

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KÖPRÜÇAY-BEŞKONAK (ANTALYA) BÖLGESİNDEKİ AKARSU
SEDİMANLARININ VE SU NUMUNELERİNİN AĞIR METAL İÇERİKLERİ,
KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ**

Davut YAMAN

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ŞUBAT 2023

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KÖPRÜÇAY-BEŞKONAK (ANTALYA) BÖLGESİNDEKİ AKARSU
SEDİMANLARININ VE SU NUMUNELERİNİN AĞIR METAL İÇERİKLERİ,
KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ**

Davut YAMAN

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ŞUBAT 2023

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÖPRÜÇAY-BEŞKONAK (ANTALYA) BÖLGESİNDEKİ AKARSU
SEDİMANLARININ VE SU NUMUNELERİNİN AĞIR METAL İÇERİKLERİ,
KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ**

Davut YAMAN
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2023

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÖPRÜÇAY-BEŞKONAK (ANTALYA) BÖLGESİNDEKİ AKARSU
SEDİMANLARININ VE SU NUMUNELERİNİN AĞIR METAL İÇERİKLERİ,
KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ**

Davut YAMAN
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 15/02/2023 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN (Danışman)
Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ
Prof. Dr. Yusuf URAS

ÖZET

KÖPRÜÇAY-BEŞKONAK (ANTALYA) BÖLGESİNDEKİ AKARSU SEDİMANLARININ VE SU NUMUNELERİNİN AĞIR METAL İÇERİKLERİ, KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ

Davut YAMAN

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Şubat 2023; 88 sayfa

Çalışma Bölgesi olan Beşkonak – Köprüçay, Antalya'nın doğusunda bulunmaktadır. Bölgede, rafting turizmi yaygın olarak görülmektedir. Beşkonak'ta rafting yapmak için gelen turist sayısı 1,5 milyonu aşmış durumdadır. Bölgedeki ağır metal içeriği ve suyun insan sağlığını tehdit edip etmediğinin açığa çıkarılması amacıyla yapılan çalışmalarda önem arz etmiştir.

Çalışmalarda alınan numuneler sistemli bir biçimde alınmıştır. Alınan su numuneleri üzerinde pH, iletkenlik, sertlik, tuzluluk ve EDTA değerleri kontrol edilmiştir. Alınan sediman numuneleri üzerinde elek analizi, kızdırma kaybı, XRF, analizi yapılmıştır. XRF analizi sonucunda elde edilen veriler ile zenginleşme faktörü, jeo-birikim indeksi ve kirlenme faktörü hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan literatür çalışmalarıyla birlikte elde edilen bulgular göz önüne alınarak ağır metal içeriği hakkında bilgi edinilmiştir.

Köprüçay – Beşkonak'ta yerli ve yabancı turistlerin yoğun ilgisini çeken rafting turizminin etkilenmemesi adına sedimanlardaki ağır metal içeriklerinin sağlığınıza olan etkilerinin ortaya çıkarılması amacıyla analiz, ölçüm ve hesaplamalar ile verilere ulaşılmıştır.

Çalışma alanında her yıl ziyaret eden turist sayısı dikkate alındığında ağır metal içeriği ve su analizlerinin düzenli olarak yapılması, kirliliğe yol açacak durumların önlenmesi önem arz etmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Ağır Metal, Beşkonak, Köprüçay, Köprülü Kanyon

JÜRİ: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ

Prof. Dr. Yusuf URAS

ABSTRACT

KOPRUCAY-BESKONAK (ANTALYA) HEAVY METAL CONTENT OF RIVER SEDIMENTS AND WATER SAMPLES, ORIGIN SPATIAL ANALYSIS AND POLLUTION INDICES

Davut YAMAN

MSc Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

February 2023; 88 sheets

Beşkonak – Köprüçay, whose region is Working, is in the east of Antalya. Rafting tourism is common in the region. The number of tourists who come for rafting in Beşkonak has exceeded 1.5 million. It was important in the studies carried out to reveal the heavy metal content in the region and whether the water threatens human health.

The samples taken in the studies were taken in a systematic way. pH, conductivity, hardness, salinity and EDTA values were checked on the water samples taken. Sieve analysis, heat loss, XRF analysis were performed on the sediment samples taken. Considering the findings obtained together with the literature studies, information about the heavy metal content was obtained.

In order not to affect the rafting tourism, which attracts great attention of local and foreign tourists in Köprüçay - Beşkonak, data were obtained with analysis, measurement, and calculations to reveal the effects of heavy metal contents in the sediments on our health.

Considering the number of tourists visiting the study area every year, it is important to carry out heavy metal content and water analysis regularly and to prevent situations that will lead to pollution.

KEYWORDS: Heavy Metal, Beskonak Koprucay, Koprulu Canyon

COMMITTEE: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ

Prof. Dr. Yusuf URAS

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın tamamı danışmanım Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN'ın katkılarıyla gerçekleşmiştir.

Bu çalışmanın hazırlanmasında yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve tuttuğu ışık ile daima ileriye hedeflememi sağlayan Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca arkamda olan ve bir ömür bu desteklerini esirgemeyen aileme ve değerli eşim Duygu YAMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Projenin her aşamasında desteğini esirgemeyen Nyamsarı Daniel GANYI, Emir Can ÖZÇELİK ve Özge Özer ATAĞOĞLU'na teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanı.....	1
1.2. Çalışma Amacı.....	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Bölgesel Jeoloji	3
2.1.1.Stratigrafi.....	5
2.1.1.1.Alakırçay- Ispartaçay Birimi.....	6
2.1.1.2.Tahtalıdağ Birimi	6
2.1.2. Yapısal Jeoloji ve Tektonik.....	7
2.1.3.Hidrojeoloji	7
3. MATERYAL VE METOT	8
3.1. Arazi Çalışmaları	8
3.2.Laboratuvar Çalışmaları.....	8
3.3.Ofis Çalışmaları	12
4.1.Numunelerin Koordinatları	13
4.2.Su Numuneleri Analiz Sonuçları	14
4.3.Elek Analizi Sonuçları	15
4.4.Kızdırma Kaybı Değeri Sonuçları.....	17
4.4. X Işını Floresans Spektrometresi (XRF).....	18
4.5. İstatiksel Analiz.....	21
4.6. Kirlilik İndeksi Hesaplanması.....	30
4.6.1. Kontaminasyon Faktörü (C _f), Kontaminasyon Derecesi (C _a), Modifiye Kontaminasyon Derecesi (mC _d), Kirlilik Yük İndeksi (PLI).....	30
4.6.2. Zenginleşme Faktörü (EF)	35
4.6.3. Jeo-birikim İndeksi (I _{geo}).....	35

4.7. Yoğunluk Haritalarının Oluşturulması.....	39
4.8. Kontaminasyon Faktörü Yoğunluk Haritalarının Oluşturulması.....	44
5. TARTIŞMA	51
6. SONUÇLAR	52
7. KAYNAKLAR	54
8. EKLER.....	58
EK-1. Elek Analizi Grafikleri	58
EK-2. Histogram	68



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Köprüçay-Beşkonak (Antalya) Bölgesindeki Akarsu Sedimanlarının ve Su Numunelerinin Ağır Metal İçerikleri, Kökeni ve Mekansal Analizi ve Kirlilik Endeksleri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

15/02/2023

Davut YAMAN



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
Al	: Alüminyum
Au	: Altın
Ba	: Baryum
Br	: Brom
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klor
cm	: Santimetre
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
D	: Doğu
Dy	: Disprozyum
Er	: Erbiyum
Eu	: Evropiyum
Fe	: Demir
Ga	: Galyum
Gd	: Gadolinyum
GD	: Güneydoğu
Hf	: Hafniyum
K	: Kuzey
K	: Potasyum

KB	: Kuzeybatı
km	: Kilometre
m	: Metre
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
mPA	: Mega paskal
MTA	: Maden tetkik ve arama
Na	: Sodyum
Nb	: Niyobyum
Ni	: Nikel
O	: Oksijen
Os	: Osmiyum
P	: Fosfor
Pa	: Protaktinyum
Pb	: Kurşun
Rb	: Rubidyum
Re	: Renyum
S	: Sülfür
Si	: Silisyum
SiO ₂	: Silisyum dioksit
Sn	: Kalay
Sr	: Stronsiyum
Ta	: Tantal
Tb	: Terbiyum
Th	: Toryum
Ti	: Titanyum

Tm : Tulyum
U : Uranyum
V : Vanadyum
W : Tungsten
Y : İtriyum
Zn : Çinko
Zr : Zirkon

Kısaltmalar

Cd : Kontaminasyon derecesi
Cf : Kontaminasyon faktörü
DSİ : Devlet Su İşleri
Igeo : Jeo-birikim indeksi
mCd : Modifiye kontaminasyon derecesi
PLI : Kirlilik yük indeksi
ppm : Milyon da bir birim
XRF : X ışını floresansı

Bu tezde ondalık yazımlarda “ , “ kullanılmıştır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yer Bulduru Haritası.....	1
Şekil 2.1. Türkiye'nin paleotektonik sınıflaması (Okay & Tüysüz, 1999).....	3
Şekil 2.2. Toros Kuşağı (Işık, 2016, s.4)	4
Şekil 2.3. Bölge Jeoloji Haritası (Akay vd. 1985)	4
Şekil 2.4. Bölge Stratigrafisi	5
Şekil 2.5. Seydişehir Formasyonu	6
Şekil 3.1. Numune Alımı	8
Şekil 3.2. Su Analizi	9
Şekil 3.3. Elek Analizi	9
Şekil 3.4. Öğütülen Numunelerin Tartılması	10
Şekil 3.5. Numunelerin Etüve Yerleştirilmesi	10
Şekil 3.6. Numunelerin Borik Asit ile Pellet Haline Getirilmesi.....	11
Şekil 3.7. Numunelerin Numaralandırılması	11
Şekil 3.8. XRF Analizi.....	12
Şekil 3.9. Numunelerin Cihaza Yerleştirilmesi	12
Şekil 4.1. Elek Analizi Granülometri Eğrileri	16
Şekil 4.2. Kirlilik İndeksi Grafiği	33
Şekil 4.3. C_d , mC_d , PLI Grafiği.....	34
Şekil 4.4. Zenginleşme Faktörü Grafiği (E_f).....	37
Şekil 4.5. Jeo-Birikim İndeksi Grafiği (Igeo)	38
Şekil 4.6. Al Elementi Yoğunluk Haritası	39
Şekil 4.7. Cr Elementi Yoğunluk Haritası	40
Şekil 4.8. Fe Elementi Yoğunluk Haritası	41
Şekil 4.9. Pb Elementi Yoğunluk Haritası	42
Şekil 4.10. Sn Elementi Yoğunluk Haritası	43
Şekil 4.11. Ti Elementi Yoğunluk Haritası.....	44
Şekil 4.12. Al Elementi Cf Yoğunluk Haritası	45
Şekil 4.13. Cr Elementi Cf Yoğunluk Haritası	46
Şekil 4.14. Fe Elementi Cf Yoğunluk Haritası	47
Şekil 4.15. Pb Elementi Cf Yoğunluk Haritası	48
Şekil 4.16. Sn Elementi Cf Yoğunluk Haritası	49
Şekil 4.17. Ti Elementi Cf Yoğunluk Haritası.....	50

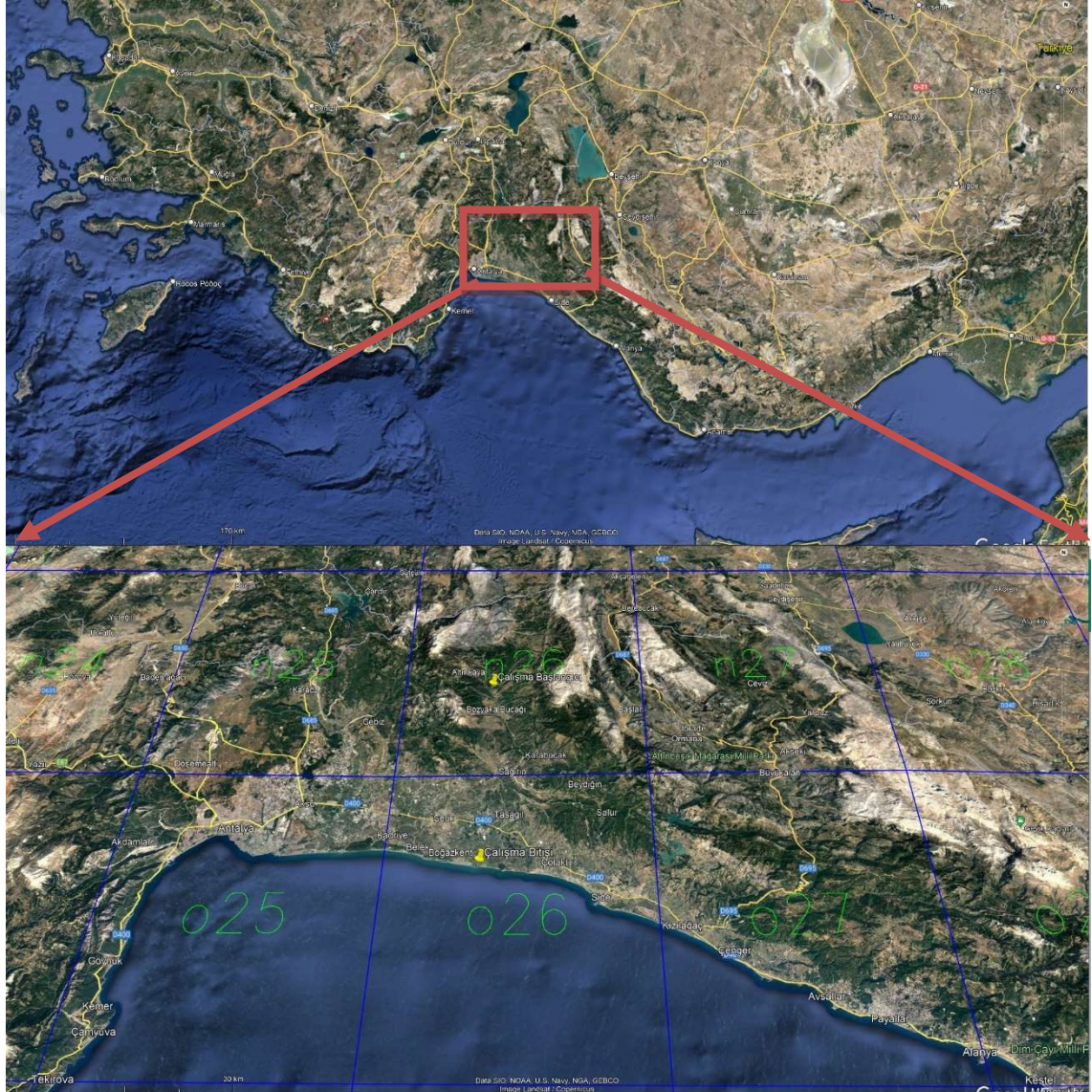
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Antalya Naplarına Farklı Araştırmacıların Verdikleri İsimlerin Korelasyonu	5
Çizelge 4.1. Numune Koordinatları	13
Çizelge 4.2. Su Analiz Sonuçları	14
Çizelge 4.3. Elek Analizi Sonuçları	15
Çizelge 4.4. Kızdırma Kaybı Analiz Sonuçları	17
Çizelge 4.5. XRF Analiz Sonuçları	19
Çizelge 4.6. XRF Analiz Sonuçları-2	20
Çizelge 4.7. Tanımlayıcı İstatistikler-1	23
Çizelge 4.8. Tanımlayıcı İstatistikler-2	24
Çizelge 4.9. Normallik Testleri	25
Çizelge 4.10. Pearson Korelasyon Analizi	26
Çizelge 4.11. Spearman Korelasyon Analizi	27
Çizelge 4.12. Hiyerarşik Dendogram Analizi-1	28
Çizelge 4.13. Hiyerarşik Dendogram-2	29
Çizelge 4.14. Model Summary ve Anova Analizi	30
Çizelge 4.15. Kirlilik İndeksleri	32
Çizelge 4.16. Zenginleşme Faktörü-Jeo-Birikim İndeksi	36

1. GİRİŞ

1.1. Çalışma Alanı

Çalışma Alanı Köprüçay – Beşkonak Antalya'nın doğusunda Manavgat ilçesine bağlıdır. Çalışma alanının yer bulduru haritası Şekil 1.1'de gösterilmiştir. Bölge'de jeolojik çalışmalar DSİ tarafından yapılmıştır. Çalışma alanı 1/100000 ölçekli N26 ve O26 paftasında, 36-38° enlemleri ve 25-27 ° boylamlarında yer almaktadır. Manavgat ilçesine 65 km uzaklıktadır.



Şekil 1.1. Yer Bulduru Haritası

1.2. Çalışma Amacı

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı programı, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada

Antalya, Manavgat, Beşkonak, Köprüçay ırmağından elde edilen sedimanlarda kimyasal analizler ile (XRF) ağır metal anomalilerinin belirlenmesi, olası kökenlerinin bulunması ve aynı lokasyonlarından alınan yüzey su numunelerinin aynı yöntemle kimyasal içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, sediman örneklerine elek analizi ve kızdırma kayıpları deneyleri yapılmış, kimyasal analiz sonuçlarına SPSS çok değişkenli istatistiksel analizler yapılarak çıkan sonuçlar yorumlanmıştır.



2. KAYNAK TARAMASI

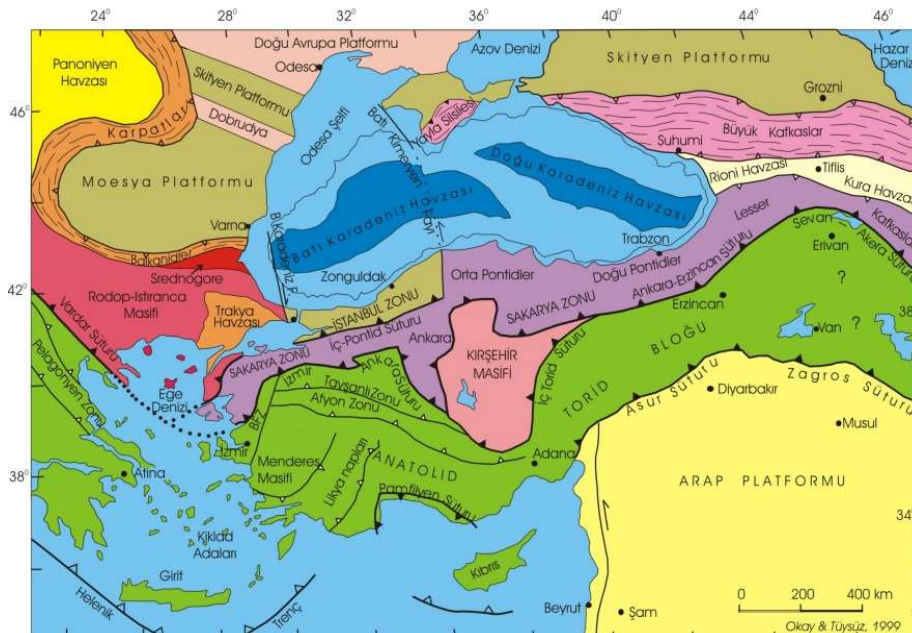
2.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı olan Köprüçay, Batı Toroslarda ve Antalya'nın doğusunda yer almaktadır. Bölgede kuvaterner yaşlı Alüvyon-Traverten, Tersiyer yaşlı Konglomera ve Filiş, Jura-Kretase yaşlı Kireçtaşı birimleri gözlemlenmiştir.

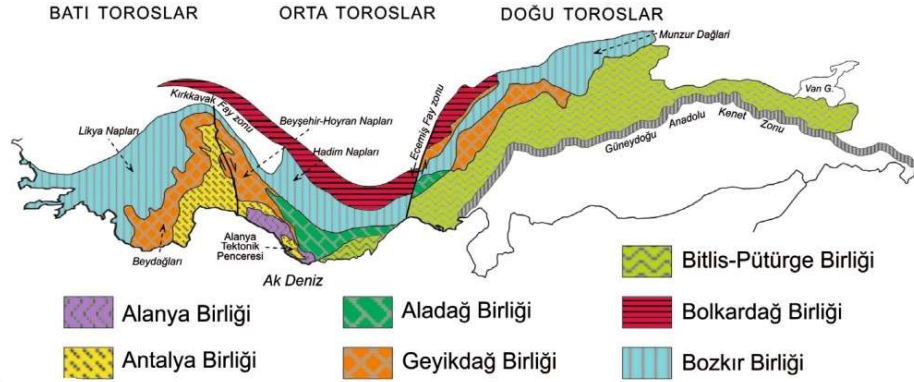
Köprüçay, Miyosen çökellerinde Köprüçay Kongloması gri-kahverengimsi gri, yuvarlak çakıllı veya bloklu, çakılları ise genellikle beyaz-gri kireçtaşı olan, karbonat çimentolu ve çok kalın tabakalı birimdir (Eroskay 1968). Konglomera içerisinde bulunan fosiller (Mercan, Gastropoda) Alt-Orta Miyosen’i temsil etmektedir (Altınlı 1944, Eroskay 1968).

Belkıs Konglomerası ise Akdeniz’e dökülen akarsuların mansap kısımlarımda gözlemlenmektedir. Genellikle sarımtırak kahverengi, sertleşmiş, çakılları çoğunlukla kireçtaşı, ofiyolit, radyolarit ve koyu gri kumtaşı olan yuvarlaklaşmış, kalın tabakalı ve karbonat çimentolu bir konglomeradır (Eroskay 1968).

Köprüçay Irmağı'nın konglomera ve kireçtaşları içerisinde ilerlemiş olduğu bölgelerde vadi çok dar ve derin bir boğaz gelişmiştir. Geçirimsiz birimlerin bulunduğu kısımlarda ise vadi oldukça geniştir. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar genellikle geniş olan vadilerde görülmektedir (Değirmenci 1989).

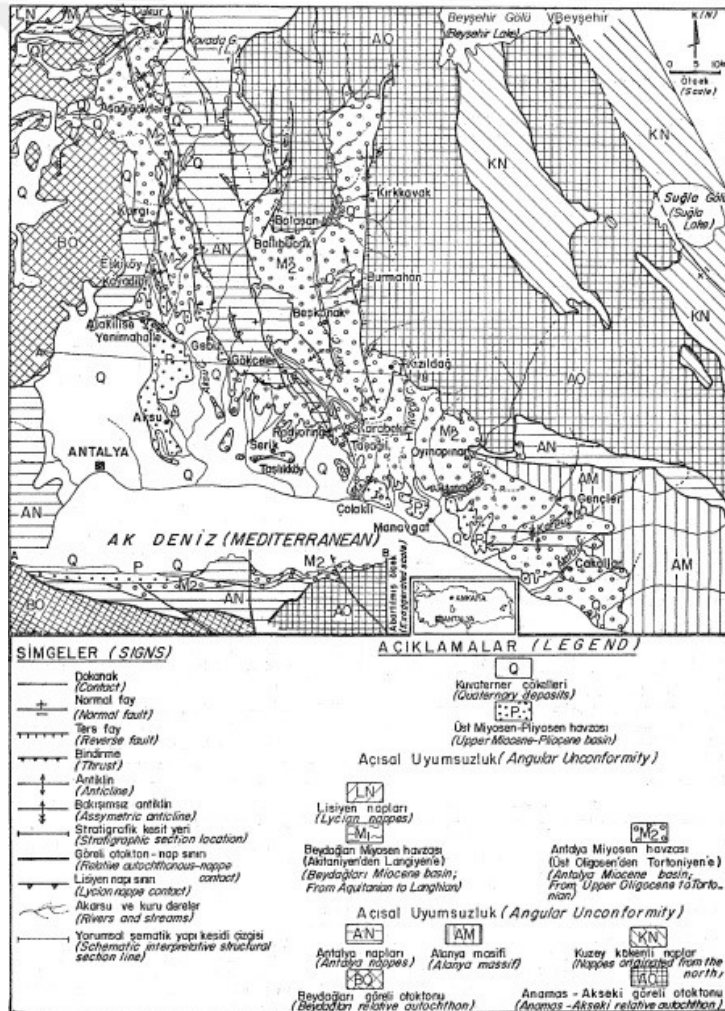


Şekil 2.1. Türkiye'nin paleotektonik sınıflaması (Okay & Tüysüz, 1999)



Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c. 19, s 5-78, Şubat 1976

Şekil 2.2. Toros Kuşağı (Işık, 2016, s.4)

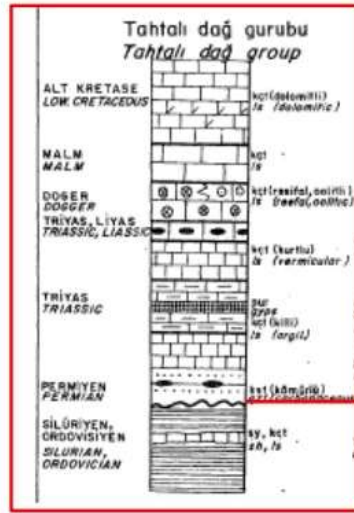


Şekil 2.3. Bölge Jeoloji Haritası (Akay vd. 1985)

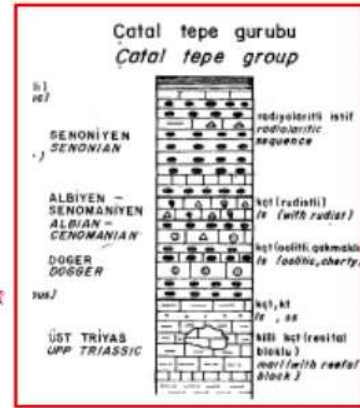
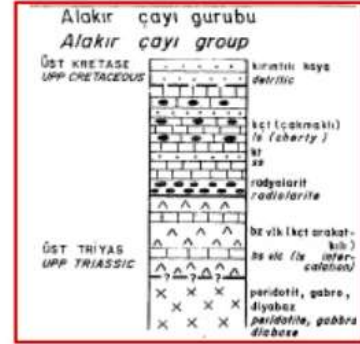
2.1.1.Stratigrafi

Batı Toroslarda, Allohton Antalya napları Aksu ile Köprüçay havzası boyunca geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Üst Kretase-Paleosen arasında yerleşmiş olan napları Ofiyolitli Birlik ve Dulup Birliği olmak üzere ikiye ayırmıştır (Dumont vd. 1975). Naplar ile bir diğer çalışmada ise Çaltepe birimi, Alakırçay-Ispartaçay birimi, Tahtalıdağ birimi olarak üçe ayırmış (Sipahi 1978), Çandır formasyonu ve Sütçüler formasyonu olarak ayrılmış ve incelenmiştir (Akbulut 1980).

Antalya Birliği



Uyumsuz dokanak



Brunn vd. (1971)

Şekil 2.4. Bölge Stratigrafisi

Çizelge 2.1. Antalya Naplarına Farklı Araştırmacıların Verdikleri İsimlerin Korelasyonu

Sipahi (1978)	Dumont vd. (1975)	Akbulut (1980)
Tahtalıdağ Birimi 1500m	Dulup Birliği 1500 m	Sütçüler Formasyonu 600-700m
Alakırçay-Ispartaçay Birimi 500m	Ofiyolitli Birlik 400-500m	Ofiyolitik Birim Çandır Formasyonu 1300m
Çaltepe Birimi 1000m	-	

2.1.1.1. Alakırçay- Ispartaçay Birimi

Eğirdir gölünden başlayarak Köprüçay havzasının B'sına kadar uzanan, G'de ise Serik-Aspendos bölgesine ulaşır. Genellikle kireçtaşı ile geçirimli birimler arasında geçirimsiz bir tabaka oluşturur (Günay 1981).

Üst Triyas yaşlı kireçtaşı, Kumtaşı ve Radyolaritleri, Üst Triyas yaşlı bazik denizaltı volkanitlerini, ofiyolitleri ve Üst Kretase yaşlı sedimanter kayaçları kapsamaktadır. Birimin toplam kalınlığı yaklaşık 500m'dir (Günay 1981).

2.1.1.2. Tahtalıdağ Birimi

Eğirdir Gölü ile Akdeniz arasında geniş bir alana yayılmış olan birim genellikle Alakırçay-Ispartaçay biriminin üzerini uyumsuz olarak örtmektedir. Kambriyen-Kretase yaşlı geçirimli karbonat ve sedimanter kayaçları kapsamaktadır. Seydişehir, Güneyyaka, Pamucakyayla, Dinek, Kızılbağ, Kesmeköprü, Gökdere ve Tekedağ formasyonlarından oluşmaktadır.

Seydişehir Formasyonu; Kambriyen – Ordovisiyen yaşlı gri, kahverengi, yeşil renkte orta tabakalı kumtaşı, şeyl ve kilaşlarından oluşmaktadır (Şenel vd. 1992). Blumenthal (1947) tarafından Seydişehir Formasyonu olarak adlandırılmıştır.



Şekil 2.5. Seydişehir Formasyonu

Güneyyaka Formasyonu; Erken – Orta Devoniyen yaşlı gri, yeşil, sarı renkte kumtaşı, silttaşı ve kilaşlarından oluşmaktadır (Şenel vd. 1981). Demirtaşlı (1987) tarafından Güneyyaka Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Pamucakyayla Formasyonu; sarı, bej, pembemsi renkte kumtaşı ve şeylden oluşmaktadır (Şenel vd. 1981). Şenel ve diğerleri (1981) tarafından Pamucakyayla Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Dinek Formasyonu; Geç Permiyen yaşlı siyah, gri renkte orta – kalın tabakalı kireçtaşı ve şeylden oluşmaktadır (Kalafatçıoğlu 1973). Kalafatçıoğlu (1973) tarafından Dinek Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

2.1.2. Yapısal Jeoloji ve Tektonik

Köprüçay Havzası, Batı Torosların karmaşık yapı ve karstik sistem içerisinde yer alan birçok büyük havzadan birisidir. Bölgesel ölçekte Antiklinal ve Senklinal gibi büyük yapısal kısımlara ayrılmıştır. Orojenik hareketler sırasında dış kavisler yükselmiş ve iç kavisler alçalmıştır. Köprüçay havzası iç kavislere rastlayan yapısal çukurlardan birisidir (Eroskay 1968).

Köprüçay havzasındaki Miyosen çökellerinin Bozburun dağında (2500m) bulunmaları epirojenik hareketlerin önemini göstermektedir (Eroskay 1968).

Köprüçay Senklinali; eksenini yaklaşık olarak K-G doğrultuda, Köprüçay vadisi boyunca uzanan ve G’ye dalımlı bir senklinal yapı vardır (Sümerman 1973).

Bozburun Antiklinali; sağ sahilde Konglomeralarda K-G doğrultuda uzanır ve G’ye dalımlı bir antiklinal yapı vardır (Değirmenci 1989).

2.1.3. Hidrojeoloji

Köprüçay ırmağı, Anamas dağlarını oluşturan Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarındaki karstik kaynakların oluşturduğu Sorgun dere, bölgedeki Mesozoyik yaşlı kireçtaşı akiferinin en büyük boşalımı olan Başpınar kaynağı, doğudaki kireçtaşı-şeyl dokanağından çıkan Boyalıçay deresi, doğudan Kırkgeçit deresi, Akçay ve İtice dereleri, batıdan Ballıbucak ve Koca derelerinin katılımıyla oluşur. Daha sonra ise Sağırın ile Kocadere katılmaktadır.

K’de Beyşehir, Eğirdir ve Kovada Gölleri ile D’da Manavgat havzası, B’da Aksu havzası beslemektedir. En büyük karstik kaynağı ise Olukköprü’dür.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında Köprüçay üzerinde keşifler yapılmış ve sonrasında koordinat belirleme, su ve sediman numune alımı ve fotoğraf çekilmiştir.

Numuneler mümkün olduğunca her 400m’de bir olmak üzere Köprüçay ırmağının sağ veya sol yakasından 40 adet olacak şekilde arazi çalışmaları tamamlanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Numune Alımı

3.2.Laboratuvar Çalışmaları

Araziden temin edilen sediman numuneleri poşetlerinin ağzı açılarak 7 gün boyunca oda koşullarında kurumaları sağlanmıştır. Su numuneleri ise kapları ile Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü’ne analiz yapmak için götürülmüştür.

Analiz için götürülen numunelerde pH, EDTA, Sertlik, O₂ miktarı, iletkenlik ve tuzluluk ölçülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Su Analizi

Kurumuş olan numunelere dane boylarına göre 4mm, 2mm, 1mm, 0.5mm 0.25mm, 0.125mm aralığındaki elekler ile elek analizi uygulanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Elek Analizi

Yapılan Elek analizinden sonra kırıcı-öğütücü ile toz haline getirilmiş ve 20g olacak şekilde tartılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Öğütülen Numunelerin Tartılması

Numuneler tartıldıktan sonra Kızdırma Kaybı (Lost of Ignition) hesaplamak için 105 °C’de 24 saat etüve bırakılmış ve hesaplanan bu değer XRF analizi yapmak için kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Numunelerin Etüve Yerleştirilmesi

Etüvden 24 saat sonra çıkarılan numuneler pres makinesi yardımıyla Borik asit ile kaplanarak 15 mPa (30 ton) olacak şekilde pellet haline getirilmiş (Şekil 3.6) ve numaralandırılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Numunelerin Borik Asit ile Pellet Haline Getirilmesi



Şekil 3.7. Numunelerin Numaralandırılması

Numunelere XRF Analizi (X-Işını Floresans Spektrometre) yapılmış olup, içerisinde bulunan Cl, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Br, Rb, Sr, Y, Nb, Sn, Ba, Hf, Ta, W, Au, Pb, Th, U, MgO, Al₂O₃, SiO₂, SO₃, K₂O, CaO, TiO₂, MnO, Fe₂O₃, Na₂O, Zr, Re, Os, Pa, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm gibi element ve oksitlerin ppm bazında oranları belirlenmiştir (Şekil 3.8 ve 3.9).



Şekil 3.8. XRF Analizi



Şekil 3.9. Numunelerin Cihaza Yerleştirilmesi

3.3.Ofis Çalışmaları

Ofis çalışmaları arazi çalışmaları öncesinde başlamış olup, literatür çalışması, veri analizleri, raporlar, makaleler ve yayınlar incelenmiş ve arazi hakkında bilgi edinilmiştir.

Arazi çalışmalarından sonra, elde edilen gps, numune, laboratuvar analiz sonuçları Ms Office programları yardımıyla derlenmiş, SPSS (v23) programı yardımıyla da sayısal analizleri gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Numunelerin Koordinatları

Köprüçay ırmağı kıyısından alınmış olan koordinatlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Numune Koordinatları

No	Enlem (°)	Boylam (°)	Yükseklik (m)	Numune Alınan Bölge
1	37.1912°N	31.1815°E	177	Köprülü Kanyon
2	37.1870°N	31.1806°E	154	Köprülü Kanyon
3	37.1825°N	31.1815°E	154	Köprülü Kanyon
4	37.1792°N	31.1851°E	150	Köprülü Kanyon
5	37.1734°N	31.1889°E	144	Köprülü Kanyon
6	37.1704°N	31.1912°E	141	Köprülü Kanyon
7	37.1588°N	31.1855°E	128	Köprülü Kanyon
8	37.1508°N	31.1865°E	126	Karabuk köyü
9	37.1468°N	31.1857°E	120	Karabuk köyü
10	37.1419°N	31.1868°E	118	Karabuk köyü
11	37.1400°N	31.1901°E	116	Karabuk köyü
12	37.1363°N	31.1984°E	115	Karabuk köyü
13	37.1292°N	31.2052°E	115	Karabuk köyü
14	37.1247°N	31.2072°E	98	Karabuk köyü
15	37.1208°N	31.2098°E	86	Karabuk köyü
16	37.1169°N	31.2121°E	80	Oluk Köprü
17	37.0759°N	31.2322°E	34	Bozyaka Yolu
18	37.0707°N	31.2323°E	31	Bozyaka Yolu
19	36.9873°N	31.2039°E	24	Sağırın Merkez
20	36.9702°N	31.1982°E	23	Sağırın Merkez
21	36.9705°N	31.1958°E	21	Otgunlu Sokak
22	36.9672°N	31.1811°E	19	Otgunlu Sokak
23	36.9632°N	31.1801°E	18	Otgunlu Sokak
24	36.9598°N	31.1787°E	17	Serik Sarıabalı
25	36.9509°N	31.1761°E	16	Aspendos
26	36.9483°N	31.1797°E	16	Aspendos
27	36.9467°N	31.1823°E	15	Aspendos
28	36.9444°N	31.1823°E	13	Aspendos
29	36.9338°N	31.1739°E	13	Aspendos
30	36.9300°N	31.1712°E	12	Aspendos
31	36.9280°N	31.1748°E	11	Aspendos
32	36.9254°N	31.1753°E	11	Aspendos
33	36.9227°N	31.1703°E	11	Aspendos
34	36.9227°N	31.1698°E	10	Aspendos
35	36.9204°N	31.1665°E	9	Belkis
36	36.9144°N	31.1622°E	9	Belkis Aspendos Köprüsü

37	36.8746°N	31.1739°E	5	Büklüce
38	36.8716°N	31.1713°E	5	Büklüce
39	36.8601°N	31.1728°E	3	Büklüce
40	36.8300°N	31.1740°E	1	Deniz Yaka

4.2.Su Numuneleri Analiz Sonuçları

Çalışma alanından alınmış olan 40 adet su numunesi laboratuvar ortamında su analizleri yapılmış olup değerler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Su Analiz Sonuçları

No	PH	EDTA	SERTLİK	% O ₂	İLETKENLİK	TUZ (PPT)
1	8,01	7,58	151,60	84,40	0,34	0,18
2	8,00	7,53	150,60	84,10	0,33	0,17
3	8,17	5,95	119,00	84,60	0,26	0,13
4	7,99	6,68	133,60	84,30	0,30	0,16
5	7,93	7,07	141,40	84,30	0,30	0,16
6	8,08	6,38	127,60	84,10	0,28	0,15
7	7,96	6,80	136,00	84,10	0,29	0,15
8	8,03	6,50	130,00	84,10	0,28	0,14
9	7,96	7,11	142,20	84,10	0,30	0,16
10	8,11	5,91	118,20	84,00	0,25	0,13
11	8,12	6,04	120,80	84,10	0,26	0,13
12	8,05	6,49	129,80	84,00	0,28	0,15
13	8,08	6,69	133,80	83,90	0,26	0,13
14	8,06	6,52	130,40	83,90	0,29	0,15
15	8,05	7,05	141,00	83,80	0,28	0,15
16	8,12	6,69	133,80	83,90	0,28	0,14
17	8,12	9,11	182,20	84,10	0,25	0,13
18	8,08	6,12	122,40	84,20	0,27	0,14
19	8,05	6,09	121,80	84,10	0,27	0,14
20	8,05	6,49	129,80	84,10	0,28	0,14
21	8,14	7,90	158,00	84,20	0,34	0,18
22	8,09	5,70	114,00	84,20	0,25	0,13
23	8,12	6,39	127,80	84,00	0,27	0,14
24	8,16	5,91	118,20	84,00	0,26	0,13
25	8,15	5,72	114,40	84,10	0,26	0,13
26	8,07	5,83	117,80	84,00	0,26	0,13
27	8,09	6,07	121,70	83,80	0,32	0,17
28	8,11	7,04	140,90	84,20	0,28	0,15
29	8,17	6,96	135,70	84,10	0,31	0,16
30	8,13	6,18	125,60	84,10	0,31	0,17
31	8,08	6,04	122,20	83,90	0,28	0,14

32	8,01	6,99	136,20	84,10	0,28	0,14
33	8,14	7,09	141,30	84,20	0,27	0,15
34	8,09	7,01	138,60	84,00	0,24	0,13
35	8,10	6,91	134,40	84,10	0,25	0,13
36	8,10	7,32	145,80	84,10	0,29	0,15
37	8,05	7,83	152,60	84,00	0,32	0,17
38	8,19	7,55	147,10	84,20	0,42	0,21
39	8,27	7,96	158,60	83,90	0,44	0,22
40	8,79	8,27	169,10	83,80	0,65	0,35

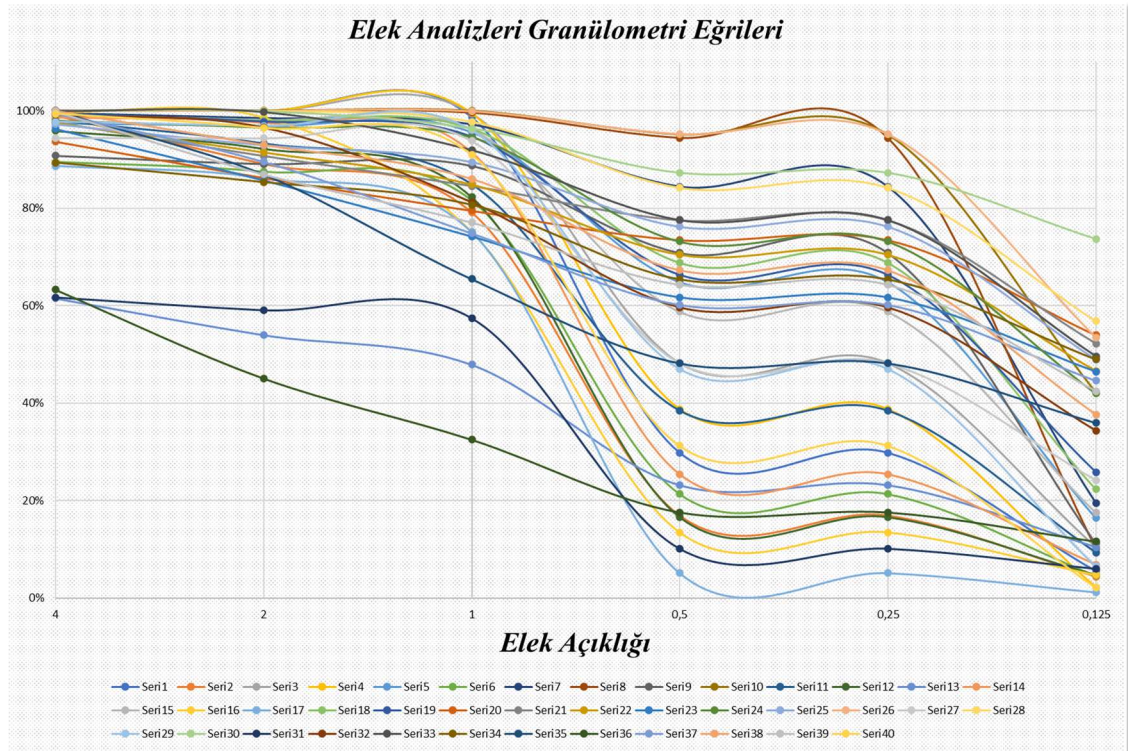
4.3.Elek Analizi Sonuçları

Arazi çalışmalarından elde edilmiş numuneler 7 gün boyunca kurumaya bırakılmış ve ortalama 100gr olacak şekilde tartılmıştır. Tartılan numuneler eleğin en üst kısmından dökülerek 10 dk boyunca titretilerek eleklerden geçmesi sağlanmıştır. Sırasıyla 4-2-1-0,5-0,25 ve 0,125mm açıklıktaki 6 elekten geçirilmiş ve yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.3’de gösterilmiş, sonuçlara göre oluşturulmuş granülometri eğrileri Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.3. Elek Analizi Sonuçları

No	Ağırlık (g)	4	2	1	0,5	0,25	0,125	<0,125	Toplam (g)	Toplam (%)
1	162,9	0,0	0,0	2,1	16,3	95,7	39,5	9,0	162,6	99,82
2	127,3	1,3	12,6	12,6	21,1	58,0	15,9	5,6	127,1	99,84
3	145,3	0,0	0,0	0,7	2,8	70,8	54,2	15,1	143,6	98,83
4	152,1	0,0	0,0	0,7	10,2	80,8	54,8	3,3	149,8	98,49
5	174,1	4,6	0,9	2,2	8,1	45,2	83,9	28,4	173,3	99,54
6	209,7	21,9	4,2	12,2	52,2	73,4	34,9	9,6	208,4	99,38
7	125,4	0,6	1,3	1,6	2,4	13,6	81,4	24,4	125,3	99,92
8	125,1	0,0	0,0	0,5	0,0	6,4	104,5	12,6	124,0	99,12
9	130,5	12,0	2,2	0,5	2,5	20,8	77,7	14,6	130,3	99,85
10	71,9	0,0	0,0	0,0	0,3	3,2	37,9	30,2	71,6	99,58
11	162,1	3,1	7,6	13,4	23,3	51,3	46,7	14,9	160,3	98,89
12	181,8	7,4	6,6	17,9	43,0	75,6	21,5	8,5	180,5	99,28
13	76,1	29,1	5,7	4,6	5,1	13,6	9,6	7,9	75,6	99,34
14	199,7	2,8	2,2	11,9	47,4	83,7	36,7	13,6	198,3	99,30
15	145,7	1,3	1,5	2,8	10,7	43,5	59,7	25,4	144,9	99,45
16	206,6	0,4	2,4	48,4	70,6	56,9	18,1	9,7	206,5	99,95
17	132,8	15,0	3,4	14,6	40,6	52,2	5,2	1,6	132,6	99,85
18	225,9	1,7	2,9	3,7	4,6	57,1	104,1	50,1	224,2	99,25
19	179,8	1,1	2,9	5,5	5,4	45,4	72,4	46,2	178,9	99,50
20	71,6	4,5	5,3	4,8	1,9	2,4	13,9	38,4	71,2	99,44
21	69,6	1,6	4,7	4,2	2,1	2,7	17,2	35,5	68,0	97,70

22	89,5	2,2	5,4	5,9	3,4	9,5	21,3	41,6	89,3	99,78
23	51,6	1,9	5,4	5,9	2,7	3,7	7,8	23,8	51,2	99,22
24	116,8	2,3	1,6	2,3	2,8	21,8	35,8	48,2	114,8	98,29
25	154,6	4,2	6,6	5,3	2,6	17,8	41,8	75,1	153,4	99,22
26	120,3	0,0	0,0	0,1	0,7	4,9	49,9	63,8	119,4	99,25
27	123,6	6,4	0,1	0,6	5,1	47,6	27,7	27,9	115,4	93,37
28	197,1	0,0	0,1	4,3	5,9	20,7	53,6	111,4	196,0	99,44
29	202,6	4,5	1,8	1,7	2,8	96,3	81,9	13,1	202,1	99,75
30	151,6	0,0	0,1	5,3	4,4	9,3	20,4	110,6	150,1	99,01
31	68,7	26,2	1,8	1,1	8,3	24,0	2,8	4,1	68,3	99,42
32	76,8	0,6	2,0	11,7	6,1	10,4	19,3	26,2	76,3	99,35
33	50,0	0,0	0,1	3,8	2,5	4,5	13,6	24,1	48,6	97,20
34	45,4	4,8	1,8	2,1	3,0	3,9	7,4	22,1	45,1	99,34
35	111,2	0,0	14,4	23,7	10,1	9,0	13,5	39,7	110,4	99,28
36	119,5	43,6	21,6	14,9	8,8	8,9	7,1	13,8	118,7	99,33
37	90,5	0,5	8,9	13,2	6,8	6,4	14,0	40,1	89,9	99,34
38	203,8	0,0	14,0	14,0	7,5	30,2	59,4	75,6	200,7	98,48
39	69,7	0,1	8,9	6,8	3,6	5,2	15,0	29,2	68,8	98,71
40	150,0	0,9	4,4	8,2	13,4	75,9	43,5	3,2	149,5	99,67



Şekil 4.1. Elek Analizi Granülometri Eğrileri

4.4.Kızdırma Kaybı Değeri Sonuçları

Arazi çalışmalarından elde edilmiş numuneler 7 gün boyunca kurumaya bırakılmış, kırma-öğütme makinesiyle öğütülmüş ve ortalama 20gr olacak şekilde tartılmıştır.

Öğütülmüş numuneler 105 °C sıcaklıkta 24 saat boyunca etüv 'de bekletilmiştir. Sonrasında içerisindeki nemi kaybeden numuneler tekrar tartılmış ve tekrar kaydedilmiştir. Bu iki değer arasındaki fark olan nem % değeri olarak Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kızdırma Kaybı Analiz Sonuçları

No	Kap Ağırlığı	Numune Ağırlığı 1.Ölçüm	Kızdırma Sonrası Toplam Ağırlık	Numune Ağırlığı 2.Ölçüm	Su Kaybı (%)
1	36,9	20,0	56,7	19,8	1,0
2	34,1	20,0	53,9	19,8	1,0
3	36,5	20,0	56,3	19,8	1,0
4	36,4	20,0	56,0	19,6	2,0
5	36,8	20,0	56,4	19,6	2,0
6	35,3	20,0	55,0	19,7	1,5
7	35,3	20,0	55,0	19,7	1,5
8	34,5	20,0	54,4	19,9	0,5
9	33,9	20,0	53,6	19,7	1,5
10	35,3	20,0	54,7	19,4	3,0
11	34,0	20,0	53,8	19,8	1,0
12	34,6	20,0	54,5	19,9	0,5
13	35,4	10,6	45,6	10,2	3,8
14	34,8	20,0	54,5	19,7	1,5
15	35,0	20,0	54,4	19,4	3,0
16	37,3	20,0	57,0	19,7	1,5
17	35,8	20,0	55,0	19,2	4,0
18	34,2	20,0	53,8	19,6	2,0
19	42,1	20,0	61,8	19,7	1,5
20	35,3	20,0	55,1	19,8	1,0
21	35,2	20,0	54,9	19,7	1,5
22	36,9	20,0	56,5	19,6	2,0
23	34,6	12,0	46,3	11,7	2,5
24	35,4	20,0	55,1	19,7	1,5
25	35,7	20,0	55,6	19,9	0,5
26	35,0	20,0	55,0	20,0	0,0
27	39,9	20,0	59,9	20,0	0,0
28	34,6	20,0	54,4	19,8	1,0
29	35,3	20,0	55,1	19,8	1,0

30	36,1	20,0	55,7	19,6	2,0
31	39,8	20,0	59,7	19,9	0,5
32	36,2	20,0	56,0	19,8	1,0
33	35,9	20,0	55,5	19,6	2,0
34	35,2	20,0	54,9	19,7	1,5
35	36,4	20,0	56,1	19,7	1,5
36	38,0	20,0	57,5	19,5	2,5
37	38,0	20,0	57,8	19,8	1,0
38	39,4	20,0	59,3	19,9	0,5
39	38,2	20,0	58,0	19,8	1,0
40	34,2	20,0	54,2	20,0	0,0

4.4. X Işını Floresans Spektrometresi (XRF)

XRF, bir numuneye X ışını gönderildikten sonra numunede bulunan bazı elektronların gelen ışınlar ile atom yörüngesinden çıkarak serbest hale gelmektedir. İyonlaşmış olan elektronun yerine bir üst yörüngedeki elektron doldururken açığa çıkan enerjiye X Işını Floresansı denilmektedir. Her element kendine has enerjiye sahiptir.

XRF ile; MgO, Al₂O₃, SiO₂, SO₃, K₂O, CaO, TiO₂, MnO, Fe₂O₃, Na₂O, Cl, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Br, Rb, Sr, Y, Nb, Sn, Ba, Hf, Ta, W, Au, Pb, Th, U, Zr, Re, Os, Pa, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm gibi oksitlerin ve elementlerin ppm düzeyinde analizi gerçekleştirilebilir. Atom numarası 9-92 aralığında olan elementleri analiz etmek için genellikle 50 kV ve 50mA'de çalışmaktadır. Yapılan analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. XRF Analiz Sonuçları-1

Element No	Cl	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Br	Rb	Sr	Y	Nb	Sn	Ba	Hf	Ta	W	Au	Pb	Th
1	143	0	262	0	0	0	68	17	0	63	224	33	0	43	272	0	0	0	0	79	18
2	246	0	382	0	0	0	63	14	7	51	219	29	0	46	0	0	0	0	0	44	0
3	167	0	668	0	0	0	82	31	0	81	236	43	28	42	288	70	0	0	0	77	26
4	152	114	1	170	0	0	57	15	0	58	264	26	0	43	243	0	0	0	0	58	14
5	142	0	512	112	49	0	61	14	0	56	222	32	30	34	244	0	0	0	0	23	12
6	144	0	407	0	0	0	76	19	6	62	310	34	0	39	214	0	0	0	0	68	18
7	169	219	399	0	0	0	62	15	5	66	270	34	0	48	232	0	0	0	13	76	18
8	127	0	159	0	0	0	88	13	4	73	202	33	0	42	255	0	0	0	0	60	15
9	148	0	334	0	0	0	75	18	6	75	265	37	0	46	240	0	0	0	0	62	18
10	153	0	715	0	0	0	81	20	7	77	271	41	0	39	245	0	0	0	14	66	19
11	153	0	472	0	43	26	88	15	0	72	340	38	0	50	211	0	38	0	0	79	25
12	164	0	292	0	50	17	47	15	7	34	135	21	0	43	158	0	0	0	0	50	15
13	215	0	1600	0	0	0	67	13	13	73	193	32	0	40	218	0	0	0	0	46	13
14	149	0	232	0	0	0	100	18	5	58	317	30	0	46	180	0	0	0	0	53	0
15	178	0	172	0	0	0	99	19	5	88	278	43	0	42	255	33	0	0	0	54	18
16	217	0	377	0	0	0	88	26	0	47	377	35	0	44	153	0	0	0	0	80	0
17	162	0	219	0	0	0	47	10	0	41	374	27	0	50	0	0	0	0	0	49	0
18	162	0	368	0	0	0	65	19	9	74	324	38	0	48	242	0	0	0	0	70	22
19	165	135	499	0	0	0	68	18	7	71	309	39	0	47	211	0	0	0	0	87	24
20	202	121	502	0	0	0	87	25	10	80	283	39	31	42	267	59	0	0	14	69	23
21	176	0	378	0	57	0	100	13	8	91	305	46	32	45	283	0	0	34	0	107	19
22	159	0	447	0	0	0	89	15	8	101	256	35	0	44	287	52	0	0	0	72	18
23	298	0	431	0	0	0	92	21	11	85	284	42	0	41	233	0	0	0	13	50	19
24	163	0	413	0	0	0	72	13	5	79	288	37	0	45	281	0	0	0	0	48	17
25	140	0	386	0	0	0	80	12	6	81	277	39	0	46	352	39	0	0	0	66	22
26	205	0	491	0	0	0	41	11	0	71	213	30	29	49	259	0	0	0	0	60	11
27	184	0	414	0	143	0	35	11	4	38	234	20	0	48	152	0	0	0	0	52	11
28	139	0	384	0	0	0	79	14	7	76	288	37	0	45	218	0	0	0	0	54	16
29	186	0	365	0	0	0	63	11	0	45	282	26	0	46	187	0	0	0	0	48	0
30	172	0	342	0	87	0	90	20	12	100	298	38	0	53	225	35	0	0	0	63	23
31	142	192	1950	0	56	0	57	9	4	28	270	21	0	41	173	0	0	0	0	56	0
32	196	0	262	0	45	0	51	12	7	63	199	23	0	36	190	0	0	26	0	63	13
33	185	0	369	0	72	0	94	12	13	104	302	35	0	51	317	0	0	0	0	108	19
34	177	0	422	0	71	0	65	13	6	83	237	30	28	48	203	35	0	0	0	49	16
35	194	0	328	112	118	38	80	19	10	93	304	32	0	38	234	0	0	0	0	23	12
36	222	0	330	0	152	0	93	21	7	93	257	31	32	49	245	0	0	0	0	52	14
37	146	0	252	0	0	0	82	17	11	97	253	31	0	50	294	0	0	0	0	48	0
38	135	0	622	0	0	0	70	11	6	61	283	30	26	50	227	42	0	0	0	49	0
39	165	0	587	0	0	0	85	19	16	92	300	32	28	48	268	56	0	0	0	64	23
40	246	0	1730	0	0	0	40	14	7	25	315	26	0	45	157	0	0	30	0	84	0

Çizelge 4.6. XRF Analiz Sonuçları-2

Element No	U	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	N ₂ O	Zr	Re	Os	Pa	Eu	Gd	Tb	Dy	Er	Tm
1	0	30400	129000	350000	1270	16400	377000	7850	0	60200	15700	4990	0	0	45	2610	0	2310	0	0	0
2	12	50000	91400	374000	2400	10500	389000	6860	0	43800	18100	4840	0	0	33	4540	523	3270	0	0	0
3	26	32800	171000	422000	1240	20600	243000	9780	0	67400	18200	4990	36	0	56	3630	305	2500	0	0	174
4	0	41100	128000	411000	1570	16200	332000	8110	0	31800	20900	4490	0	0	40	2120	477	1670	0	0	0
5	0	36400	146000	453000	1360	19000	251000	9660	686	44800	29500	4390	0	0	30	572	273	0	0	0	0
6	15	34200	103000	406000	1340	11400	350000	6850	0	58100	18500	4880	0	0	38	2730	0	2540	0	0	0
7	0	37800	131000	419000	1620	15500	304000	7730	0	56700	14600	4750	31	0	50	2760	0	2310	0	0	0
8	0	29800	151000	375000	1370	19300	325000	8450	0	62400	17000	4850	0	0	54	2130	0	1780	0	0	0
9	0	39100	145000	388000	1270	17600	305000	8720	0	66300	17500	5050	0	0	50	3430	0	2930	0	0	0
10	0	34100	160000	406000	1870	18600	277000	9010	0	61300	19200	5260	26	0	39	3060	340	1890	0	70	91
11	0	39500	110000	349000	1260	12400	380000	7310	0	70400	19200	5300	35	0	28	2980	0	489	0	70	83
12	0	38700	85500	477000	1900	9640	313000	6130	0	34000	25200	4190	33	0	26	1690	0	1730	0	54	0
13	0	29700	159000	362000	1610	17300	337000	8060	0	60800	10000	5280	35	0	25	2780	0	2420	0	0	0
14	0	32400	98300	388000	1370	11500	388000	6270	0	47000	16500	4920	0	0	36	2990	0	2220	0	0	0
15	15	31700	150000	402000	1400	20200	286000	9300	0	70500	17500	4780	0	19	59	2420	0	2510	0	0	0
16	23	35600	87000	325000	1230	8840	451000	5520	0	52300	21500	5290	46	0	50	3790	255	3110	0	88	0
17	0	40100	76500	361000	1740	7770	432000	4660	0	42300	22700	4850	0	0	26	3260	0	2340	0	63	0
18	18	29900	121000	370000	1670	16600	365000	8040	0	62300	10600	5120	30	0	49	3940	0	3950	0	69	0
19	21	32000	138000	355000	1600	16300	359000	7620	0	62100	14000	5220	26	0	58	3280	303	3220	0	73	80
20	20	31900	144000	389000	1620	16400	317000	8150	0	63900	14700	5060	0	0	49	3170	0	2440	0	0	0
21	17	30800	143000	365000	2310	16900	325000	8460	0	82900	13400	5230	0	0	72	3210	0	2140	0	66	0
22	0	29800	130000	345000	1980	17300	378000	7880	0	64800	12000	5280	0	0	0	2860	0	2840	0	0	0
23	0	34600	151000	399000	1960	19800	300000	9880	0	69900	11700	4640	0	0	56	2690	0	2450	0	0	0
24	0	28600	123000	335000	1920	16100	392000	7500	0	70600	11500	5380	0	0	48	3920	0	2880	0	0	0
25	0	26700	119000	315000	1600	15700	411000	7560	0	77700	11300	5920	0	27	68	3550	0	3210	0	0	0
26	0	29500	131000	345000	2250	16100	381000	8080	0	62700	12600	4930	30	0	41	2480	0	2720	0	0	0
27	0	64600	81600	383000	1090	9560	399000	4880	0	26700	17200	4620	0	0	19	2890	0	2680	0	0	147
28	0	30200	119000	351000	2030	14400	380000	7390	0	70100	12900	5430	0	0	61	2870	0	2620	0	0	0
29	0	36000	81700	349000	1070	9470	446000	5010	0	43900	17600	4930	0	0	35	2130	0	1610	0	0	0
30	0	30900	147000	340000	2030	17600	367000	9400	0	64500	8950	5160	0	32	0	2930	0	2390	0	0	95
31	0	48400	83000	331000	1920	7810	483000	4480	0	30900	0	4810	0	0	28	952	0	0	0	0	0
32	0	44600	134000	435000	2210	12300	269000	7830	0	40200	45800	4150	0	0	0	1620	0	1480	0	0	0
33	0	27800	117000	300000	1800	16300	428000	7240	0	77700	10300	5850	0	37	0	3580	0	2480	0	0	0
34	0	30700	141000	350000	10300	14700	370000	7400	0	53300	10200	5200	0	0	0	2640	0	2620	0	0	0
35	0	47300	146000	455000	13400	22200	213000	9010	894	52800	44000	4080	20	0	21	268	0	0	0	0	0
36	0	44900	135000	345000	4400	19100	352000	8450	0	71900	8810	5000	0	0	0	3090	0	2120	0	0	0
37	0	31700	121000	331000	2130	18100	408000	7210	0	57200	11600	5250	0	0	0	3050	0	2210	0	0	0
38	0	31300	114000	345000	1440	12100	400000	5910	0	63900	13200	5240	0	0	62	2890	0	2410	0	0	0
39	0	34800	138000	361000	2300	17100	347000	9650	0	62600	13400	5200	29	0	29	3010	0	2940	0	0	0
40	0	48300	62500	354000	785	5660	478000	3590	0	32600	0	5450	31	0	37	3360	181	2260	0	64	0

4.5. İstatiksel Analiz

Çalışma alanından alınmış olan numunelerin XRF analizi sonuçlarına göre SPSS (v23) programı yardımıyla çok değişkenli istatistiksel analizleri yapılmış olup, bu analizlerde sırasıyla; Tanımlayıcı İstatistikler, Normallik Testleri, Korelasyon Analizi, Hiyerarşik Dendogram Analizi, Model summary ve Anova analizleri uygulanmıştır.

Tanımlayıcı istatistikler, sayısal verileri özetle tanıtan, çarpıklık veya basıklık değerlerini gösteren, ne tür yayılım gösterdiği hakkında bilgi veren değerlerdir (Çizelge 4.7 ve 4.8).

Korelasyon analizi yapılabilmesi için öncelikle normallik analizinin kontrol edilmesi gerekir (Çizelge 4.9) Daha sonra normal dağılım gösteren Cl, Zn, Rb, Sr, Y, Sn, Pb, Al₂O₃, SiO₂, CaO ve Zr elementlerinin normal dağıldığını varsayabiliriz.

Korelasyon analizinde, değişkenlerin dağılımının normal olduğu ya da yakın olduğu durumlarda Pearson Korelasyon katsayısı, normallikten uzak olduğu durumlarda ise Spearman Korelasyon katsayısı kullanılır. Korelasyon analizi iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Korelasyon -1 ile +1 aralığında değer almaktadır. Korelasyon değeri üzerine turuncu renk ile vurgulanan “***” numunelerde %99 oranda korelasyon ilişkisi olduğunu, sarı renk ile vurgulanan “**” numunelerde %95 oranda ilişki olduğunu ifade eder. Köprüçay ırmağına ait korelasyon değerleri Çizelge 4.10 ve 4.11’de verilmiştir (Kalaycı, 2010).

Korelasyon değerlerine göre (0-0,25) aralığında olanlar “çok zayıf”, (0,26-0,49) aralığında olanlar “zayıf”, (0,50-0,69) aralığında olanlar “orta”, (0,70-0,89) aralığında olanlar “yüksek”, (0,90-1,01) aralığında olanlar da “çok yüksek” olarak ilişkilendirilir (Kalaycı, 2010).

Köprüçay ırmağından alınan numuneler arasında Rb ile Al₂O₃ arasında pozitif yönde en yüksek ilişki görülmektedir. Zr ile SiO₂ arasında ise negatif yönde en yüksek ilişki gözlemlenmektedir.

Dendogram Analizi, birbirlerine en çok benzer özelliğe sahip olan numunelerin gruplar halinde sınıflamasına olanak sağlamaktadır (Kalaycı, 2010).

Köprüçay ırmağı numunelerine yapılan Dendogram Analizi Çizelge 4.12 ve 4.13’de verilmiştir. Analiz sonucuna göre iki ana grupta dağılım göstermektedir. Birinci ana grupta 1, 11, 18, 19, 22, 26, 28, 30, 34, 36, 39 numaralı, 24, 25, 33, 37, 38 numaralı, 2, 14, 27 numaralı, 16, 17, 29, 31, 40 numaralı dört ayrı grup, ikinci ana grupta ise 3, 5, 32, 35 numaralı, 8, 9, 10, 13, 15, 20, 21, 23 numaralı, 4, 6, 7, 12 numaralı numuneler bulunmaktadır.

Yapılan sayısal analiz verileri dikkate alındığında Zr elementi diğerlerine göre en yüksek ilişkiye sahip olduğundan Zr baz alınarak yapılan Model Summary ve

ANOVA Analizi değerleri izelge 4.14’de verilmiştir. Bu analiz sonucunda Model Summary izelgesindeki “r kare” 1’e ne kadar yakın ise doğruluk derecesi o denli yüksek olmakla birlikte ANOVA izelgesindeki “Sig” değeri 0’a ne kadar yakın ise analizin doğruluğu o denli yüksektir (Kalaycı, 2010).

Çalışma alanından elde edilen numunelere yapılan Model Summary’de “r kare” değeri 0,8364 olarak hesaplanmış, ANOVA’da ise “Sig” değeri 0,00 hesaplanmıştır. Bu durumda yapılmış olan analizin doğruluk derecesi yüksek olarak belirlenmiştir.



Çizelge 4.8. Tanımlayıcı İstatistikler-2

N	Valid	Th	U	MgO	Al2O3	SiO2	SO3	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	Na2O	Zr	Re	Os	Pa	Eu	Gd	Tb	Dy	Er	Tm
Mean	0.00138	0.00042	3.59550	12.35625	37.28000	0.19909	0.19909	1.50043	35.77000	0.75223	0.00395	5.17575	1.61440	0.50063	0.00102	0.00029	0.00355	0.27718	0.00664	0.22278	0.00122	0.00154	0.00168
Median	0.001600	0.000337	3.345000	12.950000	36.166667	0.165333	0.165333	1.623333	36.600000	0.778000	0.003518	6.110000	1.455000	0.502500	0.000929	0.000205	0.003750	0.289000	0.004388	0.241500	0.001223	0.001519	0.001371
Mode	0.00000	0.00000	2.9800	11.9000	34.50000	0.1270	0.1270	1.6100	32.5000	0.8450	0.00000	6.39000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	0.28900	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Std. Deviation	0.00084	0.00081	0.77737	2.64906	4.00693	0.14897	0.14897	0.40577	6.25875	0.15555	0.01760	1.39469	0.87295	0.03995	0.00153	0.00090	0.00209	0.08760	0.01430	0.08992	0.00773	0.00293	0.00427
Variance	0.00000	0.00000	0.60430	7.01754	16.05549	0.02219	0.02219	0.16465	39.17190	0.02419	0.00031	1.94516	0.76204	0.00160	0.00000	0.00000	0.00000	0.00767	0.00020	0.00809	0.00006	0.00001	0.00002
Skewness	-0.67423	1.59272	1.66553	-0.54588	0.72919	4.76441	-0.55176	-0.17061	-0.17061	-0.69017	4.41863	-0.54548	1.65686	-0.31468	0.95164	3.03898	-0.40943	-0.97108	2.02518	-1.29122	6.32456	1.44743	2.54722
Std. Error of	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378	0.37378
Kurtosis	-0.76729	0.93002	3.45302	-0.52123	0.17983	25.96866	-0.55245	-0.16393	-0.16393	0.05152	18.84471	-0.37705	4.82205	0.65500	-0.86067	8.12774	-0.70158	1.52896	3.03224	1.90970	40.00000	0.24679	5.75933
Std. Error of Kurtosis	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260	0.73260
Range	0.00260	0.00260	3.79000	10.85000	17.70000	0.95150	0.95150	1.65400	27.00000	0.62900	0.08940	5.62000	4.58000	0.18400	0.00460	0.00370	0.00720	0.42720	0.05230	0.39500	0.04890	0.00880	0.01740
Minimum	0.00000	0.00000	2.67000	6.25000	30.00000	0.07850	0.07850	0.56600	21.30000	0.35900	0.00000	2.67000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02680	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Maximum	0.00260	0.00260	6.46000	17.10000	47.70000	1.03000	1.03000	2.22000	48.30000	0.98800	0.08940	8.29000	4.58000	0.59200	0.00460	0.00370	0.00720	0.45400	0.05230	0.39500	0.04890	0.00880	0.01740
Sum	0.05510	0.01670	143.82000	494.25000	1491.20000	7.96350	7.96350	60.01700	1430.80000	30.08900	0.15800	228.63000	64.57600	20.02500	0.04080	0.01150	0.14180	11.08720	0.26570	8.91100	0.04890	0.06170	0.06700
Percentiles	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	99	100	100	100	100	100
20	0.00070	0.00070	3.00500	9.48500	34.35000	0.13167	0.13167	1.09500	30.45000	0.62000	0.00000	4.38500	1.09500	0.47650	0.00000	0.00000	0.00200	0.21250	0.17550	0.17550	0.17550	0.17550	0.17550
25	0.00110	0.00110	3.03500	10.85000	34.58000	0.13633	0.13633	1.18000	31.50000	0.68550	0.00000	4.59000	1.15500	0.48250	0.00000	0.00000	0.00253	0.24500	0.20050	0.20050	0.20050	0.20050	0.20050
30	0.00120	0.00120	3.08000	11.55000	34.90000	0.13900	0.13900	1.23500	32.50000	0.72250	0.00000	5.25500	1.18500	0.48500	0.00000	0.00000	0.00270	0.26250	0.21750	0.21750	0.21750	0.21750	0.21750
40	0.00140	0.00004	3.18333	12.10000	35.25000	0.16000	0.16000	1.56000	34.85000	0.74500	0.00000	5.76500	1.32667	0.49300	0.00036	0.00021	0.00315	0.27700	0.00000	0.23033	0.00017	0.00017	0.00017
50	0.00160	0.00034	3.34500	12.95000	36.16667	0.16667	0.16667	1.62333	36.60000	0.77800	0.00352	6.11000	1.46500	0.50250	0.00093	0.00021	0.00375	0.28900	0.00439	0.24150	0.00122	0.00152	0.00137
60	0.00177	0.00064	3.52000	13.45000	37.45000	0.18850	0.18850	1.65333	37.86667	0.80500	0.01759	6.25000	1.67500	0.51733	0.00150	0.00062	0.00430	0.30300	0.00878	0.24900	0.01100	0.00287	0.00320
70	0.00186	0.00094	3.82500	14.20000	38.86667	0.19700	0.19700	1.73000	38.85000	0.82500	0.03166	6.43000	1.78500	0.52350	0.00220	0.00103	0.00494	0.31900	0.01316	0.26200	0.02078	0.00422	0.00503
75	0.00190	0.00109	3.93000	14.45000	40.05000	0.20300	0.20300	1.76000	39.55000	0.84567	0.03870	6.55500	1.83500	0.52550	0.00280	0.00123	0.00510	0.32700	0.01536	0.27000	0.02567	0.00489	0.00594
80	0.00210	0.00130	4.06000	14.60000	40.60000	0.21700	0.21700	1.83500	40.40000	0.88167	0.04573	6.67500	1.92000	0.52800	0.00300	0.00144	0.00547	0.33950	0.01755	0.28600	0.03056	0.00585	0.00686
90	0.00233	0.00190	4.78000	15.10000	42.85000	0.23550	0.23550	1.95500	43.90000	0.95250	0.05981	7.12500	2.39500	0.54050	0.00337	0.00185	0.00600	0.37100	0.03040	0.31600	0.04034	0.00693	0.00870

Çizelge 4.9. Normallik Testleri

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Cl	,139	40	,050	,884	40	,001
V	,515	40	,000	,408	40	,000
Cr	,300	40	,000	,634	40	,000
Co	,533	40	,000	,301	40	,000
Ni	,414	40	,000	,632	40	,000
Cu	,530	40	,000	,297	40	,000
Zn	,106	40	,200*	,961	40	,184
Ga	,164	40	,008	,921	40	,008
Br	,149	40	,026	,930	40	,016
Rb	,117	40	,184	,968	40	,322
Sr	,089	40	,200*	,977	40	,597
Y	,086	40	,200*	,980	40	,687
Nb	,477	40	,000	,536	40	,000
Sn	,098	40	,200*	,977	40	,586
Ba	,157	40	,015	,867	40	,000
Hf	,456	40	,000	,597	40	,000
Ta	,538	40	,000	,147	40	,000
W	,535	40	,000	,301	40	,000
Au	,529	40	,000	,349	40	,000
Pb	,121	40	,141	,947	40	,059
Th	,175	40	,003	,863	40	,000
U	,472	40	,000	,563	40	,000
MgO	,159	40	,012	,842	40	,000
Al ₂ O ₃	,117	40	,185	,951	40	,079
SiO ₂	,131	40	,080	,953	40	,095
SO ₃	,317	40	,000	,478	40	,000
K ₂ O	,181	40	,002	,944	40	,049
CaO	,071	40	,200*	,989	40	,966
TiO ₂	,145	40	,033	,947	40	,058
MnO	,539	40	,000	,234	40	,000
Fe ₂ O ₃	,161	40	,010	,947	40	,059
Na ₂ O	,188	40	,001	,834	40	,000
Zr	,106	40	,200*	,960	40	,165
Re	,423	40	,000	,662	40	,000
Os	,525	40	,000	,358	40	,000
Pa	,130	40	,087	,932	40	,019
Eu	,152	40	,021	,933	40	,020
Gd	,479	40	,000	,528	40	,000
Tb	,202	40	,000	,853	40	,000
Dy	,538	40	,000	,147	40	,000
Er	,476	40	,000	,551	40	,000
Tm	,502	40	,000	,451	40	,000

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Çizelge 4.10. Pearson Korelasyon Analizi

Correlations ^a												
		Cl	Zn	Rb	Sr	Y	Sn	Pb	Al2O3	SiO2	CaO	Zr
Cl	Pearson Correlation	1										
Zn	Pearson Correlation	-0,05	1,00									
Rb	Pearson Correlation	-0,03	,713**	1,00								
Sr	Pearson Correlation	0,01	,332*	0,07	1,00							
Y	Pearson Correlation	0,00	,718**	,665**	,340*	1,00						
Sn	Pearson Correlation	-0,05	0,05	0,18	,329*	0,00	1,00					
Pb	Pearson Correlation	-0,02	0,25	0,16	,312*	,391*	0,29	1,00				
Al2O3	Pearson Correlation	-0,05	,469**	,735**	-0,26	,632**	-0,27	-0,01	1,00			
SiO2	Pearson Correlation	0,02	-0,20	-0,19	-,387*	-0,11	-,633**	-,370*	0,24	1,00		
CaO	Pearson Correlation	0,01	-0,21	-,380*	,356*	-,353*	,552**	0,23	-,756**	-,790**	1,00	
Zr	Pearson Correlation	-0,11	,352*	,326*	,392*	,437**	,509**	,528**	-0,02	-,817**	,538**	1,00

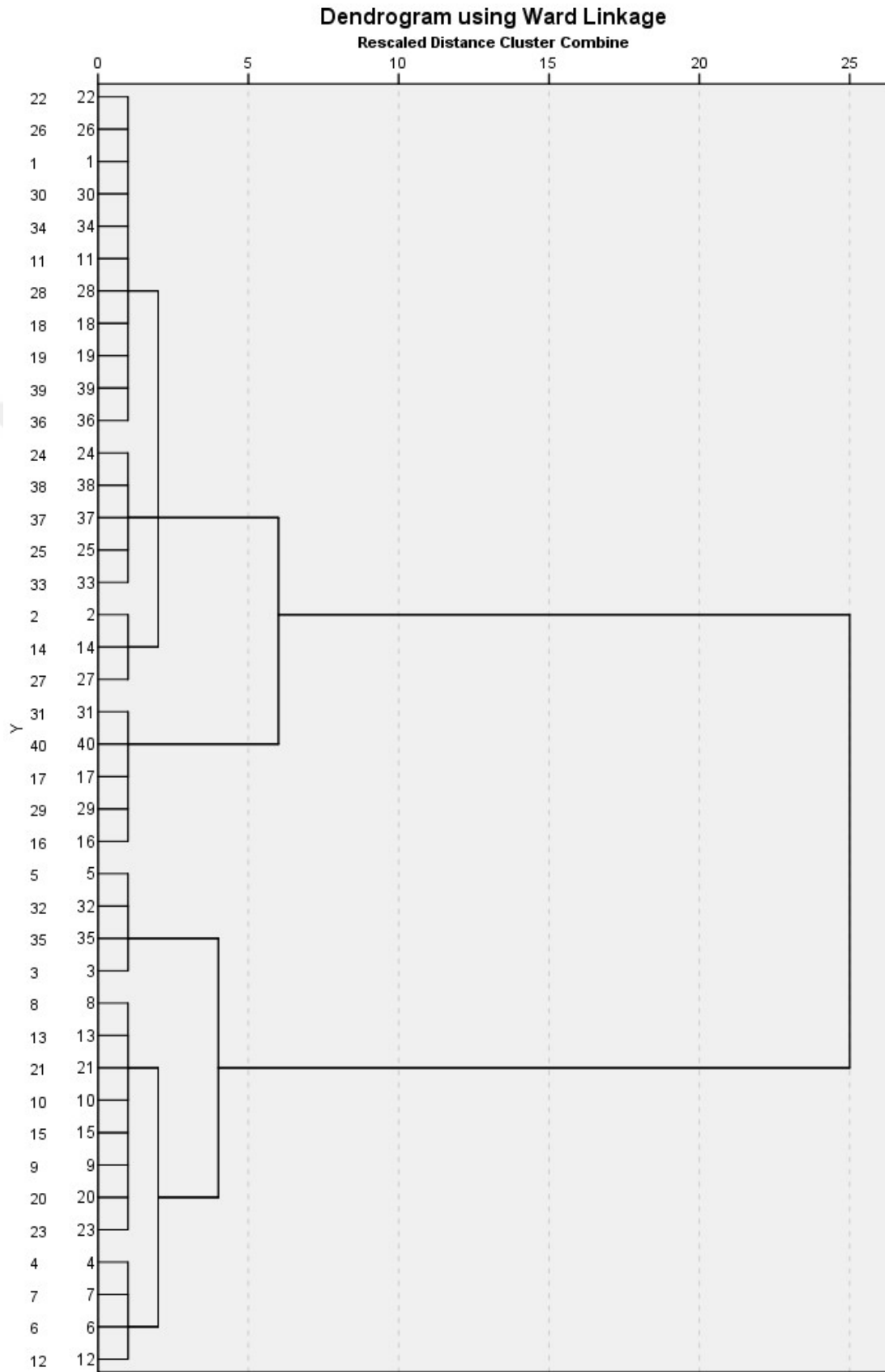
Çizelge 4.11. Spearman Korelasyon Analizi

	V	Cr	Co	Ni	Cu	Ga	Br	Nb	Ba	Hf	Ta	W	Au	Th	U	MgO	SO3	K2O	TiO2	MnO	Fe2O3	Na2O	Re	Os	Pa	Eu	Gd	Tb	Dy	Er	Tm	
V	1.0000																															
Cr	0.1698	1.0000																														
Co	0.1630	-0.1522	1.0000																													
Ni	-0.0852	-0.0678	0.2129	1.0000																												
Cu	-0.1072	-0.1105	0.2874	-383	1.0000																											
Ga	0.0239	-0.0469	0.0566	-0.1477	0.0990	1.0000																										
Br	-0.0870	0.1132	-0.1555	0.1478	0.0241	0.2663	1.0000																									
Nb	-0.0143	-328	0.0784	0.2194	-0.1517	0.0743	0.0092	1.0000																								
Ba	-0.0699	-0.0016	0.0703	-0.1308	-0.1746	0.2008	0.2155	-331	1.0000																							
Hf	-0.0230	0.2650	-0.1621	-0.1297	-0.1621	0.1919	0.1917	-376	0.2901	1.0000																						
Ta	-0.0604	0.1179	-0.0456	0.1454	-592	0.0070	-0.2175	-0.0854	-0.1110	-0.0912	1.0000																					
W	-0.1072	0.0290	-0.0810	0.1743	-0.0809	-0.2046	0.1683	0.1256	-0.0842	-0.1621	-0.0456	1.0000																				
Au	-387	0.2668	-0.0947	-0.2134	-0.0947	-353	0.2002	0.0503	0.1112	0.0443	-0.0533	-0.0847	1.0000																			
Th	0.1175	0.1808	-0.1641	-0.0128	0.0679	-470	0.2940	0.1284	-511	-337	0.2588	-0.0886	0.2992	1.0000																		
U	0.1737	0.0821	-0.1577	-0.2246	-0.1517	-453	0.0060	0.1862	0.0279	0.2424	-0.0854	0.0725	0.0399	0.3102	1.0000																	
MgO	0.2093	-0.0355	0.2841	0.2795	0.2883	0.0966	-0.2110	-0.0974	-621	-0.2255	0.1457	0.1504	0.0458	-372	-0.0614	1.0000																
SO3	-0.0307	-0.0637	0.0086	-332	0.0670	-0.0212	-553	0.2710	0.1807	0.1376	-0.2012	0.0711	0.0635	0.0389	-0.1603	-0.1174	1.0000															
K2O	-0.1301	-0.0735	0.0501	0.0258	0.0012	-520	-335	0.2512	-693	0.1863	-0.1041	-0.1791	0.1996	-481	0.0639	-0.3095	0.2364	1.0000														
TiO2	-0.0555	0.0065	0.3005	0.0167	-0.0388	-520	0.2519	-368	-594	0.2514	-0.0902	-0.0657	0.2853	-575	0.1084	-0.2259	0.2552	900	1.0000													
MnO	-0.0684	0.0142	-783	-345	-403	0.0685	-0.0180	0.1560	0.0487	-0.1306	-0.0367	-0.0652	-0.0763	-1.603	-0.1223	0.2208	0.0765	-329	0.3019	1.0000												
Fe2O3	-0.2160	0.0711	-0.2952	-0.0518	-0.0748	0.2165	0.2545	0.3010	-897	-328	0.1873	-0.0805	0.0157	636	0.1728	-644	0.1662	507	447	-0.1781	1.0000											
Na2O	-0.0612	-316	-405	-0.0444	-387	0.1229	-430	-0.1153	-0.2513	-0.1529	0.1665	-0.0298	0.0330	-0.1127	0.1708	-435	-0.2754	-0.0670	0.0456	-356	-359	1.0000										
Re	0.0436	-370	-0.0578	-0.1405	-391	0.2856	-0.0109	-0.0136	-0.1344	-0.0904	0.2834	0.0099	0.0845	0.1710	0.2279	0.0846	-0.1792	-0.0236	0.0363	0.0161	-0.0661	1.0000										
Os	-0.1254	-0.2034	-0.0947	-0.1971	-0.0847	-0.0113	0.2132	-0.1775	0.3079	0.3101	-0.0533	-0.0947	-0.1108	-319	-0.0179	-369	0.0151	0.1737	0.1355	-0.0763	-425	-0.2640	-0.2252	1.0000								
Pa	0.1736	0.0959	-0.1069	-557	-0.2276	0.1346	-0.2343	0.0819	0.2132	0.0820	-0.0974	0.0354	0.2191	0.2886	446	-0.2893	-325	0.0921	0.1857	-0.1612	351	0.0516	0.0758	-0.0164	1.0000							
Eu	-0.1107	0.1955	-412	-0.2441	-0.2686	0.1948	0.2057	0.0375	0.1644	0.2135	0.0347	0.0390	0.0231	0.3030	437	-0.1767	-0.473	-0.0508	-0.0966	-378	-425	-0.2860	0.1796	0.1483	0.2249	1.0000						
Gd	0.1846	0.2359	-346	-0.2169	-0.1411	0.2504	-0.2226	0.0738	-0.1391	0.0235	-0.0794	0.0529	0.0678	-0.0469	-360	0.3059	-0.2313	0.0005	0.0808	0.1427	-0.2758	-320	0.2909	-0.1650	0.1697	0.2562	1.0000					
Tb	-0.1008	0.1727	-0.05	-419	-401	0.1309	0.1633	-0.0205	0.1128	-363	-0.2498	-0.2396	-0.0716	0.2510	415	-378	0.0258	-0.0542	-0.0288	-358	-315	-0.2858	0.0706	0.1466	-316	0.0500	1.0000					
Dy	-0.0604	0.1179	-0.0456	0.1454	-582	0.0070	-0.2175	-0.0854	-0.1110	-0.0912	1.000	-0.0456	-0.0533	0.2588	-0.0854	0.1457	-0.2012	-0.1041	-0.0902	-0.0367	0.1873	0.1695	0.2834	-0.0533	-0.0974	0.0347	-0.0794	-0.2498	1.0000			
Er	0.0045	0.1042	-0.1577	-0.0373	0.2507	0.1482	-0.0406	-0.1276	-0.2904	-0.3037	-323	0.2747	0.0451	0.1342	-354	0.1196	-0.1729	-0.2445	-0.2109	-0.1223	-0.0571	0.1817	-537	-0.1774	0.1667	-375	-333	0.0169	-323	1.0000		
Tm	0.0263	0.2882	-0.1190	0.1997	0.1256	0.2359	-0.0967	-0.0558	-0.0748	0.1272	-346	-0.1190	0.0983	-422	-0.1590	0.1252	-0.2386	0.1240	0.1468	-0.0959	0.0904	0.1279	0.2870	0.1045	-0.0488	0.2164	-321	-0.0055	-346	0.2806	1.0000	

Çizelge 4.12. Hiyerarşik Dendogram Analizi-1

Agglomeration Schedule						
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	22	26	,084	0	0	2
2	1	22	,479	0	1	16
3	19	39	1,449	0	0	15
4	9	20	2,482	0	0	10
5	11	28	3,597	0	0	19
6	10	15	5,070	0	0	25
7	24	38	6,671	0	0	12
8	30	34	8,436	0	0	16
9	17	29	10,525	0	0	23
10	9	23	12,628	4	0	25
11	8	13	14,810	0	0	17
12	24	37	17,161	7	0	29
13	25	33	19,768	0	0	29
14	2	14	22,653	0	0	22
15	19	36	25,954	3	0	26
16	1	30	30,161	2	8	24
17	8	21	34,493	11	0	32
18	31	40	39,470	0	0	31
19	11	18	44,826	5	0	24
20	5	32	50,821	0	0	28
21	4	7	58,469	0	0	27
22	2	27	66,427	14	0	35
23	16	17	75,268	0	9	31
24	1	11	85,338	16	19	26
25	9	10	96,284	10	6	32
26	1	19	109,632	24	15	34
27	4	6	123,290	21	0	33
28	5	35	140,663	20	0	30
29	24	25	158,139	12	13	34
30	3	5	177,261	0	28	37
31	16	31	204,329	23	18	38
32	8	9	240,619	17	25	36
33	4	12	285,670	27	0	36
34	1	24	367,264	26	29	35
35	1	2	469,244	34	22	38
36	4	8	577,442	33	32	37
37	3	4	793,517	30	36	39
38	1	16	1115,081	35	31	39
39	1	3	2565,698	38	37	0

Çizelge 4.13. Hiyerarşik Dendogram-2



Çizelge 4.14. Model Summary ve Anova Analizi

Model Summary ^b										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.915 ^a	0,8364	0,7799	0,0187	0,8364	14,8231	10,0000	29,0000	0,0000	1,4140
a. Predictors: (Constant), CaO, Cl, Zn, Pb, Sr, Sn, Y, Rb, Al2O3, SiO2										
b. Dependent Variable: Zr										
ANOVA										
Model			Sum of Sq	df	Mean Squ	F			Sig.	
1	Regressio		0,0520	10,0000	0,0050	14,8230			0,000b	
	Residual		0,0100	29,0000	0,0000					
	Total		0,0620	39,0000						
a Dependent Variable: Zr										
b Predictors: (Constant), CaO, Cl, Zn, Pb, Sr, Sn, Y, Rb, Al2O3, SiO2										

4.6. Kirlilik İndeksi Hesaplanması

4.6.1. Kontaminasyon Faktörü (C_f), Kontaminasyon Derecesi (C_a), Modifiye Kontaminasyon Derecesi (mC_d), Kirlilik Yük İndeksi (PLI)

Uygulama ve kullanım kolaylığı açısından ağır metal analizi incelemelerinde genellikle kontaminasyon faktörü kullanılmaktadır. Kontaminasyon faktörü Hakanson 1980 tarafından bulunmuştur. Kontaminasyon Faktörü formülü ise;

$$C_f = \frac{C_s}{C_b}$$

C_s sediment içerisindeki metal konsantrasyonunu, C_b metalin sanayi öncesi referans değerini göstermektedir (Hakanson 1980). Hesaplama sonucunda elde edilen sonuca göre, C_f < 1 Az Kirlilik, 1 ≤ C_f ≤ 3 Orta Kirlilik, 3 ≤ C_f ≤ 6 Yüksek Kirlilik, C_f ≥ 6 ise Çok Yüksek Kirliliği ifade eder.

C_d, Hakanson 1980 önceden belirlemiş olduğu 8 kirleticinin (7 metal ve PCB) formüle girmesine dayanan bir formüldür. Farklı sayılarda kirleticinin formüle girerek hesaplanması için modifiye kontaminasyon derecesi öne sürülmüştür (Abraham ve Parker 1980). Modifiye Kontaminasyon Derecesi Formülü ise;

$$mC_d = \frac{\sum_{i=1}^n C_f}{n}$$

mC_d modifiye kontaminasyon derecesi, C_f kontaminasyon faktörü şeklindedir. Hesaplama sonucu elde edilen sonuca göre, $mC_d < 1,5$ çok düşük, $1,5 \leq mC_d \leq 2$ düşük, $2 \leq mC_d \leq 4$ orta, $4 \leq mC_d \leq 8$ yüksek, $8 \leq mC_d \leq 16$ çok yüksek, $16 \leq mC_d \leq 32$ son derece yüksek, $mC_d \geq 32$ ultra yüksek kirlenme derecesini ifade eder.

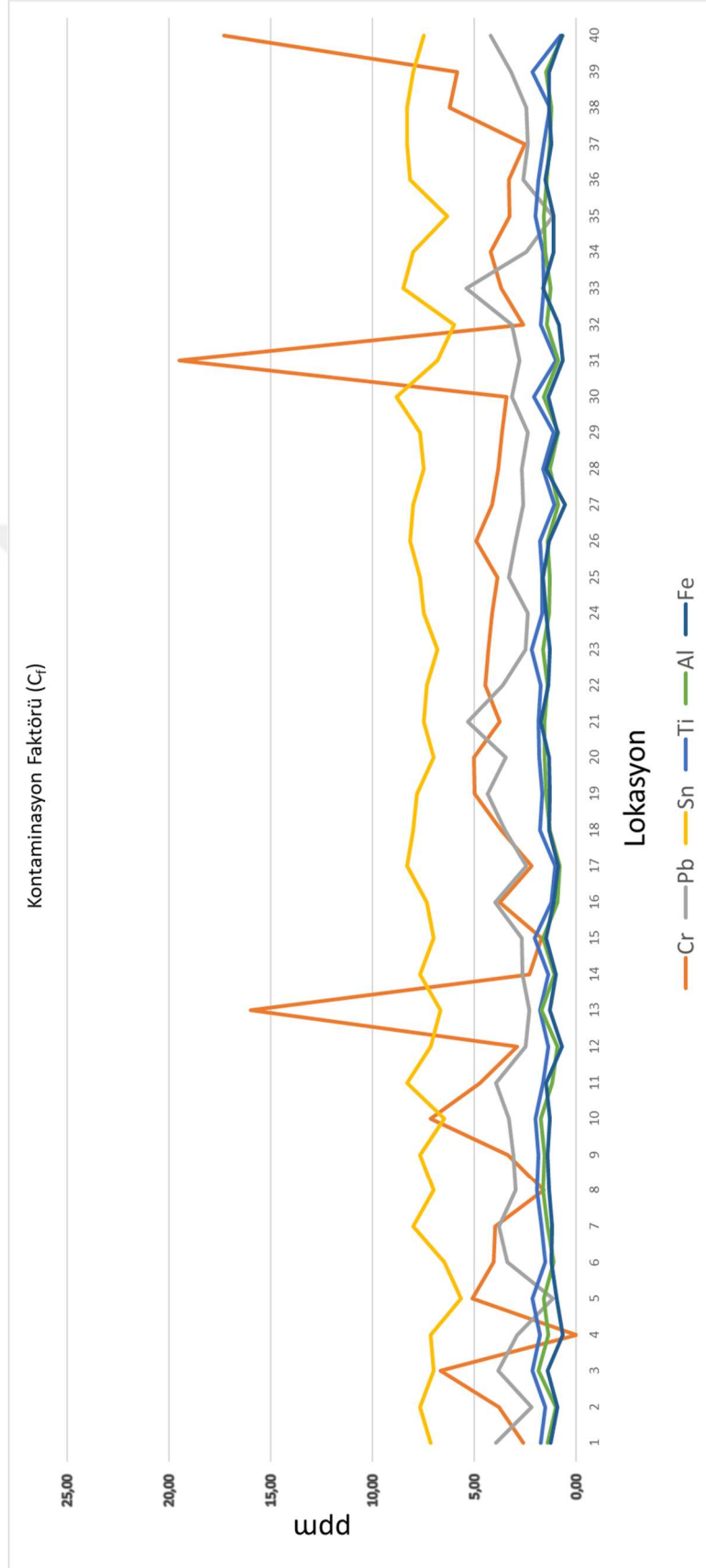
PLI farklı uygulama alanının kirlilik indekslerini karşılaştırmak için Tomlinson vd. tarafından ortaya koyulmuştur. Antropojenik metal kontaminasyonu sonucunu farklı noktalar arasında karşılaştırılabilir hale gelmesini sağlamaktadır. Bu indeks her metale ait C_f hesaplanmasıyla sonuca ulaşılabilir. Kirlilik Yük İndeksi Formülü;

$$PLI = \sqrt[n]{(C_{f_1} \times C_{f_2} \times C_{f_3} \times \dots \times C_{f_n})}$$

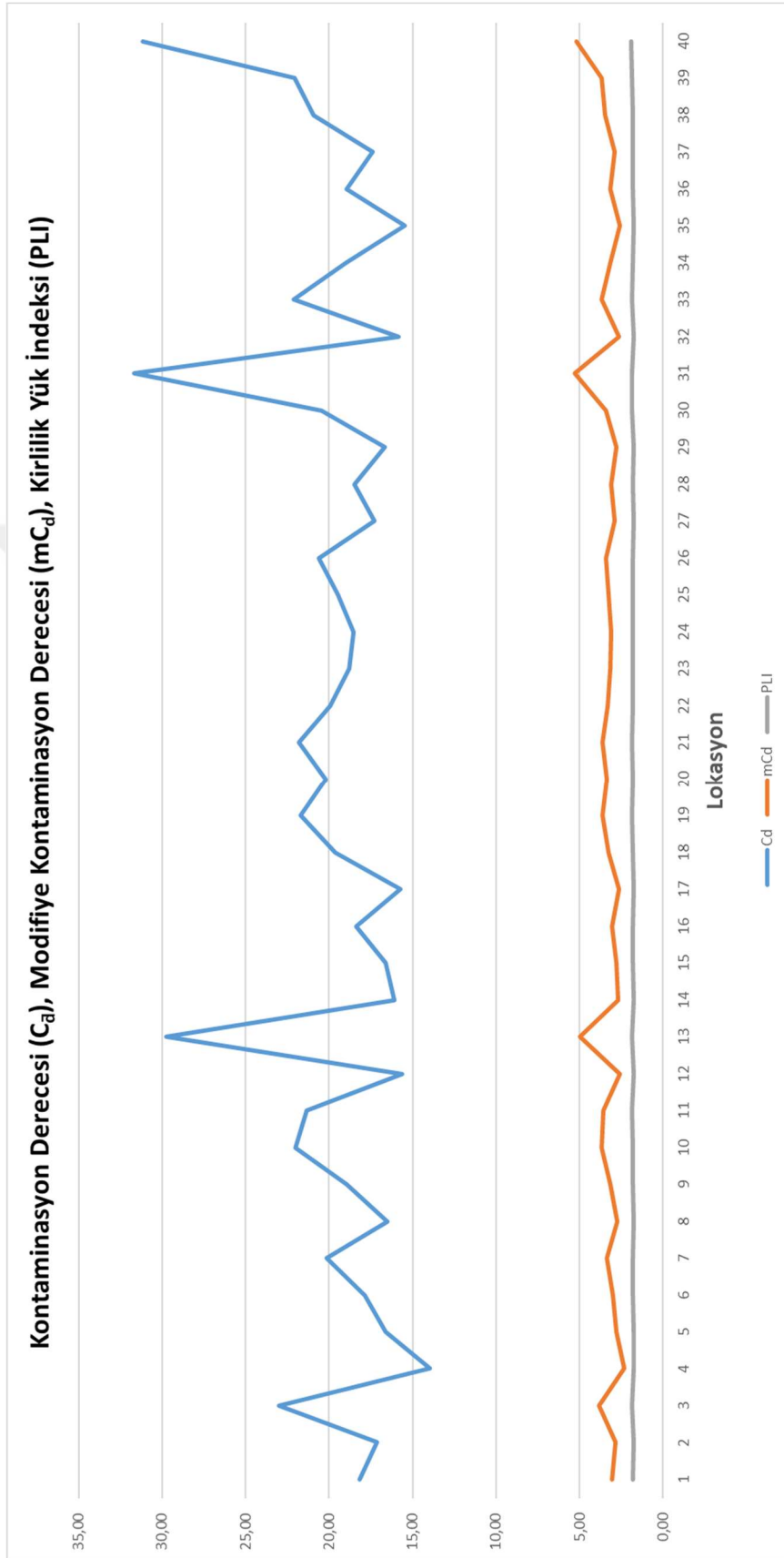
C_f metale ait kontaminasyon faktörü, n numune sayısını ifade etmektedir. Sonuç olarak elde edilen değer $PLI < 1$ Kirlilik yok, $PLI > 1$ Kirlilik var sonucu elde edilmektedir (Chakravarty ve Patgiri 2009).

Çizelge 4.15. Kirlilik İndeksleri

No	Cf						Cd	mCd	PLI
	Cr	Pb	Sn	Ti	Al	Fe			
1	2,62	3,95	7,17	1,74	1,40	1,28	18,16	3,03	1,80
2	3,82	2,20	7,67	1,52	0,99	0,93	17,14	2,86	1,77
3	6,68	3,85	7,00	2,17	1,86	1,43	23,00	3,83	1,84
4	0,01	2,90	7,17	1,80	1,39	0,68	13,95	2,32	1,74
5	5,12	1,15	5,67	2,15	1,59	0,95	16,62	2,77	1,74
6	4,07	3,40	6,50	1,52	1,12	1,24	17,85	2,97	1,78
7	3,99	3,80	8,00	1,72	1,42	1,21	20,14	3,36	1,82
8	1,59	3,00	7,00	1,94	1,64	1,33	16,50	2,75	1,78
9	3,34	3,10	7,67	1,88	1,58	1,41	18,97	3,16	1,81
10	7,15	3,30	6,50	2,00	1,74	1,30	22,00	3,67	1,82
11	4,72	3,95	8,33	1,62	1,20	1,50	21,32	3,55	1,83
12	2,92	2,50	7,17	1,36	0,93	0,72	15,60	2,60	1,75
13	16,00	2,30	6,67	1,79	1,73	1,29	29,78	4,96	1,88
14	2,32	2,65	7,67	1,39	1,07	1,00	16,10	2,68	1,76
15	1,72	2,70	7,00	2,07	1,63	1,50	16,62	2,77	1,78
16	3,77	4,00	7,33	1,23	0,95	1,11	18,39	3,06	1,79
17	2,19	2,45	8,33	1,04	0,83	0,90	15,74	2,62	1,76
18	3,68	3,50	8,00	1,79	1,32	1,33	19,61	3,27	1,81
19	4,99	4,35	7,83	1,69	1,50	1,32	21,69	3,61	1,84
20	5,02	3,45	7,00	1,81	1,57	1,36	20,21	3,37	1,81
21	3,78	5,35	7,50	1,88	1,55	1,76	21,83	3,64	1,85
22	4,47	3,60	7,33	1,75	1,41	1,38	19,95	3,32	1,81
23	4,31	2,50	6,83	2,20	1,64	1,30	18,78	3,13	1,79
24	4,13	2,40	7,50	1,67	1,34	1,50	18,54	3,09	1,79
25	3,86	3,30	7,67	1,68	1,29	1,65	19,45	3,24	1,81
26	4,91	3,00	8,17	1,80	1,42	1,33	20,63	3,44	1,82
27	4,14	2,60	8,00	1,08	0,89	0,57	17,28	2,88	1,77
28	3,84	2,70	7,50	1,64	1,29	1,49	18,47	3,08	1,79
29	3,65	2,40	7,67	1,11	0,89	0,93	16,65	2,78	1,76
30	3,42	3,15	8,83	2,09	1,60	1,37	20,46	3,41	1,83
31	19,50	2,80	6,83	1,00	0,90	0,66	31,69	5,28	1,88
32	2,62	3,15	6,00	1,74	1,46	0,86	15,82	2,64	1,75
33	3,69	5,40	8,50	1,61	1,27	1,65	22,12	3,69	1,85
34	4,22	2,45	8,00	1,64	1,53	1,13	18,98	3,16	1,80
35	3,28	1,15	6,33	2,00	1,59	1,12	15,48	2,58	1,74
36	3,30	2,60	8,17	1,88	1,47	1,53	18,94	3,16	1,81
37	2,52	2,40	8,33	1,60	1,32	1,22	17,39	2,90	1,78
38	6,22	2,45	8,33	1,31	1,24	1,36	20,92	3,49	1,81
39	5,87	3,20	8,00	2,14	1,50	1,33	22,05	3,67	1,84
40	17,30	4,20	7,50	0,80	0,68	0,69	31,17	5,20	1,89



Şekil 4.2. Kirlilik İndeksi Grafiği

Şekil 4.3. C_d , mC_d , PLI Grafiği

4.6.2. Zenginleşme Faktörü (EF)

Sediment üzerindeki antropojenik ağır metal etkisi hesaplamak için kullanılan bir yöntemdir (Salomons ve Förstner 1984; Dickinson vd. 1996). EF hesaplamalarında ağır metal içeriği Fe veya Al gibi bir referans metale göre normalleştirilir (Ravichandran vd. 1995). Fe metalinin diğer ağır metaller ile bağlantılı olarak dağılım göstermemesi üzerine Fe'yi kabul edilebilir bir normalleştirme elemanı olarak önerilmiştir (Abraham ve Parker 2008).

Elementlerin ppm değerleri yerine EF'ün kullanılma amacı, Fe referans normalleştirme elementi olarak ele alıp, karbonat seyreltme, tane boyu ve mineral içeriklerindeki büyük farklılıkların ortadan kaldırılmasıyla normalleştirme sağlanmaktadır. Fe elementi kil minerallerinin yapısında bulunan, Al ise kabukta bulunan en baskın elementtir (Pehlivan 2017). Zenginleşme Faktörü formülü;

$$EF = \frac{\frac{C_x}{Fe_x}}{\frac{C_b}{Fe_b}}$$

C_x metal konsantrasyonunu, Fe_x demir konsantrasyonunu, C_b metalin şeyl konsantrasyonunu, Fe_b ise demirin şeyl konsantrasyonunu ifade etmektedir. Sonuç olarak elde edilen değer $0.5 \leq EF \leq 1.5$ doğal aşınma süreci, $EF > 1.5$ antropojenik olarak gelmiş olduğunu ifade etmektedir. Zenginleşme Faktörü Sınıflamalarında ise $EF < 2$ Zenginleşme Az, $2 \leq EF \leq 5$ Zenginleşme Orta, $5 \leq EF \leq 20$ Zenginleşme Yüksek, $20 \leq EF \leq 40$ Zenginleşme Çok Yüksek, $EF \geq 32$ Zenginleşme Aşırı olduğunu ifade etmektedir.

4.6.3. Jeo-birikim İndeksi (Igeo)

Igeo Muller (1969) tarafından sedimanlardaki kirliliğin saptanması ve sınıflamasında kullanılması için önerilmiştir. Jeo-birikim İndeksi Formülü;

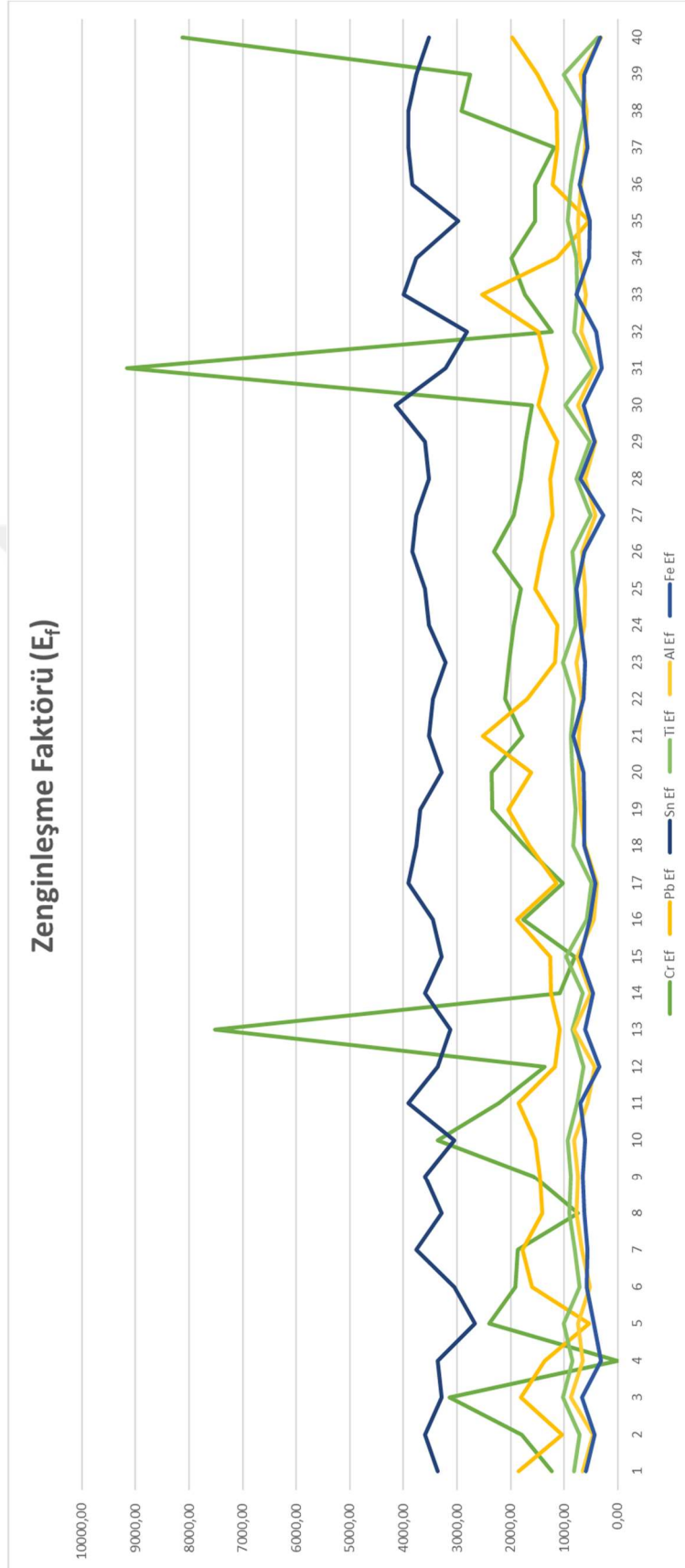
$$Igeo = \log_2\left(\frac{C_n}{B_n \times 1.5}\right)$$

C_n numunedeki metal konsantrasyonu, B_n numunedeki incelenmekte olan metale ait şeyl konsantrasyonunu ifade etmektedir. Jeo-birikim İndeksi hesaplama sonuçlarına göre $Igeo < 0$ kirlilik yok, $0 < Igeo < 1$ kirlilik az, $1 < Igeo < 2$ kirlilik orta,

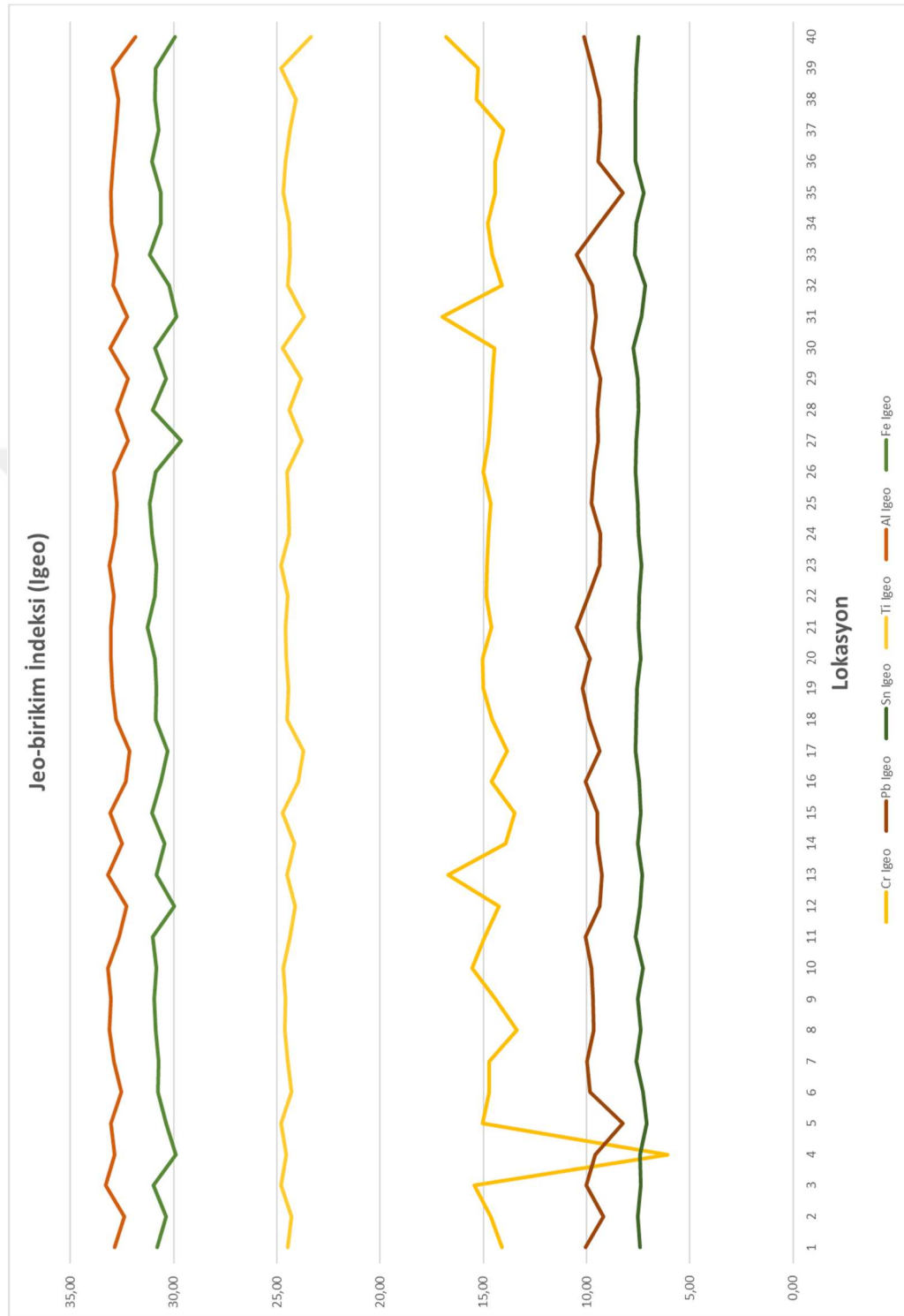
2 < Igeo < 3 kirlilik var, 3 < Igeo < 4 kirlilik yüksek, 4 < Igeo < 5 kirlilik çok yüksek, Igeo > 5 ise kirlilik aşırı seviyede olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.16. Zenginleşme Faktörü-Jeo-Birikim İndeksi

No	Cr		Pb		Sn		Ti		Al		Fe	
	Ef	Igeo	Ef	Igeo	Ef	Igeo	Ef	Igeo	Ef	Igeo	Ef	Igeo
1	1231,40	14,09	1856,50	10,04	3368,33	7,43	819,89	24,49	659,02	32,88	602,00	30,81
2	1795,40	14,64	1034,00	9,20	3603,33	7,52	716,49	24,29	466,93	32,38	438,00	30,35
3	3139,60	15,44	1809,50	10,00	3290,00	7,39	1021,47	24,81	873,59	33,29	674,00	30,98
4	4,70	6,06	1363,00	9,59	3368,33	7,43	847,04	24,54	653,91	32,87	318,00	29,89
5	2406,40	15,06	540,50	8,26	2663,33	7,09	1008,93	24,79	745,87	33,06	448,00	30,39
6	1912,90	14,73	1598,00	9,82	3055,00	7,29	715,44	24,29	526,20	32,56	581,00	30,76
7	1875,30	14,70	1786,00	9,98	3760,00	7,58	807,36	24,47	669,24	32,90	567,00	30,73
8	747,30	13,37	1410,00	9,64	3290,00	7,39	910,76	24,64	771,41	33,11	624,00	30,86
9	1569,80	14,44	1457,00	9,69	3603,33	7,52	882,56	24,60	740,76	33,05	663,00	30,95
10	3360,50	15,54	1551,00	9,78	3055,00	7,29	941,04	24,69	817,39	33,19	613,00	30,84
11	2218,40	14,94	1856,50	10,04	3916,67	7,64	763,49	24,39	561,96	32,65	704,00	31,04
12	1372,40	14,25	1175,00	9,38	3368,33	7,43	640,24	24,13	436,79	32,29	340,00	29,99
13	7520,00	16,70	1081,00	9,26	3133,33	7,32	841,82	24,53	812,28	33,18	608,00	30,83
14	1090,40	13,92	1245,50	9,46	3603,33	7,52	654,87	24,16	502,18	32,49	470,00	30,46
15	808,40	13,49	1269,00	9,49	3290,00	7,39	971,33	24,73	766,30	33,10	705,00	31,04
16	1771,90	14,62	1880,00	10,06	3446,67	7,46	576,53	23,98	444,46	32,31	523,00	30,61
17	1029,30	13,83	1151,50	9,35	3916,67	7,64	486,71	23,74	390,82	32,13	423,00	30,30
18	1729,60	14,58	1645,00	9,87	3760,00	7,58	839,73	24,52	618,15	32,79	623,00	30,86
19	2345,30	15,02	2044,50	10,18	3681,67	7,55	795,87	24,45	705,00	32,98	621,00	30,86
20	2359,40	15,03	1621,50	9,85	3290,00	7,39	851,22	24,54	735,65	33,04	639,00	30,90
21	1776,60	14,62	2514,50	10,48	3525,00	7,49	883,60	24,60	730,54	33,03	829,00	31,27
22	2100,90	14,86	1692,00	9,91	3446,67	7,46	823,02	24,49	664,13	32,89	648,00	30,92
23	2025,70	14,81	1175,00	9,38	3211,67	7,36	1031,91	24,82	771,41	33,11	609,00	30,83
24	1941,10	14,75	1128,00	9,32	3525,00	7,49	783,33	24,42	628,37	32,81	706,00	31,04
25	1814,20	14,65	1551,00	9,78	3603,33	7,52	789,60	24,43	607,93	32,76	777,00	31,18
26	2307,70	15,00	1410,00	9,64	3838,33	7,61	843,91	24,53	669,24	32,90	627,00	30,87
27	1945,80	14,75	1222,00	9,44	3760,00	7,58	509,69	23,80	416,87	32,22	267,00	29,64
28	1804,80	14,64	1269,00	9,49	3525,00	7,49	771,84	24,40	607,93	32,76	701,00	31,03
29	1715,50	14,57	1128,00	9,32	3603,33	7,52	523,27	23,84	417,38	32,22	439,00	30,36
30	1607,40	14,48	1480,50	9,71	4151,67	7,73	981,78	24,75	750,98	33,07	645,00	30,91
31	9165,00	16,99	1316,00	9,54	3211,67	7,36	467,91	23,68	424,02	32,25	309,00	29,85
32	1231,40	14,09	1480,50	9,71	2820,00	7,17	817,80	24,49	684,57	32,94	402,00	30,23
33	1734,30	14,59	2538,00	10,49	3995,00	7,67	756,18	24,37	597,72	32,74	777,00	31,18
34	1983,40	14,78	1151,50	9,35	3760,00	7,58	772,89	24,40	720,33	33,01	533,00	30,64
35	1541,60	14,42	540,50	8,26	2976,67	7,25	941,04	24,69	745,87	33,06	528,00	30,62
36	1551,00	14,43	1222,00	9,44	3838,33	7,61	882,56	24,60	689,67	32,95	719,00	31,07
37	1184,40	14,04	1128,00	9,32	3916,67	7,64	753,04	24,37	618,15	32,79	572,00	30,74
38	2923,40	15,34	1151,50	9,35	3916,67	7,64	617,27	24,08	582,39	32,70	639,00	30,90
39	2758,90	15,26	1504,00	9,74	3760,00	7,58	1007,89	24,79	705,00	32,98	626,00	30,87
40	8131,00	16,82	1974,00	10,13	3525,00	7,49	374,96	23,36	319,29	31,84	326,00	29,93



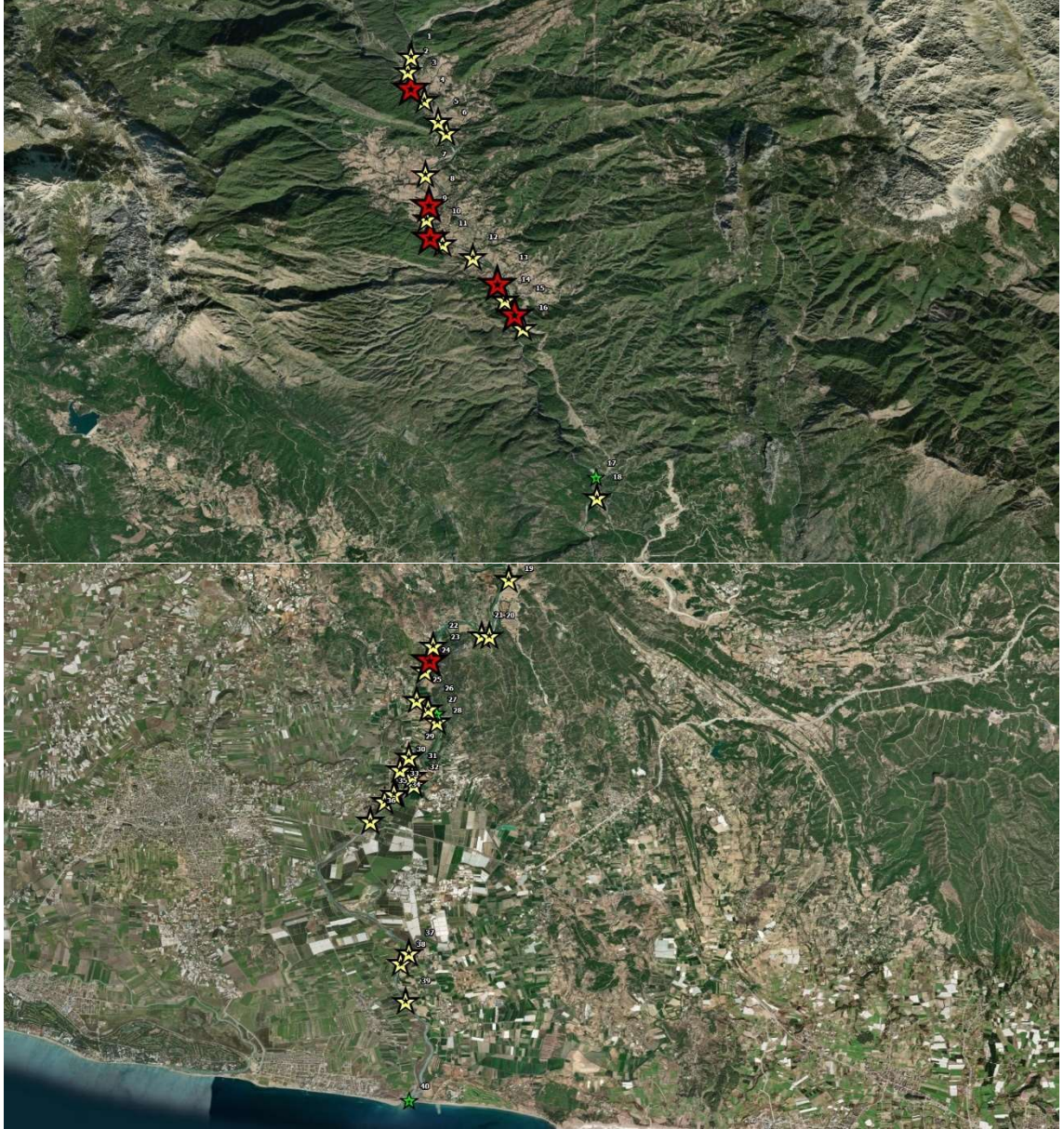
Şekil 4.4. Zenginleşme Faktörü Grafiği (E_f)



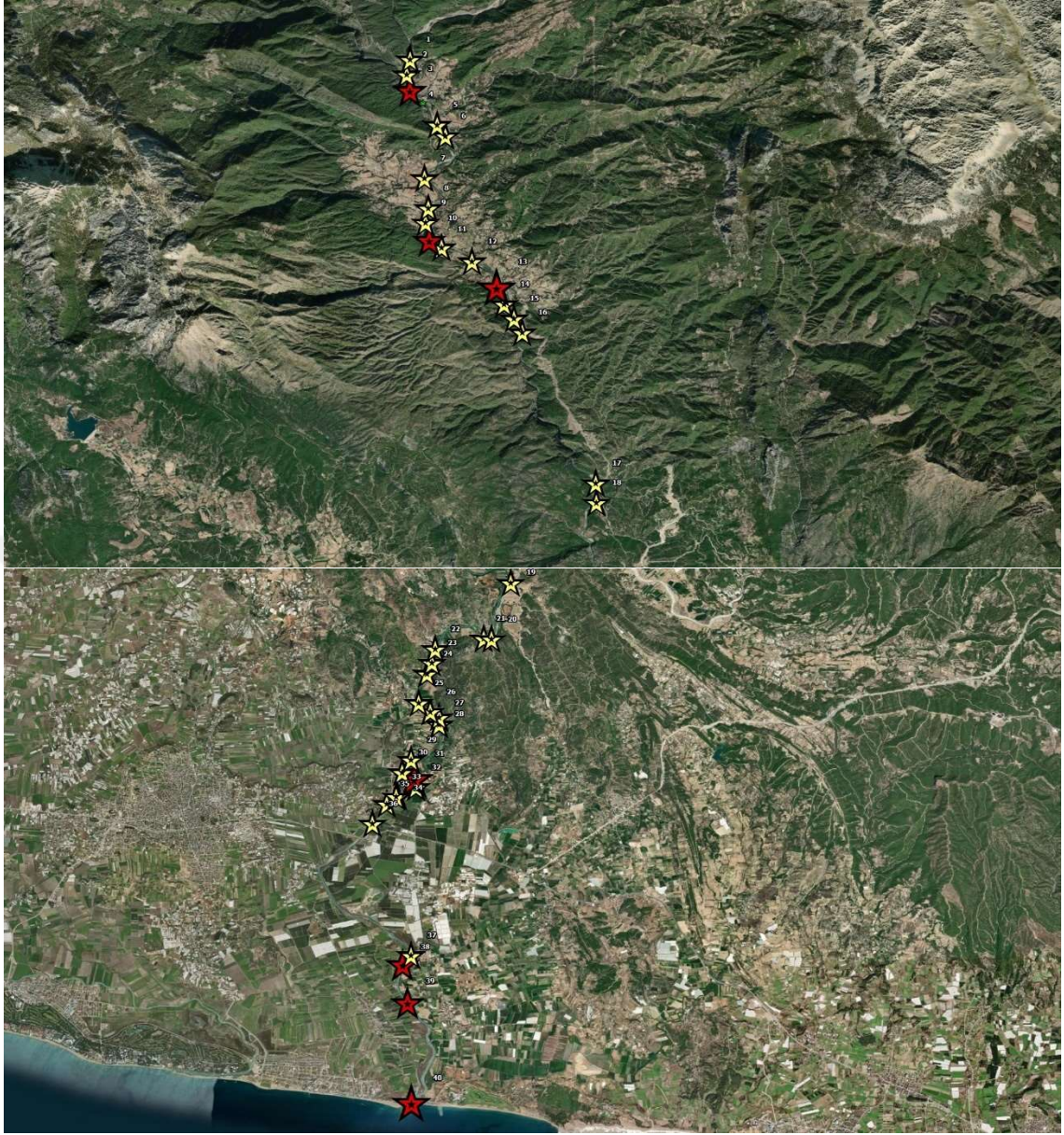
Şekil 4.5. Jeo-Birikim İndeksi Grafiği (Igeo)

4.7. Yoğunluk Haritalarının Oluşturulması

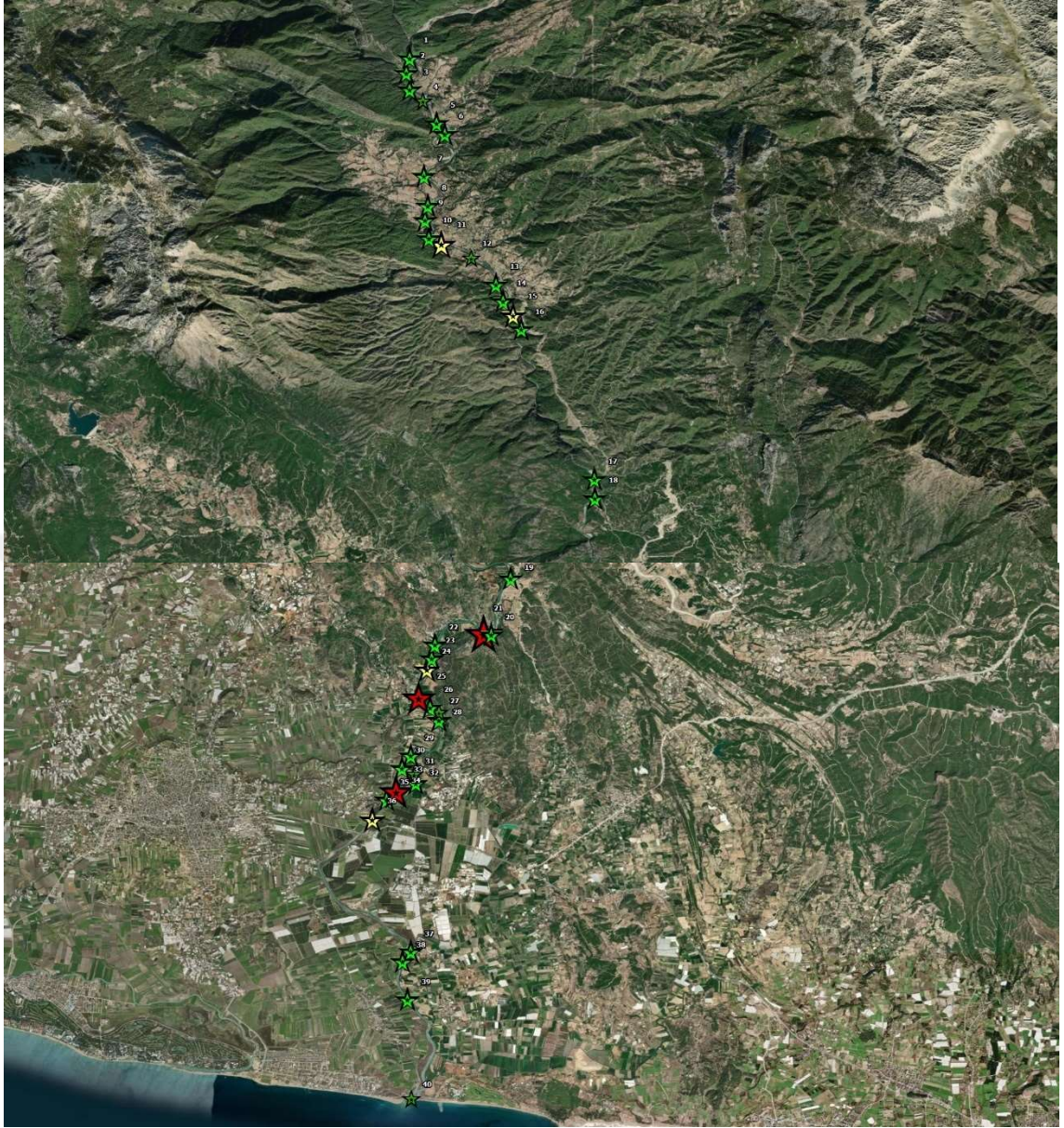
Al, Cr, Fe, Pb, Sn ve Ti elementleri için XRF sonuçları referans alınarak üretilen yoğunluk haritaları Google Earth Pro v7.3.6 ve ArcMap v10.5 programları kullanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan haritalarda yeşil renk az yoğunluk, sarı renk orta yoğunluk, turuncu renk yüksek yoğunluk ve kırmızı renk çok yüksek yoğunluğu ifade etmektedir. Her element için oluşturulmuş haritalar şekil 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11’de gösterilmiştir.



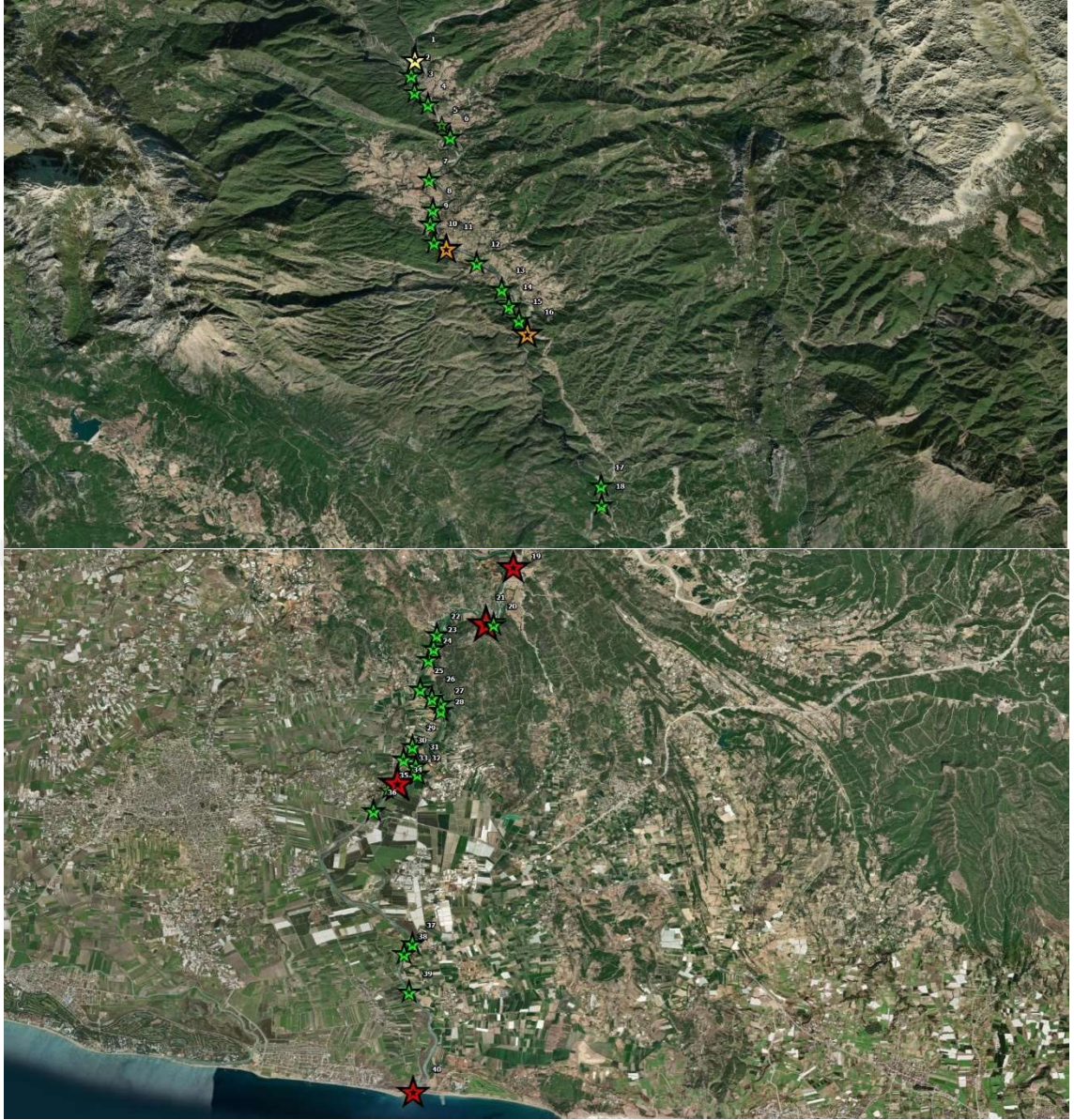
Şekil 4.6. Al Elementi Yoğunluk Haritası



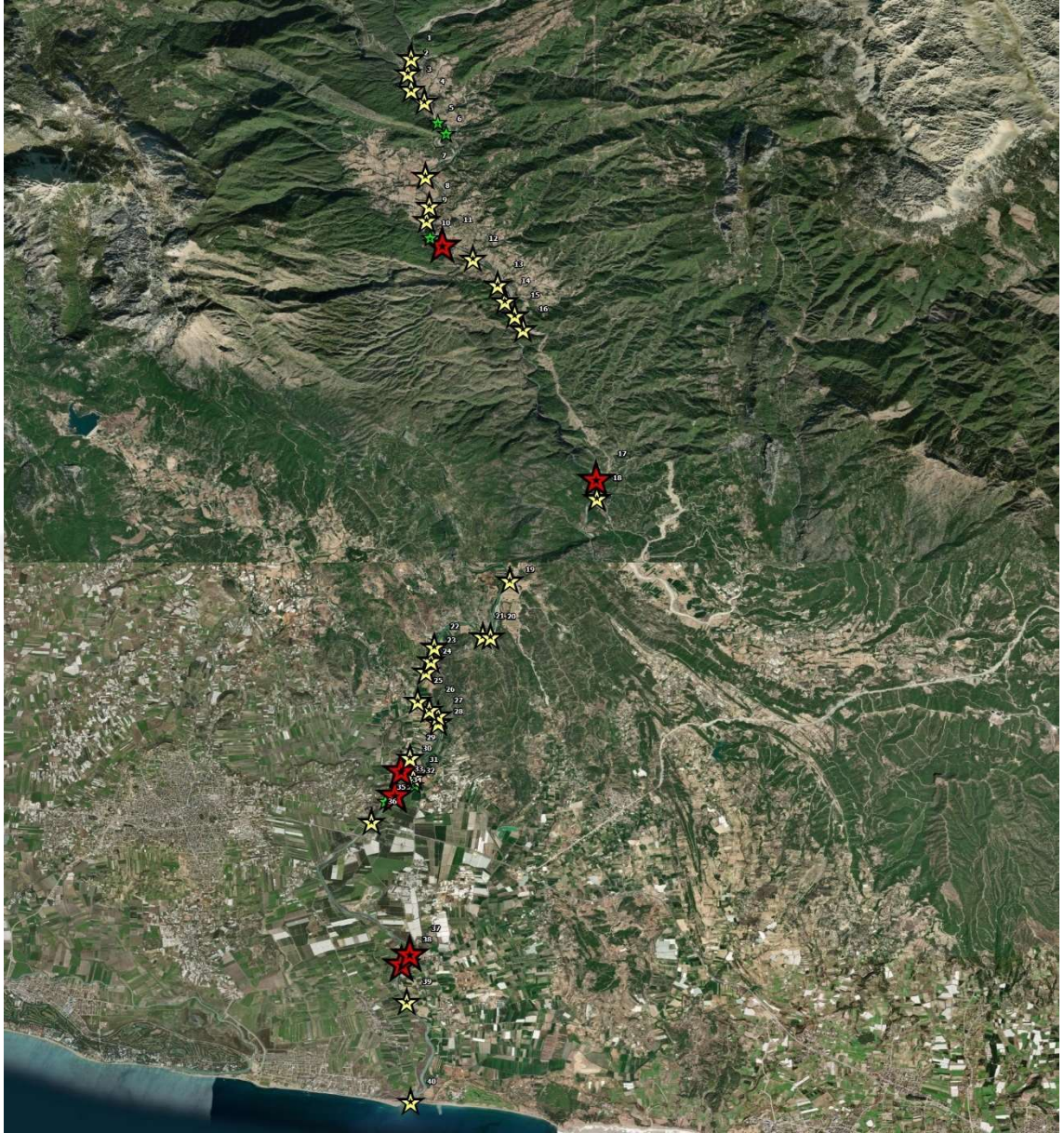
Şekil 4.7. Cr Elementi Yoğunluk Haritası



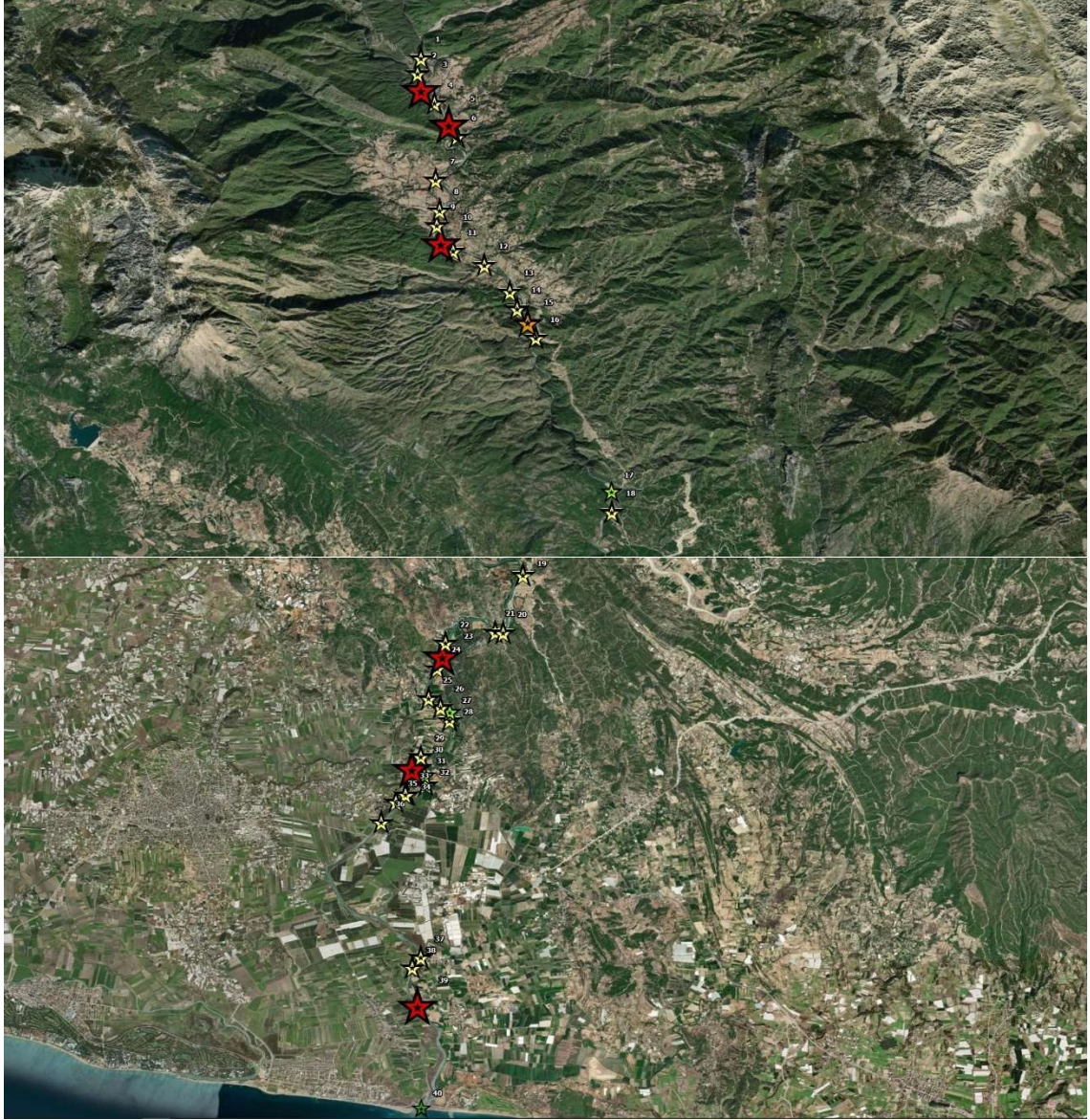
Şekil 4.8. Fe Elementi Yoğunluk Haritası



Şekil 4.9. Pb Elementi Yoğunluk Haritası



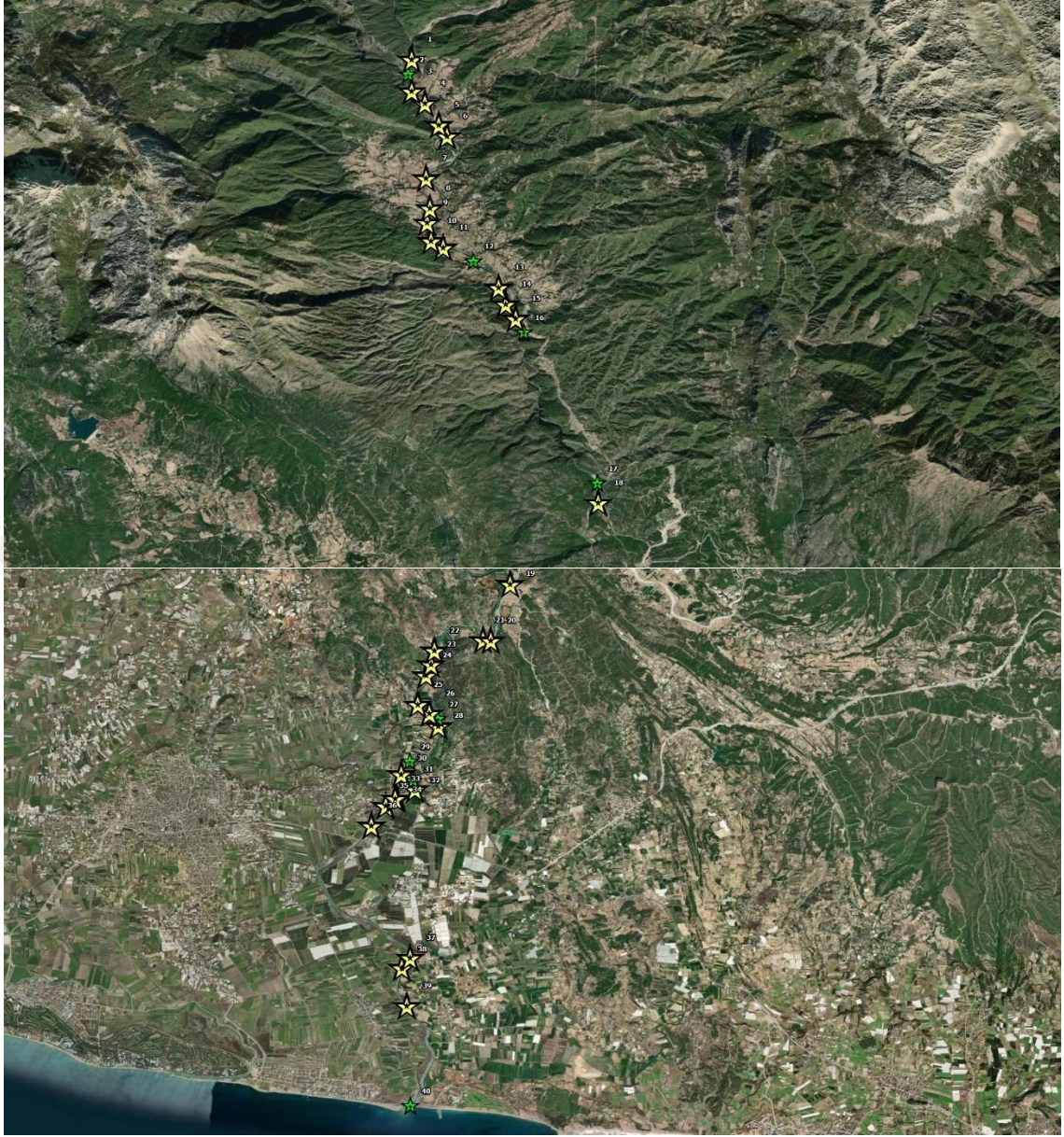
Şekil 4.10. Sn Elementi Yoğunluk Haritası



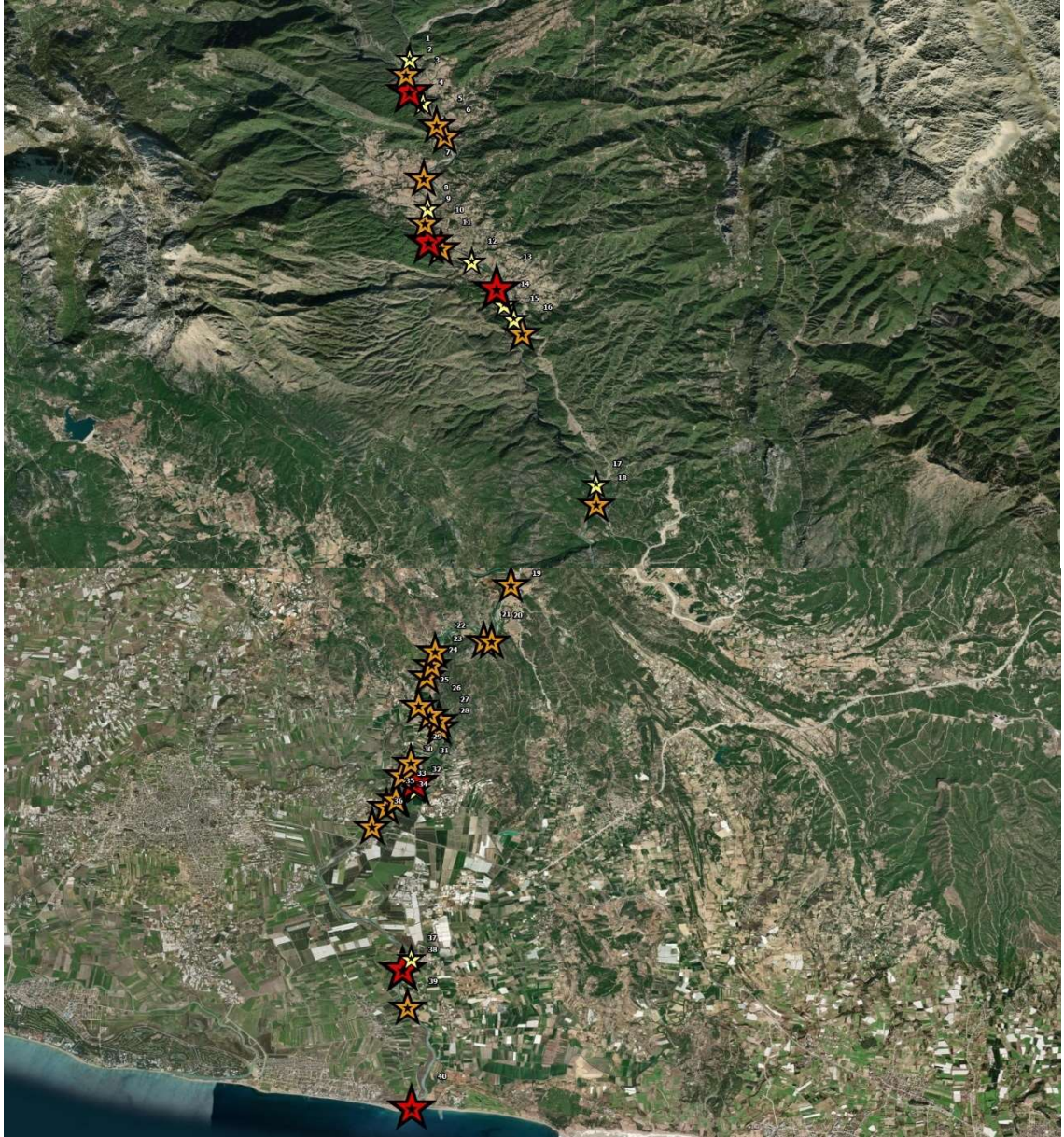
Şekil 4.11. Ti Elementi Yoğunluk Haritası

4.8. Kontaminasyon Faktörü Yoğunluk Haritalarının Oluşturulması

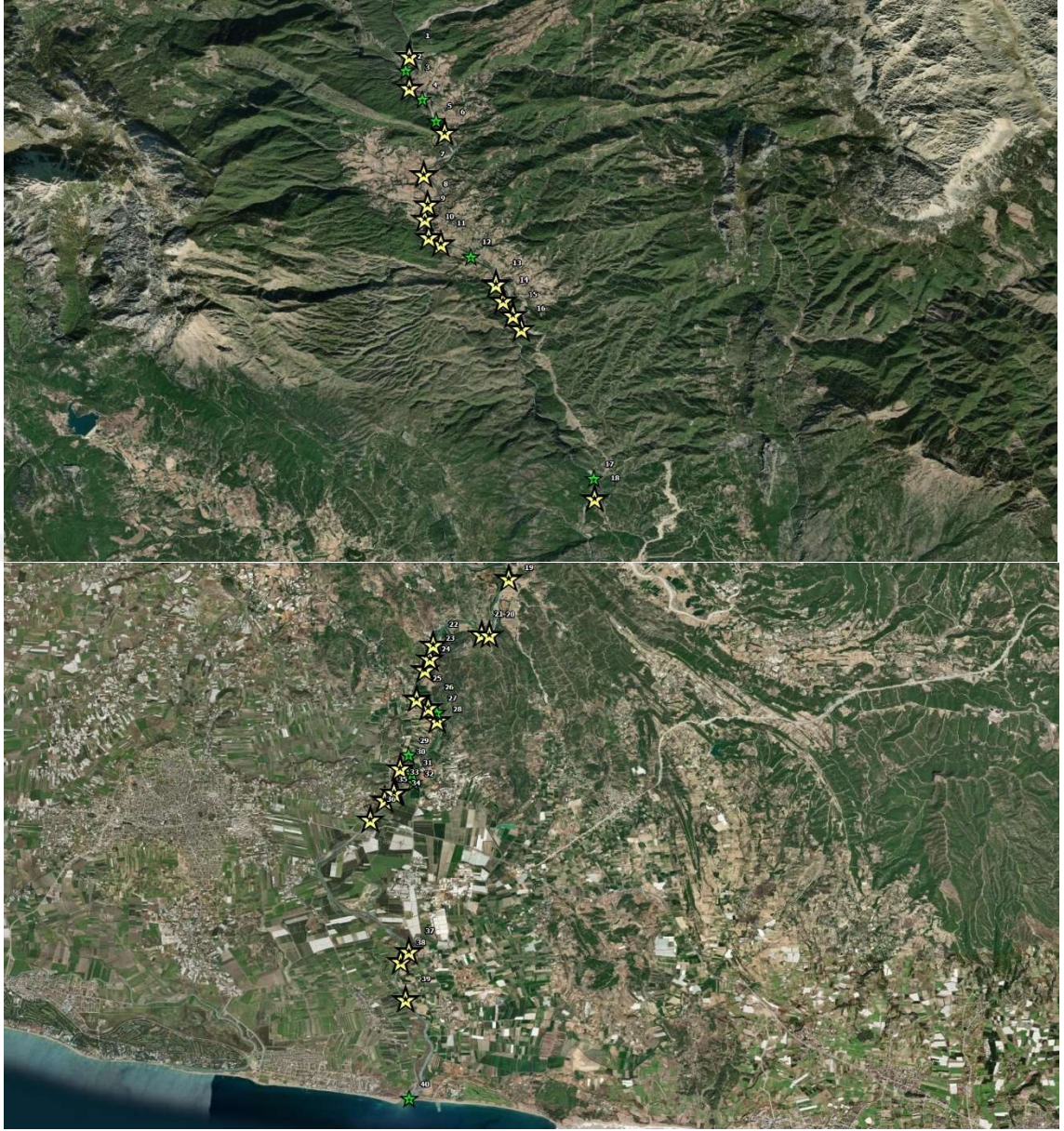
Kontaminasyon faktörü sonuçlarına göre haritalandırmada ise $C_f < 1$ Az Kirlilik yeşil renk ile, $1 \leq C_f \leq 3$ Orta Kirlilik sarı renk ile, $3 \leq C_f \leq 6$ Yüksek Kirlilik turuncu renk ile, $C_f \geq 6$ ise Çok Yüksek Kirlilik kırmızı renk ile vurgulanmıştır. Oluşturulan haritalar Şekil 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 ve 4.17’de gösterilmiştir.



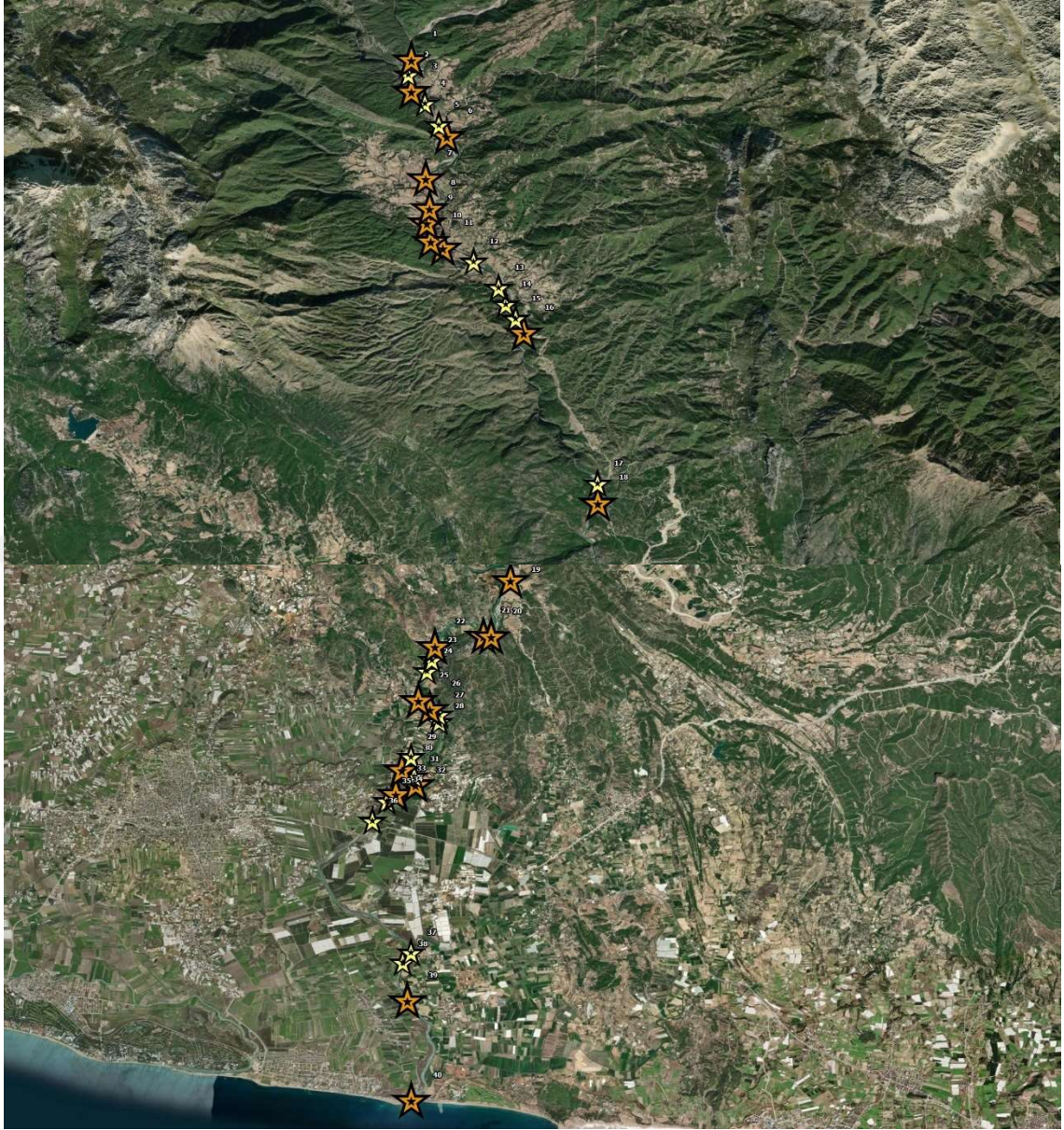
Şekil 4.12. Al Elementi Cf Yoğunluk Haritası



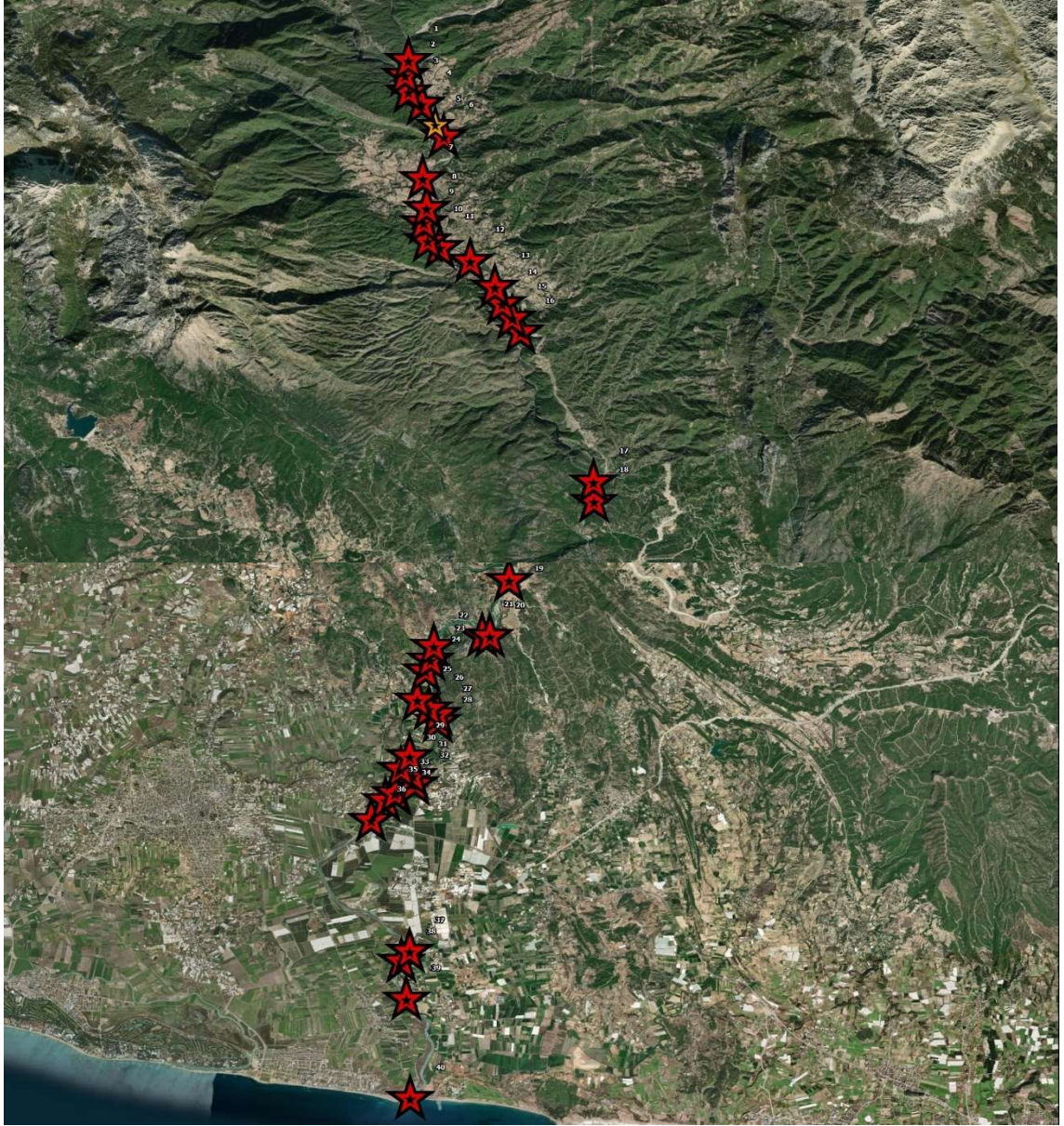
Şekil 4.13. Cr Elementi Cf Yoğunluk Haritası



Şekil 4.14. Fe Elementi Cf Yoğunluk Haritası



Şekil 4.15. Pb Elementi Cf Yoğunluk Haritası



Şekil 4.16. Sn Elementi Cf Yoğunluk Haritası



Şekil 4.17. Ti Elementi Cf Yoğunluk Haritası

5. TARTIŞMA

Çalışma alanı olarak belirlenen Köprüçay ırmağının kıyılarından elde edilen su ve sediman numunelerinin içerdiği ağır metaller ile suyun sertlik, iletkenlik ve tuzluluk değerleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Bu aşamada Su analizleri, sedimanlarda elek analizi, kızdırma kaybı, her iki örnek için kimyasal analiz (XRF) ve çok değişkenli istatistiksel işlemlerle sayısal analiz çalışmaları yapılmıştır.

Köprüçay ırmağından alınmış olan su numunelerinin analizleri yapılmış olup, suyun sertlik derecesi, oksijen miktarı, iletkenlik ve tuzluluk değerleri hakkında bilgi edinilmiştir. Yapılan analizlere göre; su kaynakları, akiferler ve denize doğru yaklaştıkça çözünmüş malzemece yoğun olan alanlarda sertlik ve tuzluluk değerleri artmaktadır.

Çalışma alanından alınmış olan numuneler üzerinde elek analizi ile Köprüçay ırmağından elde edilen sedimanların dane boyları hakkında bilgi edinilmiş ve çoğunlukla ince - çok ince kum ve silt boyutunda olduğu granülometri eğrileri dikkate alınarak gözlemlenmiştir.

Alınan sediman numunelerine yapılan XRF analiz sonuçlarına göre Tm elementi 3, 10, 11, 19, 27, 30 no'lu koordinatlardan alınan numunelerde eser miktarda rastlanılmıştır. TiO₂ bütün çalışma alanında rastlanılmıştır. Ni elementi farklı lokasyonlarda bulunmaktadır. Bunun sebebinin ise antropojenik olduğu düşünülmektedir.

Alınan sediman numunelerinden XRF analizi sonuçlarına göre sayısal analiz SPSS (v23) yardımıyla yapılmış olup, Pearson Korelasyon sonucunda Rb ile Al₂O₃ arasında pozitif yönde ilişki olduğu görülmektedir. Bir başka deyişle Rb'nin bulunduğu ortamda Al₂O₃'ünde yüksek anomali gösterdiği söylenebilir. Bu durumun sebebi olarak Al ile Rb elementi su ile reaksiyona girerek oksijeni kendine bağlaması ve hidrojen yakmasını gösterebiliriz. Aynı zamanda Zr ile SiO₂ arasında negatif yönde ilişki olduğu görülmektedir. Yani Zr'nin bulunduğu ortamda SiO₂ anomali göstermemektedir.

Dendogram analizinde, Köprüçay ırmağı sediman numunelerinin iki ana grup altında yedi farklı grupta toplandığı ve bu grupların ırmağın yatak şekli ve debisi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

XRF analizi sonucunda uygulanan Model Summary ve ANOVA testlerinin sonucunda elde ettiğimiz R kare 0,8364, Sig. 0,00 değeri ile yapılan analizlerin doğruluğu yüksek-çok yüksek diyebiliriz.

6. SONUÇLAR

Çalışma alanı olarak belirlenen Köprüçay ırmağından elde edilen su numunelerine pH, iletkenlik, sertlik, tuzluluk, EDTA, sediman numunelerine ise XRF analizi, istatistiksel analizler ile suyun durumu ve sedimanların ağır metal birikimi hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışma ise bölgede yapılan ilk detaylı çalışma özelliği taşımaktadır.

Batı Toroslar ve Antalya'nın D'sunda yer alan Köprüçay ırmağından elde edilen su numunelerinin sertlik, oksijen içeriği, iletkenlik, EDTA ve tuzluluk oranı hakkında bilgi edinilmiş ve derlenmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak ortalama pH 8,10, ortalama EDTA 6,79, ortalama sertlik 135,40, ortalama oksijen içeriği 84,08, ortalama iletkenlik 0,30, ortalama tuzluluk ise 0,16'dır.

Çalışma alanından alınmış olan 40 adet numuneye uygulanan elek analizi ile dane boyları hakkında bilgi edinilmiş ve çoğunlukla ince-çok ince kum ve silt boyutunda olduğu gözlemlenmiştir.

Laboratuvar çalışmaları kapsamında kırılıp öğütülen numunelerin kızdırma kaybı değerleri hesaplanmış ve 105 °C'de 24 saatte ne kadar nem kaybettiği hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda 26, 27 ve 40 No'lu numunelerde herhangi bir nem kaybı gözlemlenmemiş, diğer numunelerde ise belirgin bir nem kaybı olmamıştır.

Yapılan arazi çalışmalarından elde edilen sediman numuneleri XRF analizi sonuçlarına göre uygulanan sayısal analiz, ağır metal içeriği için kullanılmıştır. Tm elementi 3, 10, 11, 19, 27, 30 no'lu koordinatlardan alınan numunelerde eser miktarda rastlanılmıştır. TiO₂ bütün çalışma alanında ve Ni elementinin farklı lokasyonlarda bulunmaktadır.

Köprüçay ırmağı kıyılarına ait olan 40 adet numunenin XRF sonuçlarına uygulanan Tanımlayıcı İstatistikler, Normallik Testleri, Korelasyon Analizi, Hiyerarşik Dendogram Analizi, Model summary ve Anova analizleri sonuçlarına değinilmiştir.

Uygulanan Tanımlayıcı istatistiklerinde her bir lokasyon için her elemente ait mod, ortalama, ortanca değer, standart sapma, varyans, çarpıklık, basıklık, aralık, minimum ve maximum değerler açığa çıkarılmıştır. Yapılan analizlerde Oksitler için sırasıyla MgO, Al₂O₃, SiO₂, SO₃, K₂O, CaO, TiO₂, MnO, Fe₂O₃, Na₂O olacak şekilde; Ortalama; 3,59550, 12,35625, 37,28000, 0,19909, 1,50043, 35,77000, 0,75223, 0,00395, 5,71575, 1,61440, Standart Sapma; 0,77737, 2,64906, 4,00693, 0,14897, 0,40577, 6,25875, 0,15555, 0,01760, 1,39469, 0,87295, Çarpıklık; 1,66553 -0,54588, 0,72919, 4,76441, -0,55176, -0,17061, -0,69017, 4,41863, -0,54548, 1,65686 Basıklık; 3,45302, -0,52123, 0,17983, 25,96866, -0,55245, -0,16393, 0,05152, 18,84471, -0,37705, 4,82205, Minimum; 2,67, 6,25, 30,00, 0,0785, 0,566, 21,30, 0,359, 0,00, 2,67, 0,00, Maksimum; 6,46, 17,10, 47,70, 1,03, 2,22, 48,30, 0,988, 0,0894, 8,29, 4,58 şeklinde gözlemlenmiştir.

Normallik testlerinde elde edilen sonuçlara göre her bir elementin normal dağılıp dağılmadığı korelasyon analizi yaparken normal dağılım gösteren elementler ile normalden uzak dağılım gösteren elementlere hangi analizin yapılması gerektiğini

belirlemek için önemlidir. Cl, Zn, Rb, Sr, Y, Sn, Pb, Al₂O₃, SiO₂, CaO ve Zr elementlerinin normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

Pearson Korelasyon analizlerinde Sr-Zn, Sr-Y, Sr-Sn, Sr-Pb, Sr-SiO₂, Sr-CaO, Sr-Zr, Zr-Zn, Rb-CaO, Rb-Zr, Pb-Y, CaO-Y, Pb-SiO₂, Zn-Al₂O₃, Zr-Sr, arasında zayıf bir ilişki var olduğu görülmektedir. Aynı zamanda Zr-Sn, Zr-Pb, CaO-Sn, Zr-Cao, Y-Al₂O₃, Sn-SiO₂, Rb-Y arasında orta düzeyde bir ilişki vardır. Rb-Zn, Zn-Y, Rb-Al₂O₃, CaO-Al₂O₃, CaO-SiO₂ ve Zr-SiO₂ arasında yüksek bir ilişki vardır.

Hiyerarşik Dendogram Analiz sonucuna göre iki ana grupta dağılım göstermektedir. Birinci ana grupta 1, 11, 18, 19, 22, 26, 28, 30, 34, 36, 39 numaralı, 24, 25, 33, 37, 38 numaralı, 2, 14, 27 numaralı, 16, 17, 29, 31, 40 numaralı dört ayrı küme, ikinci ana grupta ise 3, 5, 32, 35 numaralı, 8, 9, 10, 13, 15, 20, 21, 23 numaralı, 4, 6, 7, 12 numaralı kümeler bulunmaktadır. Oluşan bu kümelerdeki benzerliğin ırmağın yatak özellikleri, su kaynakları ve debisi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Son olarak ele alınan Model Summary ve ANOVA analiz sonuçlarından elde edilmiş olan R kare değeri (0,8) ile sig. (0) değeri yapılan analizlerin doğruluğunu göstermektedir. R kare değeri 1'e yakın olduğu için ve sig. değeri 0 olduğu için veriler ve analiz sonuçları o kadar doğru sonuçlanmıştır.

Köprüçay ırmağı kıyılarından derlenmiş olan numunelere ait XRF analizi sonuçlarına göre kirlilik indeksleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda çalışma alanında ciddi bir ağır metal anomalisi olduğu gözlemlenmiştir. Ağır metal anomalilerinin antropojenik olduğu düşünülmektedir.

Kontaminasyon faktörü analizlerine göre; Pb, Sn, Fe elementleri çok yüksek değerler göstermiştir. Kontaminasyon faktörü sınıflamalarına göre ise bu elementler çok yüksek kirlilik sınıflamasındadır.

Zenginleşme faktöründe ise normalizasyon değerliği olarak demir (Fe) elementinin kullanılması uygun görülmüştür. 4, 12, 27, 31, 40 numaralı lokasyonlarda bu element düşük değerlik sunduğu için zenginleşme faktörü hesaplaması yapılması anlamsızdır. Ayrıca Pb, Sn, Ti, Al elementleri birçok lokasyonda çok yüksek zenginleşme göstermiştir.

Geo-birikim indeksi hesaplamalarında Cr, Pb, Sn, Ti, Al ve Fe elementleri tüm lokasyonlarda 5'in üzerinde değer verdiği için aşırı kirlilik olarak tanımlanmıştır.

Sonuç olarak tüm veriler incelendiğinde çalışma alanı olan Köprüçay ırmağının kaynakları ile ırmağa dahil olan akarsu kolları ile akiferler çeşitli sedimanları ırmağın her noktasına taşımaktadır. Aynı zamanda yoğun olarak ilgi gören rafting sporu ile ziyaretçilerin yoğunluğu gibi çeşitli antropojenik aktiviteler ağır metal anomalilerini artırabilir.

Köprüçay ırmağının kıyılarında kurulmuş olan turistik tesislerin katı ve sıvı atıklarının kontrol altına alınması ve su kirliliğinin önüne geçilmesi ağır metal içeriği açısından önem teşkil etmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Abraham, G. M. S., Parker, R. J. (2008). Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental monitoring and assessment*, 136 (1-3), 227-238.
- Akay, E., Uysal, Ş., Poisson, A., Cravatte, J., Müller, C. (1985), Antalya Neojen Havzasının Stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C.28, 105-119, Ağustos 1985.
- Akbulut, A. (1980). Eğirdir gölü güneyinde Çandır (Sütçüler, Isparta) yöresindeki Batı Torosların jeolojisi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 23, 1, 1-9.
- Aksoy, S. (1966). Beyşehir gölü su potansiyeli hesabı, Beşyehir Manavgat ilişkisi ve varılan sonuçlar: Devlet Su İşleri Rapor Arşivi, Ankara.
- Altınlı, İ.E. (1944). Etüde Stratigraphique de la regiond'Antalya: İ.Ü.F.F. Mecmuası, Seri B, Cilt IX, sayı 3, 227-233.
- Atakoglu, O., O., Yalcin, M., G., Nyamsari, D., G., Yalcin, F., (2022). Chemical and Statistical Characterization of Beach Sand Sediments: Implication for Natural and Anthropogenic Origin and Paleo-Environment, Antalya, Turkey, 19(3), 1335-1356.
- Atakoglu, O. O., & Yalcin, F. (2022). Evaluation of the surface water and sediment quality in the Duger basin (Burdur, Turkey) using multivariate statistical analyses and identification of heavy metals. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(7), 484.
- Başkan, O. (2004). Gölbaşı yöresi topraklarının mühendislik, fiziksel özellik ilişkilerinde jeostatistik uygulaması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 176.
- Blumenthal, M. (1947). Seydişehir-Beyşehir hinterlandındaki Toros dağlarının jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Yayını, Seri D, No:2 Ankara.
- Chakravarty, M., Patgiri, A. D. (2009). Metal pollution assessment in sediments of the Dikrong River, NE India. *Journal of Human Ecology*, 27(1), 63-67.
- Cengiz, M. F., Kilic, S., Yalcin, F., Kilic, M., & Gurhan Yalcin, M. (2017). Evaluation of heavy metal risk potential in Bogacayi River water (Antalya, Turkey). *Environmental monitoring and assessment*, 189, 1-12.
- Cengiz, M. F., Kilic, S., Yalcin, F., Kilic, M., & Gurhan Yalcin, M. (2017). Evaluation of heavy metal risk potential in Bogacayi River water (Antalya, Turkey). *Environmental monitoring and assessment*, 189, 1-12.
- Değirmenci, M. (1989). Köprüçay Havzası ve Dolayının (Antalya) Karst Hidrojeolojisi İncelemesi: Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Doktora Tezi, Ankara, 398 s.
- Demirtaşlı, E. (1987). Batı Toroslarda Akseki, Manavgat ve Koprulu arasında kalan bolgenin jeoloji incelemesi. Maden Tetkik ve Arama Genel Mudurlugu, Rapor No, 8779.

- Dickinson, W. W., Dunbar, G. B., McLeod, H. (1996). Heavy metal history from cores in Wellington Harbour, New Zealand. *Environmental Geology*, 27(1), 59-69.
- Dumont, J.F., Kerey, E. (1975). Kırkkavak Fayı: Batı Toroslar ile Köprüçay beseni sınırında Kuzey-Güney doğrultu atımlı fayı Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 18, 1, 59-62.
- Eroskay, S.O. (1968). Köprüçay-Beşkonak rezervuarı jeolojik incelemesi: Elektrik İşleri Etüd İdaresi rapor No:II-06-5, Ankara, 80 s.
- Günay, G. (1981). Manavgat havzası ve yakın dolayının karst hidrojeolojisi incelemesi: Hacettepe Üniversitesi Müh.Fak. Doçentlik Tezi, Ankara, 185 s.
- Hakanson, L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water Research*, 14(8), 975-1001.
- Işık, V. (2016). Türkiye Jeolojisi, Torosların Jeolojisi Ders Notu, Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Tektonik Araştırma Grubu, Ankara, 4 s.
- İnal, C., Turgut, B., Yiğit, C. Ö. (2002). Lokal alanlarda jeoit ondülasyonlarının belirlenmesinde kullanılan enterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması. *Yıl Sempozyumu*, Konya, 16-18.
- Kalafatçıoğlu, A. (1975). Antalya Körfezi batı kısmının jeolojisi, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 81 s.
- Kalaycı, Ş. (2010). Spss Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri (5.baskı), Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd.Şti, 426 s.
- Leventeli, YASEMİN., Yalcin, FÜSUN., & Kilic, Murat. (2019). An investigation about heavy metal pollution of Duden and Goksu Streams (Antalya, Turkey). *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2).
- Leventeli, Y., & Yalcin, F. (2021). Data analysis of heavy metal content in riverwater: multivariate statistical analysis and inequality expressions. *Journal of Inequalities and Applications*, 2021, 1-22.
- Leventeli, Y., & Yalcın, F. (2019). HEAVY METAL POLLUTION INDEX (HPI) IN SURFACE WATER BETWEEN ALAKIR DAM AND ALAKIR BRIDGE, ANTALYA-TURKEY. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22, 125-131.
- Muller, G. (1969). Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geojournal*, 2, 108-118.
- Pehlivan, H. (2017). Marmara Denizi Güneyi (Kocasu Deltası) Sedimentlerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması.
- Ravichandran, M., Baskaran, M., Santschi, P.H., Bianchi, T.S. (1995). History of trace metal pollution in Sabine-Neches estuary, Beaumont, Texas. *Environmental science & technology*, 29(6), 1495-1503.
- Salomons, W. Förstner U. (1984). *Metals in the Hydrocycle*.
- Sipahi, H. (1978). Batı Torosları Kapsayan Karst Hidrojeolojisi pilot projesi alanının jeoloji ön raporu: DSİ-UNDP Projesi (TUR/77/015) yayını, No: 31, Ankara.
- Sümerman, K. (1973). Köprüçay-Beşkonak bent yeri ve enjeksiyon perde güzergahları

- mühendislik jeolojisi incelemesi: Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Direktörlüğü, Yayın No: 73-17, Ankara, 86 s.
- Şenel M., Serdaroğlu, M., Kengil, R., Ünverdi, M. Ve Gözler, M. Z. (1981). Teke Toroslarının güneybatısının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 95/96, 13-43.
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, İ., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, A.S., Metin, S., Esentürk, K., Bilgin, A.Z., Oğuz, M.F., Korucu, M., Özgül, N., (1992). EğirdirYenişarbademli-Gediz ve Geriş-Köprülü (Isparta-Antalya) arasında kalan alanların jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9390, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü Rapor No: 3132, Ankara (yayımlanmamış).
- Tumuklu, A., Sunkari, E. D., Yalcin, F., & Ozer Atakoglu, O. (2022). Data analysis of the Gumusler Dam Lake Reservoir soils using multivariate statistical methods (Nigde, Türkiye). International Journal of Environmental Science and Technology, 1-14.
- Tomlinson, D.L., Wilson, J.G., Harris, C.R., Jeffrey, D.W. (1980) Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of pollution index. Helgolander meeresuntersuchungen, 33(1), 566.
- Yalcin, M. G., Narin, I., & Soylak, M. (2008). Multivariate analysis of heavy metal contents of sediments from Gumusler creek, Nigde, Turkey. Environmental Geology, 54, 1155-1163.
- Yalcin, M. G., Battaloglu, R., & Ilhan, S. (2007). Heavy metal sources in Sultan Marsh and its neighborhood, Kayseri, Turkey. Environmental geology, 53, 399-415.
- Yalcin, M. G., Tumuklu, A., Sonmez, M., & Erdag, D. S. (2010). Application of multivariate statistical approach to identify heavy metal sources in bottom soil of the Seyhan River (Adana), Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 164, 311-322.
- Yalcin, M. G., Narin, I., & Soylak, M. (2007). Heavy metal contents of the Karasu creek sediments, Nigde, Turkey. Environmental monitoring and assessment, 128, 351-357.
- Yalcin, F., Kilic, S., Nyamsari, D., Yalcin, M., & Kilic, M. (2016). Principal component analysis of integrated metal concentrations of Bogacayi riverbank sediments in Turkey. Polish Journal of Environmental Studies, 25(2).
- Yalcin, M. G., Aydin, O., & Elhatip, H. (2008). Heavy metal contents and the water quality of Karasu Creek in Nigde, Turkey. Environmental monitoring and assessment, 137, 169-178.
- Yalcin, M. G. (2009). Cluster analysis approach to identify metal sources in bottom sediments of Sultan Marsh canals, Turkey. International Journal of Environment and Health, 3(1), 106-125.
- Yalcin, M. G., Ucgun, F., & Unal, B. (2007). Application of an artificial intelligence to the estimation of water quality parameters: Water quality of Nigde creek water, Turkey.
- Yalçın, F. (2021). Data analysis of heavy metals in Akkaya lake reservoir soils using

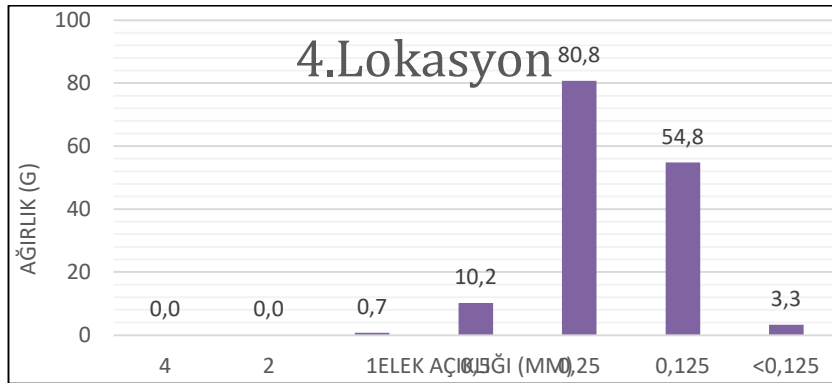
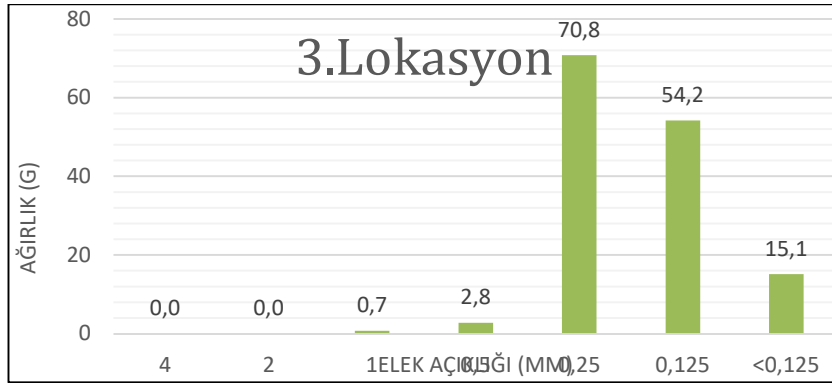
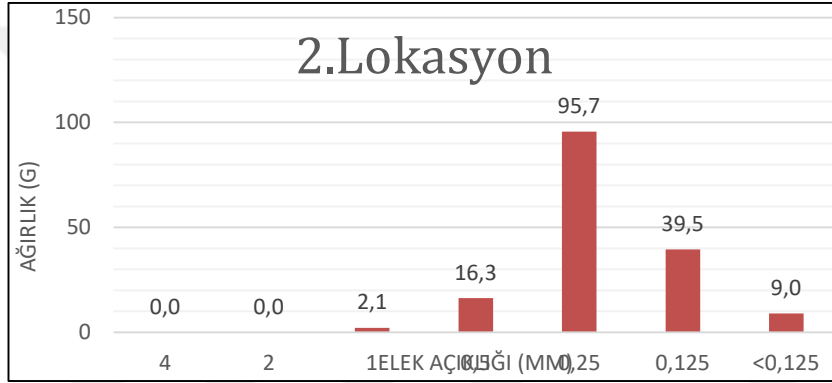
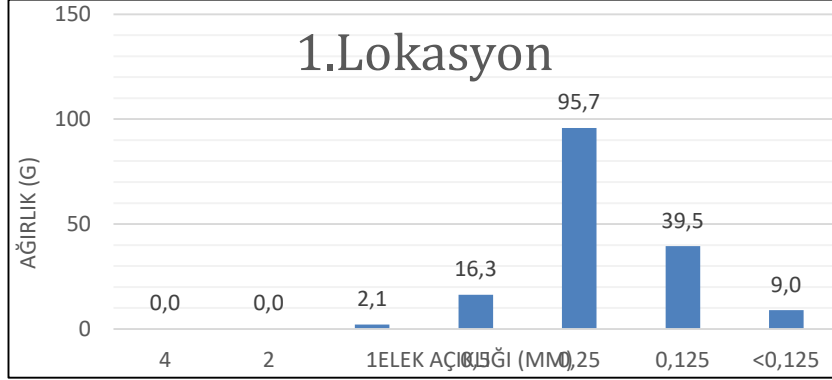
multivariate statistical analysis. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 9(1), 249-257.

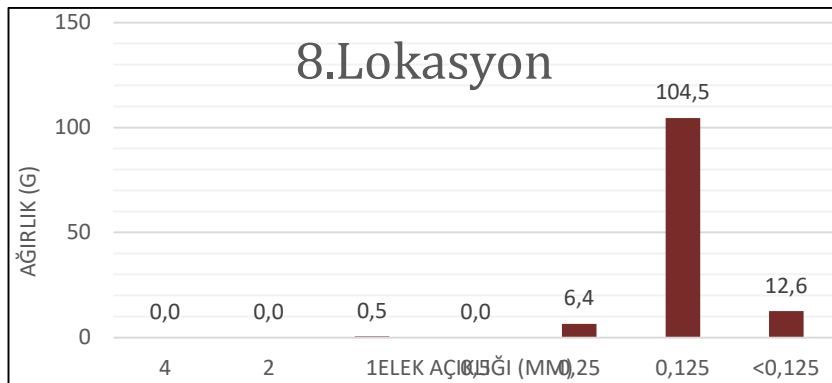
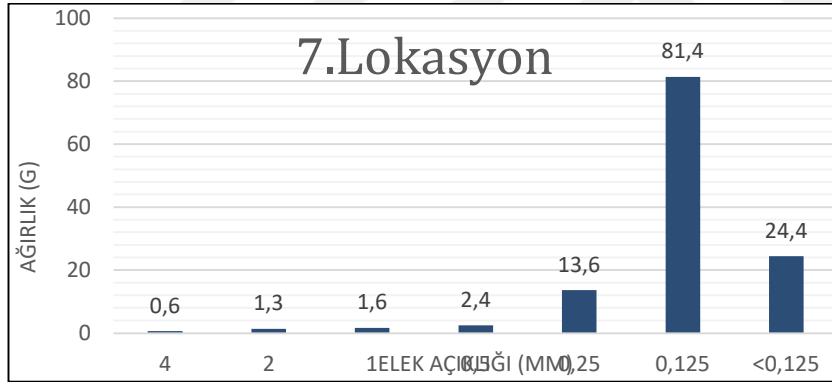
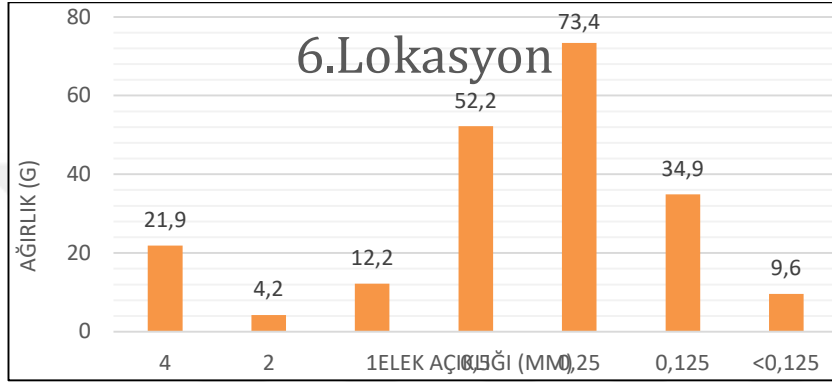
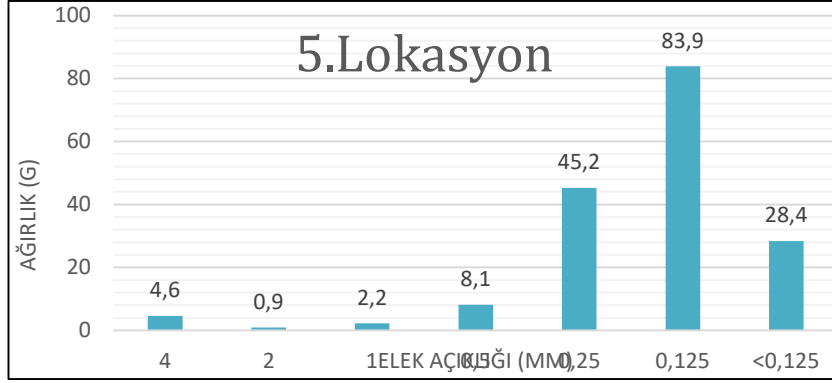
- Yalcin, F., Ilbeyli, N., Aydın, O., Yalcin, M. G., & Leventeli, Y. (2017, August). A Statistical Approach Of Heavy Metal Pollution Index In Creek Surface Water Samples (Nigde, Turkey), 7. In International Conference on Medical Geology, Moskova, Russia (Vol. 28, pp. 82-82).
- Yaprak, S., Arslan, E. (2008). Kriging Yöntemi ve Geoit Yüksekliklerinin Enterpolasyonu. HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 98, 36-42.

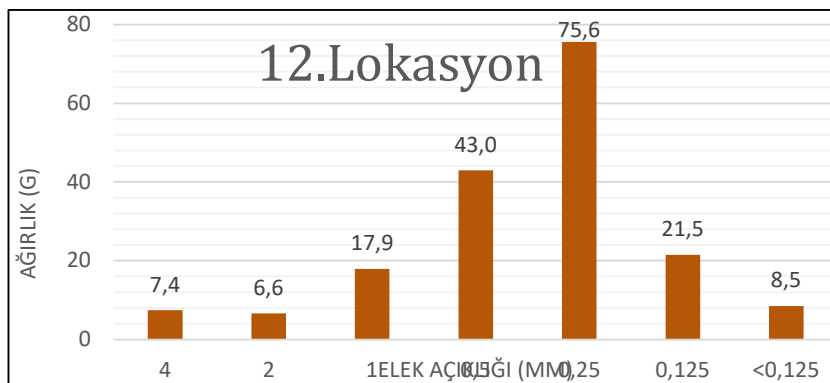
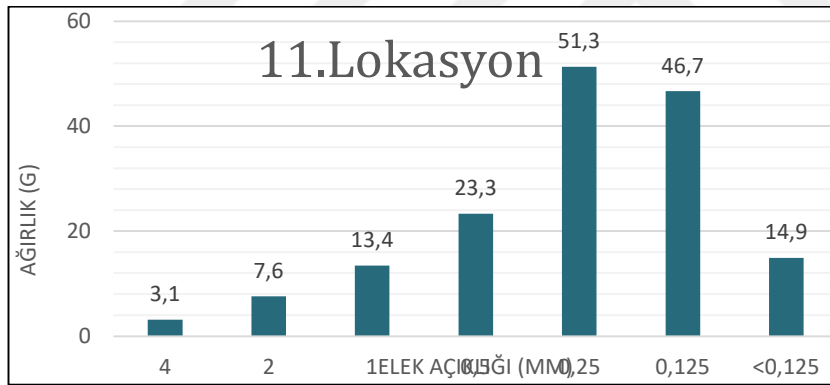
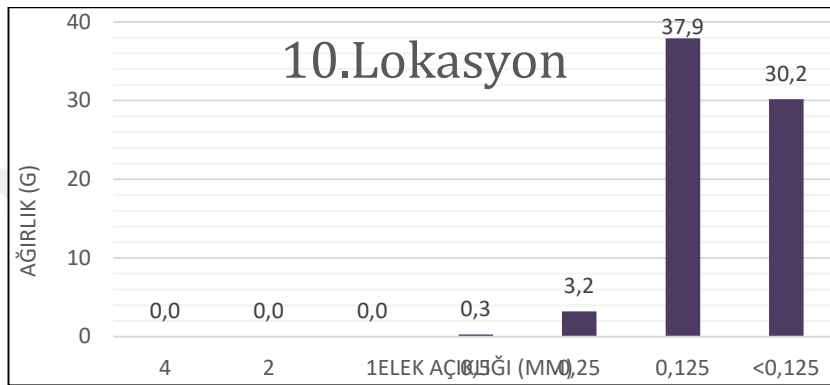
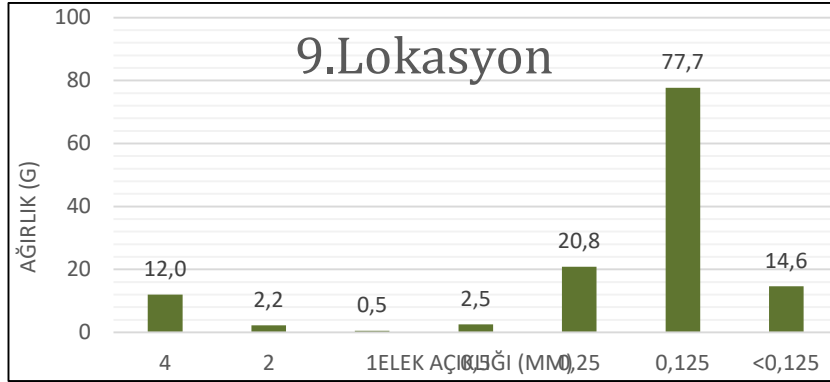


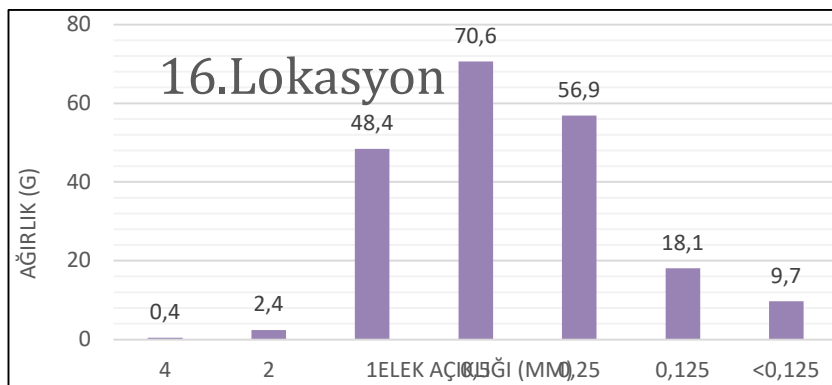
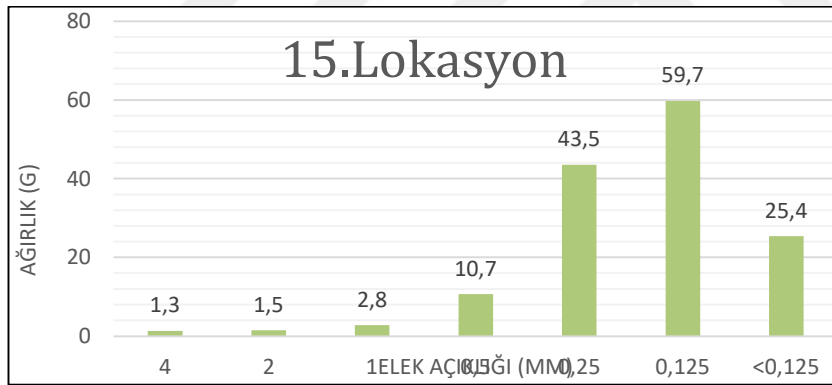
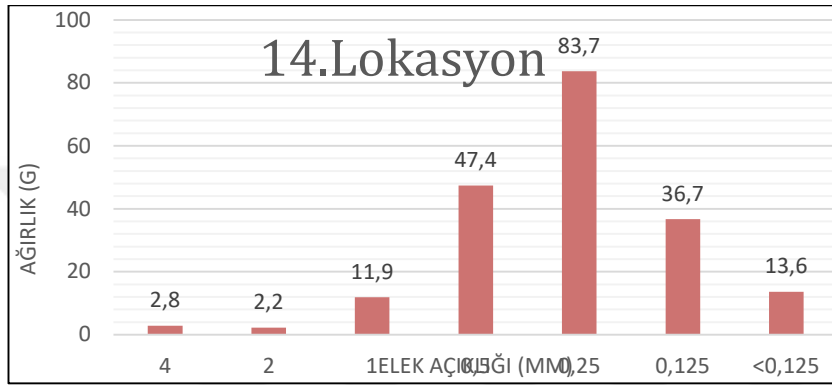
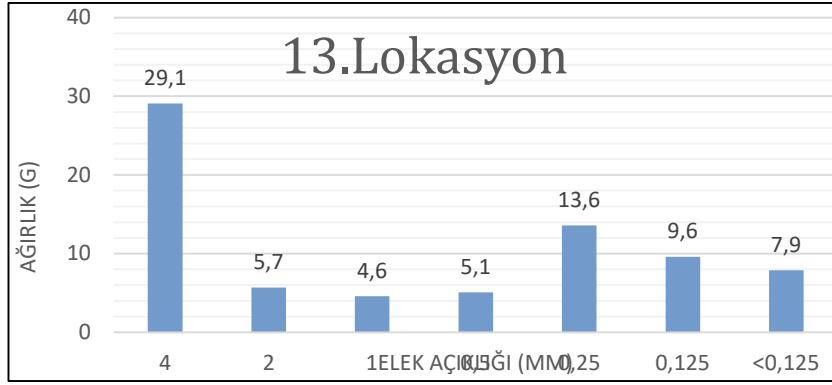
8. EKLER

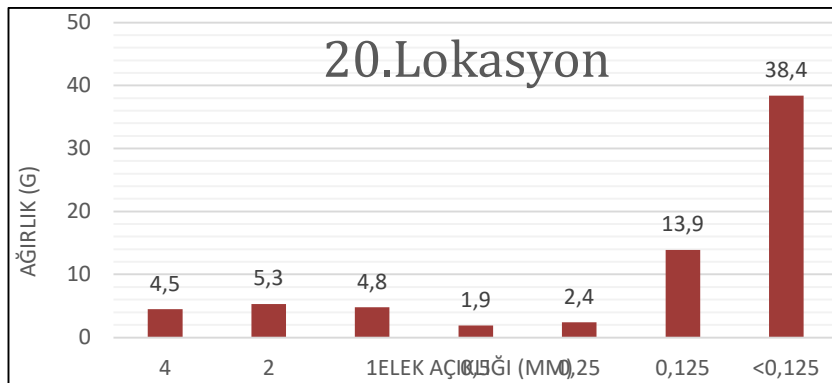
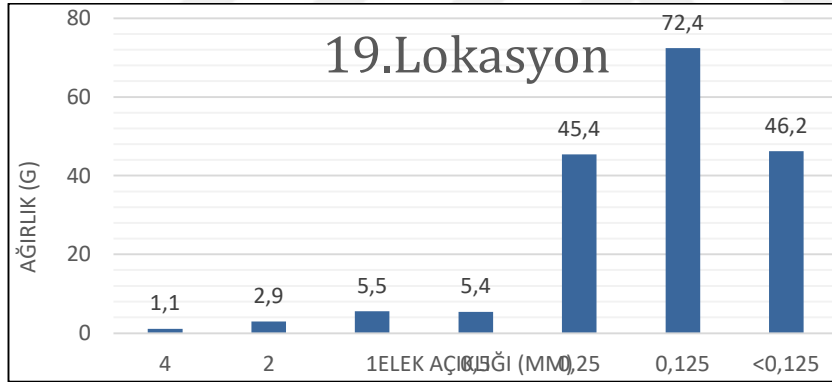
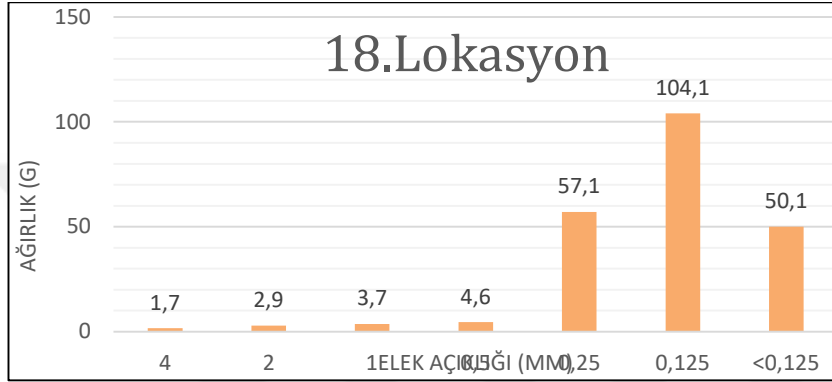
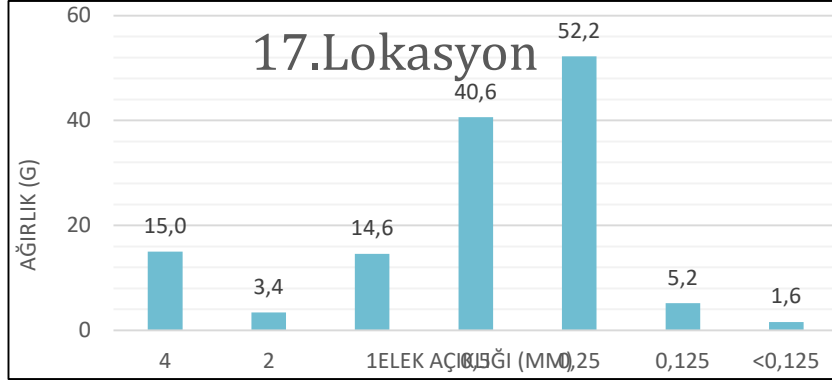
EK-1. Elek Analizi Grafikleri

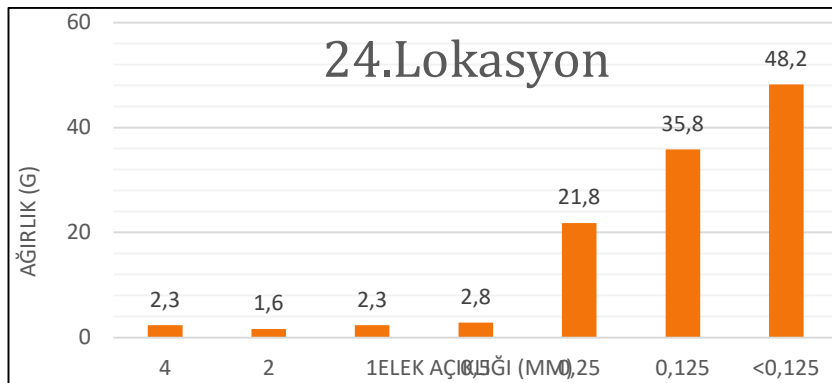
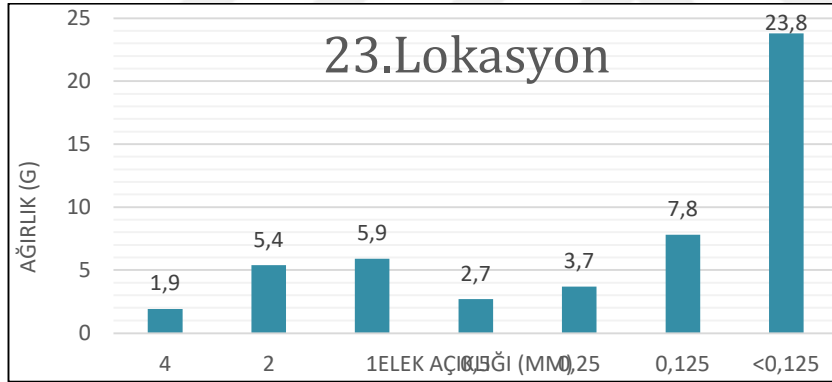
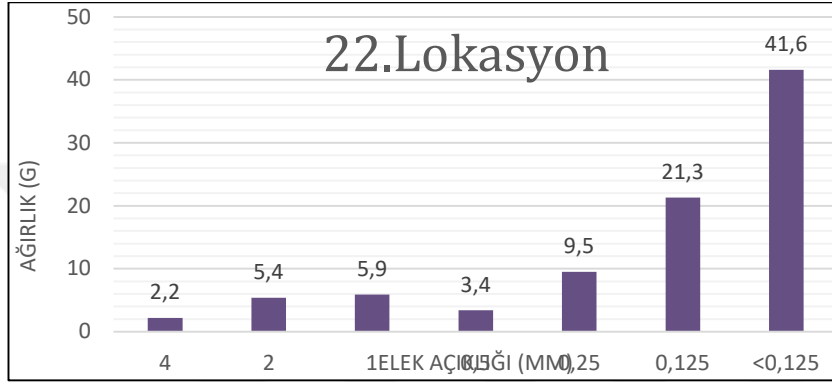
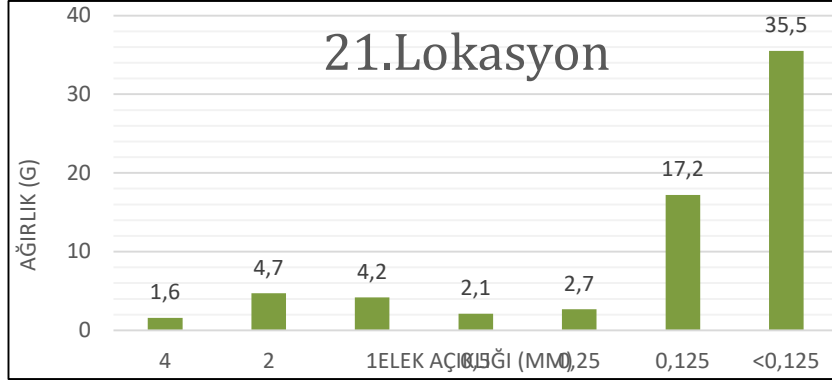


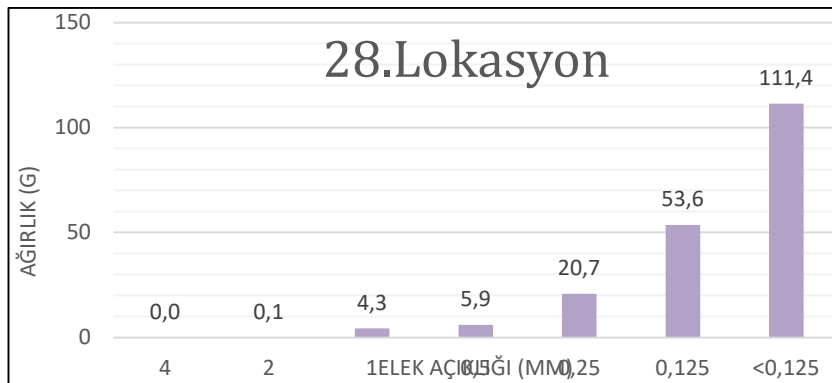
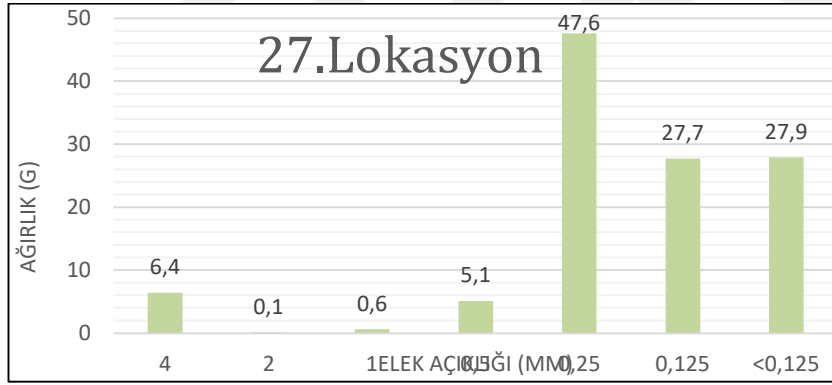
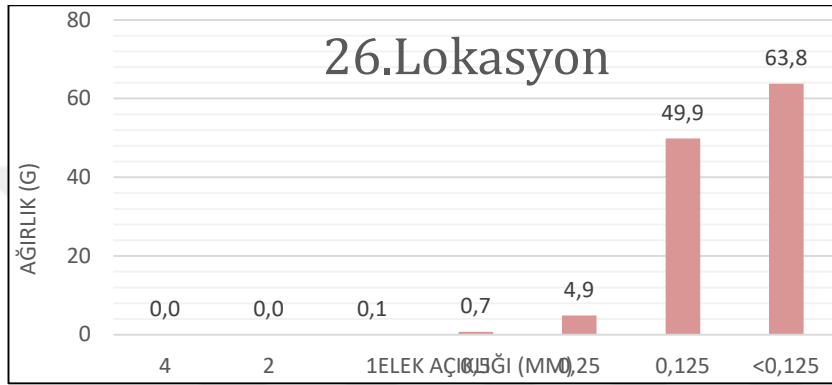
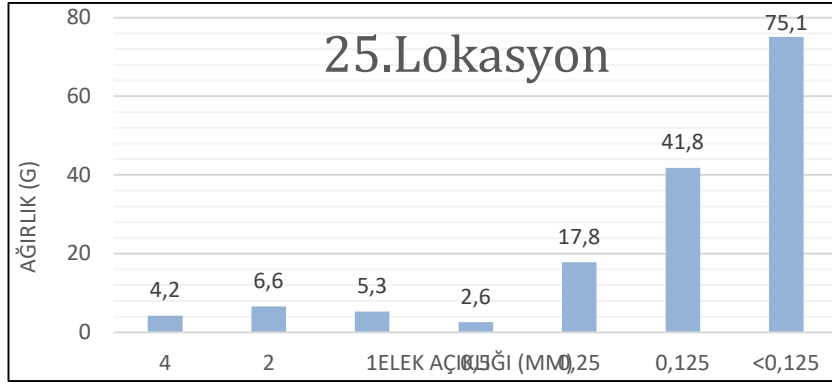


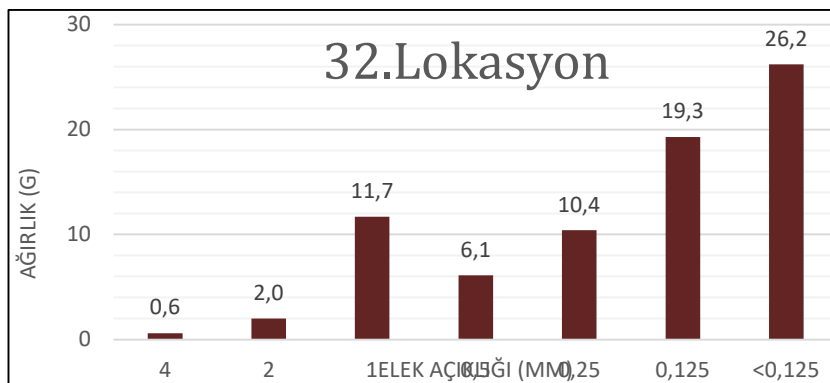
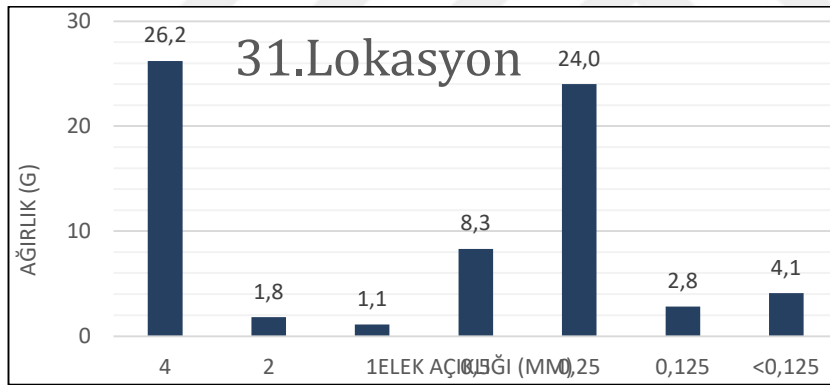
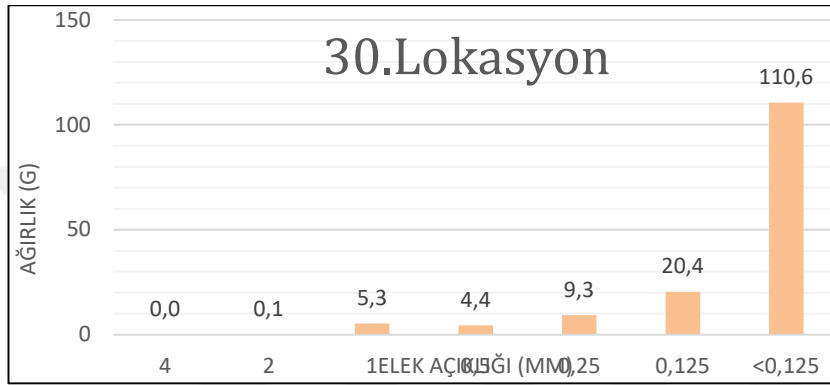
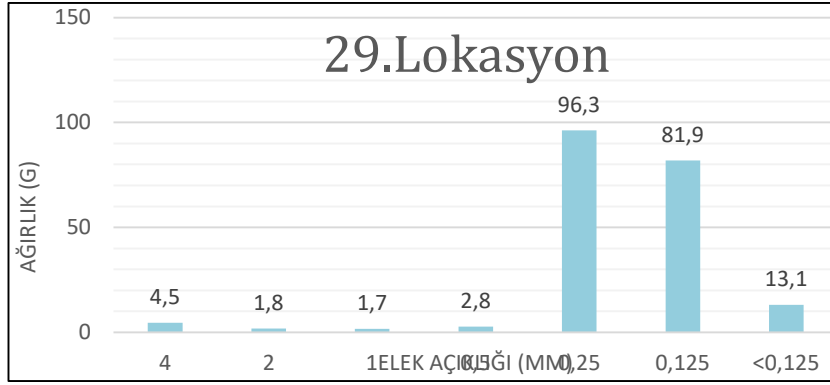


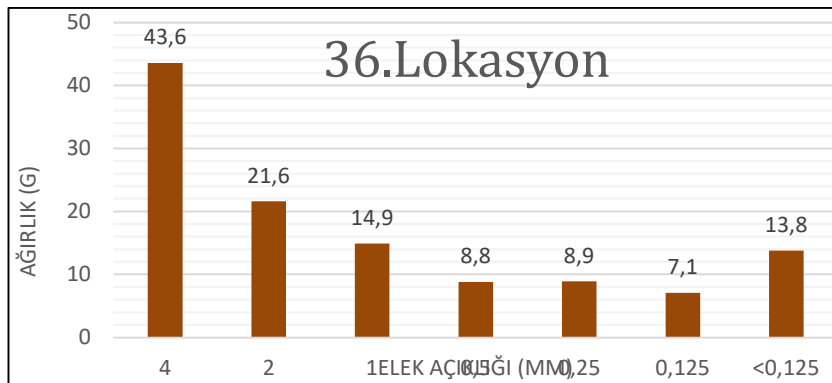
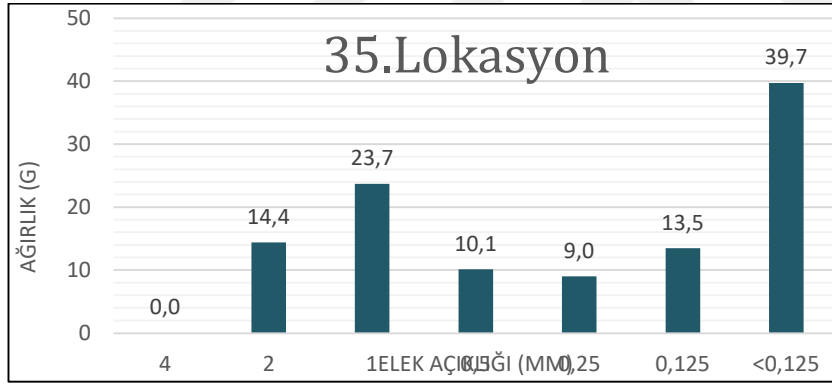
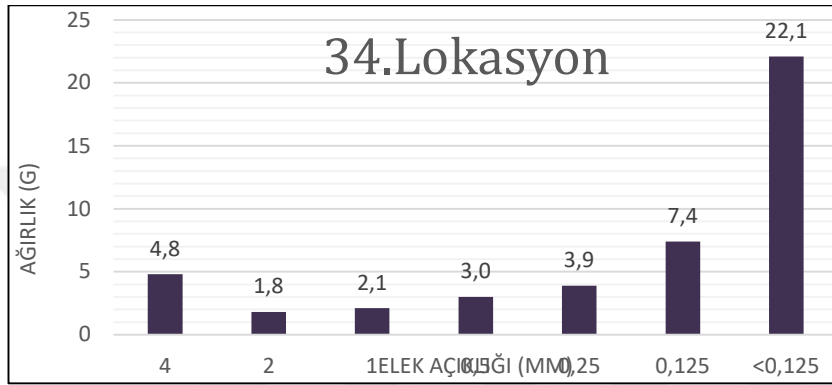
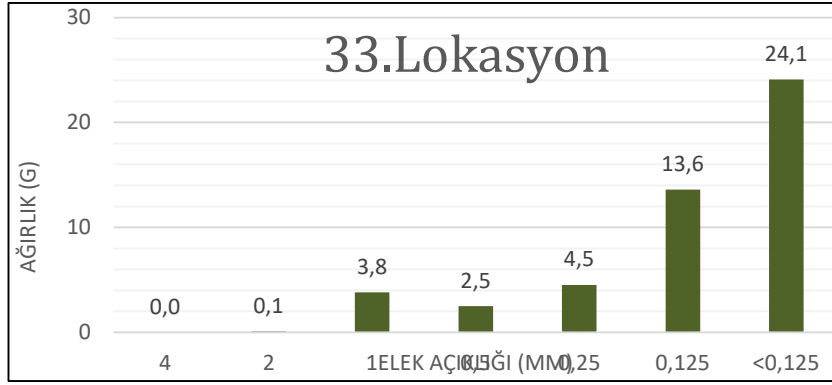


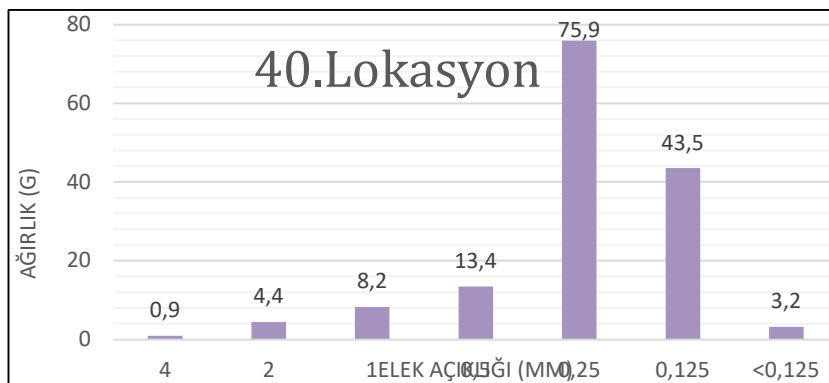
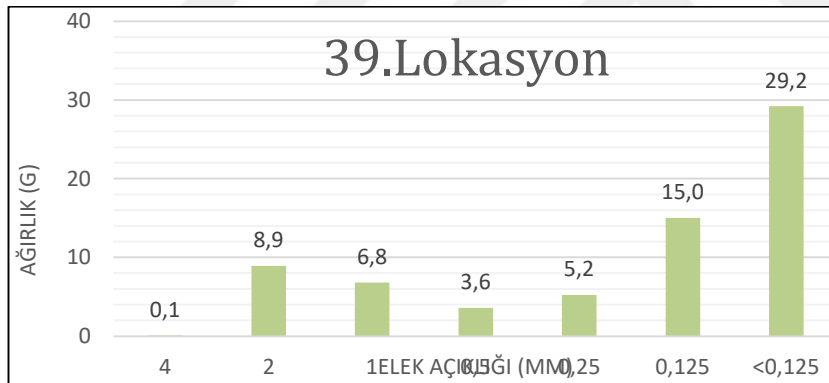
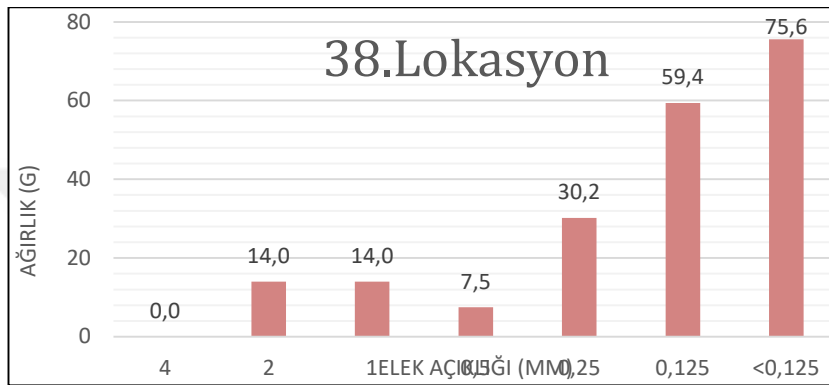
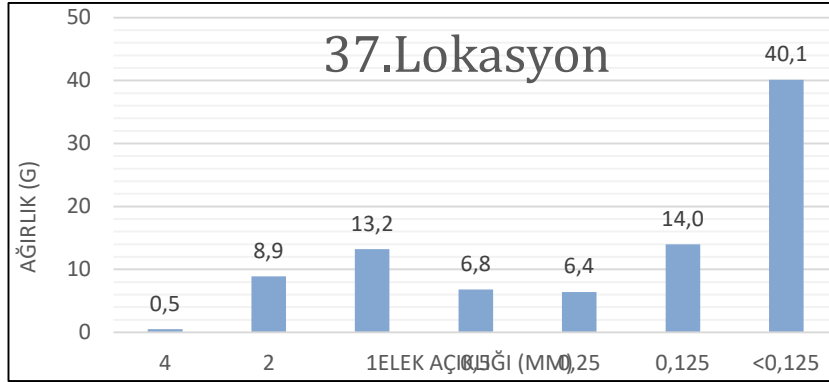


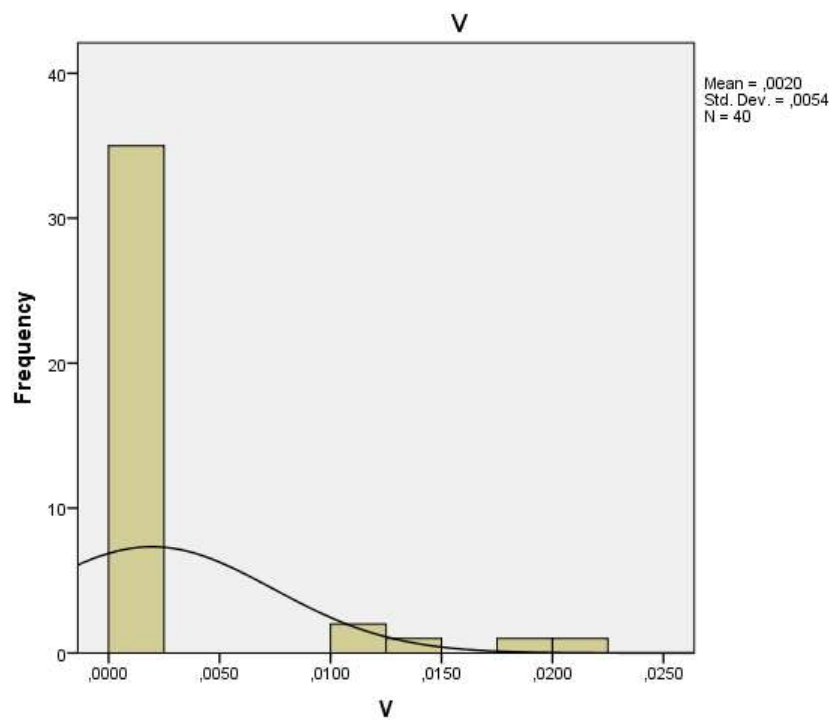
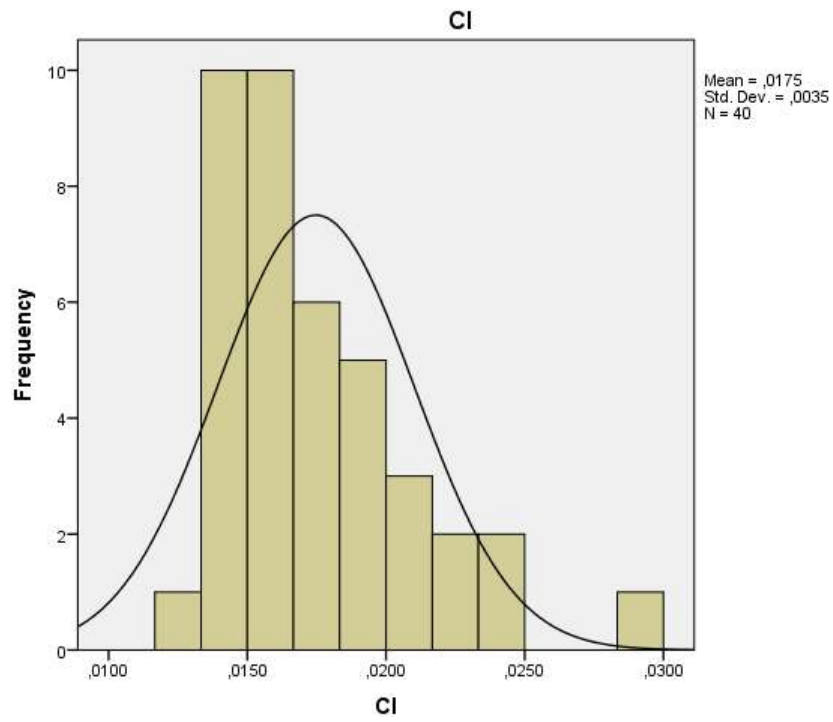


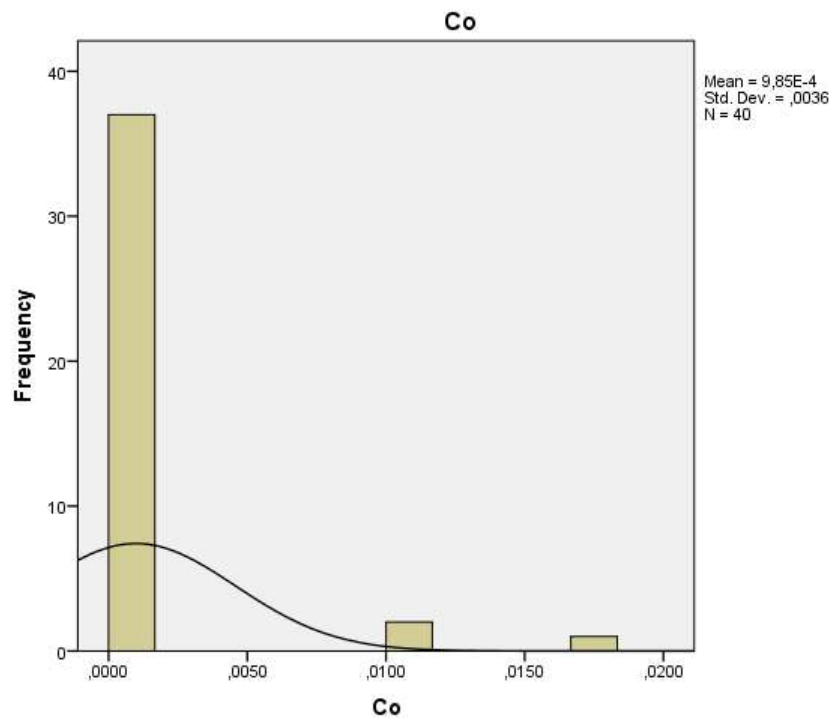
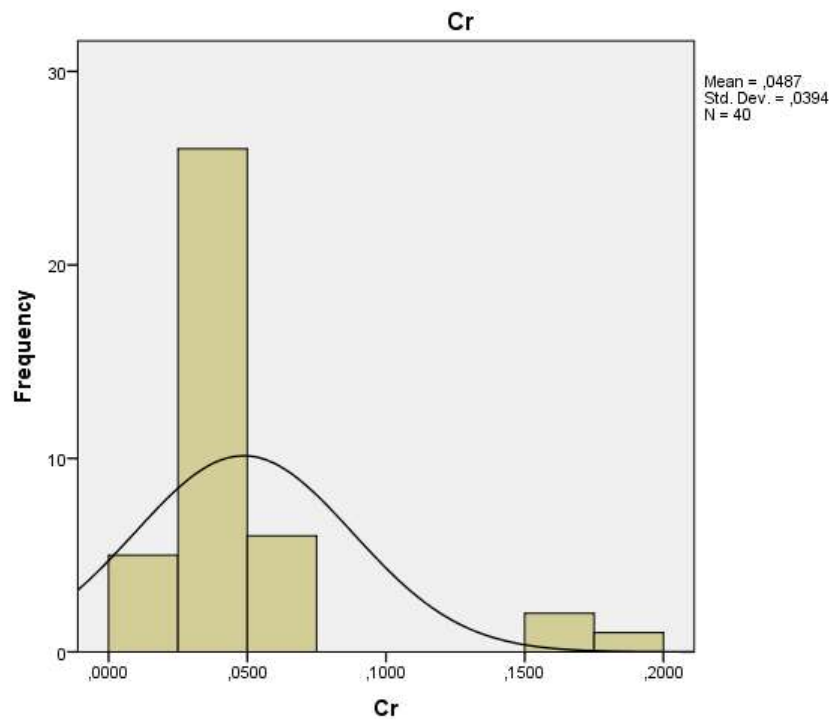


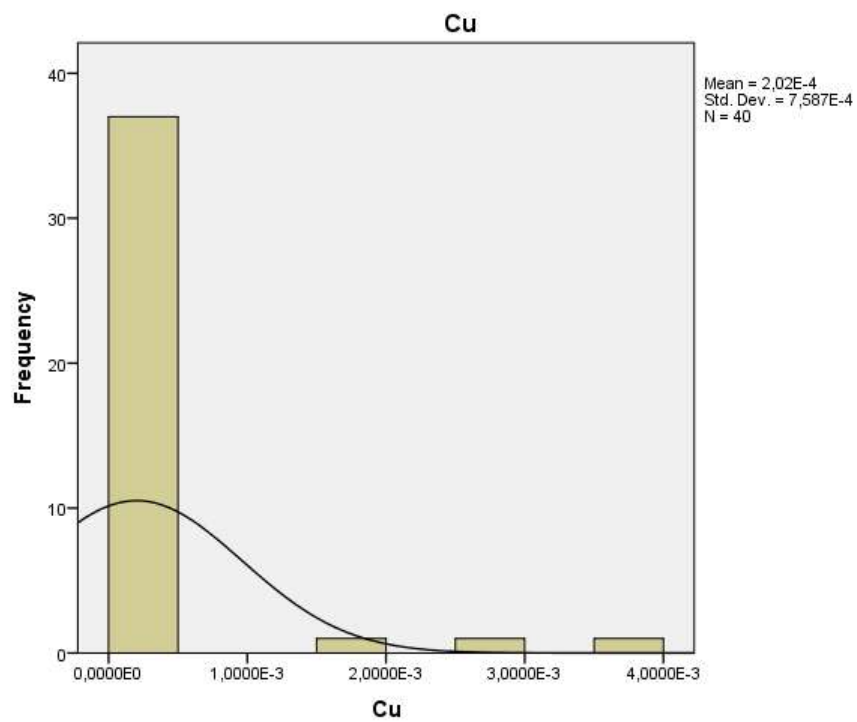
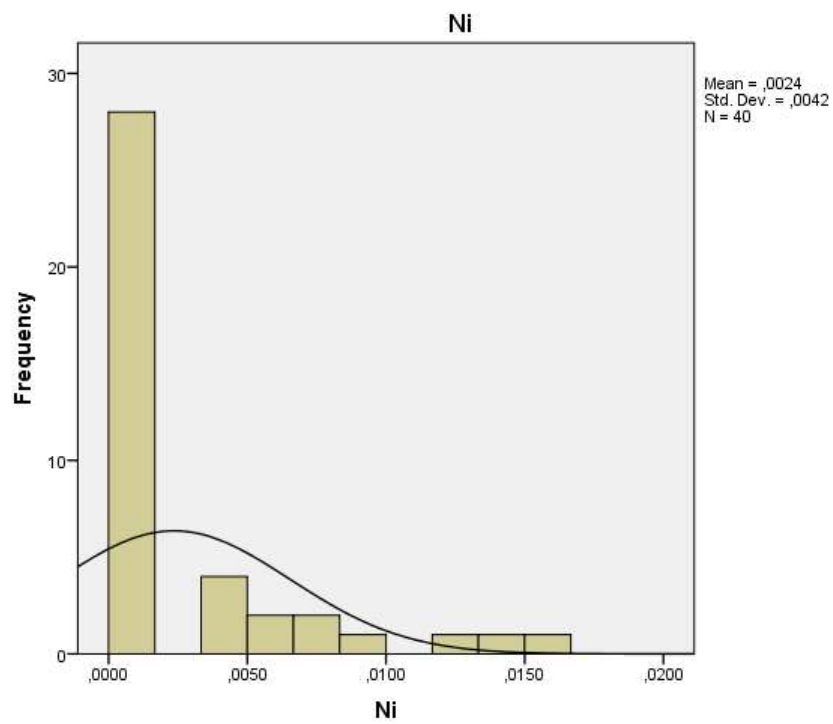


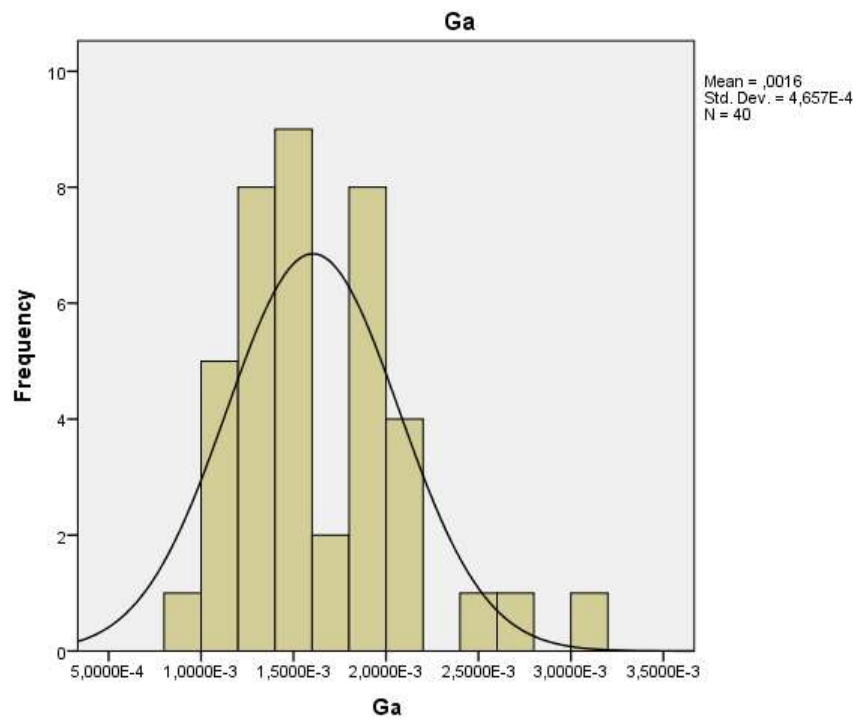
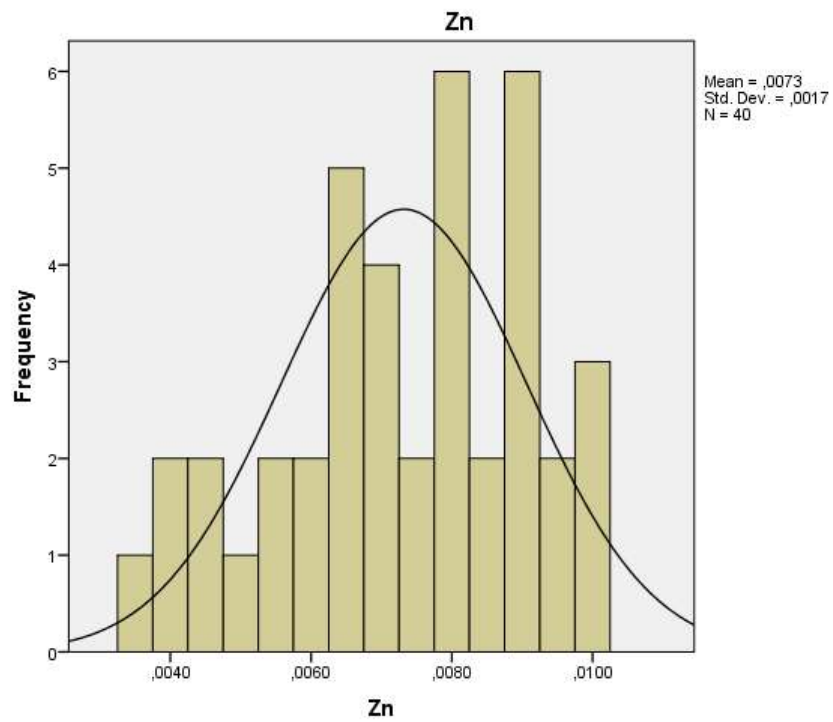


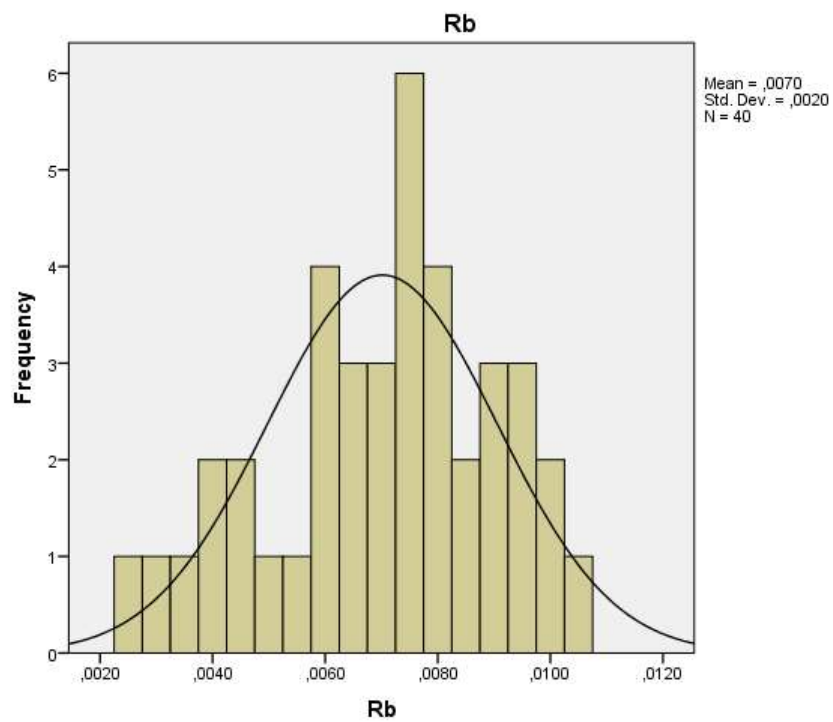
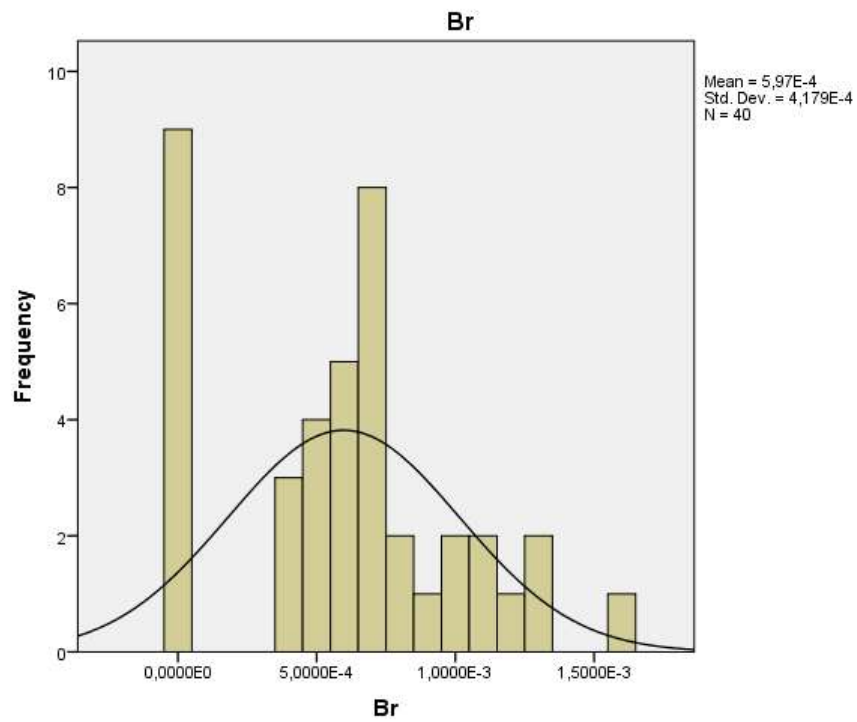


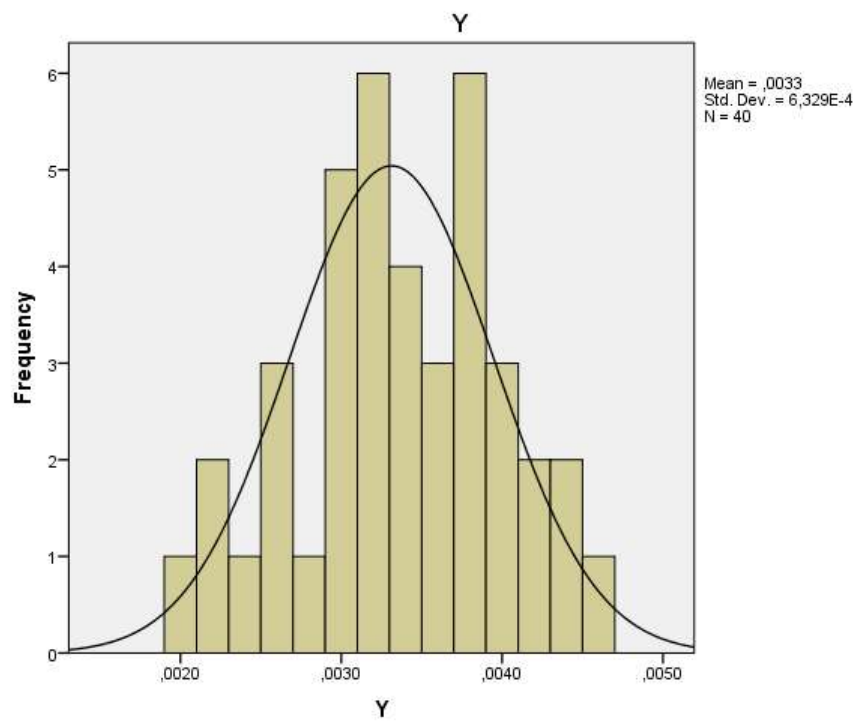
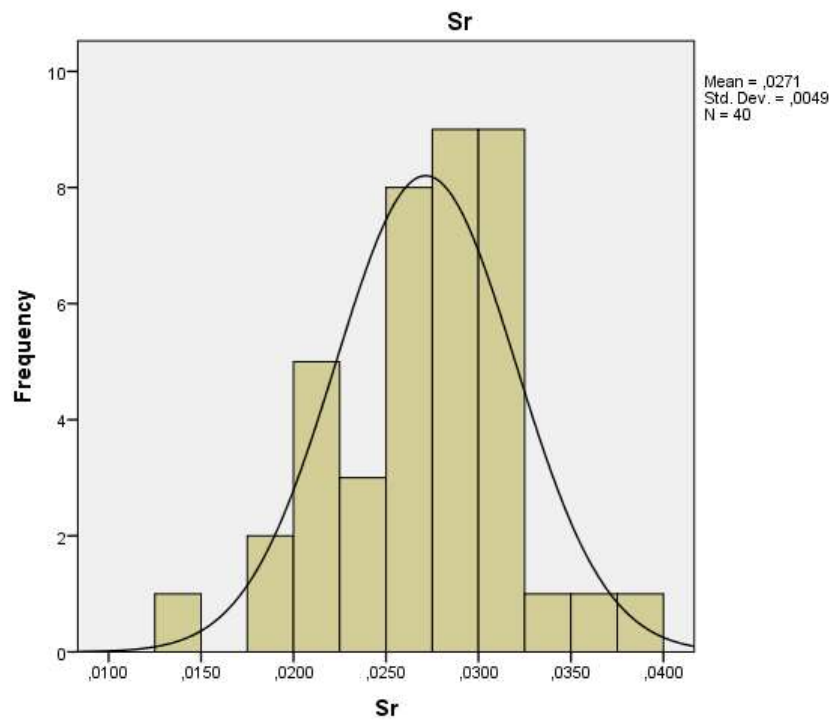
EK-2. Histogram

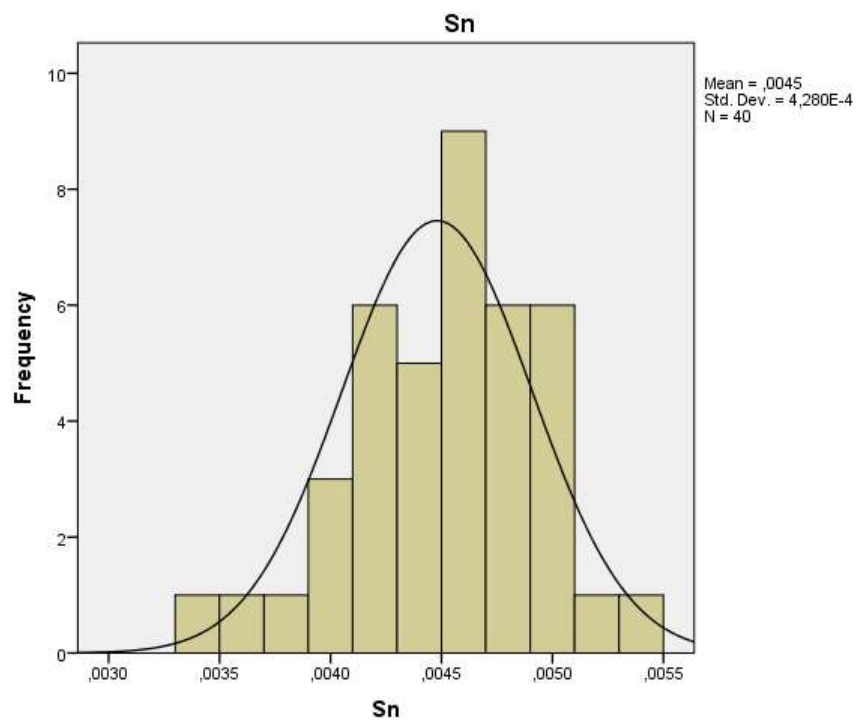
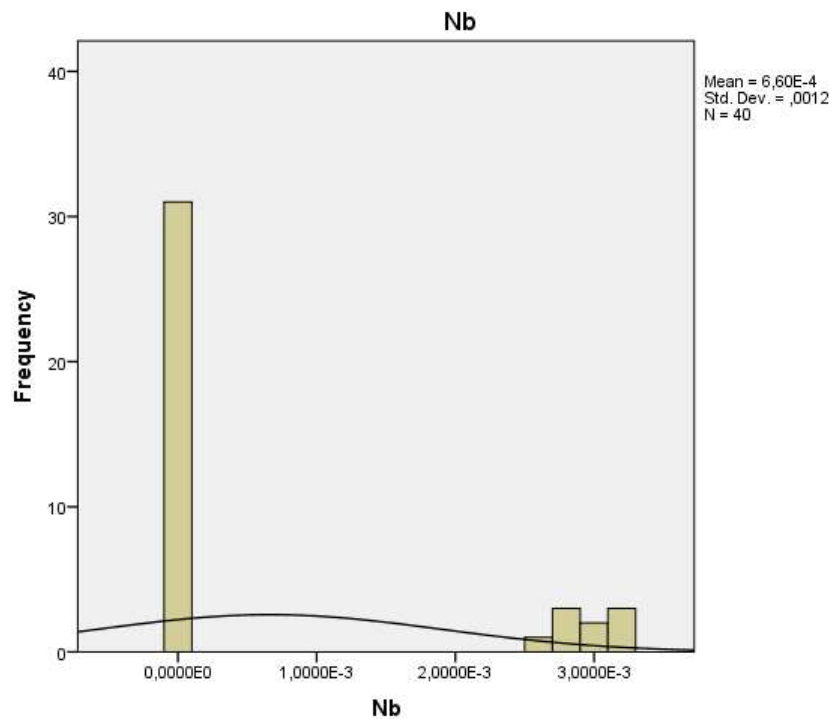


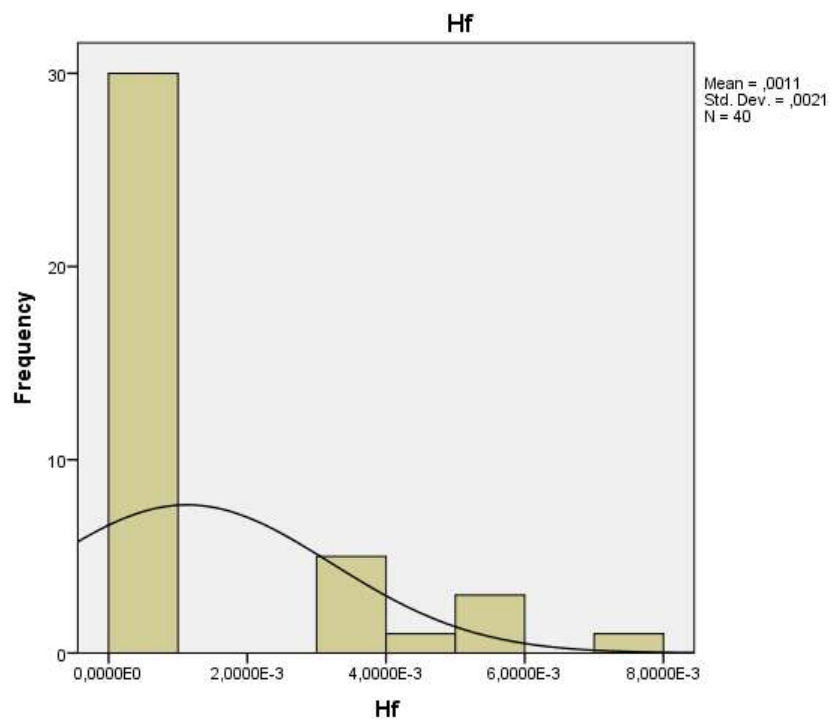
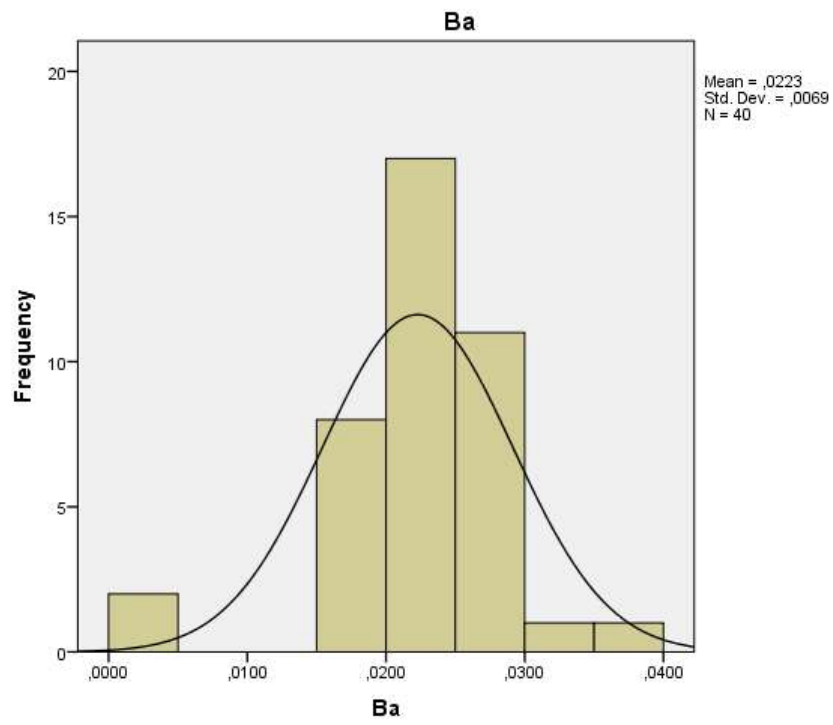


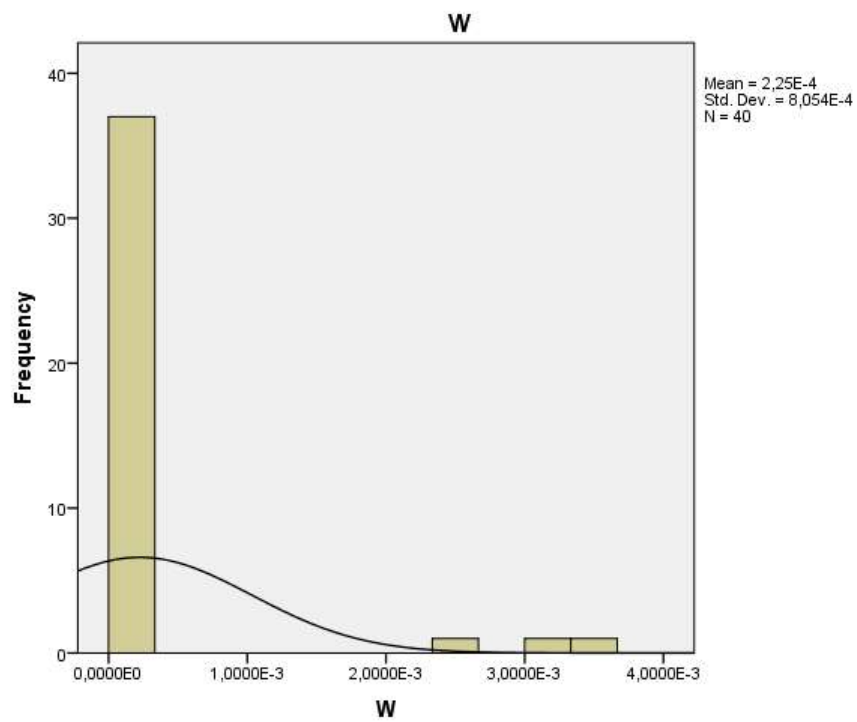
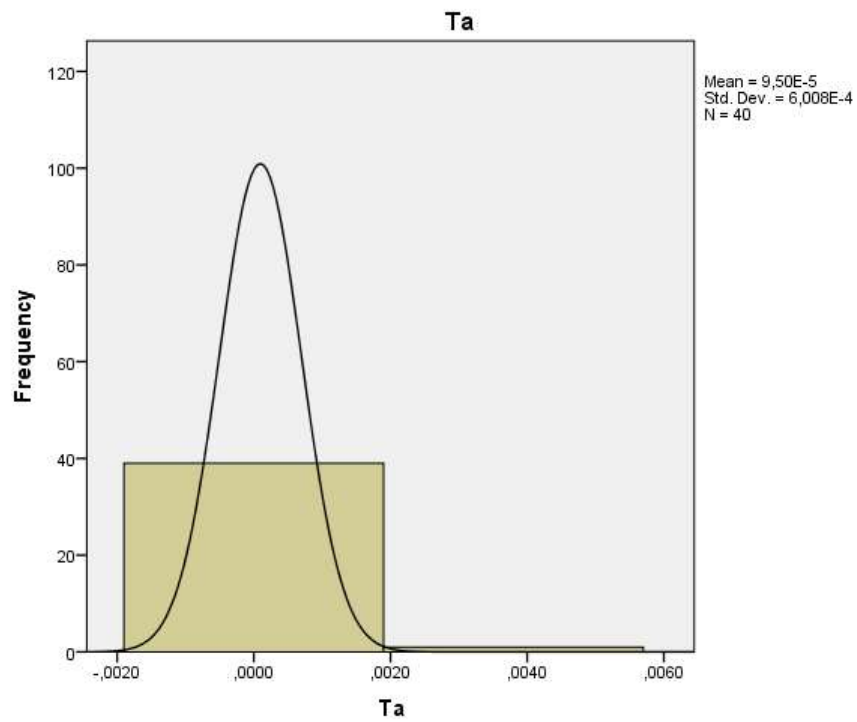


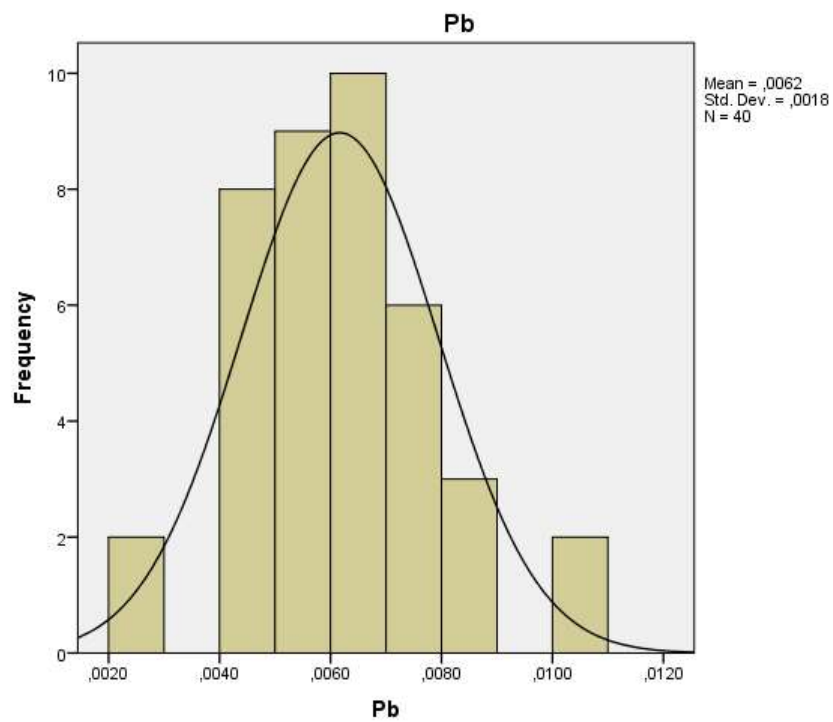
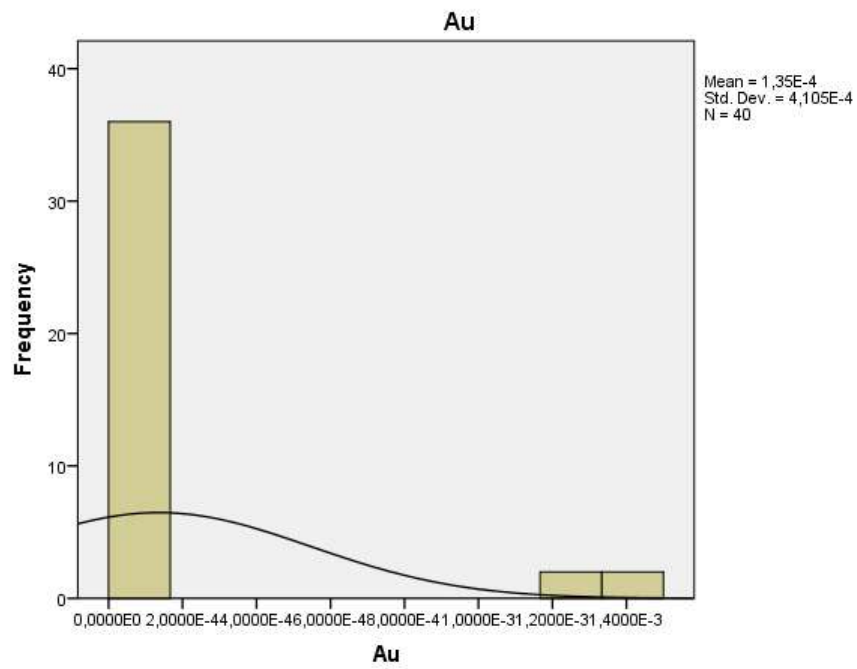


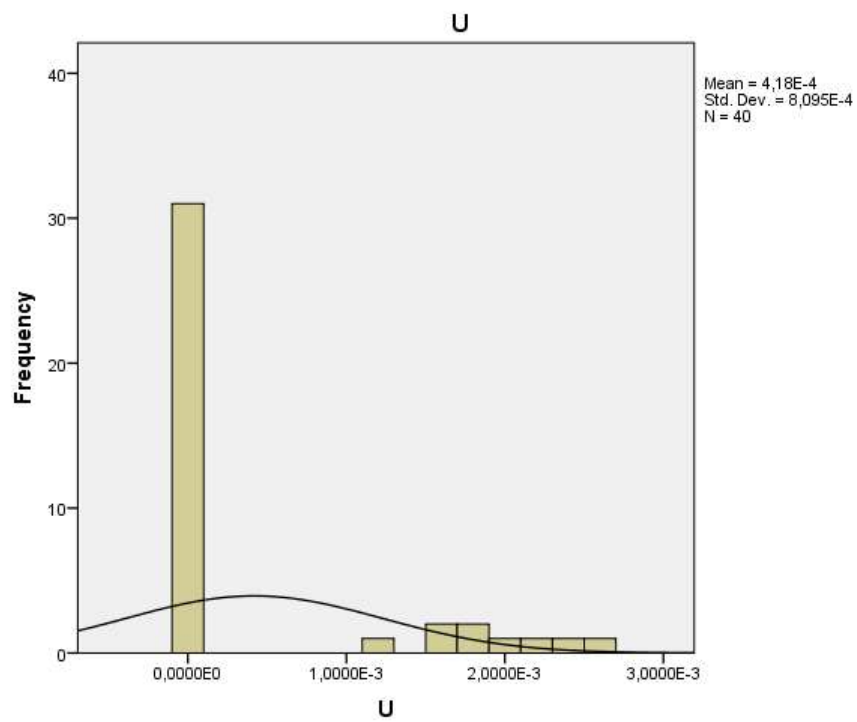
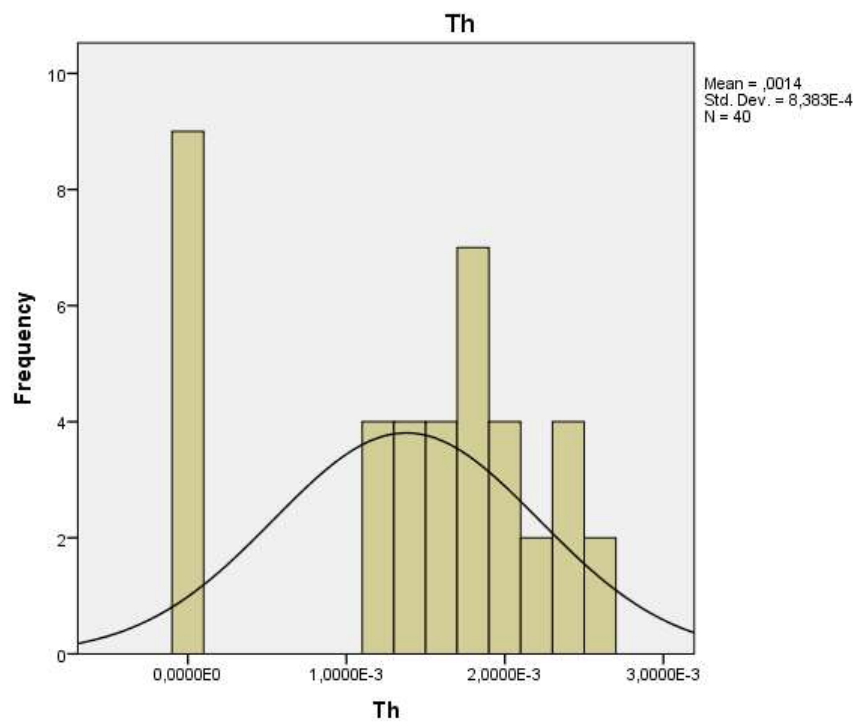


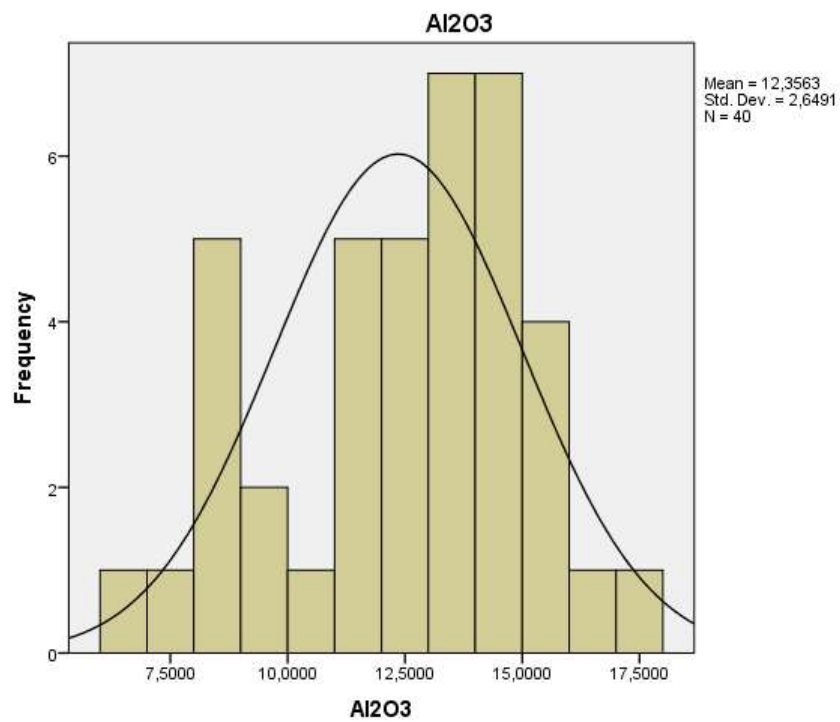
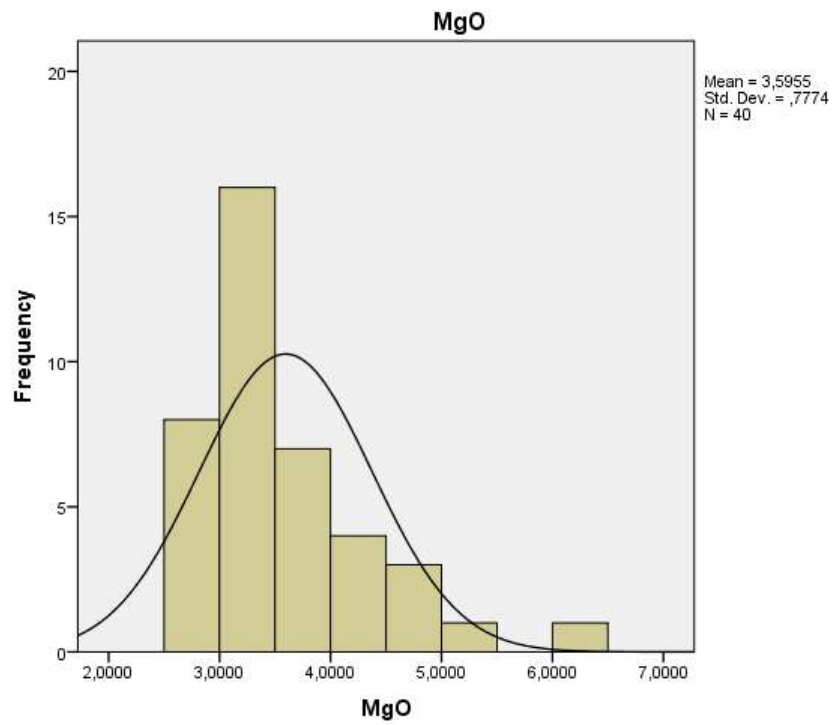


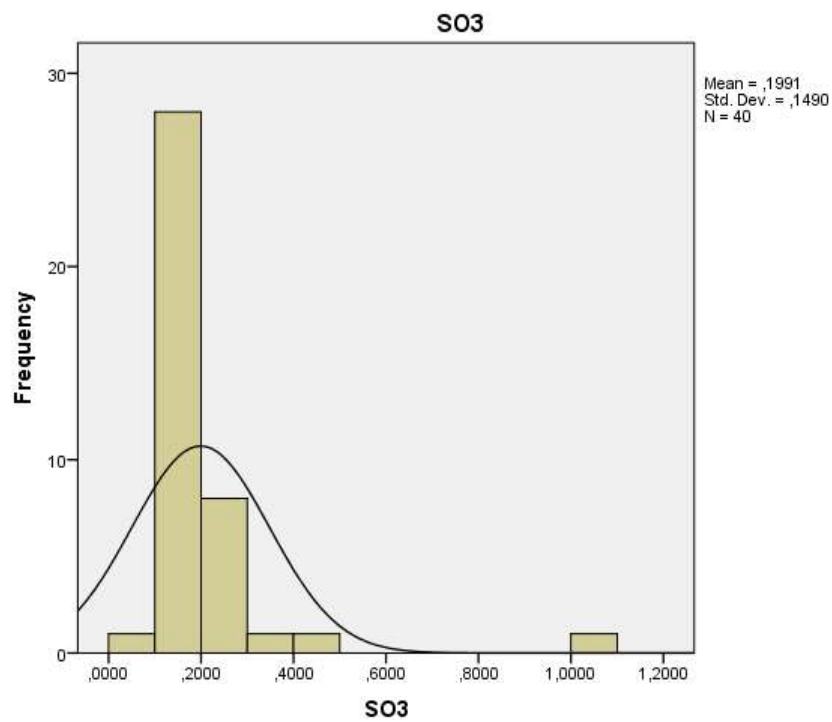
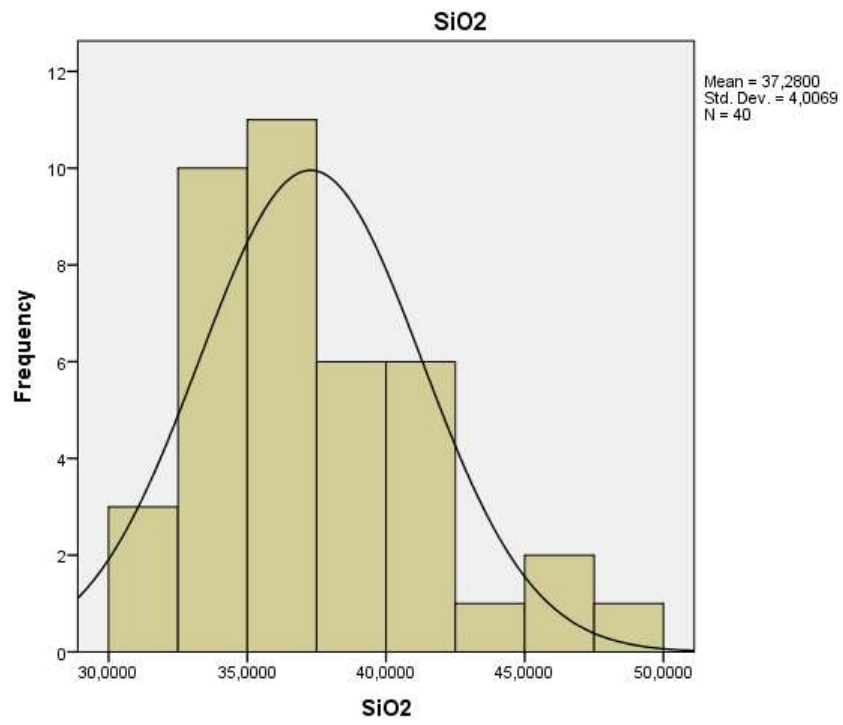


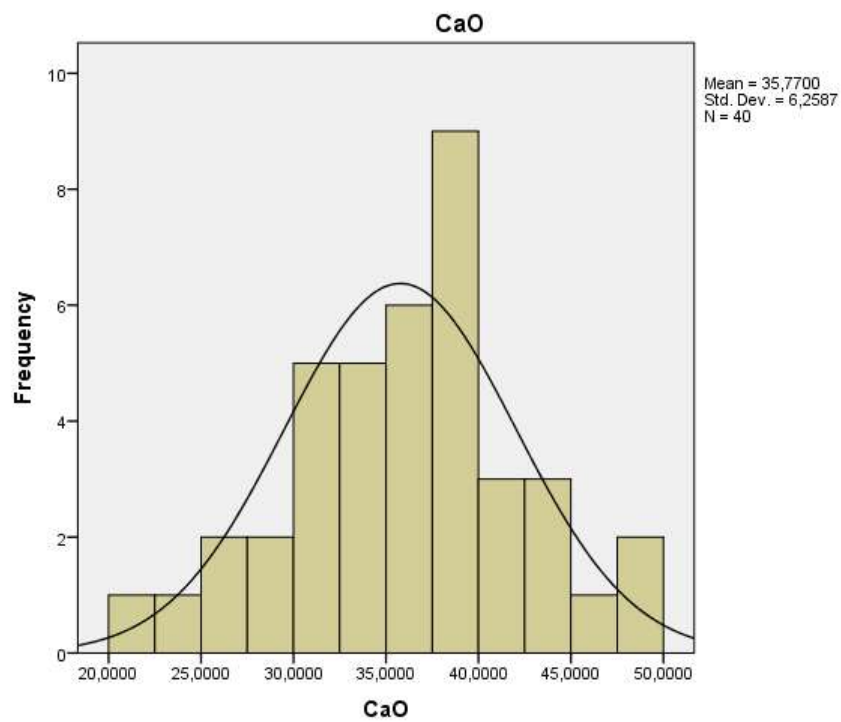
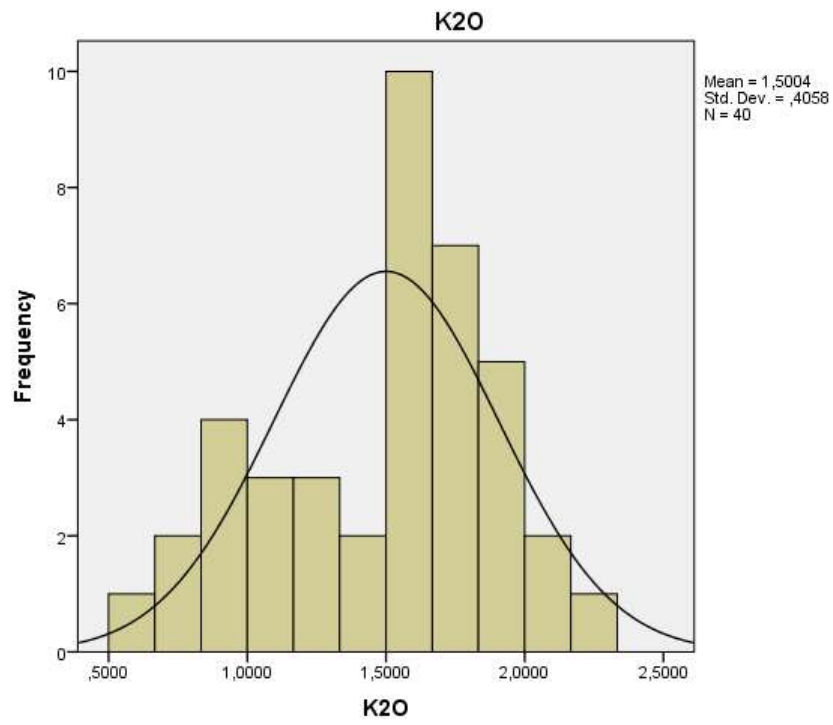


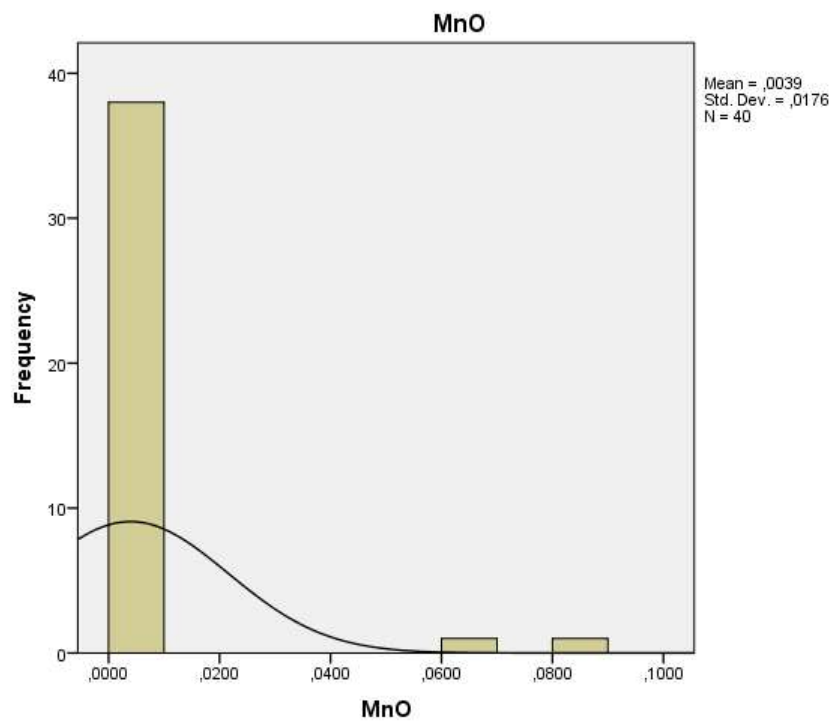
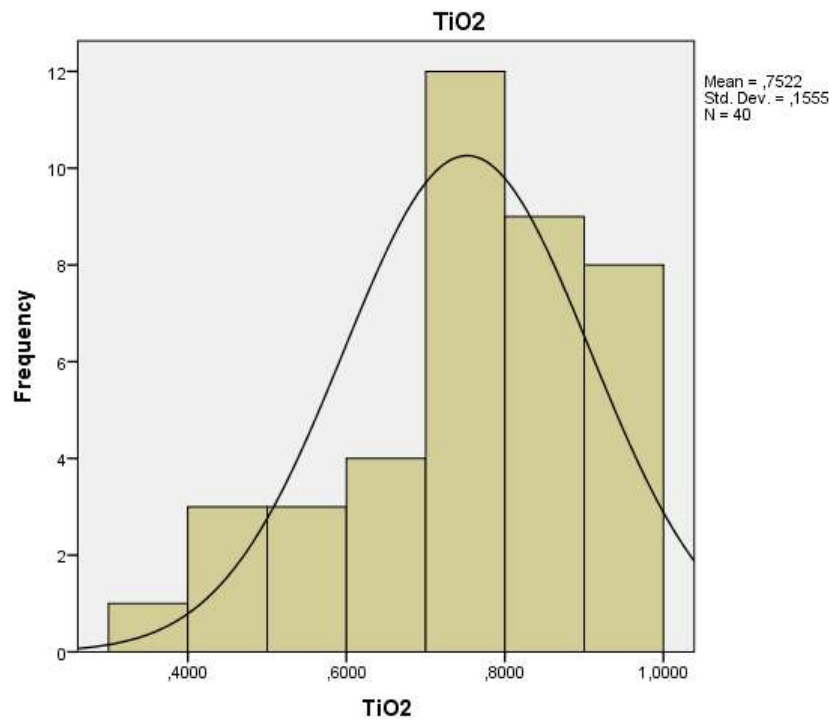


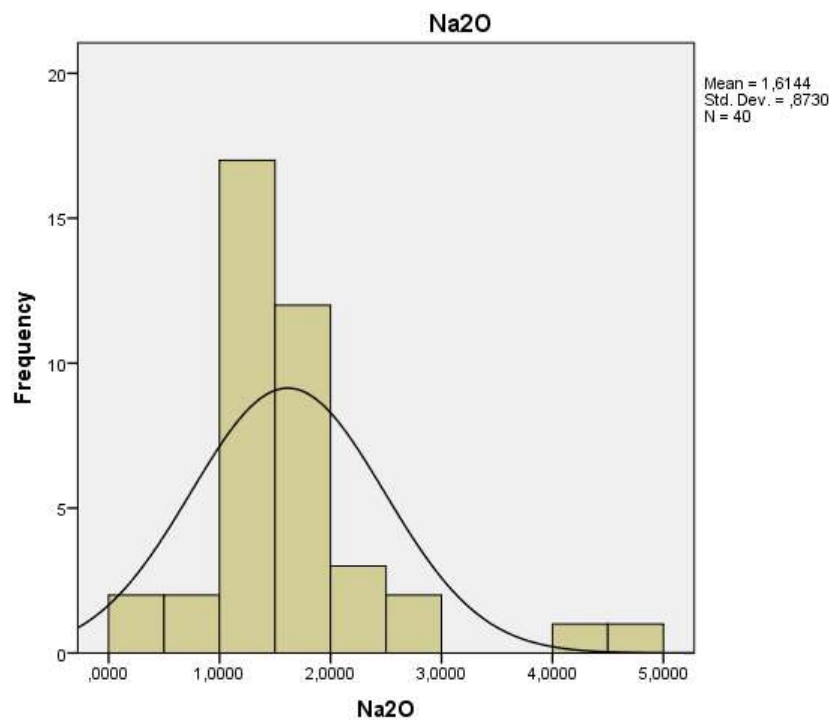
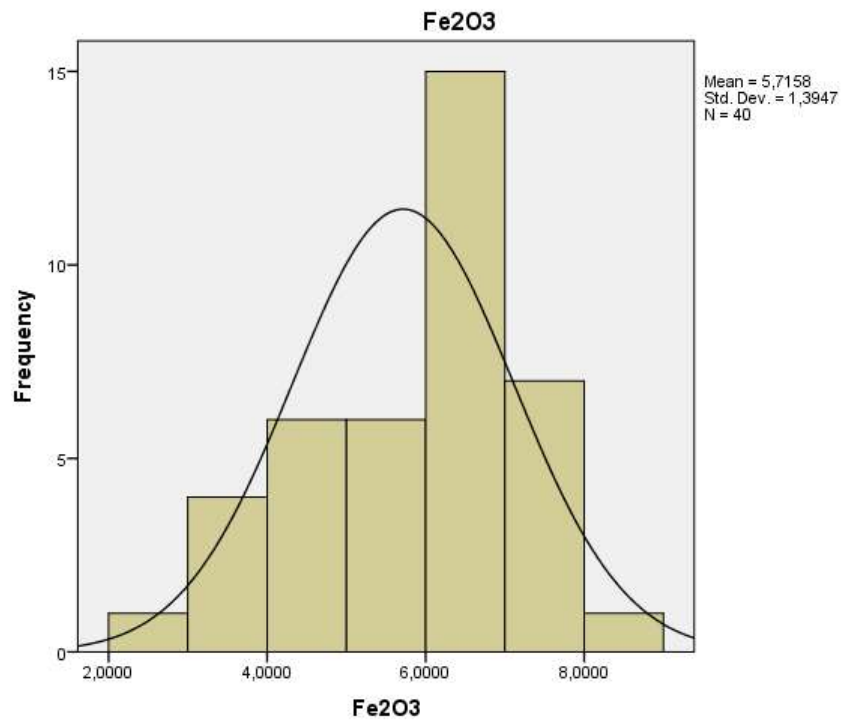


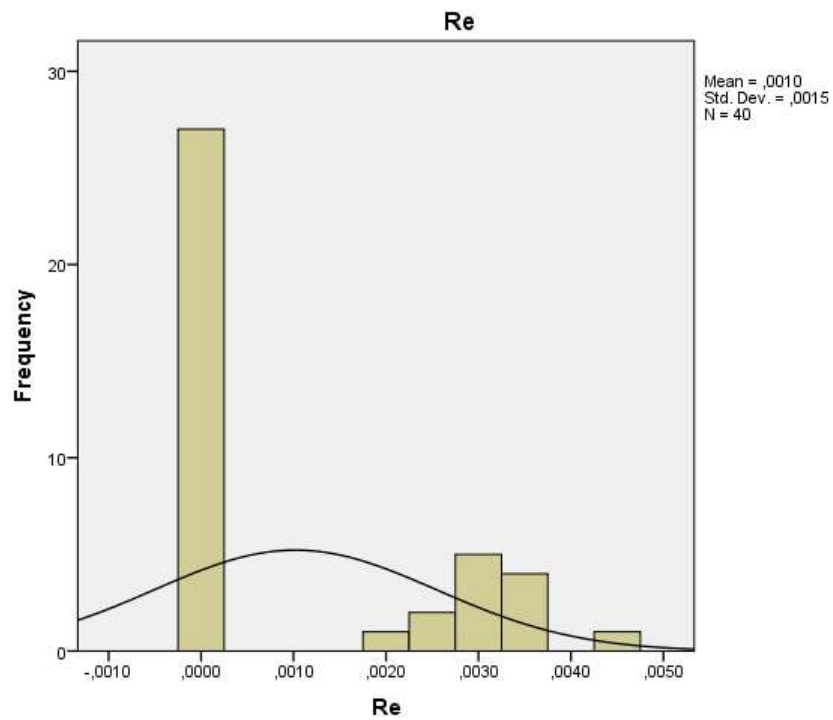
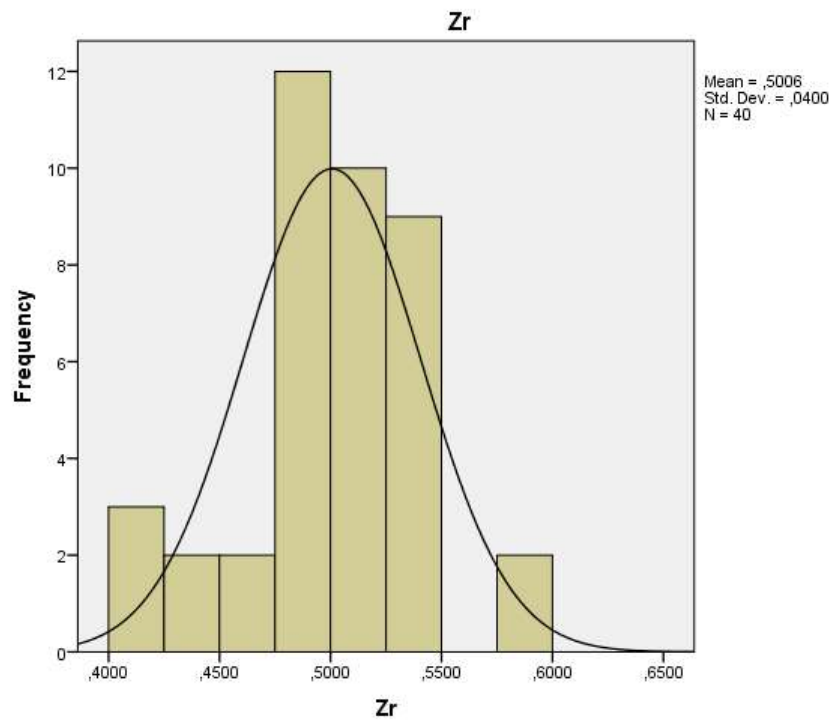


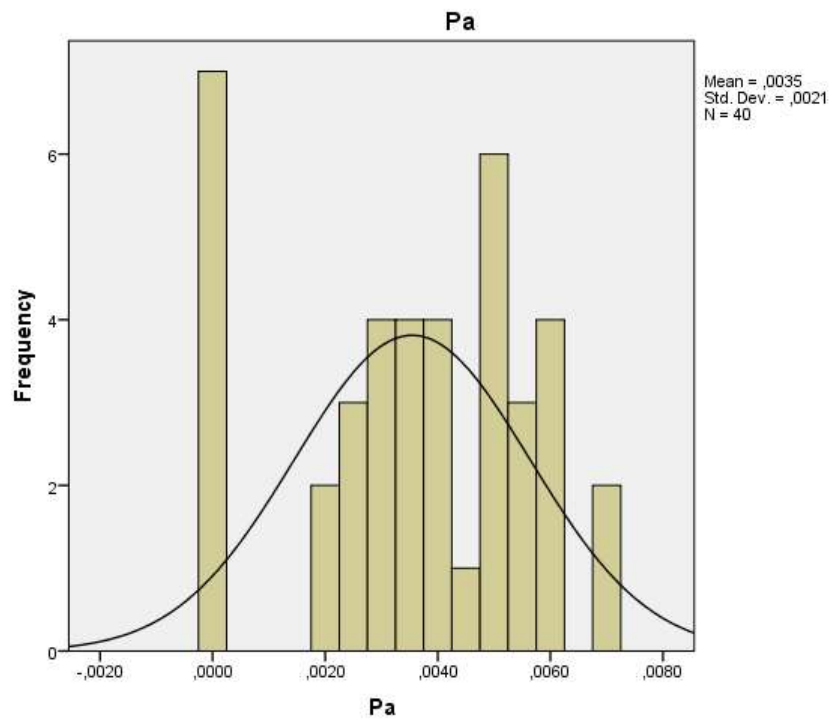
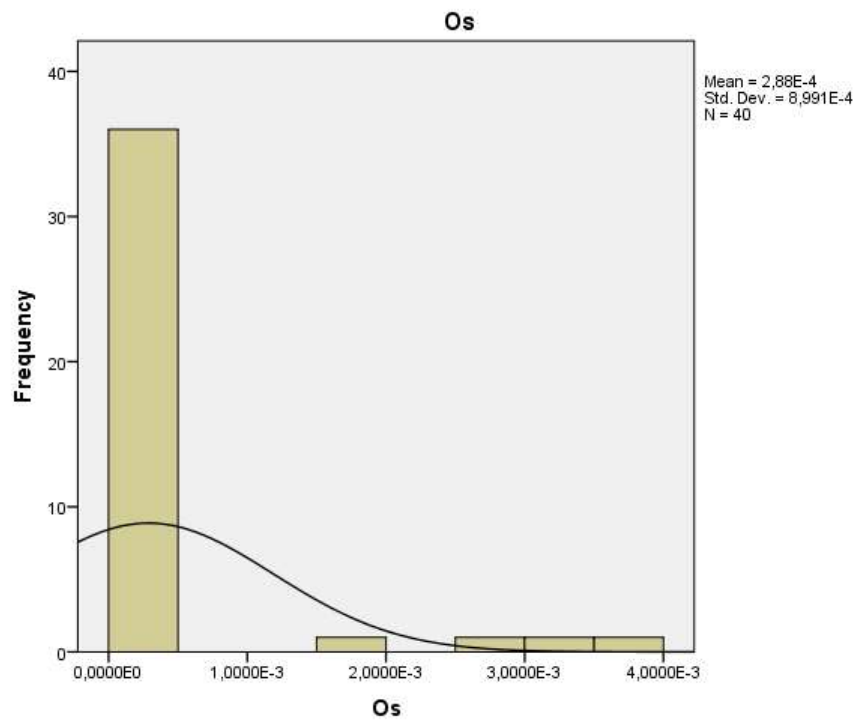


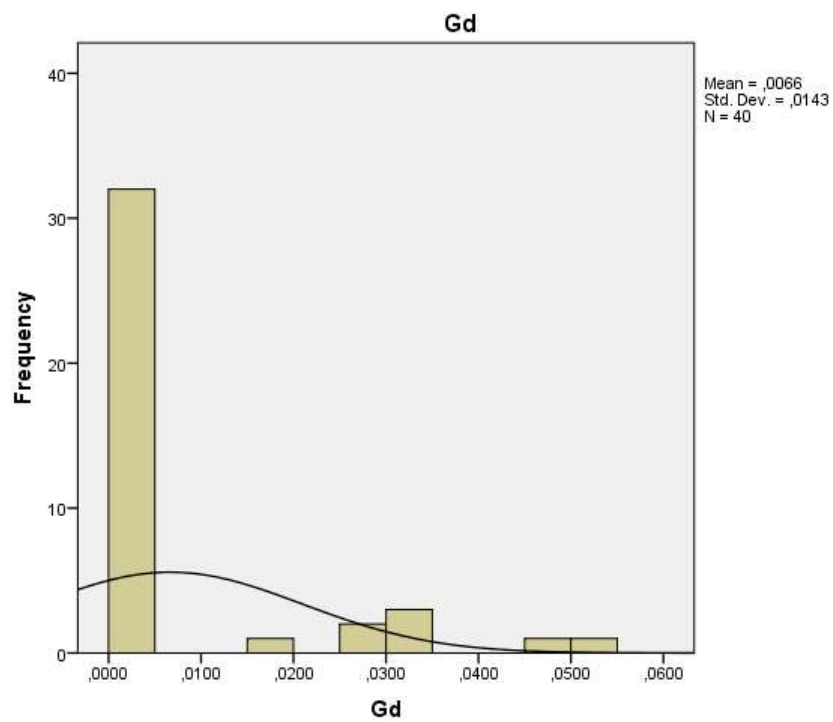
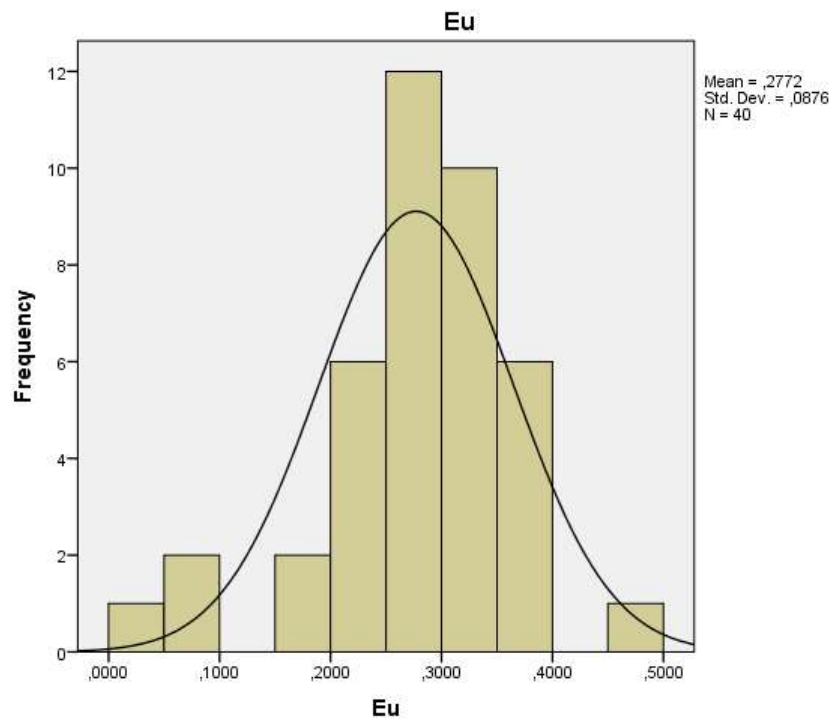


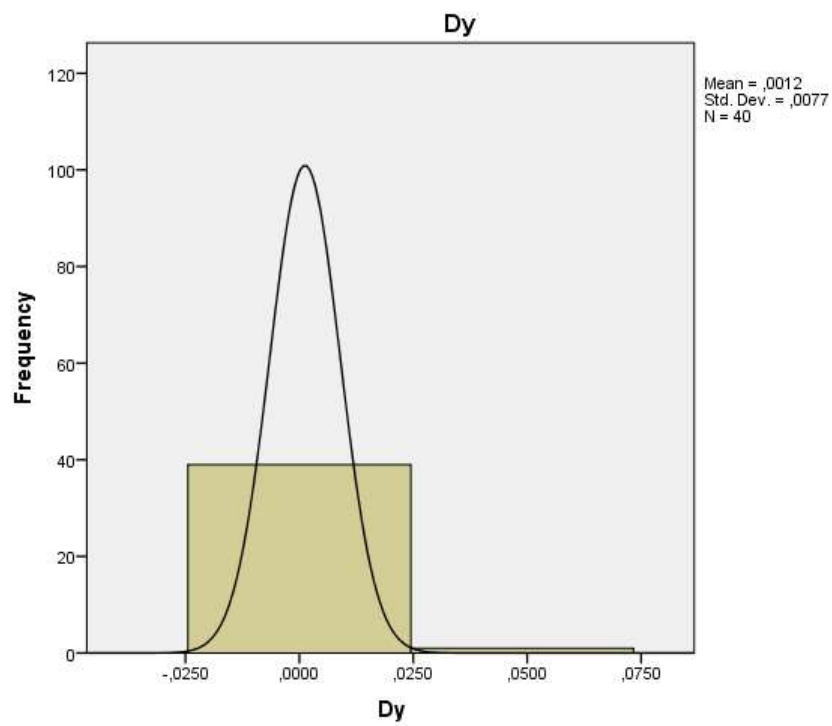
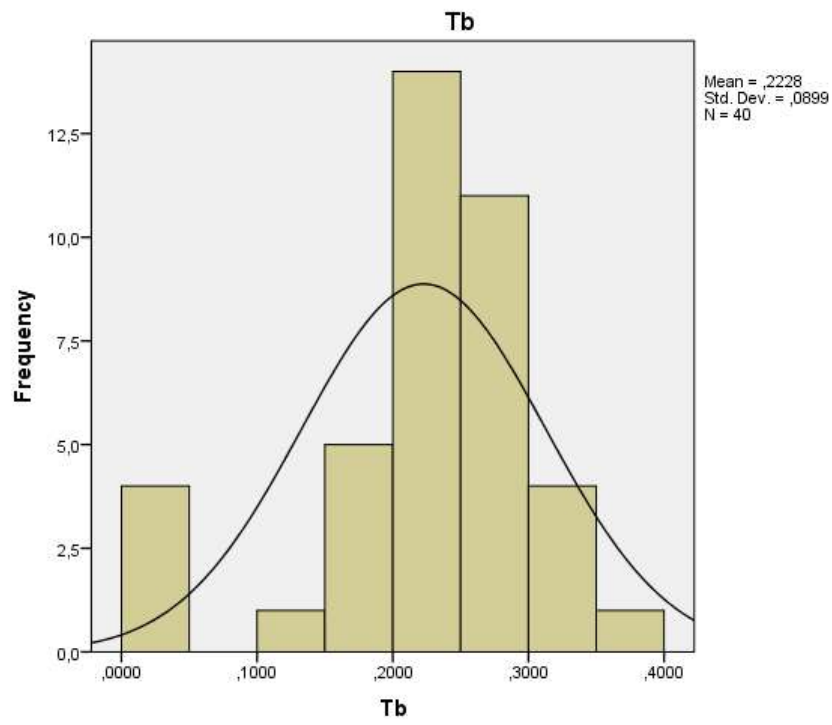


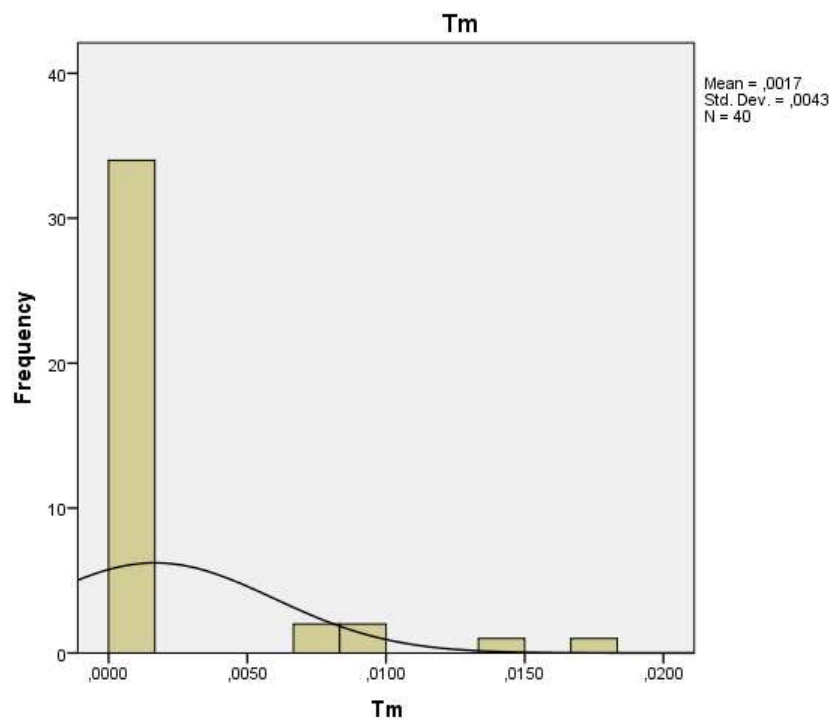
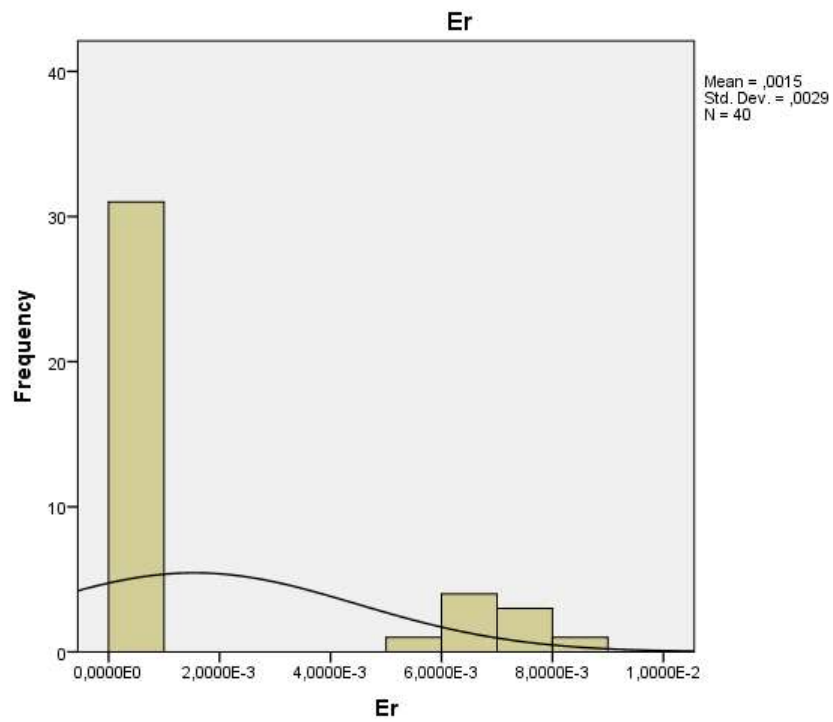












ÖZGEÇMİŞ

DAVUT YAMAN

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2020-Devam Ediyor	Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği (YL), Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2012-2017	Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Yol Yapım Kontrol Müşaviri	Temat A.Ş. & Gözlem A.Ş. Antalya Adi Ortaklığı
2022-Devam Ediyor	Serik, Antalya
Şantiye Şefi	DFC Sondaj İnş.Taah.Ltd.Şti.
2019-2019	TCDD YHT, Dilovası, Kocaeli