
1	2,04	1,70	1	2,44	2,44	-	27,11
2	1,70	1,36	2	4,87	7,31	-	81,22
3	1,36	1,02	1	2,44	9,75	90,25	99,17
4	1,02	0,68	6	14,63	24,38	75,62	83,09
5	0,68	0,34	25	60,97	85,35	14,65	16,09
6	0,34	0,00	6	14,63	99,98	0,02	0,02

Andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik $U(x10)$ içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.63); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,31 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 20 ppb (gerçekte 2 ppb) değeri üzerinde U içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) de yine 20 ppb (gerçekte 2 ppb) olup, bu değer altında U içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir.



Şekil 4.62. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $U(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.63. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu verilere göre andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerden U içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; AKC-3, KRL-9, TOP-1 ve TOP-15 nolu örneklerdir (Şekil 4.68) .

4.7.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım

Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik U ve logaritmik U(x10) içeriği (Tablo 4.54) kullanılarak aritmetik ve logaritmik U değerlerinden elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler Tablo 4.59’da verilmiştir.

Veriler topluluklarına ayrılmadığından Tablo 4.59’daki eşik değerler gerçek değerleri yansıtmamaktadır. Gerçek eşik değerlerin bulunması için; logaritmik U(x10) verilerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.60), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.64) hazırlanmıştır.

Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik U(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.65); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir.

Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,87 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 74 ppb, gerçekte ise 7,4 ppb değeri üzerinde U içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir.

Tablo 4.59. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik U ve logaritmik U(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

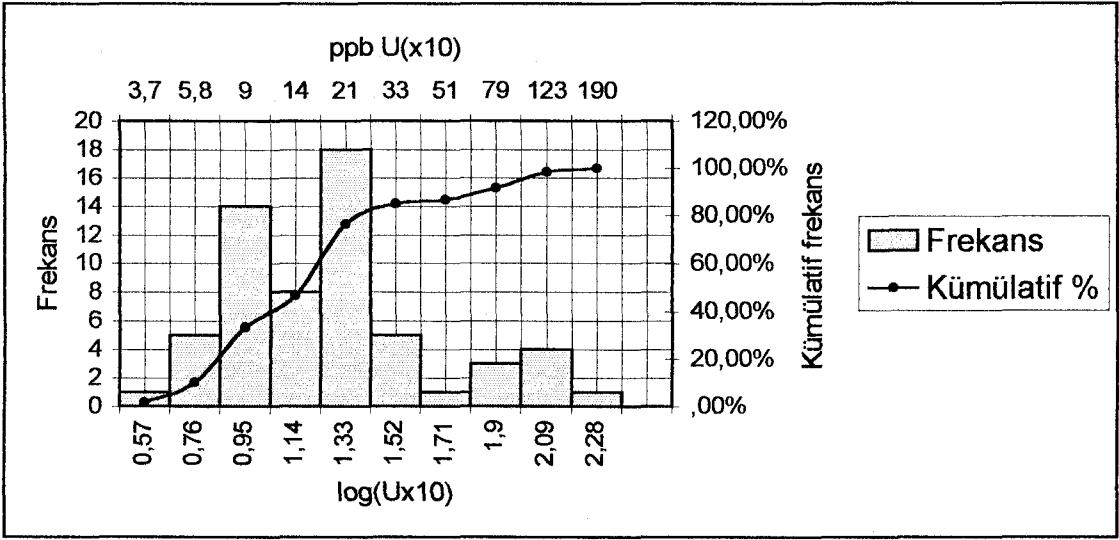
<i>Aritmetik U</i>		<i>log(U x 10)</i>	
Ortalama (X)	2,34	Ortalama (X)	1,18
Standart Sapma(S)	2,82	Standart Sapma(S)	0,38
Standart Hata	0,36	Standart Hata	0,05
Ortanca (medyan)	1,54	Ortanca (medyan)	1,19
Kip (mod)	0,59	Kip (mod)	0,77
Örnek Varyans	7,93	Örnek Varyans	0,14
Basıklık (yamukluk)	6,7	Basıklık (yamukluk)	0,14
Çarpıklık (eğiklik)	2,5	Çarpıklık (eğiklik)	0,73
En Büyük	14,56	En Büyük	2,16
En Küçük	0,33	En Küçük	0,52
Örnek Sayısı	60	Örnek Sayısı	60
X+2S (Eşik Değer)	7,98	X+2S (Eşik Değer)	1,94

Tablo 4.60. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriği kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

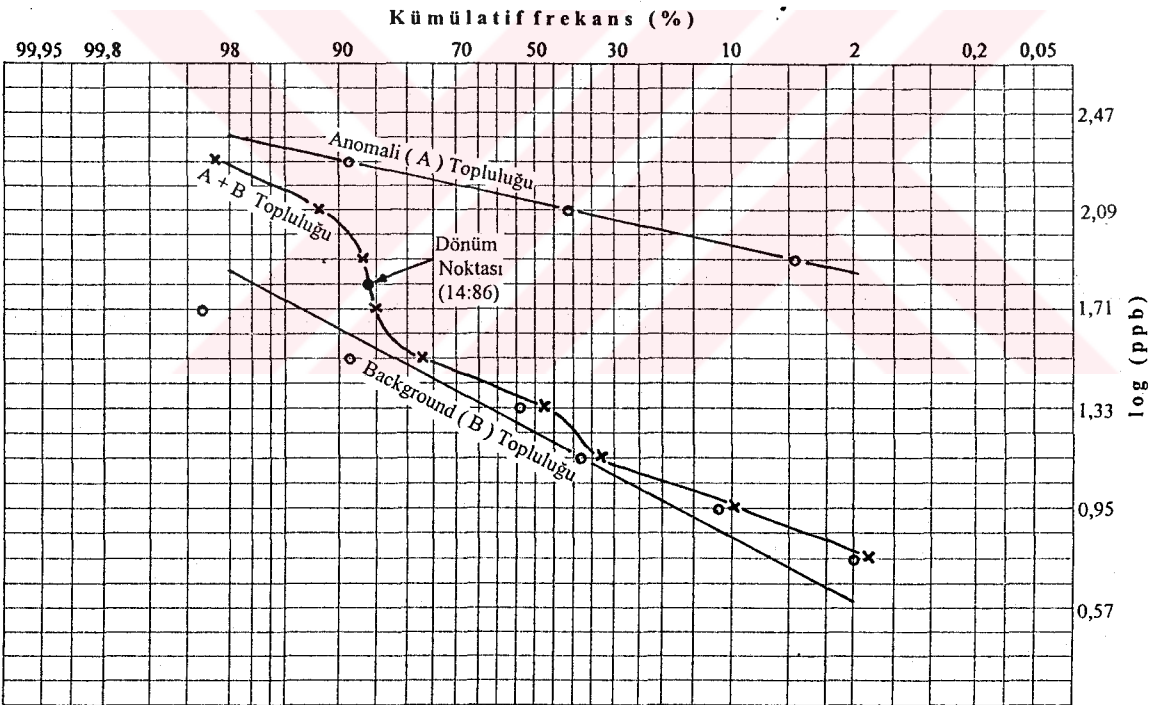
Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (14 : 86)
1	2,28	2,09	1	1,67	1,67	-	11,93
2	2,09	1,90	4	6,66	8,33	-	59,50
3	1,90	1,71	3	5,00	13,33	-	95,21
4	1,71	1,52	1	1,67	15,00	85,00	98,84
5	1,52	1,33	5	8,33	23,33	76,67	89,15
6	1,33	1,14	18	29,99	53,32	46,68	54,28
7	1,14	0,95	8	13,33	66,65	33,35	38,78
8	0,95	0,76	14	23,33	89,98	10,02	11,65
9	0,76	0,57	5	8,33	98,31	1,69	1,96
10	0,57	0,38	1	1,67	99,98	0,02	0,02

Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama – 2 Standart Sapması) ise log (1,85) = 71 ppb değeridir. Ancak yapılan hesaplamalarda bütün U değerleri 10 ile çarpıldığından, gerçekte bu değer 7,1 ppb olarak alınmalıdır. 7,1 ppb değerinin altında U içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. U elementi için eşik değer 7,4 ppb olarak kabul edilmiştir.

Bu veriler değerlendirildiğinde diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin U içeriğine göre anomali değerine sahip olan örnekler; CVS-6, TAT-1, TAT-5, TOP-7, TOP-8 ve DUG-3 nolu örneklerdir (Şekil, 4.68) .



Şekil 4.64. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.65. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

4.7.2.3. Granit grubu kayalardaki dağılım

Tablo 4.54'te verilen granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik U ve logaritmik U değerleri kullanılarak elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.61).

Tablo 4.61. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik U ve logaritmik U içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

Aritmetik U		log U	
Ortalama (X)	14,75	Ortalama (X)	1,06
Standart Sapma(S)	12,49	Standart Sapma(S)	0,30
Standart Hata	2,94	Standart Hata	0,07
Ortanca (medyan)	10,37	Ortanca (medyan)	1,02
Kip (mod)		Kip (mod)	
Örnek Varyans	156,06	Örnek Varyans	0,09
Basıklık (yamukluk)	8,0	Basıklık (yamukluk)	0,44
Çarpıklık (eğiklik)	2,6	Çarpıklık (eğiklik)	0,41
En Büyük	57,44	En Büyük	1,76
En Küçük	3,54	En Küçük	0,55
Örnek Sayısı	18	Örnek Sayısı	18
X+2S (Eşik Değer)	39,73	X+2S (Eşik Değer)	1,66

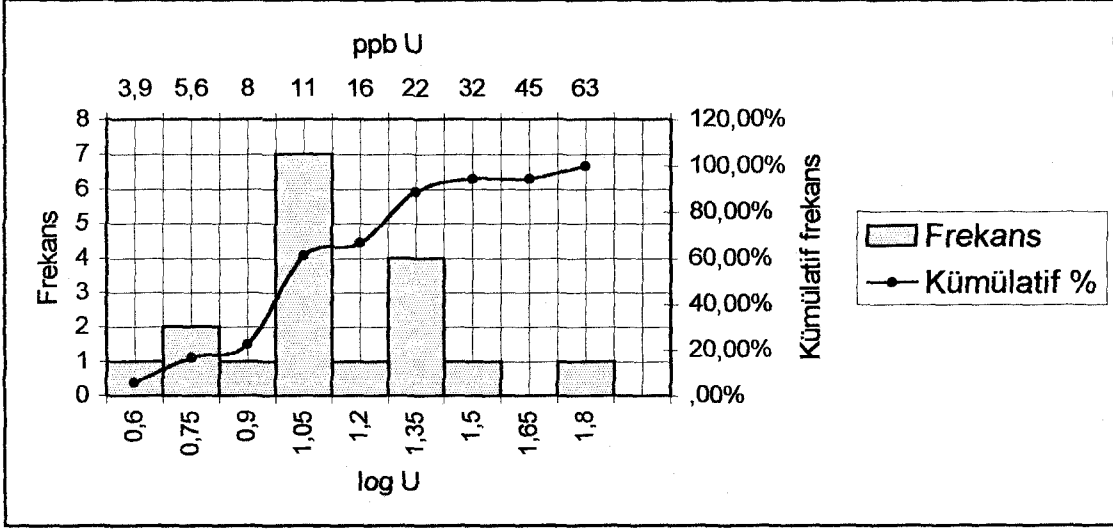
Granitik kayaç grubundan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin aritmetik U içeriklerine logaritmik dönüşüm uygulanıp veriler sınıflandırılmış, logaritmik U verilerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.62), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.66) çizilmiştir. Histogramında genel olarak iki topluluktan oluşmuş bir dağılım görülür.

Tablo 4.62. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U içeriği kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

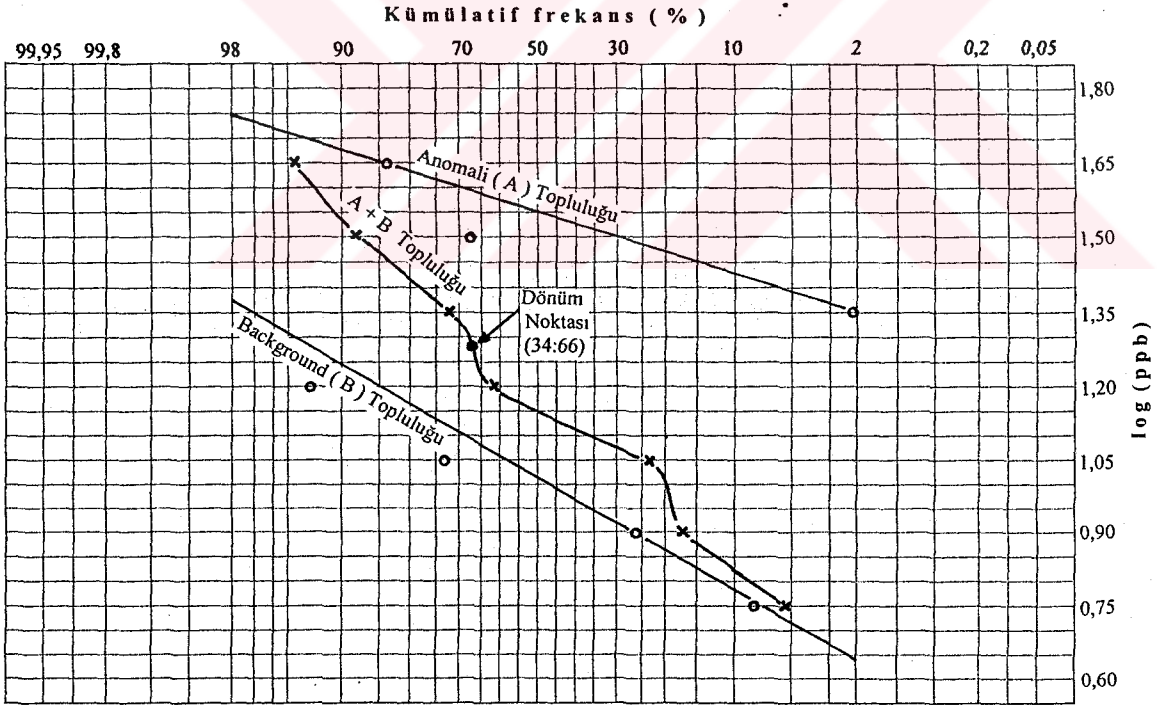
Sınıf No	Sınıf Taban	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (34 : 66)
1	1,80	1,65	1	5,55	5,55	-	16,32
2	1,65	1,50	0	0,00	5,55	-	16,32
3	1,50	1,35	1	5,55	11,10	-	32,64
4	1,35	1,20	4	22,20	33,30	-	97,94
5	1,20	1,05	1	5,55	38,85	61,15	92,65
6	1,05	0,90	7	38,85	77,70	22,30	33,78
7	0,90	0,75	1	5,55	83,25	16,75	25,37
8	0,75	0,60	2	11,10	94,35	5,65	8,56
9	0,60	0,45	1	5,55	99,90	0,10	0,15

Granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin logaritmik U içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil, 4.67); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun % 98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,36 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 23 ppb değeri üzerinde U içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama -

2 Standart Sapması) ise $\log(1,35) = 22$ ppb olup, bu değerin altında Fe içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir.



Şekil 4.66. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik U içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.67. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin Logaritmik U içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu veriler ışığında granit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin U içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; TOP-11 ve NAZ-4 nolu örneklerdir. Temel değer olan 23 ppb altında olan ancak bu değere yakın miktarda U içeren TOP-10, NAZ-2 ve NAZ-5 nolu örnekler de önemlidir (Şekil 4.68).

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardaki uranyum içeriğine bakıldığında granitik kayaç topluluğundan kaynaklanan sularda daha yüksek U değerleri görülürken, diyoritik kayaç grubunda daha düşük değerler izlenir. Andezit grubu kayalardan alınan su örneklerinde ise sadece üç adet örnekte bu grup kayalardan kaynaklanan su örnekleri için belirlenen eşik değeri üzerinde uranyum izlenir. Su örneklerindeki uranyum içeriğindeki bu çokluk sırası kayalardaki uranyum içeriği ile yakından ilgilidir. Nitekim çeşitli bölgelerdeki kayalardaki uranyum içeriğine bakıldığında (Faure, 1998 ve Govett, 1985); bazik kayalarda ortalama 0,75 ppm, ortaç bileşimli kayalarda 1,8 ppm, granitik kayalarda ise 3 ppm uranyum çokluk sıralaması görülür.

4.8. Çinko

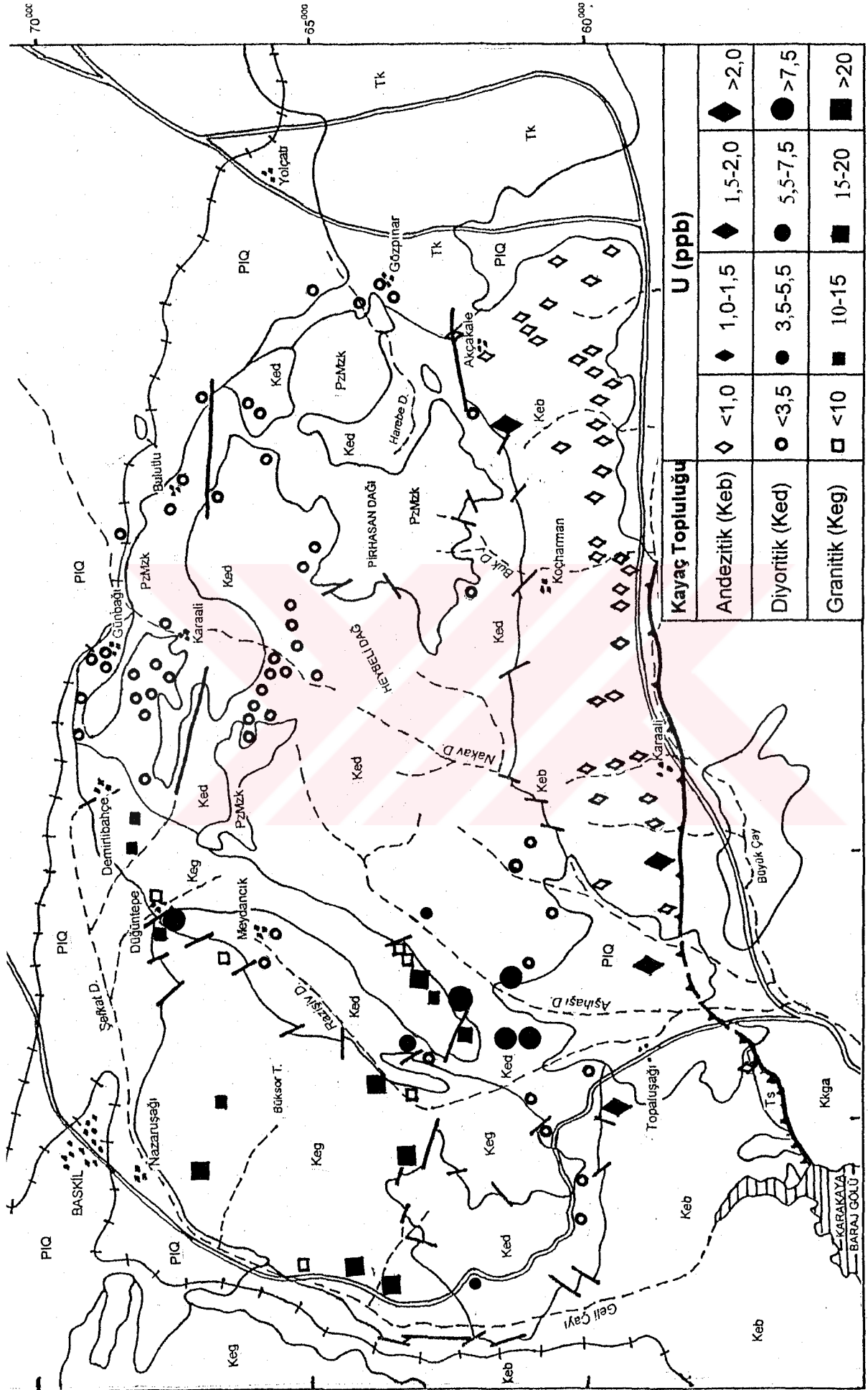
Kayaçların Zn içeriklerine bakıldığında asidik bileşimden bazik bileşime doğru gittikçe artmaktadır. Dünyanın değişik yerlerindeki kayaçların ortalama Zn içeriklerine bakıldığında; granitlerde 48 ppm, diyorit ve andezitlerde 70 ppm, bazaltik ve gabroik kayalarda 100 ppm olduğu görülür (Wedepohl, 1978). Kaynak sularındaki ortalama çinko içeriği 20 ppb' dir (Rose vd., 1979).

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan örneklerin çinko içerikleri ile bu suların kaynaklandığı kayaç topluluğu Tablo 4.63' te verilmiştir

4.8.1. Genel Prospeksiyon

Tablo 4.63'teki sınıflandırılmamış aritmetik Zn değerleri ile Zn(x10) değerlerine uygulanan logaritmik dönüşüm değerleri kullanılarak elde edilen bazı istatistiksel özet bilgiler Tablo 4.64'te verilmiştir.

Bu tablodaki verilere bakıldığında aritmetik Zn değerlerinin standart sapmasının, aritmetik ortalamasından çok büyük olduğu görülür. Bu büyüklük, basıklık değerine de yansımıştır. Logaritmik Zn(x10) değerlerine göre standart sapma, aritmetik ortalamadan daha küçük bir değere sahiptir. Veriler topluluklarına ayrılmadığından bulunan 465,5 ppb eşik değeri gerçeği yansıtmamaktadır.



Şekil 4.68. U elementinin ayrı ayrı kayalar gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım.

Tablo 4.63. Su örneklerinin ppb olarak Zn(x10) içeriği, bunların logaritmik dönüşümleri ve su örneklerinin kaynaklandığı kayac grupları.

Örnek No:	Zn x10	Log Zn x10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Zn x10	log Zn x10	Kayaç Grubu	Örnek No:	Zn x10	log Zn x10	Kayaç Grubu
GUN-1	81	1,91	Diyorit	CVS-4	<5	-	Diyorit	KOC-4	25	1,40	Andezit
GUN-2	47	1,67	Diyorit	CVS-5	<5	-	Diyorit	KOC-6	<5	-	Andezit
GUN-3	71	1,85	Diyorit	CVS-6	<5	-	Diyorit	KOC-7	5	0,70	Andezit
GUN-4	65	1,81	Diyorit	TAT-1	<5	-	Diyorit	KOC-8	35	1,54	Andezit
GUN-5	75	1,88	Diyorit	TAT-5	<5	-	Diyorit	KRL-1	6	0,78	Andezit
GUN-6	77	1,89	Diyorit	TOP-6	56	1,75	Diyorit	KRL-2	7	0,85	Andezit
GUN-7	129	2,11	Diyorit	TOP-7	7	0,85	Diyorit	KRL-3	<5	-	Andezit
GUN-8	85	1,93	Diyorit	TOP-8	42	1,62	Diyorit	KRL-4	25	1,40	Andezit
GUN-9	53	1,72	Diyorit	TOP-13	6	0,78	Diyorit	KRL-5	12	1,08	Andezit
GUN-10	58	1,76	Diyorit	TOP-14	30	1,48	Diyorit	KRL-6	42	1,62	Andezit
KGD-1	65	1,81	Diyorit	TOP-16	28	1,45	Diyorit	KRL-7	38	1,58	Andezit
KGD-2	40	1,60	Diyorit	TOP-17	192	2,28	Diyorit	KRL-8	<5	-	Andezit
KGD-3	42	1,62	Diyorit	TOP-18	61	1,79	Diyorit	KRL-9	<5	-	Andezit
KGD-4	42	1,62	Diyorit	DEM-1	39	1,59	Diyorit	KRL-10	<5	-	Andezit
KGD-5	43	1,63	Diyorit	DEM-2	125	2,10	Diyorit	CVS-1	6810	3,83	Andezit
KGD-6	107	2,03	Diyorit	DEM-3	43	1,63	Diyorit	TOP-1	<5	-	Andezit
KGD-7	44	1,64	Diyorit	DUG-3	16	1,20	Diyorit	TOP-5	<5	-	Andezit
KGD-8	45	1,65	Diyorit	MEY-1	9	0,95	Diyorit	TOP-15	<5	-	Andezit
KGD-9	59	1,77	Diyorit	MEY-2	9	0,95	Diyorit	TOR-1	35	1,54	Andezit
KGD-10	45	1,65	Diyorit	NAZ-6	44	1,64	Diyorit	TOR-2	29	1,46	Andezit
KGD-11	57	1,76	Diyorit	AKC-1	23	1,36	Andezit	TOR-3	2021	4,31	Andezit
KGD-12	59	1,77	Diyorit	AKC-2	39	1,59	Andezit	TAT-2	<5	-	Granit
KGD-13	44	1,64	Diyorit	AKC-3	49	1,69	Andezit	TAT-3	32	1,51	Granit
KGD-14	57	1,76	Diyorit	AKC-4	24	1,38	Andezit	TAT-4	31	1,49	Granit
BUL-1	4023	3,60	Diyorit	AKC-5	56	1,75	Andezit	TAT-6	<5	-	Granit
BUL-2	44	1,64	Diyorit	AKC-6	99	2,00	Andezit	TOP-9	<5	-	Granit
BUL-3	50	1,70	Diyorit	AKC-7	36	1,56	Andezit	TOP-10	157	2,20	Granit
BUL-4	48	1,68	Diyorit	KRC-1	48	1,68	Andezit	TOP-11	29	1,46	Granit
BUL-5	61	1,79	Diyorit	KRC-2	79	1,90	Andezit	TOP-12	7	0,85	Granit
AGL-1	53	1,72	Diyorit	KRC-3	51	1,71	Andezit	DEM-4	118	2,07	Granit
AGL-2	24	1,38	Diyorit	KRC-4	40	1,60	Andezit	DEM-5	63	1,80	Granit
AGL-3	50	1,70	Diyorit	KRC-5	26	1,41	Andezit	DUG-1	8	0,90	Granit
CAN-1	103	2,01	Diyorit	KRC-6	<5	-	Andezit	DUG-2	9	0,95	Granit
CAN-2	96	1,98	Diyorit	KRC-7	<5	-	Andezit	MEY-3	15	1,18	Granit
GOZ-1	26	1,41	Diyorit	KRC-8	<5	-	Andezit	NAZ-1	21	1,32	Granit
GOZ-2	30	1,48	Diyorit	KRC-9	26	1,41	Andezit	NAZ-2	8	0,90	Granit
AKC-8	19	1,28	Diyorit	KRC-10	28	1,45	Andezit	NAZ-3	16	1,20	Granit
KOC-5	<5	-	Diyorit	KOC-1	15	1,18	Andezit	NAZ-4	8	0,90	Granit
CVS-2	7	0,85	Diyorit	KOC-2	<5	-	Andezit	NAZ-5	27	1,43	Granit
CVS-3	12	1,08	Diyorit	KOC-3	14	1,15	Andezit				

Tablo 4.64. Bütün su örneklerinin aritmetik Zn ve logaritmik Zn(x10) içeriğine göre ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

<i>Aritmetik Zn</i>		<i>log(Zn x 10)</i>	
Ortalama (X)	35,33	Ortalama (X)	1,60
Standart Sapma(S)	215,32	Standart Sapma(S)	0,54
Standart Hata	21,53	Standart Hata	0,06
Ortanca (medyan)	4,2	Ortanca (medyan)	1,62
Kip (mod)	4,2	Kip (mod)	1,62
Örnek Varyans	46363,55	Örnek Varyans	0,30
Basıklık (yamukluk)	75,5	Basıklık (yamukluk)	9,29
Çarpıklık (eğiklik)	8,4	Çarpıklık (eğiklik)	2,22
En Büyük	2021,4	En Büyük	4,31
En Küçük	0	En Küçük	0,70
Örnek Sayısı	119	Örnek Sayısı	119
X+2S (Eşik Değer)	465,97	X+2S (Eşik Değer)	2,69

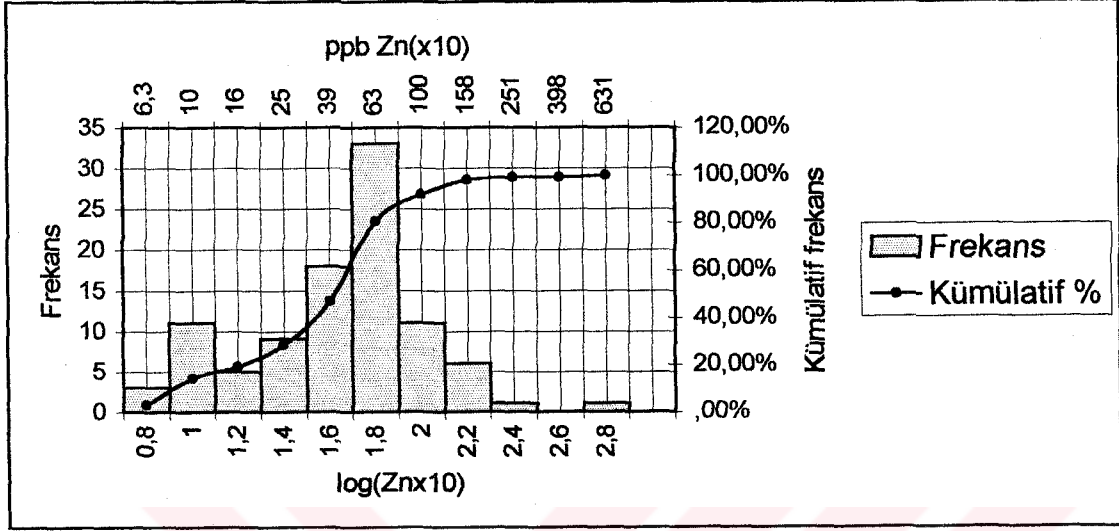
Logaritmik Zn(x10) verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.65), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.69) elde edilmiştir. Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Birbirini üzerleyen bu topluluklar anomali ve temel değer topluluklarıdır.

Tablo 4.65. Bütün su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

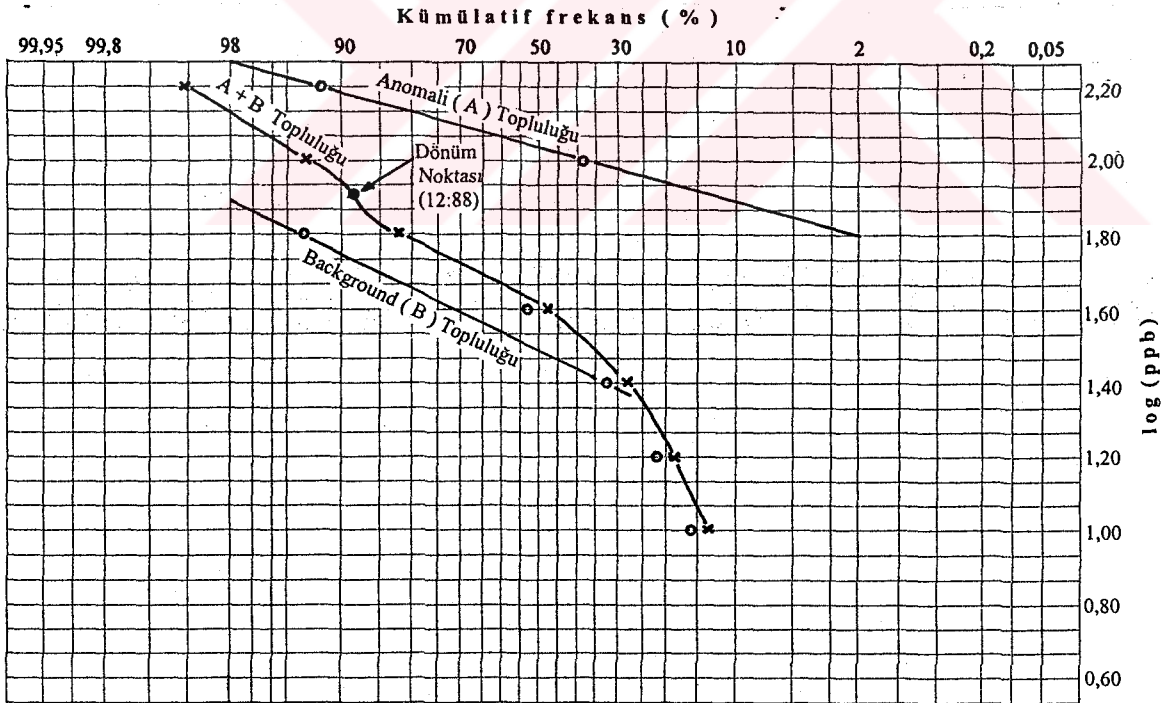
Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (12 : 88)
1	2,40	2,20	1	1,05	1,05	-	8,75
2	2,20	2,00	6	6,31	7,36	-	61,33
3	2,00	1,80	10	10,52	17,88	82,12	93,31
4	1,80	1,60	33	34,73	52,61	47,39	53,85
5	1,60	1,40	18	18,95	71,56	28,44	32,31
6	1,40	1,20	9	9,47	81,03	18,97	21,55
7	1,20	1,00	5	5,26	86,29	13,71	15,58
8	1,00	0,80	10	10,52	96,81	3,19	3,62
9	0,80	0,60	3	3,16	99,97	0,03	0,03

Tüm logaritmik Zn(x10) değerlerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.70); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,90 değerine karşılık gelen aritmetik 79 ppb, gerçekte ise 7,9 ppb değerinin üzerinde Zn içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise log (1,80) = 63 ppb'dir.

Ancak hesaplamalar yapılırken bütün Zn değerleri 10 ile çarpıldığından gerçekte bu değer 6,3 ppb olarak alınmalıdır. Bu değerın altında Zn içeren tüm örnekler temel değer gösteren örneklerdir. Bu iki değer arasındaki değerlere sahip örnekler ise melez örneklerdir.



Şekil 4.69. Bütün su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.



Şekil 4.70. Bütün su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu verilere göre tüm örneklerin Zn içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan GUN-1, GUN-7, GUN-8, KGD-6, BUL-1, CAN-1, CAN-2, TOP-17 ve DEM-2 nolu örnekler, andezit grubu kayalardan

kaynaklanan sulardan alınan AKC-6, KRC-2, CVS-1 ve TOR-3 nolu örnekler, granit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınan TOP-10 ve DEM-4 nolu örneklerdir. Temel değer olan 7,9 ppb ile 6,3 ppb arasında Zn içeren melez örnekler diyorit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınan GUN-3, GUN-4, GUN-5, GUN-6 ve KGD-1 nolu örnekler ile granit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınan DEM-5 nolu örneklerdir (Şekil 4.71) .

Çinko, pH değerinin 5-8 arasında olduğu oksidasyon ortamlarda hareketli olup limonit ve kil minerallerinin yapısına girerek bir miktar tutulabilmektedir. Çinkonun hareketliliğinden dolayı su örneklerinde taşınan çinko rahatlıkla tespit edilmiş, anomalileri harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4.71 ve Şekil 4.78). Bu dağılıma göre genellikle diyoritik kayaların metamorfitle olan dokanaklar ve diyorite sokulum yapan granodiyoritlerle oluşan kontak boyunca gelişen kırıklara yerleşmiş cevherli damar bölgeleri boyunca çinko zenginleşmeleri tespit edilmiştir. Akçakale civarında bindirme hattı üzerinde andezitik kayalarda küçük bir zenginleşme de mevcuttur.

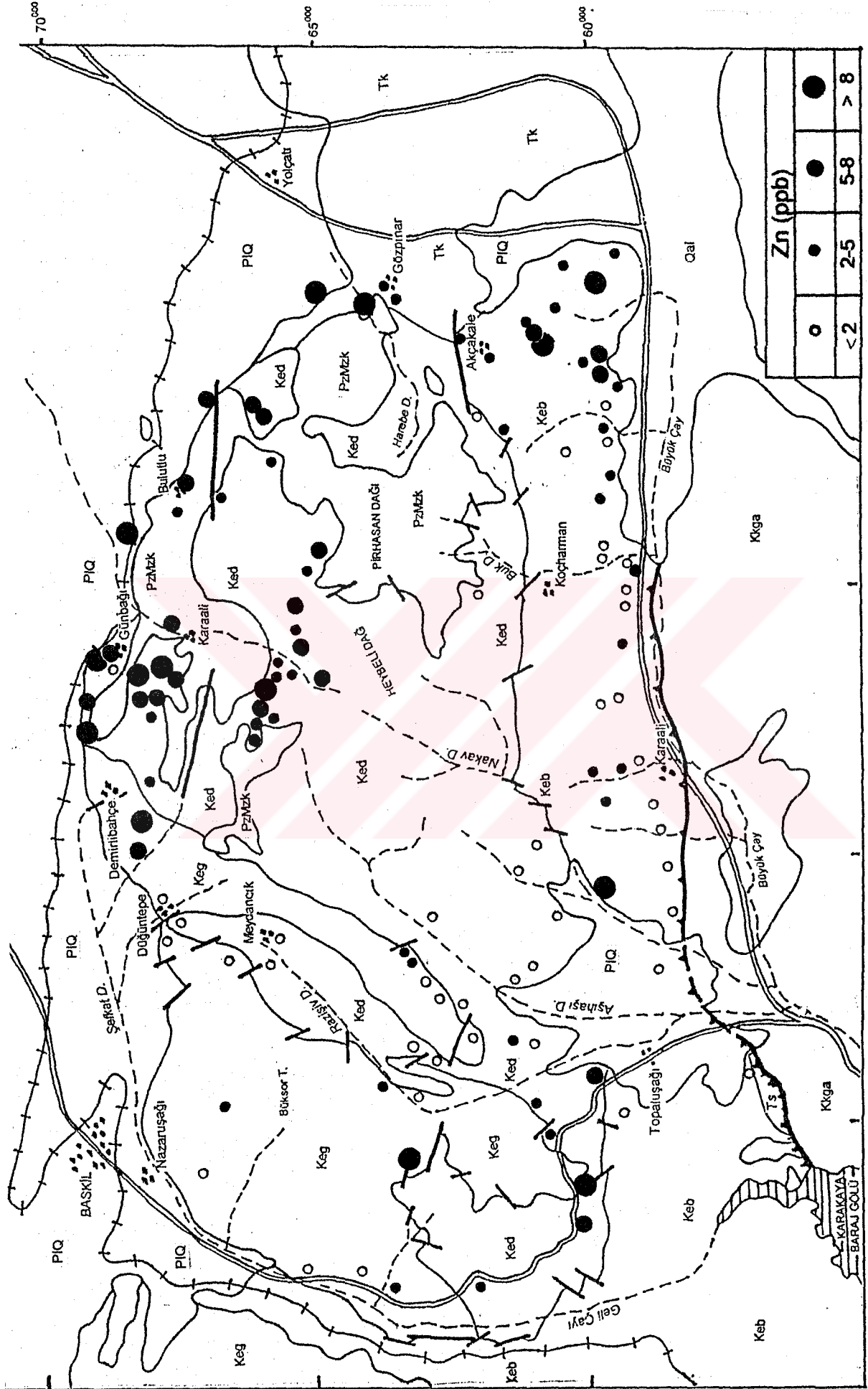
4.8.2. Detay Prospeksiyon

4.8.2.1. Andezit grubu kayalarda dağılım

Tablo 4.63'teki andezit grubu kayalarından kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Zn ve logaritmik Zn(x10) içerikleri kullanılarak, sınıflandırılmamış verilerden elde edilen bazı tanımlayıcı istatistiksel bilgiler özet tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.66).

Tablo 4.66. Andezit grubu kayalarından kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Zn ve logaritmik Zn(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

<i>Aritmetik Zn</i>		<i>log(Zn x 10)</i>	
Ortalama (X)	2,34	Ortalama (X)	1,44
Standart Sapma(S)	2,36	Standart Sapma(S)	0,32
Standart Hata	0,38	Standart Hata	0,06
Ortanca (medyan)	2,4	Ortanca (medyan)	1,46
Kip (mod)	0	Kip (mod)	1,40
Örnek Varyans	5,59	Örnek Varyans	0,10
Basıklık (yamukluk)	1,6	Basıklık (yamukluk)	0,55
Çarpıklık (eğiklik)	1,1	Çarpıklık (eğiklik)	-0,79
En Büyük	9,9	En Büyük	2,00
En Küçük	0	En Küçük	0,70
Örnek Sayısı	41	Örnek Sayısı	41
X+2S (Eşik Değer)	7,06	X+2S (Eşik Değer)	2,07

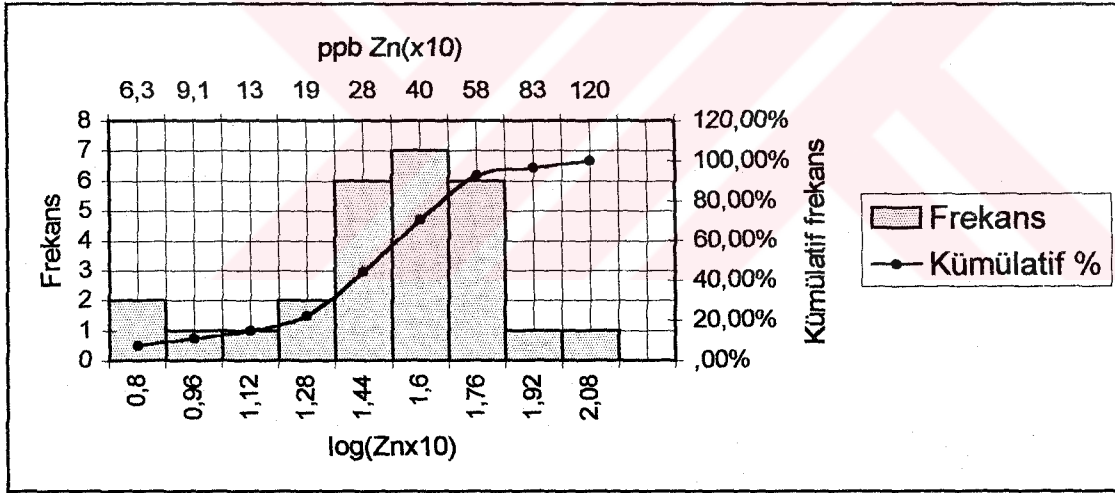


Şekil 4.71. Bütün su örneklerindeki Zn içeriğinin alansal dağılımı.

Tablo 4.66'da verilen eşik değerlerin gerçek değerlerinin bulunması için veriler topluluklarına ayrılmıştır. Bunun için logaritmik $Zn(x10)$ verileri sınıflandırılarak frekans dağılım tablosu (Tablo 4.67), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.72) çizilmiştir.

Tablo 4.67. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Zn(x10)$ içeriği kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	$100 - Y_{AB}$	$(Y_A : Y_B)$ (17 : 83)
1	2,08	1,92	1	3,70	3,70	-	9,25
2	1,92	1,76	1	3,70	7,40	-	18,50
3	1,76	1,60	6	22,20	29,60	-	74,00
4	1,60	1,44	7	25,90	55,50	44,50	74,16
5	1,44	1,28	6	22,20	77,70	22,30	37,16
6	1,28	1,12	2	7,40	85,10	14,90	24,83
7	1,12	0,96	1	3,70	88,80	11,20	18,66
8	0,96	0,80	1	3,70	92,50	7,50	12,50
9	0,80	0,64	2	7,40	99,90	0,10	0,16

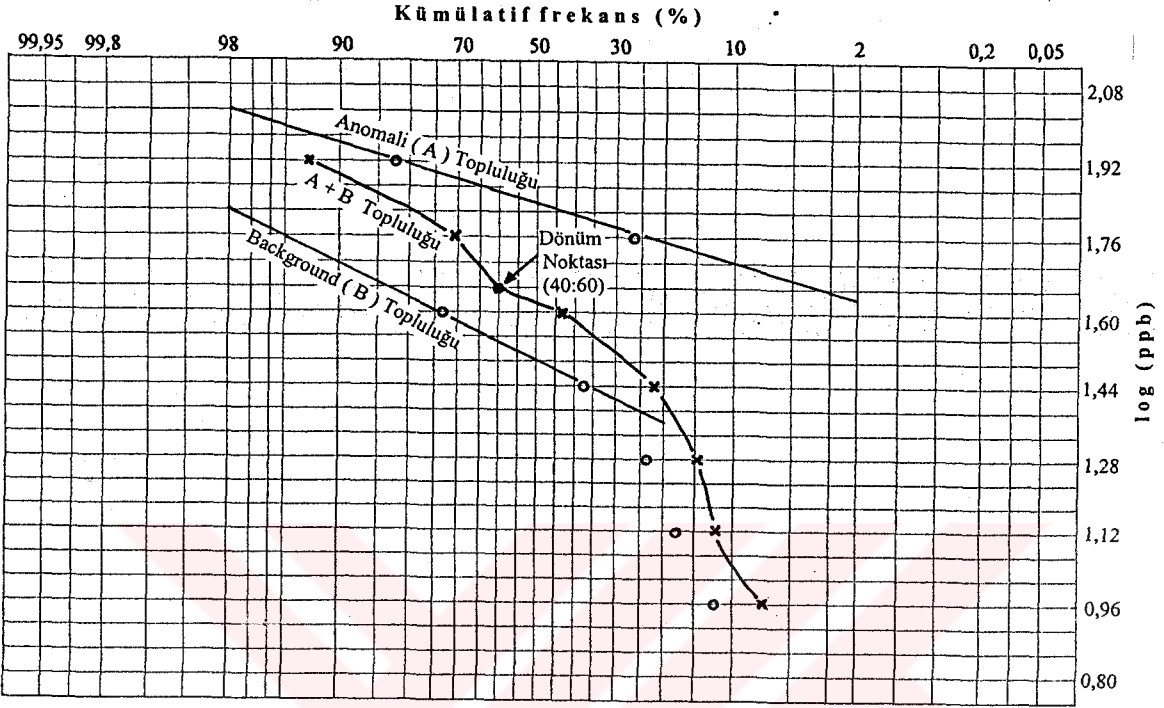


Şekil 4.72. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik $Zn(x10)$ içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

Elde edilen kümülatif frekans eğrisine göre normal dağılımlı iki topluluğun varlığı söz konusudur. Bu topluluklar anomali ve temel değer toplulukları olup, topluluklar birbirini üzerlemiştir. Hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.73); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir.

Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,82 değerine karşılık gelen aritmetik 66 ppb, gerçekte ise 6,6 ppb üzerinde Zn içeren örnekler kesinlikle anomali değerine sahip örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif

değeri (ortalama – 2 Standart Sapması) ise $\log(1,62) = 42$ ppb (gerçekte 4,2 ppb) olup, bu değerin altında Zn içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir. Melez örnekler ise 4,2 ppb ile 6,6 ppb arasında Zn içeren örneklerdir.



Şekil 4.73. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu verilerden faydalanarak çalışma alanında andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerden Zn içeriğine göre anomali değerine sahip örneklerin; AKC-6, KRC-2, CVS-1 ve TOR-3 nolu örnekler olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.71). Andezit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerden Akçakale güneyindeki AKC-3, AKC-5, KRC-1, KRC-3 nolu örnekler ile Karaali yakınında alınan KRL-6 nolu örnek melez örnekler olup 4,2 ppb-6,6 ppb arasında Zn içeriğine sahiptir.

4.8.2.2. Diyorit grubu kayalarda dağılım

Tablo 4.63'te verilen ve diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik ve logaritmik Zn(x10) değerleri kullanılarak elde edilen tanımlayıcı istatistiksel veriler Tablo 4.68'de özetlenmiştir. Tablo 4.68'deki eşik değerler gerçek değerlerinden oldukça büyük değerlerdir. Gerçek eşik değerler verileri sınıflandırılmak suretiyle olasılık grafiği yöntemi ile bulunmuştur.

Tablo 4.68. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Zn ve logaritmik Zn(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

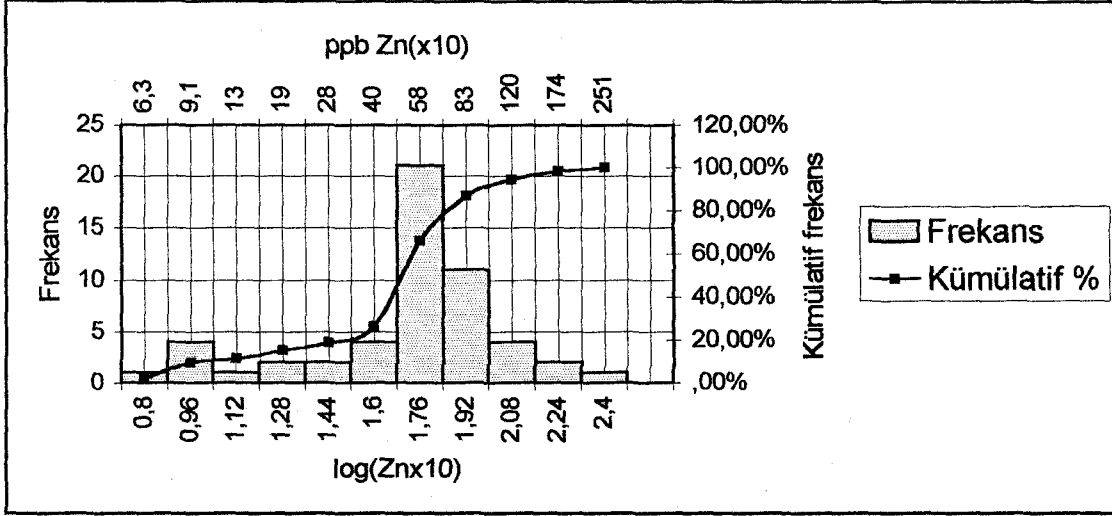
Aritmetik Zn		log(Zn x 10)	
Ortalama (X)	4,78	Ortalama (X)	1,63
Standart Sapma(S)	3,61	Standart Sapma(S)	0,33
Standart Hata	0,47	Standart Hata	0,04
Ortanca (medyan)	4,4	Ortanca (medyan)	1,67
Kip (mod)	0	Kip (mod)	1,64
Örnek Varyans	13,06	Örnek Varyans	0,11
Basıklık (yamukluk)	3,5	Basıklık (yamukluk)	0,98
Çarpıklık (eğiklik)	1,3	Çarpıklık (eğiklik)	-0,97
En Büyük	19,2	En Büyük	2,28
En Küçük	0	En Küçük	0,78
Örnek Sayısı	60	Örnek Sayısı	60
X+2S (Eşik Değer)	12,00	X+2S (Eşik Değer)	2,28

Tablo 4.69’da sınıflandırılmış logaritmik Zn verilerinin frekans dağılım tablosu, Şekil 4.74’te ise histogramı ve kümülatif frekans eğrisi verilmiştir. Buna göre logaritmik Zn verilerinin genel olarak normal dağılımlı iki topluluktan oluştuğu görülür. Bu durum, olasılık grafiği üzerinde de izlenir.

Tablo 4.69. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriği kullanılarak hazırlanan frekans dağılım tablosu.

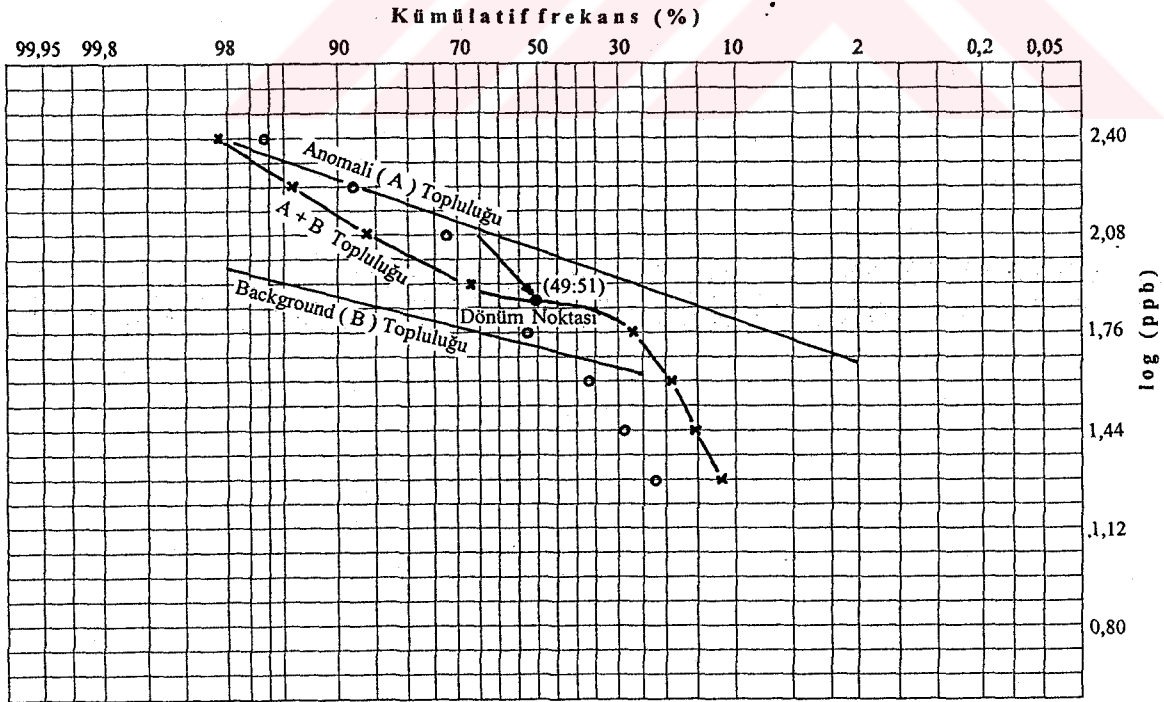
Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y _{AB})	100 - Y _{AB}	(Y _A : Y _B) (55 : 45)
1	2,40	2,24	1	1,88	1,88	-	3,89
2	2,24	2,08	2	3,77	5,65	-	11,53
3	2,08	1,92	4	7,55	13,20	-	26,93
4	1,92	1,76	11	20,76	33,96	-	69,30
5	1,76	1,60	21	39,63	73,59	26,41	51,78
6	1,60	1,44	4	7,55	81,14	18,86	36,98
7	1,44	1,28	2	3,77	84,91	15,09	29,58
8	1,28	1,12	2	3,77	88,68	11,32	22,19
9	1,12	0,96	1	1,88	90,56	9,44	18,50
10	0,96	0,80	4	7,55	98,11	1,89	3,70
11	0,80	0,64	1	1,88	99,99	0,01	0,01

Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin Zn(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.75); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir. Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,96



Şekil 4.74. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 91 ppb, gerçekte 9,1 ppb değeri üzerinde Zn içeriğine sahip örnekler kesinlikle anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama - 2 Standart Sapması) ise $\log(1,64) = 44$ ppb (gerçekte 4,4 ppb) olup, bu değerin altında Zn içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir.



Şekil 4.75. Diyorit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Bu veriler ışığında diyorit grubu kayalarından kaynaklanan suların alınan örneklerin Zn içeriğine göre anomali değerine sahip örnekler; GUN-7, KGD-6, BUL-1, CAN-1, CAN-2, TOP-17 ve DEM-2 nolu örneklerdir. Temel değer olan 9,1 ppb altında olan ancak bu değere yakın miktarda Zn içeren GUN-1 ve GUN-8 nolu örnekler de önemlidir (Şekil 4.71).

4.8.2.3. Granit grubu kayalarındaki dağılım

Granit grubu kayalarından kaynaklanan su örneklerinin sınıflandırılmamış aritmetik ve logaritmik Zn içerikleri kullanılarak (Tablo 4.63) elde edilen tanımlayıcı özet istatistiksel bilgiler tablo olarak verilmiştir (Tablo 4.70).

Tablo 4.70. Granit grubu kayalarından kaynaklanan su örneklerinin aritmetik Zn ve logaritmik Zn(x10) içeriğine göre, ppb olarak hazırlanan bazı tanımlayıcı istatistiksel veriler.

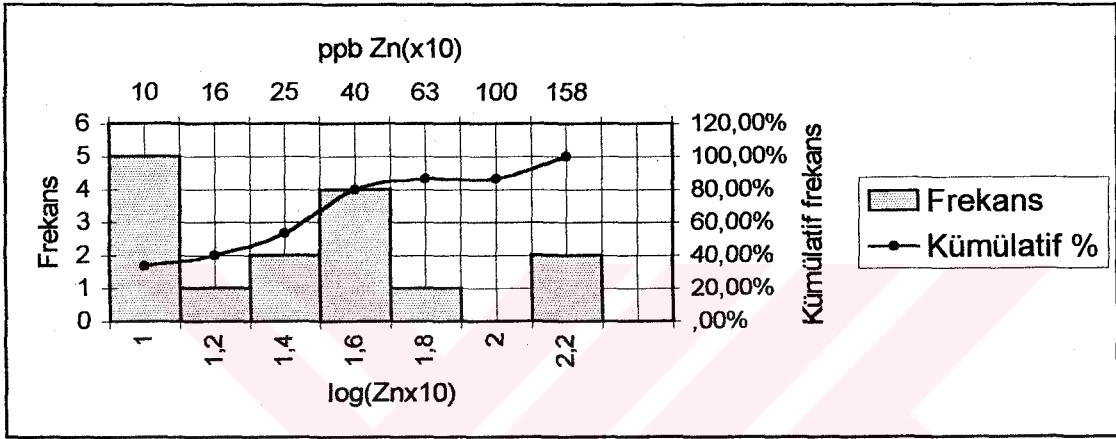
<i>Aritmetik Zn (x10)</i>		<i>log(Zn x 10)</i>	
Ortalama (X)	3,66	Ortalama (X)	1,34
Standart Sapma(S)	4,41	Standart Sapma(S)	0,43
Standart Hata	1,14	Standart Hata	0,11
Ortanca (medyan)	2,1	Ortanca (medyan)	1,32
Kip (mod)	0,8	Kip (mod)	0,90
Örnek Varyans	19,46	Örnek Varyans	0,18
Basıklık (yamukluk)	3,7	Basıklık (yamukluk)	-0,33
Çarpıklık (eğiklik)	2,1	Çarpıklık (eğiklik)	0,69
En Büyük	15,7	En Büyük	2,20
En Küçük	0,7	En Küçük	0,85
Örnek Sayısı	18	Örnek Sayısı	18
X+2S (Eşik Değer)	12,48	X+2S (Eşik Değer)	2,20

Granitik kayalar grubundan kaynaklanan suların alınan örneklerin aritmetik Zn(x10) içeriklerine logaritmik dönüşüm uygulanıp veriler sınıflandırılmış, logaritmik Zn(x10) verilerinin frekans dağılım tablosu (Tablo 4.71), histogramı ve kümülatif frekans eğrisi (Şekil 4.76) elde edilmiştir. Genel olarak log normal dağılımlı grafikte genel olarak iki topluluğun olduğu görülür. Bu veriler yardımıyla hazırlanan olasılık grafiğinde gerçek eşik değerler tespit edilmiştir.

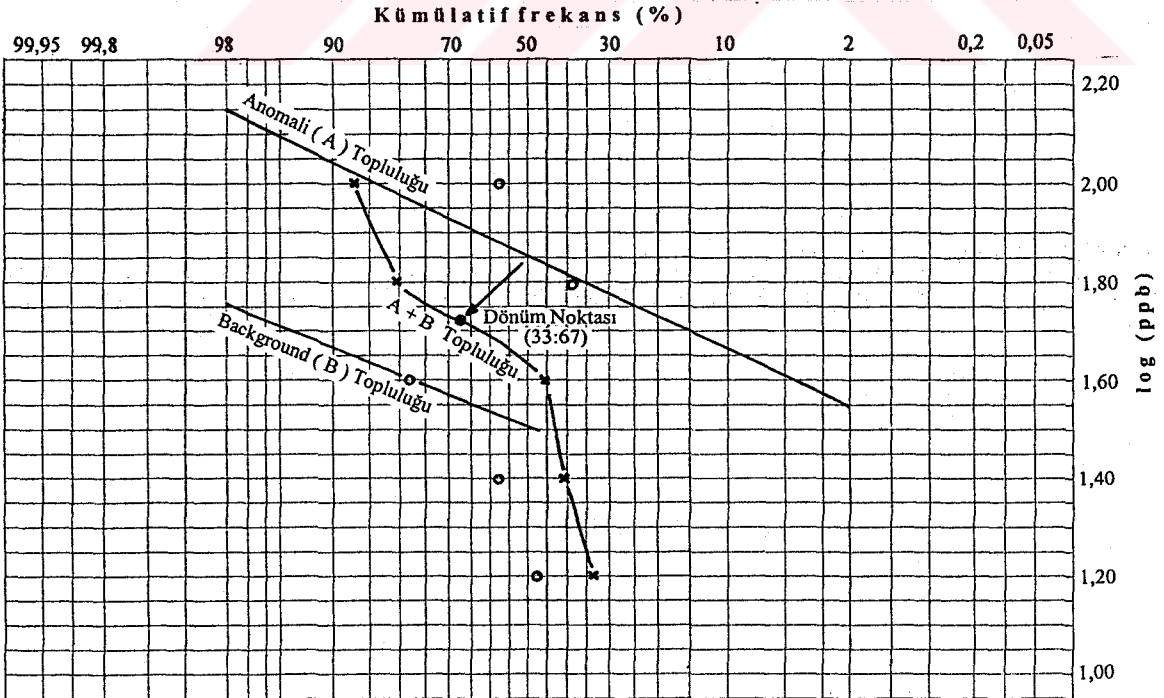
Granit grubu kayalarından kaynaklanan suların alınan örneklerin logaritmik Zn(x10) içeriklerine göre hazırlanan olasılık grafiğine göre (Şekil 4.77); verilerin temel değer topluluğu (B) ve anomali topluluğu (A) olmak üzere iki topluluktan oluştuğu görülmektedir.

Tablo 4.71. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan frekans dağılım tablosu.

Sınıf No	Sınıf Tavan	Sınıf Taban	Frekans	Frekans (%)	Kümülatif %Frekans (Y_{AB})	$100 - Y_{AB}$	$(Y_A : Y_B)$ (38 : 62)
1	2,20	2,00	2	13,32	13,32	-	40,36
2	2,00	1,80	0	0,00	13,32	-	40,36
3	1,80	1,60	1	6,66	19,98	-	60,54
4	1,60	1,40	4	26,64	46,62	53,38	79,67
5	1,40	1,20	2	13,32	59,94	40,06	59,79
6	1,20	1,00	1	6,66	66,60	33,40	49,85
7	1,00	0,80	5	33,30	99,90	0,10	0,14



Şekil 4.76. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriklerine göre hazırlanan sınıflandırılmış verilerin histogramı ve kümülatif frekans grafiği.

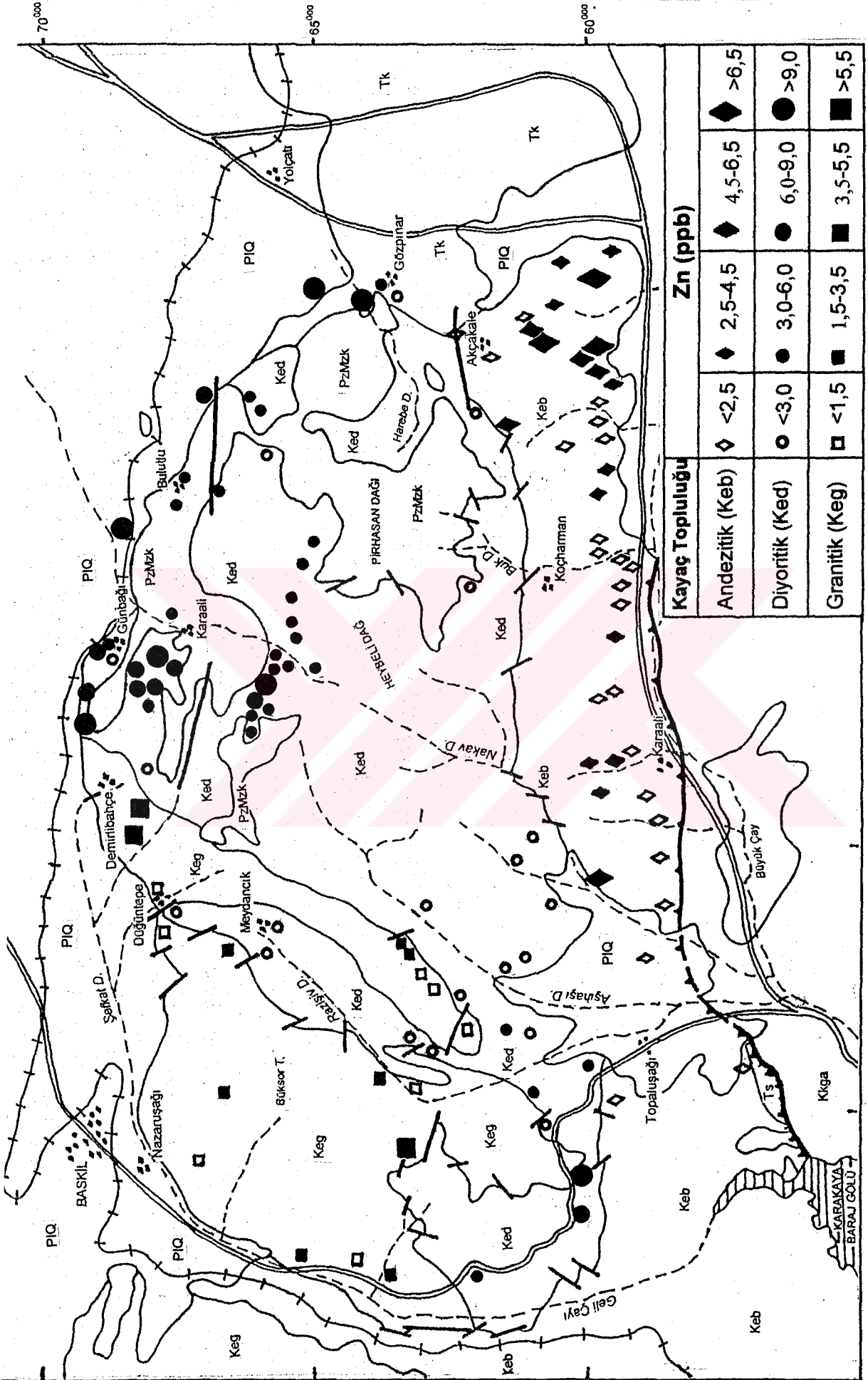


Şekil 4.77. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin logaritmik Zn(x10) içeriğine göre hazırlanan olasılık grafiği.

Temel değer topluluğunun %98 kümülatif değeri (ortalama + 2 Standart Sapması) logaritmik 1,75 değerine yaklaşık karşılık gelen aritmetik 56 ppb' dir. Ancak bütün Zn değerleri 10 ile çarpıldıktan sonra hesaplamalar yapıldığından gerçekte bu değer 5,6 ppb olarak alınmalıdır. 5,6 ppb değeri üzerinde Zn içeriğine sahip örnekler anomali gösteren örneklerdir. Anomali topluluğunun %2 kümülatif değeri (ortalama – 2 Standart Sapması) ise $\log(1,55) = 35$ ppb (gerçekte 3,5 ppb) olup, bu değerin altında Zn içeren örnekler kesinlikle temel değer gösteren örneklerdir.

Bu verilere göre granit grubu kayalarından kaynaklanan sulardan alınan örneklerden TOP-10, DEM-4, ve DEM-5 nolu  rnekler Zn içeriğine göre anomali değerine sahip örneklerdir (şekil 4.78).





Şekil 4.78. Zn elementinin ayrı ayrı kayaç gruplarına göre bütün çalışma alanında göstermiş olduğu alansal dağılım.

5. KORELASYON

5.1. Su Örneklerindeki Elementler Arası Korelasyon

Bu çalışmada Elazığ mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan 119 adet örnekte As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn elementleri arasındaki ilişki ve bu ilişkinin kuvvet derecesi belirlenmiştir.

Tablo 5.1'de korelasyon katsayısına göre değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvet derecesi verilmiştir.

Tablo 5.1. Korelasyon katsayısına göre değişkenler arasındaki ilişkinin kuvvet derecesi (Temur, 1997).

Korelasyon Katsayısı (r) aralığı		DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ İLİŞKİNİN KUVVET DERECESESİ
-1,000	-0,850	ÇOK KUVVETLİ NEGATİF KORELASYON
-0,849	-0,600	KUVVETLİ NEGATİF KORELASYON
-0,599	-0,450	ZAYIF NEGATİF KORELASYON
-0,449	-0,300	ÇOK ZAYIF NEGATİF KORELASYON
-0,299	0,300	KORELASYON İLİŞKİSİ YOK
0,301	0,450	ÇOK ZAYIF POZİTİF KORELASYON
0,451	0,600	ZAYIF POZİTİF KORELASYON
0,601	0,850	KUVVETLİ POZİTİF KORELASYON
0,851	1,000	ÇOK KUVVETLİ POZİTİF KORELASYON

Govett (1985)'e göre aritmetik değerlere logaritmik dönüşüm uygulandığında yüksek değerlerin etkisi azalacağından, bu dönüşümle yüksek değerler küçük değerlere yaklaşacaktır. Bu nedenle değişkenlerin yüksek değerli olanları arasında aritmetik olarak ilişki zayıf veya ilişki yoksa, logaritmik dönüşüm yapıldığında ilişkinin arttığı görülür. Bunun tersine değişkenlerin yüksek değerli olanları arasında aritmetik olarak iyi bir ilişki varsa, logaritmik dönüşüm yapıldığında bu ilişkinin zayıfladığı görülür. İşte bu durumun tespiti için elementlerin hem aritmetik değerleri, hem de aritmetik değerlere logaritmik dönüşüm uygulanarak bulunan logaritmik değerleri kullanılarak korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

5.1.1. Bütün Su Örneklerindeki Elementler Arası Korelasyon

Su örneklerinin bütünündeki elementlerin aritmetik değerlerine göre elementler arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları, tablo halinde verilmiştir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2'ye göre sadece Fe-Mn arasında kuvvetli ve pozitif ilişki vardır. Mo-U arasında kuvvetliye yakın derecede ancak zayıf ve pozitif bir ilişki görülür. Yine As-Mo, Cu-Mn, Cu-Zn ve Mo-U arasında da zayıf derecede pozitif bir ilişki söz konusudur.

Tablo 5.2. Bütün su örneklerindeki element içeriğinin aritmetik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları.

Elementler	As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	U	Zn
As	1,000							
Cu	-0,059	1,000						
Fe	-0,011	0,309	1,000					
Mn	-0,050	0,468	0,768	1,000				
Mo	0,487	-0,133	-0,061	-0,069	1,000			
Pb	-0,237	0,339	0,092	0,161	-0,117	1,000		
U	0,382	-0,148	-0,030	-0,045	0,597	-0,219	1,000	
Zn	0,210	0,460	0,151	0,318	0,120	-0,040	-0,029	1,000

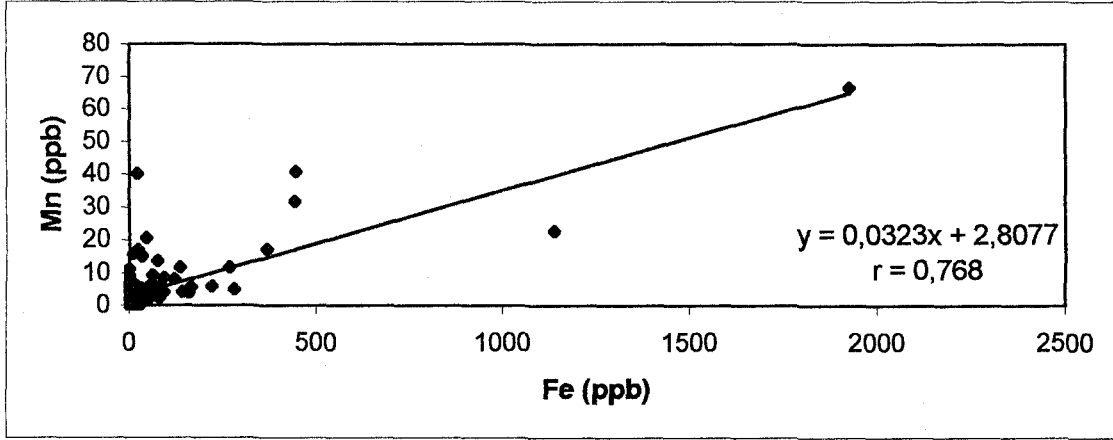
Tablo 5.3'te su örneklerinin bütünündeki elementlerin aritmetik değerlerine logaritmik dönüşümler uygulandıktan sonra elde edilen ve elementler arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları tablosu verilmiştir.

Tablo 5.3. Bütün su örneklerindeki element içeriğinin logaritmik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları.

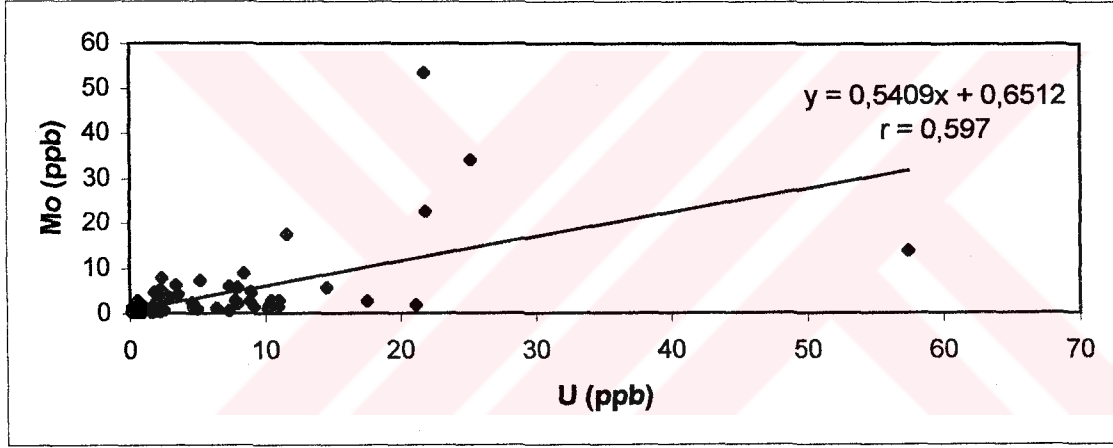
Elementler	As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	U	Zn
As	1,000							
Cu	-0,035	1,000						
Fe	0,055	0,426	1,000					
Mn	0,000	0,701	0,522	1,000				
Mo	0,426	-0,222	-0,052	-0,259	1,000			
Pb	-0,301	0,281	0,288	0,199	-0,160	1,000		
U	0,482	-0,072	-0,060	-0,105	0,703	-0,337	1,000	
Zn	0,126	0,631	0,211	0,584	-0,195	0,063	-0,059	1,000

Tablo 5.2 ile Tablo 5.3 karşılaştırıldığında Tablo 5.2'deki As-Mo ve Fe-Mn arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayılarının Tablo 5.3'te küçüldüğü, Cu-Mn, Cu-Zn, Mo-U arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayılarının ise büyüdüğü görülür. Dolayısıyla sadece As-Mo ve Fe-Mn elementlerinin yüksek değerleri arasındaki ilişki kuvvetlidir.

Tablo 5.2'ye göre aralarında kuvvetli ve pozitif ilişki olan Fe-Mn ve zayıf ancak kuvvetliye yakın derecede pozitif ilişki olan U-Mo elementleri arası korelasyon grafiği sırasıyla Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Fe-Mn elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).



Şekil 5.2. U-Mo elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).

5.1.2. Andezit Grubu Kayaçlardan Kaynaklanan Su Örneklerinde Elementler Arası Korelasyon

Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin As, Fe, Mn, Mo, Pb, U, Zn element içeriklerinin aritmetik değerlerine ve bunların logaritmik dönüşümlerine göre bu elementler arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları tablosu Tablo 5.4 ve Tablo 5.5'te verilmiştir.

Tablo 5.4'e göre Cu-Zn, Mn-Zn ve Fe-Mn arasında kuvvetli derecede pozitif bir ilişki, Cu-Mn ve Fe-Zn arasında zayıf derecede pozitif bir ilişki söz konusudur.

Tablo 5.4. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin aritmetik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları.

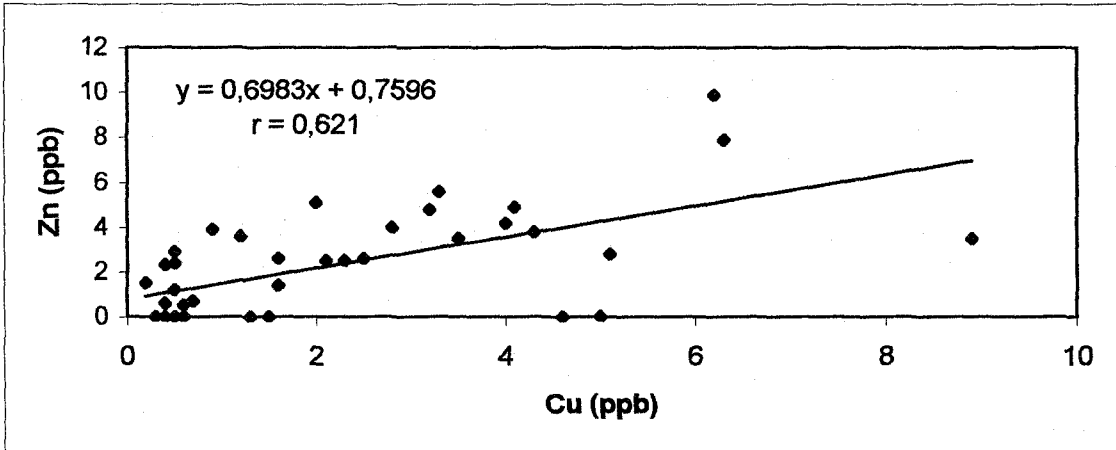
Elementler	As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	U	Zn
As	1,000							
Cu	0,218	1,000						
Fe	0,147	0,425	1,000					
Mn	0,191	0,517	0,822	1,000				
Mo	0,024	-0,230	-0,088	-0,194	1,000			
Pb	0,244	0,294	-0,073	0,139	-0,077	1,000		
U	0,248	0,100	-0,044	-0,054	0,417	-0,001	1,000	
Zn	0,273	0,621	0,527	0,641	-0,336	0,039	0,039	1,000

Tablo 5.5. Andezit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin logaritmik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları.

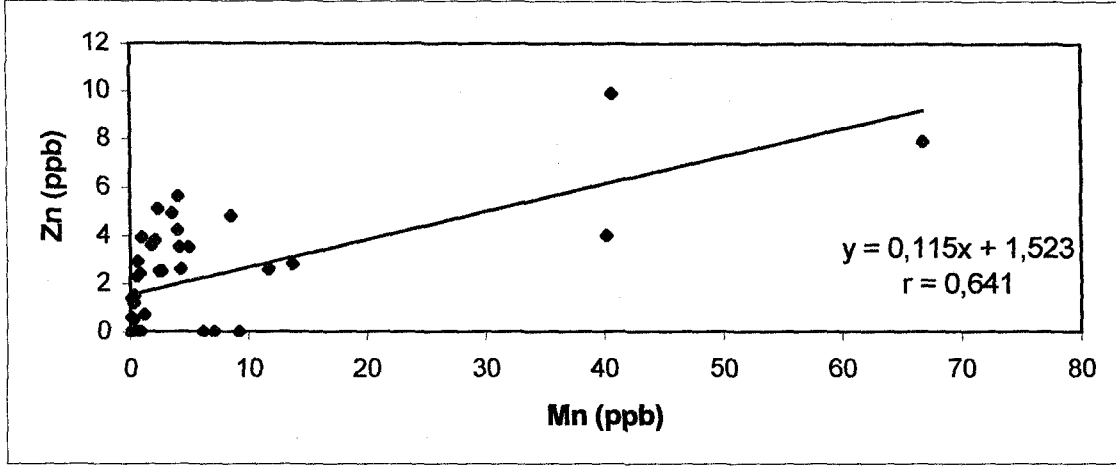
Elementler	As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	U	Zn
As	1,000							
Cu	0,159	1,000						
Fe	0,252	0,633	1,000					
Mn	0,138	0,685	0,581	1,000				
Mo	0,018	-0,213	-0,107	-0,338	1,000			
Pb	0,200	0,312	-0,010	0,367	0,029	1,000		
U	0,255	0,164	0,042	-0,059	0,391	-0,108	1,000	
Zn	0,141	0,667	0,655	0,682	-0,381	0,108	0,016	1,000

Cu-Zn elementleri arasındaki kuvvetli derecede pozitif ilişkiye ait korelasyon grafiği

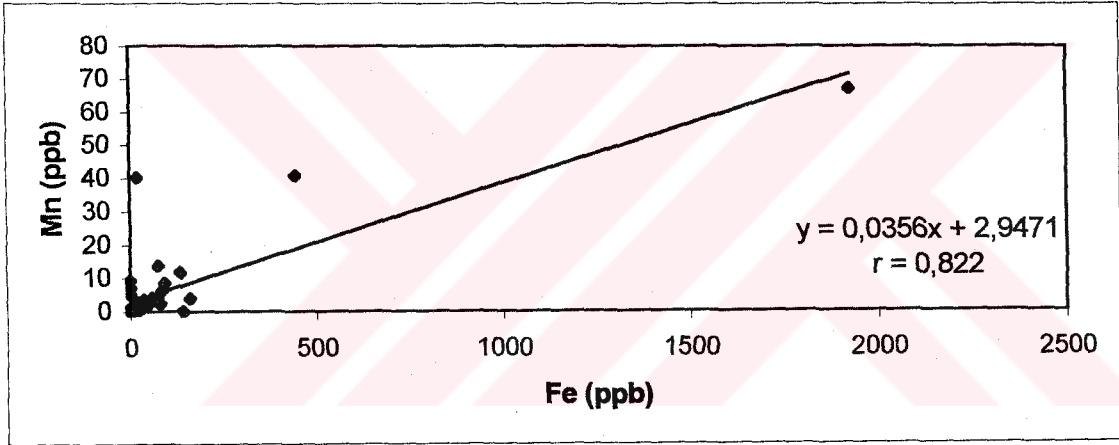
Şekil 5.3' te, Mn-Zn elementleri arasındaki kuvvetli pozitif ilişkiye ait korelasyon grafiği Şekil 5.4'te, Fe-Mn elementleri arasındaki kuvvetli pozitif ilişkiye ait korelasyon grafiği ise Şekil 5.5'te verilmiştir.



Şekil 5.3. Cu-Zn elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).



Şekil 5.4. Mn-Zn elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).



Şekil 5.5. Fe-Mn elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).

Logaritmik dönüşümlü verilere göre hazırlanan Tablo 5.5'te Cu-Fe, Cu-Mn, Cu-Zn, Fe-Zn, Mn-Zn arasında kuvvetli derecede pozitif bir ilişki, Fe-Mn arasında zayıf derecede pozitif bir ilişkinin olduğu görülür.

Tablo 5.4 ile Tablo 5.5 karşılaştırıldığında sadece Tablo 5.4'teki Fe-Mn arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısının Tablo 5.5'te küçüldüğü, Cu-Mn, Cu-Zn, Mn-Zn, Fe-Zn arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayılarının ise büyüdüğü görülür. Dolayısıyla andezitik kayalardan kaynaklanan sularda sadece Fe-Mn elementlerinin yüksek değerleri arasındaki ilişki kuvvetlidir.

5.1.3. Diyorit Grubu Kayaçlardan Kaynaklanan Su Örneklerinde Elementler Arası Korelasyon

Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin element içeriklerinin aritmetik değerlerine ve bunların logaritmik dönüşümlerine göre elementler arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları Tablo 5.6'da ve Tablo 5.7'de verilmiştir.

Tablo 5.6. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin aritmetik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları.

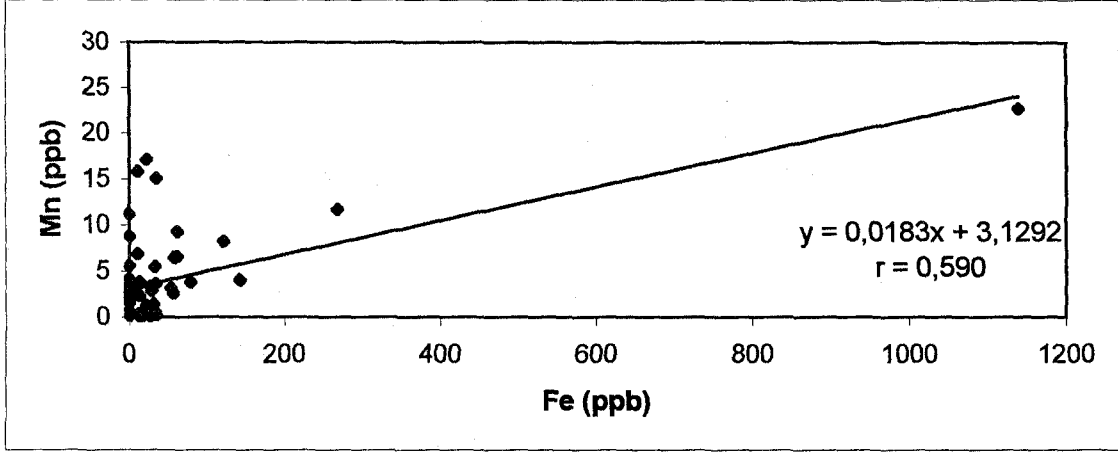
Elementler	As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	U	Zn
As	1,000							
Cu	-0,038	1,000						
Fe	-0,030	0,052	1,000					
Mn	-0,063	0,385	0,590	1,000				
Mo	0,228	-0,319	0,017	-0,209	1,000			
Pb	-0,185	0,303	0,191	0,037	0,150	1,000		
U	0,048	-0,306	-0,079	-0,245	0,560	-0,046	1,000	
Zn	-0,017	0,442	-0,099	0,286	-0,319	-0,111	-0,278	1,000

Tablo 5.6'da elementler arasındaki korelasyon katsayılarına bakıldığında Fe-Mn arasında kuvvetliye yakın derecede zayıf ve pozitif (Şekil 5.6) ilişkinin olduğu görülür.

Tablo 5.7. Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin logaritmik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları.

Elementler	As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	U	Zn
As	1,000							
Cu	-0,029	1,000						
Fe	0,127	0,119	1,000					
Mn	-0,033	0,730	0,251	1,000				
Mo	0,209	-0,385	0,182	-0,379	1,000			
Pb	-0,191	0,156	0,438	0,018	0,100	1,000		
U	0,073	-0,302	-0,018	-0,364	0,568	-0,098	1,000	
Zn	0,074	0,621	-0,098	0,678	-0,325	-0,088	-0,372	1,000

Fe-Mn arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısının (0,590) Tablo 5.7'de küçülmesi (0,251) bu iki elementin yüksek değerleri arasında ilişki olduğunu göstermesi bakımından önemlidir. Aritmetik değerlere göre hazırlanan Tablo 5.6'da ayrıca Mo-U arasında da zayıf derecede pozitif korelasyon görülür. Ancak logaritmik dönüşümlü Tablo 5.7'de korelasyon katsayısındaki artış yüksek değerler arasında bir ilişkinin olmadığını gösterir.



Şekil 5.6. Fe-Mn elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).

5.1.4. Granit Grubu Kayaçlardan Kaynaklanan Su Örneklerinde Elementler Arası Korelasyon

Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerinin element içeriklerinin aritmetik değerlerine ve bunların logaritmik dönüşümlerine göre elementler arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları Tablo 5.8 ve Tablo 5.9’da verilmiştir.

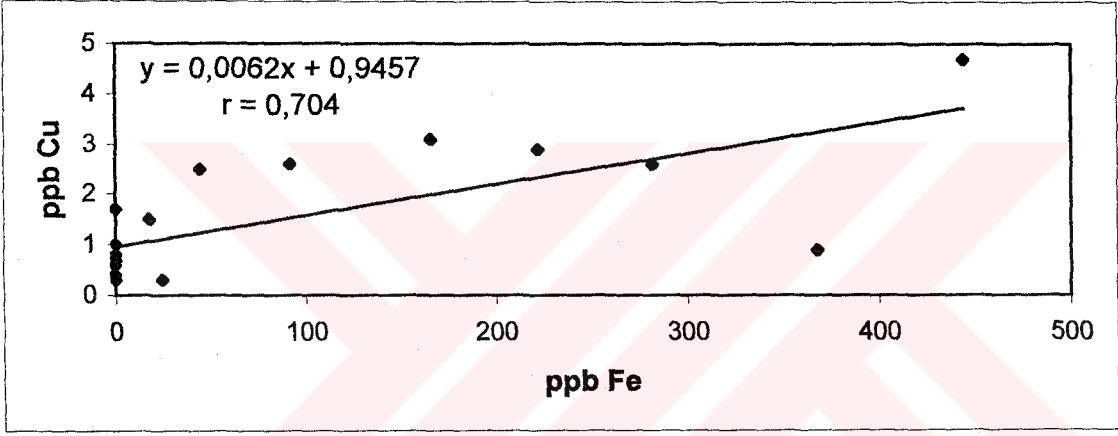
Aritmetik değerlere göre elde edilen Tablo 5.8’deki verilere göre Cu-Fe, Cu-Mn, Cu-Pb ve Fe-Mn arasında kuvvetli derecede pozitif, As-Zn, Cu-Zn, Fe-Pb ve Mo-Zn arasında ise zayıf derecede pozitif korelasyon mevcuttur. Logaritmik dönüşüm değerlerine göre elde edilen Tablo 5.9’da da Cu-Fe, Cu-Mn, Cu-Pb ve Fe-Mn arasında kuvvetli derecede pozitif korelasyon görülür. Ancak bu ilişkilerden sadece Cu-Mn ve Cu-Pb arasındaki korelasyon katsayısında azalma vardır. Bu azalma sadece bu iki elementin yüksek değerleri arasında olan ve cevherleşmeden kaynaklanan bir ilişki olduğunu gösterir. Bu ilişkilerin regresyon grafikleri Şekil 5.7, 5.8, 5.9 ve 5.10’da verilmiştir.

Tablo 5.8. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin aritmetik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları.

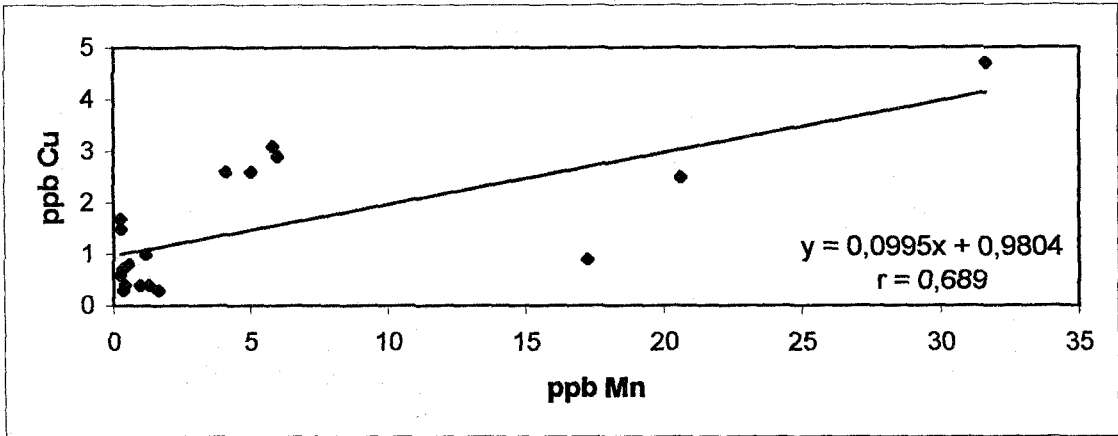
Elementler	As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	U	Zn
As	1,000							
Cu	-0,038	1,000						
Fe	-0,082	0,704	1,000					
Mn	-0,136	0,689	0,770	1,000				
Mo	0,449	-0,075	-0,336	-0,133	1,000			
Pb	-0,230	0,672	0,537	0,381	-0,107	1,000		
U	0,176	-0,095	-0,231	-0,080	0,401	-0,297	1,000	
Zn	0,559	0,534	0,348	0,376	0,512	0,420	0,104	1,000

Tablo 5.9. Granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerindeki element içeriğinin logaritmik değerlerine göre elementler arası korelasyon katsayıları.

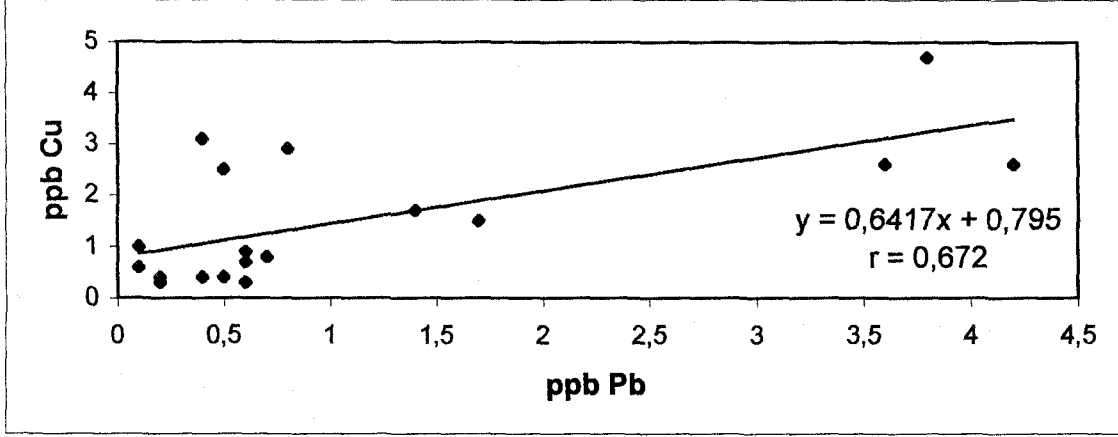
Elementler	As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	U	Zn
As	1,000							
Cu	-0,170	1,000						
Fe	-0,152	0,717	1,000					
Mn	-0,074	0,617	0,845	1,000				
Mo	0,236	0,080	-0,379	-0,218	1,000			
Pb	-0,354	0,621	0,533	0,322	-0,116	1,000		
U	0,267	0,029	-0,121	-0,149	0,531	-0,359	1,000	
Zn	0,298	0,544	0,337	0,268	0,204	0,538	0,145	1,000



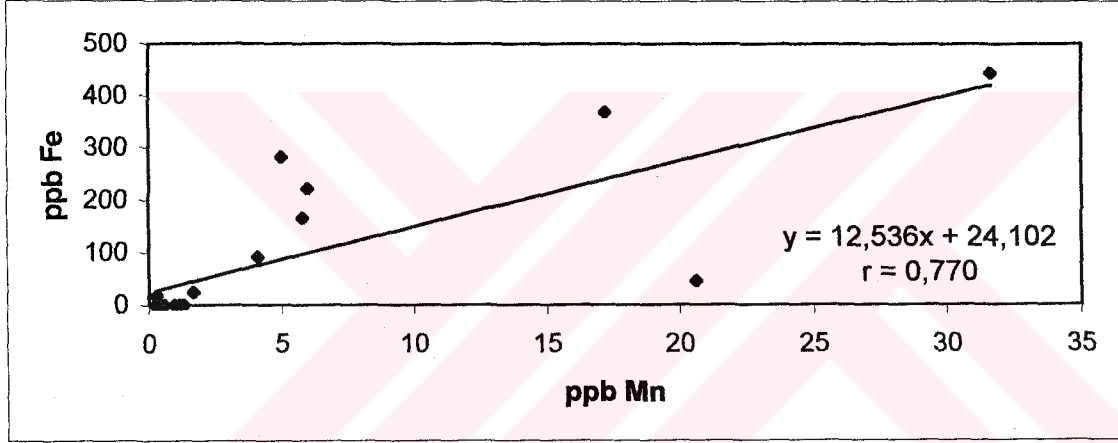
Şekil 5.7. Cu-Fe elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).



Şekil 5.8. Cu-Mn elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).



Şekil 5.9. Cu-Pb elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).



Şekil 5.10. Fe-Mn elementleri arası korelasyon grafiği (y: regresyon doğrusunun denklemi, r: korelasyon katsayısı).

5.2. Kayaç Gruplarındaki Elementler ile Su Örneklerindeki Elementler Arasındaki Korelasyon

Tablo 5.10'da bazı kayaç gruplarındaki ve sulardaki ortalama element içerikleri verilmiştir. Bu tablodaki kayaçlara ve sulara ait ortalama element içerikleri kullanılarak, kayaçlardaki ortalama element içerikleri ile sulardaki ortalama element içerikleri arasındaki ilişkiler ve dereceleri hakkında bilgi veren korelasyon katsayıları yine tablo halinde (Tablo 5.11 ve 5.13) verilmiştir.

Tablo 5.10'da yer alan hem satırlar arasında hem de sütunlar arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Satırların korelasyon analizi ile elementlerin ortalama değerleri arasındaki korelasyon katsayısına göre (Tablo 5.11) göstermiş olduğu ilişki ve derecesi belirlenmiştir (Tablo 5.12). Sütunların korelasyon analizi ile elementlerin içinde bulundukları kayaç ve su

ortamlarının kendi aralarında göstermiş oldukları ilişkiler ve derecesini gösteren korelasyon katsayıları ortaya konmuştur (Tablo 5.13).

Tablo 5.10. Çeşitli kayaç ve su ortamlarındaki ortalama element miktarları.

ELEMENTLER	AKM (1)	DKM (2)	GKM (3)	YSO (4)	ASB (5)	DSB (6)	GSB (7)	TSB (8)
As	2	2,4	1,5	2	0,6	5	11,6	5,6
Cu	140	35	20	3	2,1	2,1	1,5	2
Fe	8560	5850	2700	100	139,8	42,95	184,6	116,7
Mn	2200	1200	600	15	6,1	3,9	5,4	4,9
Mo	1,4	0,9	1,9	1,5	1	1,5	10,2	2,6
Pb	10	15	35	3	2,3	1,4	1,1	1,7
U	0,8	1,8	3,5	0,5	0,7	2,3	14,75	3,6
Zn	130	72	60	20	2,3	4,7	3,7	35,3

ACIKLAMALAR

- 1-Mağmatik (Andezit Grubu) Kayaçlar; Köksoy, 1991 'den, ppm olarak
- 2-Mağmatik (Diyorit Grubu) Kayaçlar (ppm); Köksoy, 1991' den, ppm olarak
- 3-Mağmatik (Granit Grubu) Kayaçlar (ppm); Köksoy, 1991' den, ppm olarak
- 4-Yeraltı suları ortalaması; Rose vd., 1979' dan, ppb olarak
- 5-Çalışma alanında Andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan sular; ppb olarak
- 6-Çalışma alanında Diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan sular; ppb olarak
- 7-Çalışma alanında Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sular; ppb olarak
- 8-Bütün su örneklerindeki ortalama element içerikleri; ppb olarak

Tablo 5.11. Tablo 5.10' a göre elementler arasındaki korelasyon katsayıları.

Elementler	As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	U	Zn
As	1,000							
Cu	-0,292	1,000						
Fe	-0,357	0,913	1,000					
Mn	-0,353	0,953	0,993	1,000				
Mo	0,918	-0,232	-0,297	-0,291	1,000			
Pb	-0,413	0,219	0,426	0,390	-0,247	1,000		
U	0,918	-0,278	-0,292	-0,298	0,985	-0,146	1,000	
Zn	-0,386	0,915	0,952	0,962	-0,337	0,482	-0,339	1,000

Tablo 5.12. Ortamların bütününde elementler arasındaki ilişkiler ve kuvvet dereceleri.

İLİŞKİNİN KUVVET DERECESESİ (r: Korelasyon Katsayısı)	İLİŞKİLİ OLAN ELEMENTLER
Çok Kuvvetli, Pozitif Korelasyon (r: 0,851 ile 1,000 arası)	As-Mo, As-U, Cu-Fe, Cu-Mn, Cu-Zn, Fe-Mn, Fe-Zn, Mn-Zn, Mo-U
Zayıf, Pozitif Korelasyon (r: 0,451 ile 0,600 arası)	Pb-Zn
Çok Zayıf, Pozitif Korelasyon (r: 0,301 ile 0,450 arası)	Fe-Pb, Mn-Pb
Çok Zayıf, Negatif Korelasyon (r: -0,449 ile -0,300 arası)	As-Fe, As-Mn, As-Pb, As-Zn, Fe-Mo, Mn-U, Mo-Zn, U-Zn

Tablo 5.10'da sütunlar arasında yapılan korelasyon analizleri verilmiştir. Andezit, diyorit ve granit grubu kayaçlardaki ortalama element içerikleri ile çalışma alanında bu kayaç gruplarından kaynaklanan sulardaki ortalama element içerikleri ve kaynak sularındaki ortalama element içeriği arasında çok kuvvetli derecede pozitif korelasyonun olduğu görülmektedir (Tablo 5.13).

Tablo 5.13. Tablo 5.10' da sütunlar (ortamlar) arasındaki korelasyon katsayıları (Kısaltmalar Tablo 5.10'daki gibidir).

	AKM (1)	DKM (2)	GKM (3)	YSO (4)	ASB (5)	DSB (6)	GSB (7)	TSB (8)
AKM (1)	1,000							
DKM (2)	0,999	1,000						
GKM (3)	0,999	1,000	1,000					
YSO (4)	0,973	0,978	0,978	1,000				
ASB (5)	0,976	0,986	0,983	0,981	1,000			
DSB (6)	0,957	0,965	0,964	0,980	0,983	1,000		
GSB (7)	0,962	0,974	0,970	0,969	0,995	0,984	1,000	
TSB (8)	0,923	0,934	0,933	0,986	0,958	0,971	0,953	1,000

6. SONUÇLAR

“Yolçatı – Baskil – Kömürhan (Elazığ) arasındaki Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri” başlıklı bu çalışma ile yaklaşık 250 km²’ lik bir alanda Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulara ait hidrojeokimyasal prospeksiyon parametreleri irdelenerek; çalışma alanındaki fiziksel ve kimyasal koşullar, farklı kayaç cinslerindeki element içeriklerinin su jeokimyasındaki yansımaları, elementler arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur.

Birincil porozite % 0,9 ile %2,5 arasında olduğundan genelde iyi bir akifer olmamasına rağmen, kırık ve çatlak sistemlerinden dolayı oluşan ikincil porozite nedeniyle akifer özelliği kazanan Elazığ Mağmatitlerindeki suların sıcaklık ortalaması 16,8±2,9 °C, pH ortalaması ise 7,46±0,3’ dür. Kaynakları besleyen suların oldukça sık olmasından dolayı ölçümün yapıldığı andaki hava sıcaklığı su sıcaklığını yükselterek etkilemiştir. Mağmatitlerdeki kalsiyumca zengin plajiyoklasların bozunmasıyla ortaya çıkan ikincil karbonat oluşumları ve kireçtaşlarının kısa mesafede bile asidi nötrleştirebilmesinden dolayı suların pH değerini yükselterek etkilemiştir.

Bu çalışmada Elazığ Mağmatitlerini oluşturan kayaçlar litolojik olarak; andezitik, diyoritik ve granitik topluluk olmak üzere üç grupta toplanmıştır. Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardan alınan örneklerin, ICP-MS aletsel analiz yöntemiyle, 73 farklı element içeriği tespit edilmiştir. Bu elementlerden, belirtken veya iz sürücü olan ve istatistiksel olarak sınıflandırılarak değerlendirilebilecek yeter sayıda veriye sahip olan As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn elementlerine ait parametreler hem mağmatitlerin bütünündeki dağılımına göre genel, hem de mağmatitleri oluşturan kayaç topluluklarındaki ayrı ayrı dağılımına göre detay prospeksiyon çalışmaları yapılmıştır.

Elde edilen verilere göre As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn elementlerinin Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sulardaki ortalama içerikleri sırasıyla 5,56 ppb, 2 ppb, 116,7 ppb, 4,9 ppb, 2,6 ppb, 1,7 ppb, 3,6 ppb ve 35,3 ppb’ dir. Rose vd.’ nin (1979) vermiş olduğu ve dünyanın değişik bölgelerindeki suların ortalama As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn element içerikleri ise sırasıyla 2 ppb, 3 ppb, 100 ppb, 15 ppb, 1,5 ppb, 3 ppb, 0,5 ppb ve 20 ppb’ dir. Bu verilere göre çalışma alanındaki suların ortalama As, Fe, Mn, Mo, U ve Zn içerikleri Rose vd.’ nin (1979) belirttiği değerlerden daha yüksek iken, ortalama Cu, Mn ve Pb değerleri ise daha düşüktür (Tablo 6.1). Mafik minerallerin yapısında da yer alan bu elementler pH değeri 4’ün altındaki ortamlarda daha hareketli iken pH değeri 5-8 aralığında az hareketlidir. Çalışma alanındaki suların genelinde pH değeri 7’den büyük olup Cu, Mn ve Pb elementleri böyle ortamlarda az hareketli olduğundan, çalışma konusu suların ortalama Cu, Mn ve Pb içeriği düşük çıkmıştır.

Tablo 6.1. Değişik elementler için kaynak sularındaki ortalama değerler ile çalışma alanındaki kaynak sularda bu elementler için elde edilen bazı parametreler.

E L E M E N T	Rose vd. (1979)'a göre Kaynak Suları Ortalaması, ppb	Elazığ Mağmatitleri Geneli Kaynaklı Sularda;		Andezitik Kayaç Grubu (Elazığ Mağmatitleri) Kaynaklı Sularda;		Diyoritik Kayaç Grubu (Elazığ Mağmatitleri) Kaynaklı Sularda;		Granitik Kayaç Grubu (Elazığ Mağmatitleri) Kaynaklı Sularda;	
		$6,7 \leq \text{pH} \leq 8,3$ $\text{pH}_{\text{ORT.}} = 7,5$ $9 \leq T (^{\circ}\text{C}) \leq 23$ $T_{\text{ORT.}} = 16,8 ^{\circ}\text{C}$		$7,3 \leq \text{pH} \leq 8,2$ $\text{pH}_{\text{ORT.}} = 7,6$ $13,2 \leq T (^{\circ}\text{C}) \leq 22$ $T_{\text{ORT.}} = 18 ^{\circ}\text{C}$		$6,7 \leq \text{pH} \leq 8,3$ $\text{pH}_{\text{ORT.}} = 7,4$ $9 \leq T (^{\circ}\text{C}) \leq 23$ $T_{\text{ORT.}} = 16 ^{\circ}\text{C}$		$6,7 \leq \text{pH} \leq 8,2$ $\text{pH}_{\text{ORT.}} = 7,4$ $10,5 \leq T (^{\circ}\text{C}) \leq 21,5$ $T_{\text{ORT.}} = 17 ^{\circ}\text{C}$	
		Ortalama Değer, ppb	Eşik Değer, ppb	Ortalama Değer, ppb	Eşik Değer, ppb	Ortalama Değer, ppb	Eşik Değer, ppb	Ortalama Değer, ppb	Eşik Değer, ppb
As	2	5,6	33	0,6	-	5	16	11,6	20
Cu	3	2	4	2,1	2,1	2,1	5,8	1,5	2,6
Fe	100	116,7	513	139,8	371	42,9	295	184,6	230
Mn	15	4,9	2,1	6,1	6,7	3,9	13,1	5,4	5,1
Mo	1,5	2,6	10,4	0,9	3	1,5	3	10,2	14
Pb	3	1,7	2,5	2,3	2,5	1,4	1,9	1,1	-
U	0,5	3,6	13,8	0,7	2	2,3	7,4	14,75	23
Zn	20	35,3	7,9	2,3	6,6	4,7	9,1	3,7	5,6

Bu sulardaki element içeriğini etkileyen bir diğer faktör ise genelde kırık ve çatlaklardaki alterasyon ve bozunma ürünü olan kil mineralleridir. Kil mineralleri buralarda dolaşan suların kimyasına etki etmekte ve sudaki elementler kil mineralleri tarafından adsorbe edilmektedir. Çözeltilerin pH derecesi arttıkça genel olarak bu kolloidlerin adsorbsiyon kapasitesi de artmaktadır. Çalışma alanındaki suların pH derecesinin yüksek olması; bu bölgedeki sularda taşınan elementlerin kil, Fe ve Mn oksitler veya hidroksitler gibi kolloidler tarafından daha fazla adsorbe edilmesine, dolayısıyla çözeltide taşınan element miktarının azalarak anomalilerin zayıflamasına veya kaybolmasına neden olmaktadır.

Çalışma alanında Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan sular kaynaklandığı kayaç gruplarına göre ayrılarak ortalama As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn içerikleri sınıflandırılmamış değerlere göre hesaplanmıştır. Bu değerler ile dünyanın değişik bölgelerden elde edilmiş aynı kayaç gruplarındaki element içerikleri karşılaştırıldığında:

Diyorit grubu kayalarındaki ortalama arsenik içeriği 2,4 ppm olup, andezit ve granit grubu kayalarındaki ortalama arsenik içeriğine (andezitik kayalarda 2 ppm, granitik kayalarda 1,5 ppm) göre daha büyüktür. Çalışma alanındaki sularda ise granit grubu kayalardan kaynaklanan su örneklerinin ortalama arsenik içeriği 11,6 ppb olup, diyorit ve andezit grubu

kayaçlardan kaynaklanan suların arsenik içeriğine (diyorit grubu kaynaklı sularda 5 ppb, andezit grubu kayaçlarda 0,6 ppb) göre daha büyüktür. Genel olarak oksidasyon ortamında orta derecede hareketli olan arseniğin hareketliliği demir-oksitlere de bağlı olup, redüksiyon ortamlarında hareketsizdir. Demir-oksitlerce zengin andezit ve diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan sularda arsenik hareketsiz olduğundan, granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulara nazaran daha düşük miktarda As içerdiği görülür.

Mağmatik kayaçların ortalama bakır içeriğine bakıldığında granit grubu kayaçlardan (20 ppm) mafik grubu kayaçlara doğru (diyoritik kayaçlarda 35 ppm, andezitik kayaçlarda 140 ppm) artış görülür. Çalışma alanında ise granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin ortalama Cu içeriği 1,5 ppb iken, andezit ve diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulara doğru Cu içeriğinde (sırasıyla 2,1 ppb ve 2,13 ppb) bir artış görülmüştür. Bakırın hareketliliği pH<7 olan ortamlarda nispeten fazla iken pH değeri 7' den büyük ortamlarda hareketsizdir. Sülfürlü minerallerin bozunması sırasında Cu, +2 değerlikli iyonlar halinde çözeltiye geçtiğinden geniş alanlarda anomali vermiştir.

Demirin çeşitli kayaçlardaki ortalama içeriğine göre (andezitik kayaçlarda 8560 ppm, diyoritik kayaçlarda 5850 ppm, Granitik kayaçlarda 2700 ppm), granit grubu kayaçlardaki ortalaması daha düşük iken mafik kayaçlara doğru ortalama Fe içeriği artmaktadır. Çalışma alanındaki su örneklerinde bu durum tersinedir. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan suların pH değeri ortalaması 7,4 olup, bu değer diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan suların ortalama pH değeri olan 7,59' dan daha düşüktür. Bunun sonucunda granit grubu kayaçlardan kaynaklanan suların ortalama demir içeriği (184,6 ppb) diğer grupların ortalama demir içeriğine (diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan sularda 42,95 ppb, andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan sularda 139,8 ppb) göre daha büyüktür. Oksidan ve bazik ortamlarda demirin hareketliliği azaldığından hidroksitli, oksitli ve karbonatlı mineraller şeklinde tutulmuştur.

Demir ile benzer jeokimyasal özelliklere sahip olan manganezin de kayaçlardaki ortalama içeriği granit grubu kayaçlardan andezit grubu kayaçlara doğru artmaktadır (andezitik kayaçlarda 2200 ppm, diyoritik kayaçlarda 1200 ppm, granitik kayaçlarda 600 ppm). Kayaç gruplarındaki bu durum, su örneklerine de yansımıştır. Nitekim çalışma alanında andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan su örneklerindeki ortalama Mn içeriği (6,1 ppb), diyorit ve granit grubu kayaçlardan kaynaklanan suların ortalama Mn içeriğinden (sırasıyla 3,9 ppb ve 5,4 ppb) daha büyüktür. Mn elementi pH değeri 5-8 aralığında az hareketli iken Fe elementi hareketsizdir. Dolayısıyla kayaçlardaki Mn içeriğinin su örneklerine yansması demire göre daha belirgin olmuştur.

Genel olarak çeşitli kayaç gruplarındaki molibden içeriği birbirine yakın olan değerlerdir. Ancak yine de Mo içeriğine göre büyükten küçüğe doğru kayaç gruplarında granit-

diyorit-andezit sıralaması söz konusudur (sırasıyla 1,9 ppb, 1,4 ppb, 0,9 ppb). Bu sıralamaya uygun olarak; granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin ortalama Mo içeriği 10,2 ppb olup, andezit ve granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulardan alınan örneklerin ortalama molibden içeriğinden (1,0 ppb ve 1,5 ppb) daha yüksektir. Çalışma alanında granit grubu kayaçlardan kaynaklanan suların pH değeri 5 ile 8 arasındadır. Bu koşullarda molibdenin çözünürlüğü oldukça yüksektir ve alınan su örneklerinde molibden kolayca yakalanabilmiştir.

Hareketliliği pH değerinin 5 ile 8 arasında olduğu oksidasyon ortamlarında oldukça düşük olan kurşunun su örneklerindeki ortalama içerikleri granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulardan andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan sulara doğru artmaktadır (granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sularda 1,1 ppb, diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan sularda 1,4 ppb, andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan sularda 2,3 ppb). Bu sıralama kayaçların ortalama kurşun içerikleri (granitik kayaçlarda 35 ppm, diyoritik kayaçlarda 15 ppm, andezitik kayaçlarda 10 ppm) ile ters düşmektedir. Kurşun, Fe-Mn oksitler içinde birikim yapabildiğinden, granitik kayaç grubu içerisindeki oksitli cevherleşmeler tarafından kurşunun tutulmuş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca galenin anglezite dönüşmesinden dolayı kurşun ortamda kaldığından çözeltiye geçememiş, böylece sulardaki kurşun içeriği beklenenden daha düşük çıkmıştır. Kurşun anomalilerinin alansal dağılımına bakıldığında (Şekil 4.51 ve Şekil 4.58) Elazığ-Malatya karayolu civarında yola paralel olduğu dikkat çekicidir. Muhtemelen arabaların egzoz gazlarından kaynaklanan bir kirlenme söz konusudur (Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU ile yapılan sözlü görüşme).

Granit grubu kayaçlardan mafik kayaç gruplarına doğru uranyum içeriğinde azalma görülür (granitik kayaçlarda 3,5 ppm, diyoritik kayaçlarda 1,8 ppm, andezitik kayaçlarda 0,8 ppm). Bu sırama çalışma alanındaki sulara da aynı şekilde yansımıştır. Granit grubu kayaçlardan kaynaklanan sularda 14,75 ppb, diyorit grubu kayaçlardan kaynaklanan sularda 2,3 ppb, andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan sularda 0,7 ppb uranyum ortalaması tespit edilmiştir. Alkali ortamda ve oksidasyon koşullarında son derece hareketli olan uranyum bu özelliğinden dolayı su örneklerinde çözülü halde çökelmeden taşınabilmiştir.

Çinko içeriği genel olarak asidik kayaç grubundan mafik kayaç grubuna doğru artarken (granitik kayaçlarda 60 ppm, diyoritik kayaçlarda 72 ppm, andezitik kayaçlarda 130 ppm), çalışma alanında su örneklerinin kaynaklandığı kayaç grubuna göre ortalama Zn içeriğindeki artışın andezit-granit-diyorit şeklinde (sırasıyla 2,3 ppb, 3,7 ppb, 4,7 ppb) olduğu görülmüştür. Çalışma alanındaki suların ortamsal şartlarına göre; andezit grubu kayaçlardan kaynaklanan suların ortalama pH değeri yaklaşık 7,6 olup, böyle ortamlarda kurşun az hareketlidir ve kolayca

suda çökelmektedir. Dolayısıyla alınan su örneklerinden andezit grubu kayalarındaki ortalama kurşun içeriği diğer kayaç gruplarına göre daha düşüktür.

Sınıflandırılmış verilerinden As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn elementlerinin aritmetik değerlerinden ziyade logaritmik dönüşümlerinin normal dağılım gösterdiği izlenmiştir. Aritmetik değerlerine logaritmik dönüşümler uygulanarak yapılan sınıflandırmadan sonra hazırlanan olasılık grafiklerinde bu elementlerin anomali ve temel değer (background) olmak üzere genelde iki farklı topluluktan oluştuğu tespit edilmiştir. Olasılık grafiklerine göre Elazığ Mağmatitlerinden kaynaklanan suların genelinde As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, U ve Zn elementlerinin eşik değerleri sırasıyla; 33 ppb, 4 ppb, 513 ppb, 21,4 ppb, 10,4 ppb, 2,5 ppb, 13,8 ppb ve 7,9 ppb' dir. Bu değerlerin üzerinde element içeriğine sahip olan örnekler anomali gösteren örneklerdir (Tablo 6.1).

Çalışmanın asıl amacı jeokimyasal parametrelerin saptanması olduğu halde değişik amaçlı jeolojik çalışmalarda cevherleşmeler içerdiği belirtilen ve Doğu Toroslarda oldukça geniş yayılıma sahip olan Üst Kretase Mağmatitlerinden kaynaklanan suların element içeriğinin çalışma alanındaki alansal dağılımı da verilmiştir. Elementlerin alansal dağılımına bakıldığında anomali gösteren su örneklerinin genel olarak 3 kesimde yoğunlaştığı gözlenir:

1-Elazığ Mağmatitlerinin Keban Metamorfitlerine sokulumu ile gelişen kontak metasomatik oluşumlara bağlı olarak Karaali, Gözpinar ve Pirhasan Dağı civarında gözlenen As, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, anomalileri

2-Mağmatitlerin kendi içinde gözlenen, hidrotermal olaylarla oluşan cevherleşmelere bağlı olarak Topaluşağı Köyü kuzeyi, Meydancık ve Nazaruşağı Mahallesi güneyinde gözlenen As, Cu, Fe, Mn, Mo Pb, U, Zn anomalileri

3-Kömürhan Ofiyolitleri-Elazığ Mağmatitleri arasındaki bindirme hattının kuzeyindeki cevherleşmelere bağlı olarak Akçakale- Topaluşağı arasında kalan bölgede gözlenen Cu, Mn, Pb, Zn anomalileri.

Kullanılan aletsel analiz aletinin (ICP-MS) altın için dedeksiyon limiti 0,05 ppb' dir. Rose vd. (1979) tarafından kaynak sularındaki ortalama altın içeriği olarak 0,02 ppb verilmiştir. Dolayısıyla aletin dedeksiyon limiti ortalama değerden büyük olduğundan sadece KOC-2 nolu örnekte 0,07 ppb, TOP-1 nolu örnekte 0,07 ppb, MEY-3 nolu örnekte 0,09 ppb ve NAZ-1 nolu örnekte 0,06 ppb (Topaluşağı kuzeyindeki sahada) Au içeriği tespit edilebilmiştir. Bu örneklerde diğer element içeriklerinin temel değerlerinin altında olması dikkat çekicidir. Cevherleşmelerin görülmediği ortamlarda altın daha hareketli olduğundan bu örneklerden altın değerleri elde edilmiştir.

Çalışma alanında örneklenen suların büyük bir kısmı, yöre halkı tarafından içmesuyu olarak kullanılmaktadır. Örneklenen suların Mg, Al, As, Cd, Hg, Pb, Sb, Se içerikleri içmesuyu

standartlarında (TS, 1997) izin verilebilen maksimum miktarları (sırasıyla; 50000 ppb, 200 ppb, 50 ppb, 5 ppb, 1 ppb, 50 ppb, 10 ppb, 10 ppb) ile karşılaştırıldığında; KRC-2 ve CVS-3 olarak örneklenen sulardaki Al içeriği (sırasıyla 1359 ppb ve 933 ppb) hariç, genelde içmesuyu standartlarına uygun olduğu görülmüştür. Sulardaki Al fazlalığının böbreklerde tahribata yol açtığı ve Alzheimer hastalığına neden olduğu bilinmektedir. Zaten standartlara göre (TS, 1997) izin verilebilen maksimum miktarlardan fazla element içeren sular içmesuyu olarak kullanılamazlar (Prof. Dr. Bahattin ÇETİNDAG ile yapılan sözlü görüşme).

Su örneklerinin bütünündeki element içeriklerine göre yapılan korelasyon analizinde; Fe ile Mn arasında kuvvetli derecede pozitif (korelasyon katsayısı $r = 0,762$), Mo ile U arasında kuvvetliye yakın derecede ancak zayıf derecede ve pozitif ($r = 0,597$), Cu ile Mn arasında zayıf derecede pozitif ($r = 0,468$), As ile Mo arasında zayıf derecede pozitif ($r = 0,465$), Cu ile Pb arasında çok zayıf derecede pozitif ($r = 0,339$) ilişki söz konusudur ■



KAYNAKLAR

- Akgül B., 1987.** Keban yöresi metamorfik kayaçlarının petrografik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60s. (yayımlanmamış).
- Akgül B., 1993.** Piran Köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaçların petrografik ve petrolojik özellikleri. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 125s. (yayımlanmamış).
- Akgül M., 1987.** Baskil (Elazığ) Granitoidinin petrografik ve petrolojik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60s. (yayımlanmamış).
- Akgül M., 1991.** Baskil (Elazığ) Granitoidinin petrografik ve petrolojik özellikleri. *Yerbilimleri Geosound*, 18, 67-78.
- Aksoy, E., 1993.** Elazığ batı ve güneyinin genel jeolojik özellikleri. *Doğa Türk Yerbilimleri*, 1, 1, 113-123.
- Asutay, H.J., 1985.** Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 125s. (yayımlanmamış).
- Asutay, H. J., 1987.** Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi. *MTA Dergisi*, 106, 55-61.
- Avşar, N., 1983.** Elazığ yakın kuzeybatısında stratigrafik ve mikropaleontolojik araştırmalar. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 84s. (yayımlanmamış).
- Aydoğdu, S., 1991.** Dutlu Köy (Elazığ) yöresi magmatik kayaçlarının petrografik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 64s. (yayımlanmamış).
- Ayhan, A., 1989.** Maden Jeolojisi Arama ve Etüt Teknikleri. Selçuk Üniversitesi Yayını, Konya, 328s.
- Balçık, A., Tüfekçi, M.Ş., Koyuncu, M., Ulutürk, Y., 1978.** Keban Madeni Derebaca ve Fırat ocağı geliştirme raporu. MTA Rapor No: 1581, Ankara.
- Beyarslan, M., 1991.** İspendere (Kale-Malatya) Ofiyolitlerinin petrografik ve petrolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 57s. (yayımlanmamış).
- Beyarslan, M., 1996.** Kömürhan ofiyolit biriminin petrografik ve petrolojik incelenmesi. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 90s. (yayımlanmamış).
- Beyazıt, M. ve Oğuz, B., 1993.** Mühendisler için İstatistik. Birsan Yayınevi, İstanbul, 187s.
- Bingöl A.F., 1982.** Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaçların petrolojisi. *Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 1: 9-21.
- Bingöl A.F., 1984.** Elazığ-Pertek-Kovancılar (Doğu Toroslar) yöresinin jeolojisi. *Toros Jeolojisi Uluslararası Simpozyumu, Tebliğler*, 26-29 Eylül 1983, Ankara.
- Bingöl, A.F. 1987.** Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ Region (Eastern Taurus-Turkey). *Journal of Fırat Üniv., Science and Technology*, 3.
- Bingöl, A.F. 1988.** Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ Region (Eastern Taurus-Turkey). *Jour. Fırat Üniv.*, 3/2, 1-17.
- Boztağ, D., 1989.** Granitoidler. MTA Yayın No: 30, 138s.
- Bürküt, Y., 1986.** Uygulamalı Jeokimya. İTÜ Matbaası, İstanbul, 408s.

Bölücek, C., 1988. Baskil ve Kızıldağ (Elazığ) çevresinde dere kumlarının ağır mineral içeriği ve dağılımı. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 54s. (yayınlanmamış).

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

Bölücek, C., Akgül M. ve Sağıroğlu A., 1999. Topalkem (Baskil-Elazığ) cevherleşmelerinin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri. 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, Ankara.

Çetindağ, B., 1989. Elazığ-Örençay havzasının hidrojeoloji incelemesi. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 270s. (yayınlanmamış).

Ertas, Ö.S., 2004. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS). www.yazokulubilimselprogrami.com internet sitesi.

Erdoğan, T., 1975. Gölbaşı yöresinin jeolojisi. TPAO Arşivi Rapor No: 229 (yayınlanmamış).

Faure, G., 1998. Principles and Applications of Geochemistry. A Comprehensive Textbook for Geology Students, 2nd Edition, 355p.

Gerçek, E., 1996. Nazaruşığı (Baskil-Elazığ) hidrotermal kuvars damarları ve ilgili cevherleşmeler. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 51s. (yayınlanmamış).

Govett, G.J.S., 1985. Rock Geochemistry in Mineral Exploration. Editor: G.J.S. Govett, Handbook of Exploration Geochemistry, Elsevier, New York, 461p.

Gökçe, A., 1995. Maden Yatakları. Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları No:59, Sivas, 307s.

Hempton, R.M., 1983. Sivrice yöresinde Bitlis suture kuzey kenarının yapısı ve tektonik anlamı. Toros Jeolojisi Uluslararası Sempozyumu, Özler, Ankara.

Hempton, R.M., 1984. Results of detailed mapping near lake Hazar (E. Taurus Mountains).In: O.Tekeli and M.C. Göncüoğlu (Editors), Geology of the Taurus Belt, 223-228.

Hempton, R.M., 1985. Structure and deformation history of the Bitlis suture near lake Hazar, SE Turkey. Geol. Soc. Amer. Bull., 96, 233-243.

Hempton R.M. ve Savcı, G., 1982. Elazığ volkanik karmaşığının petrolojik ve petrografik yapısal özellikleri. TJK Bülteni, 25,2, 143-151.

İnceöz, M., 1994. Harput (Elazığ) yakın kuzeyi ve doğusunun jeolojik özellikleri. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 112s. (yayınlanmamış).

Karabulut, N., 1988. Baskil kuzeyi Hacımustafa köyü ve çevresinin ayrıntılı jeolojik incelemesi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 50s. (yayınlanmamış).

Ketin, İ., 1946. Elazığ-Palu ve Pertek yörelerinin jeolojik etüdüne ait rapor. MTA Rapor No: 1708 (yayınlanmamış).

Ketin, İ., 1966. Türkiye'nin tektonik birlikleri. MTA Dergisi, 66, 20-34.

Kipman, E., 1976. Keban'ın jeolojisi ve volkanitlerin Petrolojisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mineraloji ve Petroloji Kürsüsü.

Kipman, E., 1981. Keban'ın jeolojisi ve Keban Şaryajı. İstanbul Üniversitesi Yer Bilimleri Dergisi, 1, 75-81.

Kipman, E., 1983. Keban volkanitlerinin Petrolojisi. İstanbul Üniversitesi Yer Bilimleri Dergisi, 205-230.

Köksoy, M., 1991. Uygulamalı Jeokimya. Hacettepe Üniversitesi Yayını: A/64, Ankara, 368s.

Köksoy, M., ve Topçu, S., 1976. Jeokimyasal Prospeksiyonun Tanıtımı ve Laboratuvar Teknikleri. MTA Eğitim Serisi Kitapları: 16, 96s.

Lepeltier, C., 1969. A simplified treatment of geochemical data by graphical representation. *Econ. Geology*, 54, 5:538-550.

Naz, H., 1979. Elazığ- Palu dolayının jeolojisi. TPAO Arşivi Rap. No: 1360 (yayınlanmamış).

Olgun, K., 1987. Baskil kuzeybatısında Munzuroğlu çevresinin ayrıntılı jeolojik incelemesi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 68s. (yayınlanmamış).

Özkul, M., 1982. Güneyçayırı (Elazığ) bölgesinin sedimantolojisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 34s. (yayınlanmamış).

Onishi, H., 1978. Handbook of geochemistry. V.II-4, K. H. Wedepohl (Editor), Springer Verlag, New York.

Özkul, M., 1988. Elazığ batısında Kırkeçit Formasyonu üzerinde sedimantolojik incelemeler. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 186s. (yayınlanmamış).

Özkul, M. ve Üşenmez, Ş. 1986. Elazığ kuzeydoğusunda Eosen derin deniz konglomeralarının sedimantolojik incelenmesi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 1-2, 53-73.

Parslow, G.R., 1974. Determination of background and threshold in exploration geochemistry. *Jour. Geochem. Explor.*, 3, 319-336.

Perinçek, D., 1979 a. Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları. TPAO Rapor No:1361.

Perinçek, D., 1979 b. The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya area: Guide book, TJK yayını, 33s.

Perinçek, D., 1980. Bitlis Metamorfizlerinde volkanitli Triyas. *TJK Bülteni*, 23, 201-211.

Perinçek, D. and Kozlu, H., 1984. Strigraphy and structural relations of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (E. Taurus). In: O.Tekeli and M.C. Göncüoğlu (Editors), *Geology of the Taurus Belt*, 181-198.

Perinçek, D. ve Özkaya, İ., 1981. Arabistan kıtası kuzey kenarının tektonik evrimi. *Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Enst. Dergisi*, 8, 91-101.

Poyraz, N., 1988. İspendere-Kömürhan (Malatya) ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 151s. (yayınlanmamış).

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

Sağiroğlu, A., 1986. Kızıldağ-Elazığ cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni. *Jeoloji Mühendisliği Bülteni*, 29, 5-13.

Sağiroğlu, A., 1992. Pertek-Demürek (Tunceli) skarn tipi manyetit ve ilişkili bakır cevherleşmeleri. *TJK Bülteni*, 35, 63-70.

Sağiroğlu, A. and Preston, R.M.F., 1987. Ore mineralogy of Kızıldağ Pb-Zn veins with a special emphasis on the composition of the tetrahedrites. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Enst. Dergisi*, 2,2, 83-94.

Sinclair, A.J., 1976. Probability graphs in mineral exploration. *The Association of Exploration Geochemists*, 4, 94p.

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.

- Sinclair, A., J., 1991.** A fundamental approach to threshold estimation in exploration geochemistry: probability plots revisited. *J. Geochem. Expl.*, 41: 1-22.
- Sümbüloğlu, K. Ve Sümbüloğlu, V., 1987.** Biyoistatistik. Çağ Matbaası, Ankara 265s.
- Şaşmaz, A. ve Sağiroğlu, A., 1990.** Billurik Dere (Elazığ) cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni. *MTA Dergisi*, 110, 45-54.
- Tatar, Y., 1987.** Elazığ bölgesi tektonik yapıları ve Landsat fotoğrafları üzerinde yapılan bazı gözlemler. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi*, 14, 295-308.
- Temur, S., 1997.** Jeolojide Veri Analizleri. Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Cilt 1, 180s.
- TS, 1997.** Sular – İçme ve Kullanma Suları. Türk Standartları Enstitüsü, Standart No: 266, Ankara.
- Turan, M., 1984.** Baskil-Aydınlar (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 185s. (yayımlanmamış).
- Turan, M., 1992.** Elazığ yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri. Suat Erk Sempozyumu. Ankara Üniversitesi Fen Fak. Jeol. Müh. Böl., 194-204.
- Turan, M. ve Bingöl, A.F., 1991.** Kovancılar-Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektono-stratigrafik özellikleri. Çukurova Üniversitesi Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Tebliğler, 213-227.
- Turan, M., Bingöl, A.F. ve Aksoy, E., 1993.** Doğu Torosların jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimlerinin 25.Yılı sempozyumu, Ankara.
- Tolun, N., 1955.** Elazığ-Keban-Çemişgezek ve Pertek bölgesinin jeolojik etüdü. MTA Rapor No: 2227, Ankara.
- Tüfekçi, M.Ş. ve Dumanlılar, Ö., 1994 a.** Güneydoğu Anadolu maden arama projesi genel tabkik ve detay jeokimya çalışmaları raporu. MTA Rapor No: 9736, Ankara.
- Tüfekçi, M.Ş. ve Dumanlılar, Ö., 1994 b.** Malatya-İspendere-Kız Mehmet ve Elazığ-Baskil-Nazaruşağı arasında görülen cevherleşmelerin genel görünümü ve maden jeolojisi çalışmaları raporu, MTA Rapor No:9739, Ankara.
- Tüfekçi, M.Ş. ve Dumanlılar, Ö., 1998.** Güneydoğu Anadolu maden arama projesi Elazığ ili Baskil ilçesi Topaluşağı Köyü MTA ruhsatlı bakır-altın sahası sonuç raporu. MTA Rapor No: 10169, Ankara.
- Türkyılmaz, B., 1997.** Cansızhimik – Galuşağı – Kiziruşağı (Baskil-Elazığ) arasındaki cevherleşmelerin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 49s. (yayımlanmamış).
- Wedepohl, K. H., 1978.** Handbook of geochemistry. V.II-3, II-5, K. H. Wedepohl (Editor), Springer Verlag, New York.
- White, A.J.R. ve Chappell, B.W., 1977.** Ultrametamorphism and granitoid genesis. *Tectonophysics*, 43, 7-22.
- Yazgan, E., 1981.** Doğu Toroslarda etkin bir Paleo-kıta kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen). *Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Dergisi*, 7, 83-104.
- Yazgan, E., 1983.** A geotraverse between the Arabian platforme and the Munzur Nappes. *Int. Symp. on the Geology of the Taurus Belt. Field Guide Book for Excursion V.*, Ankara.
- Yazgan, E., 1984.** Geodynamic evolution of the Taurus region. *Int. Symp. on the Geology of the Taurus Belt, Bildiriler*, 199-205, Ankara.

Yazgan, E. And Chessex, R., 1991. Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. TPJD Bult., 3,1, 1-42.

Yazgan, E., Gültekin, M.C., Asutay, H.J., Poyraz, N. Ve Yıldırım, H., 1984. Malatya güneydoğusunun jeolojisi ve Doğu Torosların jeodinamik evrimi. MTA Rapor No: 297, Ankara.

Youden, W. J., 1951. Statical methods for chemists. Jhon Wiley and Sons Inc, N. Y., p16-17.

