

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**DEMRE/ANTALYA DÜZENSİZ KATI ATIK DEPOLAMA TESİSİNİN
BULUNDUĞU BÖLGEDEKİ TOPRAK YAPISININ AĞIR METAL
İÇERİKLERİ, KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ**

İlkay AKGÜN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AĞUSTOS 2023

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**DEMRE/ANTALYA DÜZENSİZ KATI ATIK DEPOLAMA TESİSİNİN
BULUNDUĞU BÖLGEDEKİ TOPRAK YAPISININ AĞIR METAL
İÇERİKLERİ, KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ**

İlkay AKGÜN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AĞUSTOS 2023

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEMRE/ANTALYA DÜZENSİZ KATI ATIK DEPOLAMA TESİSİNİN
BULUNDUĞU BÖLGEDEKİ TOPRAK YAPISININ AĞIR METAL
İÇERİKLERİ, KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ**

**İlkay AKGÜN
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

AĞUSTOS 2023

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEMRE/ANTALYA DÜZENSİZ KATI ATIK DEPOLAMA TESİSİNİN
BULUNDUĞU BÖLGEDEKİ TOPRAK YAPISININ AĞIR METAL
İÇERİKLERİ, KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ

İlkay AKGÜN
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 09/08/2023 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN (Danışman)

Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

Prof. Dr. Yusuf URAS

ÖZET

DEMRE/ANTALYA DÜZENSİZ KATI ATIK DEPOLAMA TESİSİNİN BULUNDUĞU BÖLGEDEKİ TOPRAK YAPISININ AĞIR METAL İÇERİKLERİ, KÖKENİ, MEKANSAL ANALİZİ VE KİRLİLİK ENDEKSLERİ

İlkay AKGÜN

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Gürhan YALÇIN

Temmuz 2023; 82 sayfa

Çalışmamız, Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesisinin bulunduğu bölge toprak yapısındaki ağır metal içeriklerini, orijinlerini, mekansal dağılımlarını ve kirlilik indekslerini araştırmayı amaçlamaktadır. Toprakta ağır metallerin varlığı hem çevre kalitesi hem de insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sahip olabilir. Bu nedenle, ağır metallerin kirlilik seviyelerini anlamak, etkili toprak yönetimi ve iyileştirme stratejileri için çok önemlidir. Bu amaca ulaşmak için çalışma alanı içindeki 21 farklı lokasyondan toprak örnekleri toplandı. Demir (Fe), Manganez (Mn) kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), cıva (Hg), arsenik (As), krom (Cr) ve nikel (Ni) dahil olmak üzere temel ağır metallerin konsantrasyonları X-ışını floresans spektrometresi (XRF) gibi son teknoloji laboratuvar teknikleri kullanılarak analiz edildi.

Sonuçlar, numune alınan konumlar boyunca ağır metal konsantrasyonlarında önemli farklılıklar ortaya çıkardı ve bu da kirlilik seviyelerinde mekansal heterojenliğe işaret etmektedir. Yüksek metal konsantrasyonlarına sahip noktalar yerel kirlilik kaynaklarının göstergesidir. Ağır metal kaynakları, zenginleştirme faktörü (EF) ve jeobirikimsel indeksi (Igeo) dahil olmak üzere istatistiksel analizler ve jeokimyasal değerlendirmeler yoluyla araştırıldı. Genel kirlilik durumunu değerlendirmek için kirlilik yükü indeksi (PLI) ve kontaminasyon faktörü ve derecesi gibi kirlilik indeksleri hesaplanmıştır. Elde edilen kirlilik endeksleri, bölgenin farklı alanlarında değişen derecelerde kirlenmeye işaret ederek, yüksek oranda kirlenmiş bölgelerde hedeflenen iyileştirme önlemlerine duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Ayrıca bu çalışma, Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesisi toprak yapısındaki anlayışımızı geliştirmektedir. Bulgular, toprak kirliliği hakkındaki mevcut bilgilerimize katkıda bulunmaktadır. Yerel makamlar, çevre planlamacıları ve toprak yönetimi ve çevre koruma ile ilgili paydaşlar için değerli bilgiler sağlamıştır. Sonuçların etkili bir şekilde uygulanması, sürdürülebilir toprak yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir ve bölgedeki çevre ve insan sağlığını koruyabilir.

ANAHTAR KELİMELE: Ağır Metaller, Kirlilik İndeksleri, Mekansal Analiz.

JÜRİ: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Nurdane İLBAYLI

Prof. Dr. Yusuf URAS

ABSTRACT

HEAVY METAL CONTENT, ORIGIN, SPACIOUS ANALYSIS AND POLLUTION INDICES OF THE SOIL STRUCTURE IN THE REGION OF THE DEMRE/ANTALYA IRREGULAR SOLID WASTE STORAGE FACILITY

İlkay AKGÜN

MSc Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Gürhan YALÇIN

July 2023; 82 pages

This study aims to investigate the heavy metal contents, origins, spatial distributions and pollution indexes in the soil structure of the Demre Irregular Solid Waste Landfill Facility. The presence of heavy metals in soil can have detrimental effects on both environmental quality and human health. Therefore, understanding the pollution levels of heavy metals is crucial for effective soil management and remediation strategies. To achieve this goal, soil samples were collected from 21 different locations within the study area. Concentrations of key heavy metals, including Iron (Fe), Manganese (Mn), lead (Pb), cadmium (Cd), mercury (Hg), arsenic (As), chromium (Cr), and nickel (Ni) X-ray fluorescence spectrometry (XRF) was analysed using state-of-the-art laboratory techniques.

The results revealed significant differences in heavy metal concentrations across sampled locations, indicating spatial heterogeneity in pollution levels. Spots with high metal concentrations are indicative of local pollution sources. Heavy metal sources were explored through statistical analyses and geochemical assessments, including enrichment factor (EF) and geoaccumulative index (I_{geo}). Pollution indexes such as pollution load index (PLI) and contamination factor and degree were calculated to assess the overall pollution status. The obtained pollution indices indicate varying degrees of pollution in different areas of the region, highlighting the need for targeted remediation measures in highly polluted areas.

In addition, this study improves our understanding of the soil structure of the Demre Irregular Solid Waste Landfill Facility. The findings add to our current knowledge of soil pollution. It provided valuable information for local authorities, environmental planners and stakeholders involved in soil management and environmental protection. Effective implementation of the results can help develop sustainable soil management strategies and protect the environment and human health in the region.

KEYWORDS: Heavy Metals, Pollution Indices, Spatial Analysis

COMMITTEE: Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Nurdane İLBAYLI

Prof. Dr. Yusuf URAS

ÖNSÖZ

Bu çalışma, değerli danışmanım Prof. Dr. M. Gürhan Yalçın'ın katkılarıyla gerçekleşmiştir. Toprakta ağır metallerin varlığı hem çevre kalitesi hem de insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sahip olabilir. Bu nedenle, ağır metallerin dağılım modellerini ve kirlilik seviyelerini anlamak, etkili toprak yönetimi ve iyileştirme stratejileri için çok önemlidir.

Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesisinin bulunduğu bölge gibi, vahşi depolama yapılan düzensiz depolama alanlarına ait benzer çalışmalar bulunmamaktadır. Çalışma alanında, endüstriyel faaliyetler, turizm faaliyetleri veya tarımsal uygulamaların olduğu bilinmektedir. Bu sebeplerden dolayı, çevresel açıdan, Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesisini bölge civarında ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu çalışma daha sonra yapılacak olan çalışmalara yol göstermesi açısından önem teşkil etmektedir.

Çalışma alanına ait yüksek lisans tezimin dışındaki ağır metal çalışmalarına ek olarak, litolojik özellikler ortaya konulacak ve ağır metaller açısından çevresel problemler belirlenecektir. Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın, üniversitede ve benzeri konularda yapılan çalışmalara katkıda bulunmasını dilerim.

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve bilimsel katkılarıyla daima ileriye yönlendiren danışmanım Prof. Dr. M. Gürhan Yalçın'a, özellikle teşekkür ederim.

Ayrıca hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve özellikle kardeşim Dr. Eray Akgün'e sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanı	1
1.2. Çalışmanın Amacı	4
2. KAYNAK TARAMASI	5
2.1. Bölgesel Jeoloji	5
2.2. Stratigrafi.....	6
2.2.1. Susuzdağ Formasyonu	6
2.2.2. Beydağları Formasyonu.....	6
2.2.3. Kasaba Formasyonu.....	6
2.2.4. Sinekçi Formasyonu	7
3. MATERYAL VE METOT	8
3.1. Arazi Çalışmaları.....	8
3.2. Laboratuvar Çalışmaları	9
3.3. Ofis Çalışmaları.....	17
4. BULGULAR.....	18
4.1. Numunelere Ait Lokasyon Özellikleri	18
4.2. Dane Boyu Dağılımı ve Elek Analizi.....	23
4.3. Kızdırma Kaybı Değerlerinin Hesaplanması	25
4.4. Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi	26
4.4.1. X-Işınları floresans spektrometresi (XRF)	26
4.4.2. İstatistiksel Analizler	31
4.4.3. Kirlilik İndekslerinin Hesaplanması.....	42
4.4.4. Ağır Metallerin Mekansal Analizi.....	49
5. TARTIŞMA	53
6. SONUÇLAR	55

7. KAYNAKLAR	58
8. EKLER.....	61
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Demre/Antalya Düzensiz Katı Atık Depolama Tesisinin Bulunduğu Bölgedeki Toprak Yapısının Ağır Metal İçerikleri, Kökeni, 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.

09/08/2023

İlkay AKGÜN



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

% : Yüzde

0^C : Santigrat derece

Al : Alüminyum

Al₂O₃ : Alüminyum Oksit

As : Arsenik

Ba : Baryum

Br : Brom

Ca : Kalsiyum

Cl : Klor

cm : Santimetre

Co : Kobalt

Cr : Krom

Cu : Bakır

D : Doğu

Fe : Demir

Ga : Galyum

GD : Güneydoğu

gr : Gram

K : Kuzey

K : Potasyum

KB : Kuzeybatı

km : Kilometre

m : Metre

Mg : Magnezyum

Mn : Mangan
mPa : Mega paskal
Ni : Nikel
O : Oksijen
P : Fosfor
Pb : Kurşun
P2O5 : Di Fosfor Pentaoksit
Rb : Rubidyum
S : Sülfür
Si : Silisyum
SiO2 : Silisyum dioksit
SO3 : Kükürt Trioksit
Sn : Kalay
Sr : Stronsiyum
Ti : Titanyum
V : Vanadyum
Y : İtriyum
Zn : Çinko
Zr : Zirkon

Kısaltmalar

Cd : Kontaminasyon derecesi
Cf : Kontaminasyon faktörü
Ef : Zenginleşme faktörü
Igeo : Jeobirikim İndeksi
mCd : Modifiye kontaminasyon derecesi
MTA : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

PCB : Polychlorinated Biphenyl

PLI : Kirlilik yük indeksi

ppm : Milyon da bir birim

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

XRF : X ışını Floresansı

Bu tezde ondalık yazımlarda “ . ” kullanılmıştır.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yer Bulduru Haritası-1	1
Şekil 1.2. Yer Bulduru Haritası-2 (Google Earth ile elde edilmiştir)	2
Şekil 1.3. 1/25000 Ölçekli Yer Bulduru Haritası-3 (Kaynak: MTA, P23-B3 pafta)	3
Şekil 2.1. Jeoloji Haritası (Elmas, Seyitoğlu, Kazancı ve Işık, 2019'dan değiştirilerek alınmıştır.)	5
Şekil 3.1. Demre Katı Atık Depolama Sahası.....	8
Şekil 3.2. Laboratuvara getirilen numuneler_1.....	9
Şekil 3.3. Laboratuvara getirilen numuneler_2.....	9
Şekil 3.4. Tartım İşlemi	10
Şekil 3.5. Kül analizi için numunelerin ayrılması	10
Şekil 3.6. Yanma İşlemi.....	11
Şekil 3.7. Yanma İşlemi sonrası Tekrar Tartım İşlemi sonuçları	11
Şekil 3.8. Tartılarak Alınan 100gr lık Numuneler	12
Şekil 3.9. Titreşim Cihazı ve Elek Seti	12
Şekil 3.10. Elek analizi işlemi sonrası numunelerin görünümü.....	13
Şekil 3.11. Havanlı Öğütücü.....	13
Şekil 3.12. Etüv Fırını.....	14
Şekil 3.13. Basınç Makinesi	14
Şekil 3.14. Pellet Ölçeği	15
Şekil 3.15. Elde edilen Sıralı Pelletler	15
Şekil 3.16. NEXCG Marka XRF Analizi Cihazı	16
Şekil 3.17. XRF Analiz İşlemi.....	16
Şekil 4.1. D.Ö. 1 Lokasyonu için XRF Spektrumu	29

Şekil 4.2. D.Ö. 11 Lokasyonu için XRF Spektrumu	29
Şekil 4.3. D.Ö. 12 Lokasyonu için XRF Spektrumu	30
Şekil 4.4. D.Ö. 17 Lokasyonu için XRF Spektrumu	30
Şekil 4.5. D.Ö. 18 Lokasyonu için XRF Spektrumu	31
Şekil 4.6. Elementler için Dendogram	38
Şekil 4.7. Bileşikler için Dendogram	39
Şekil 4.8. Cl için Anomali Haritası	49
Şekil 4.9. Mn için Anomali Haritası	50
Şekil 4.10. Fe için Anomali Haritası	50
Şekil 4.11. Ni için Anomali Haritası	50
Şekil 4.12. Al ₂ O ₃ için Anomali Haritası	51
Şekil 4.13. SiO ₂ için Anomali Haritası	51
Şekil 4.14. P ₂ O ₅ için Anomali Haritası	51
Şekil 4.15. SO ₃ için Anomali Haritası	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Lokasyon Bilgileri	18
Çizelge 4.2. Elek Analizi Sonuçları	24
Çizelge 4.3. Kızdırma Kaybı Sonuçları	25
Çizelge 4.4. Demre Katı Atık Depolama Tesisi Numunelerine Ait XRF Verileri – 1	26
Çizelge 4.5. Demre Katı Atık Depolama Tesisi Numunelerine Ait XRF Verileri – 2	26
Çizelge 4.6. Demre Katı Atık Depolama Tesisi Numunelerine Ait XRF Verileri – 3	27
Çizelge 4.7. Demre Katı Atık Depolama Tesisi Numunelerine Ait XRF Verileri – 4	27
Çizelge 4.8. Korelasyon Değerlendirme Tablosu	32
Çizelge 4.9. Ölçülmüş element konsantrasyonlarına ait korelasyon tablosu.....	32
Çizelge 4.10. Ölçülmüş bileşik konsantrasyonlarına ait korelasyon tablosu.....	33
Çizelge 4.11. Bileşik konsantrasyonu için KMO değeri Bartlett Küresellik testi .	34
Çizelge 4.12. Bileşik Konsantrasyonu için Faktör Analizi Sonuçları	34
Çizelge 4.13. Faktör Analizi Sonuçları için Communalite	34
Çizelge 4.14. Faktör Analizi Sonuçları için Component Matris.....	35
Çizelge 4.15. Faktör Analizi Sonuçları için Rotated* Component Matris	35
Çizelge 4.16. Element Konsantrasyonu için Faktör Analizi Sonuçları	36
Çizelge 4.17. Faktör Analizi Sonuçları için Communalite	36
Çizelge 4.18. Faktör Analizi Sonuçları için Component Matris.....	37
Çizelge 4.19. Faktör Analizi Sonuçları için Rotated* Component Matris	37
Çizelge 4.20. Bileşikler için Regresyon Analizi Model Summary Tablosu.....	40
Çizelge 4.21. Bileşikler için Regresyon Analizi ANOVA Tablosu.....	40

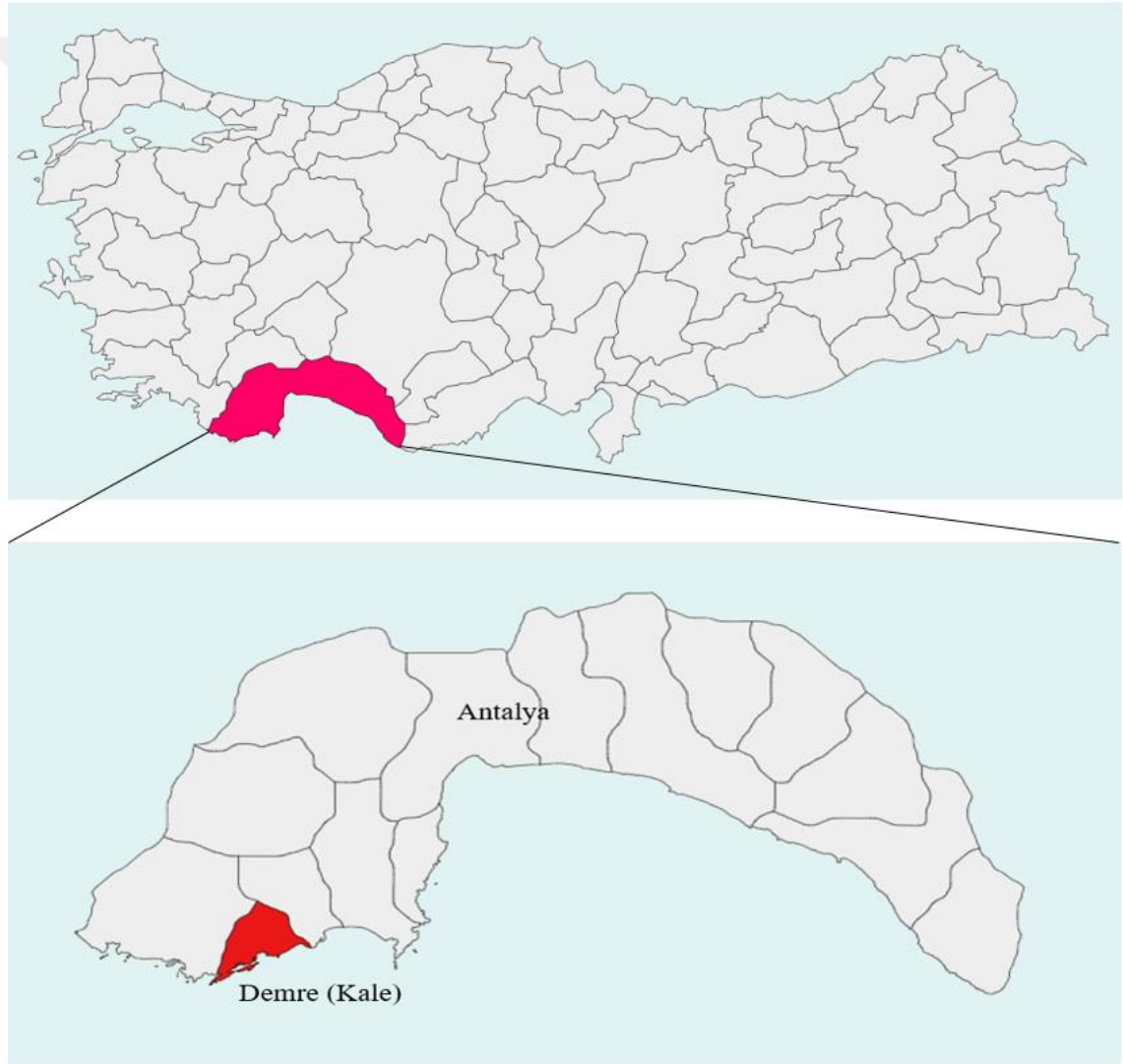
Çizelge 4.22. Bileşikler için Regresyon Analizi Tanısal Testler: VIF	40
Çizelge 4.23. Bileşikler için Regresyon Analizi Tanısal Testler: White Test	41
Çizelge 4.24. Elementler için Regresyon Analizi Model Summary Tablosu	41
Çizelge 4.25. Elementler için Regresyon Analizi ANOVA Tablosu.....	41
Çizelge 4.26. Elementler için Regresyon Analizi Tanısal Testler: VIF	42
Çizelge 4.27. Elementler için Regresyon Analizi Tanısal Testler: White Test	42
Çizelge 4.28. Kontaminasyon Faktörü Sınıflaması	43
Çizelge 4.29. Kontaminasyon Derecesi Sınıflaması.....	43
Çizelge 4.30. Modifiye Kontaminasyon Derecesi Sınıflaması.....	44
Çizelge 4.31. Kirlilik Yük İndeksi Sınıflaması.....	44
Çizelge 4.32. Demre Katı Atık Depolama Sahası Numunelerinin Kirlilik İndeksleri	45
Çizelge 4.33. EF için Kirlilik Yük İndeksi Sınıflaması	46
Çizelge 4.34. Demre Katı Atık Depolama Sahası Numunelerinin Zenginleşme Faktörü	47
Çizelge 4.35. Jeo-Birikim (Igeo) İndeksi Sınıflaması	48
Çizelge 4.36. Demre Katı Atık Depolama Sahası Numunelerinin Jeo-Birikim İndeksi Değerleri.....	48

1. GİRİŞ

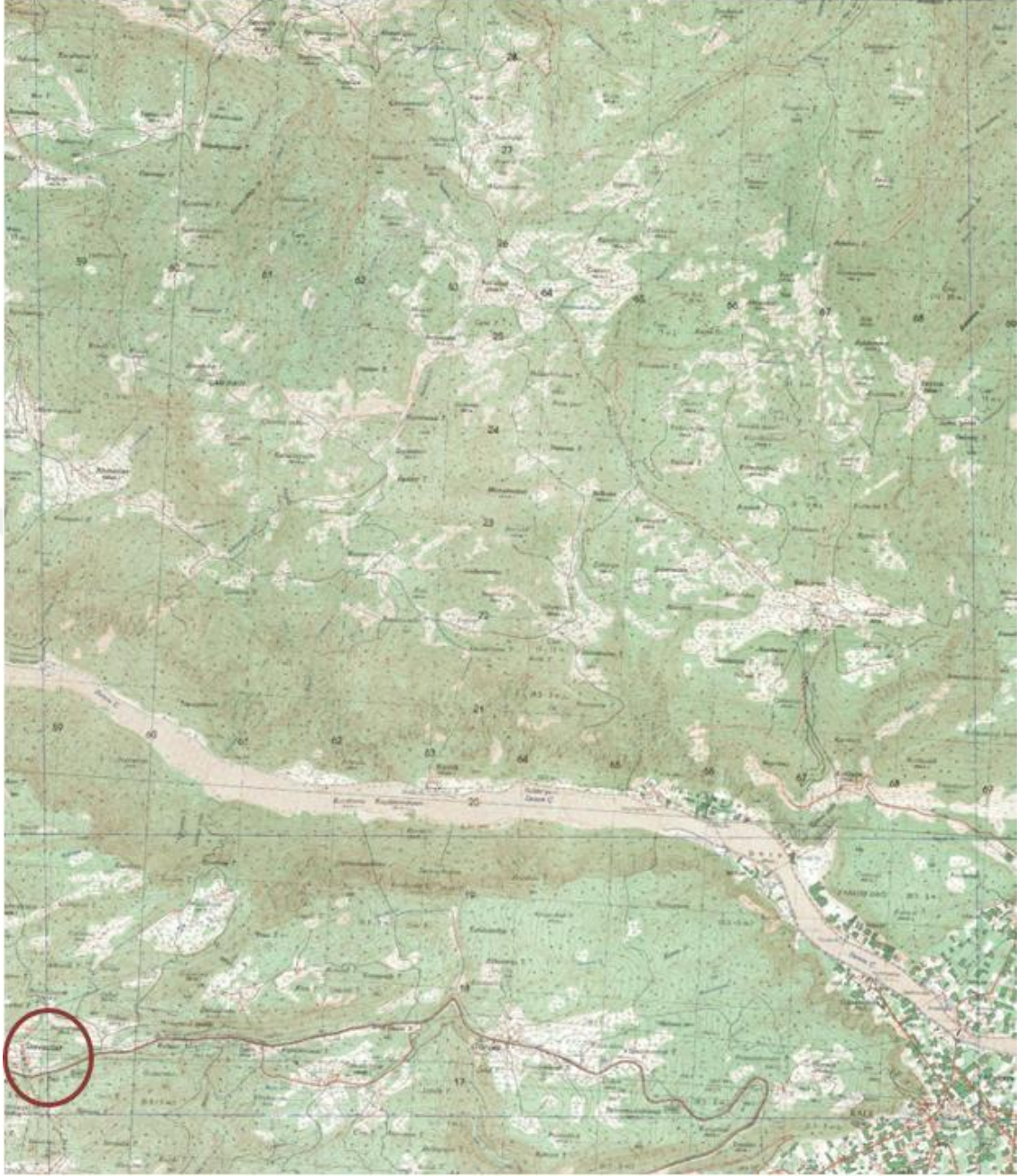
1.1. Çalışma Alanı

Araştırma konusu olan Antalya-Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Bölgesi Antalya ilinin güney batısında bulunmaktadır. Çalışma bölgesinin mevcut konumunun bulduru haritası Şekil 1.1 ve 1.2 aşağıda gösterilmiştir. Demre ilçesinin düzensiz katı atık depolama bölgesi ilçenin yaklaşık 15km batısında Kaş yolu üzerinde Davazlar Mahallesi D-400 karayolunun güneyinde bulunmaktadır. Demre, Maden Teknik Arama (MTA) tarafından yapılan jeoloji haritalandırmasında 1/100.000 ölçekli P24 ve 1/25.000 ölçekli P23-B3 paftasında yer almaktadır. Şekil 1.3 de, MTA'dan temin edilen jeoloji haritasında görülmektedir.

(https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/100indexcdb_1.jpg, Erişim Tarihi: 14/11/2022).



Şekil 1.1. Yer Bulduru Haritası-1



Şekil 1.3. 1/25000 Ölçekli Yer Bulduru Haritası-3 (Kaynak: MTA, P23-B3 pafta)

1.2. Çalışmanın Amacı

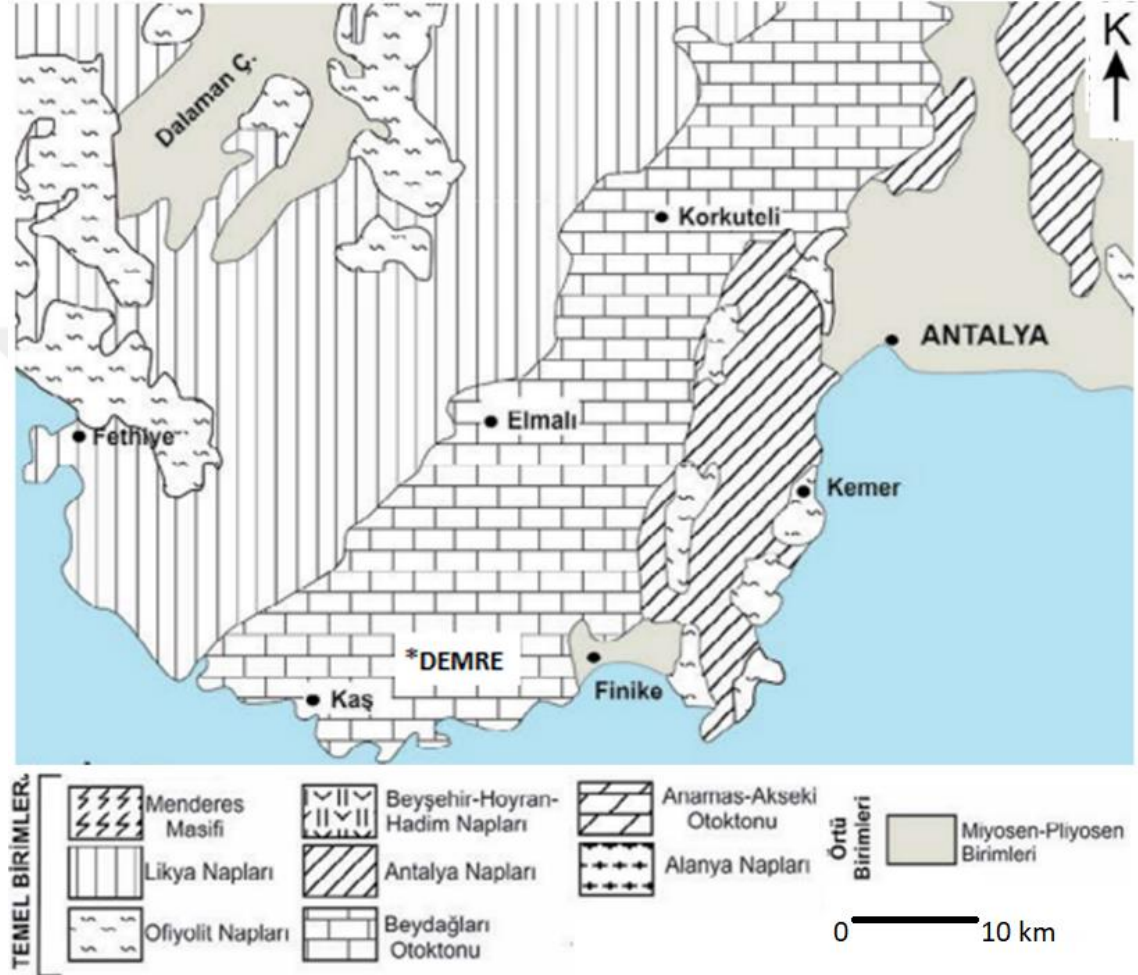
Çalışmamızın temel amacı, depolama sonrasında düzensiz katı atık bölgelerindeki toprak yapısının kimyasal içeriği ve ağır metal anomalisinin araştırılmasıdır. Son yıllarda ülke genelinde şehir merkezlerine yakın bölgelerde katı atık depolama alanları bulunduğu için, bu bölgeler düzenli depolama alanına dönüştürülmüştür. Ancak daha küçük ilçe çevrelerinde düzensiz katı atık depolama alanları bulunmaktadır. Ayrıca Demre ilçesinin seçilmesinin sebebi düzensiz depolama alanını kullanmaya devam etmesi ve tarım-turizm bölgelerinin yaygın olarak bu depolama alanı boyunca uzanmasıdır. Tarım-turizm bölgelerinin bu kadar yakın bölgesinde bulunan düzensiz depolama alanının mevcut toprak yapısında ağır metal konsantrasyonlarının tespit edilmesi ve kirlilik faktörlerinin belirlenmesi, mevcut bölgenin tarım-turizm açısından gelişimini olumsuz etkileyeceği açıktır. Yüksek lisans tezimizin temel amacı bu konsantrasyon yapısının incelenmesi ve bölgeye ait detaylı kirlilik düzeylerinin ortaya çıkarılması olacaktır.

Çalışma amacı kapsamında analizler ile bölge jeolojisini öğrenmek için, önceki çalışmalardan bölge jeolojisi ve havzası hakkında literatür toplanmış ve ikinci bölümde ele alınmıştır. Yapılacak analizler kapsamında tane boyu dağılımı için elek analizi, kızdırma kaybının bulunması için kül analizi yapılmıştır. Son olarak XRF cihazında kullanmak için her bir numuneden belirli bir miktar örnek alınarak pelletler hazırlanmış ve XRF cihazında ağır metal içerikleri tespit edilmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve köken yorumlaması için gerekli istatistiksel analizler üçüncü bölümde ele alınmıştır. Daha sonra dördüncü bölümde analiz sonuçlarından bulgularımızı tablo ve grafikler ile ortaya koyduk. En son olarak sonuçlar değerlendirilmiş ve literatüre katkı sağlayacak noktalara değinilmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Bölgesel Jeoloji

Bölgenin jeolojik yapısının incelemesine literatürdeki araştırmalar kapsamında değerlendirmeye çalışacağız.



Şekil 2.1. Jeoloji Haritası (Elmas, Seyitoğlu, Kazancı ve Işık, 2019'dan değiştirilerek alınmıştır.)

Yukarıdaki Şekil 2.1 de görüldüğü gibi haritaladığımız, 1/100.000 ölçekte P23 paftasında yer alan çalışma alanımız Demre bölgesine aittir. Bu bölge çeşitli litolojiye sahip birimleri içerisinde barındırmaktadır. Ancak çalışma bölgesi, Beydağları Otoktonu içerisinde benzer jeolojik yapıya sahip bir bölgedir (Elmas vd. 2019).

Beydağları otoktonu, platform yapılı karbonatlardan meydana gelmiş olup, Miyosen'den Jurasik kadar olan kaya yapısını kapsamaktadır (Poisson 1977). Ayrıca Demre ve çevresindeki başlıca kaya yapılarını Beydağları Otoktonu'na ait oldukça yaşlı Jura-Kretase platform türü kireçtaşlarından meydana gelen Beydağları Formasyonu'nun karbonat yapısı oluşturduğu bilinmektedir (Softa vd. 2018). Kuzeyden güneye doğru

ilerleyen yüksek debili Demre Çayı tarafından taşınan Kuvaterner dönemine ait alüvyon oluşumları ise Demre Ovasını, Beydağlarının formasyon yapısına ait platform karbonat oluşumlarından farklı olarak meydana getirmişlerdir (Softa vd. 2018).

2.2. Stratigrafi

Araştırma alanımız olan Demre dolaylarının yüzeyini kapsayan kaya yapıları tektonostratigrafik olarak Beydağları konumlu otokton olarak isimlendirilen kayalardan oluşmaktadır (Softa ve Karaman 2011). Bu yapılar, Mesozoyik ve Senozoyik dönemlerini temsil eden kayalardır. İçerisinde neotokton konumlu Miyosen-Kuvaterner dönemi kaya birimleri bulunmaktadır (Şen 2021).

Beydağları Otoktonu genel olarak Geç Kretase dönemine ait Beydağları Formasyonu, Eosen dönemine ait Susuzdağ Formasyonu, Miyosen dönemine ait Sinekçi Formasyonu ve Kasaba Formasyonu olmak üzere 4 (dört) formasyon altında incelenir (Atakoğlu ve Yalçın 2022).

Ayrıca araştırma alanımızda değişik türlerde yapısal birimleri içeren formasyonlar ve kaya türleri de bulunmaktadır. Demre Bölgesinde numulitli kireçtaşı litolojisinden oluşan Susuzdağ formasyonu; kumtaşı, kilaşı ve konglomera litolojilerinden meydana gelen Kasaba formasyonu; neritik kireçtaşı litolojisinden oluşan Gedikbaşı formasyonu ve Beydağları formasyonu; kumtaşı, marn, kilaşı ve kireçtaşı litolojilerinden meydana gelen Küçükköy formasyonu ile kilaşı ve algi kireçtaşı litolojilerinden oluşan Sinekçi formasyonu yer almaktadır (Şen 2021).

Beydağları Formasyonu ve Susuzdağ Formasyonu neritik kireçtaşları ile karakterize edilirken, Sinekçi Formasyonu ve Kasaba Formasyonu çeşitli sedimanter kayalarla karakterize edilir. Beydağları Otoktonu üzerine gelen Üst Miyosen allokon birimleri ile bölgede yayılma rejimi hakim olmuştur (Atakoğlu ve Yalçın 2022).

2.2.1. Susuzdağ Formasyonu

Numulitleri içeren birim, orta-kalın tabakalı kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarından oluşur. Formasyon Geç Lütasiyen-Priaboniyen yaşlı birimdir (Atakoğlu ve Yalçın 2022).

2.2.2. Beydağları Formasyonu

Geniş bir alana yayılmış Liyas-Geç Kretase yaşlı birim neritik kireçtaşlarından oluşur (Atakoğlu ve Yalçın 2022).

2.2.3. Kasaba Formasyonu

Başlıca yapısı yeşil-kirli sarı renkli, açık ve kahverengimsi gri, kalın tabakalı polijenik konglomera, orta yapıda boylanmalı, kaba kumtaşı ve çamur taşından meydana gelmektedir (Aksoy ve Aksarı 2008).

2.2.4. Sinekçi Formasyonu

Bu Formasyon, alt yapıdan üst yapıya olacak şekilde algli kireçtaşı, killi kireçtaşı ve kilitaşlarından oluşur. Birimin en üste bulunan Çayboğazı Üyesi ise kilitaşlarından; orta üye olan Kıbrısdere Üyesi, killi kireçtaşları ve alt üyesi olan Gömüce Üyesi, algli kireçtaşlarından oluşmaktadır (Darbaş ve Gül 2017).



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Arazi Çalışmaları

Çalışmamız düzensiz katı atık depolama tesislerinin bulunduğu bölgeler ile ilgili olduğu için Demre-Antalya ilçesinin depolama tesisinin bulunduğu bölgeye keşif ve numune toplama amacıyla gidilmiştir. Depolama tesisinin arazi yapısına uygun gerekli araç, gereç ile sahaya inilmiştir. GPS (Global Positioning System) ile numune alınacak bölgelerin konum bilgisi tam olarak tespit edilmiş ve numune alınan konumların fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 3.1. Demre Katı Atık Depolama Sahası



Şekil 3.2. Laboratuvara getirilen numuneler_1



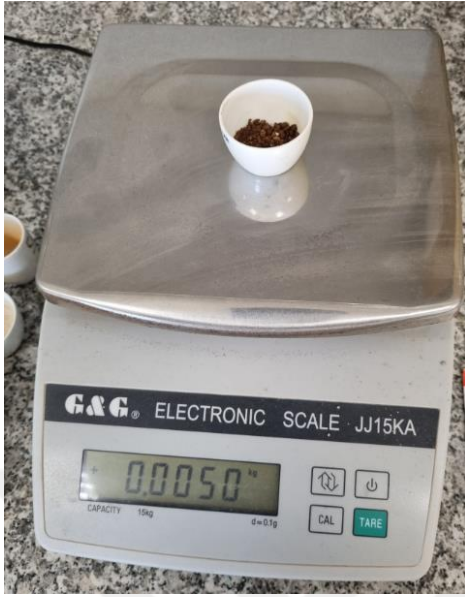
Şekil 3.3. Laboratuvara getirilen numuneler_2

Numuneler Demre katı atık depolama sahasının giriş kapsından itibaren tesisin bittiği noktaya kadar 30 m aralıklarla ile toplamda 21 adet olarak alınmış ve her bir numune alınan bölgeye göre ve laboratuvarında yapılacak analiz sırası için Şekil 3.2 ve 3.3 te görüldüğü gibi kodlanmıştır.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları, alınan numunelerin Şekil 3.3 de görüldüğü gibi uygun zemine serilerek neminin çekilmesi için oda sıcaklığında 10 gün boyunca kurumaya bırakılması ile başlamıştır. Daha sonra istenilen kuruluğa ulaşan her bir numuneden 50 gr

lık olacak şekilde çeyrekleme yöntemi ile tartılmış ve kızdırma kaybı tespiti için kül analizine Şekil 3.4 deki gibi hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.4. Tartım İşlemi

Burada bizim yaptığımız kızdırma kaybı tespiti, 2 hafta olarak kurutulmuş numunelere ait nemi çekilmeden yapılan metottur.

Kül analizi için her bir numuneden 50 gr alınarak, kül fırınına sığabilmesi açısından Şekil 3.5 deki gibi 6-8 li gruplara ayrılarak 950 C⁰ sıcaklıkta 18 saat süre ile Şekil 3.6 daki gibi yanma işlemine tabi tutulmuştur. Buradan çıkarılan her bir numune daha sonra desikatöre alınarak soğutulmuştur.

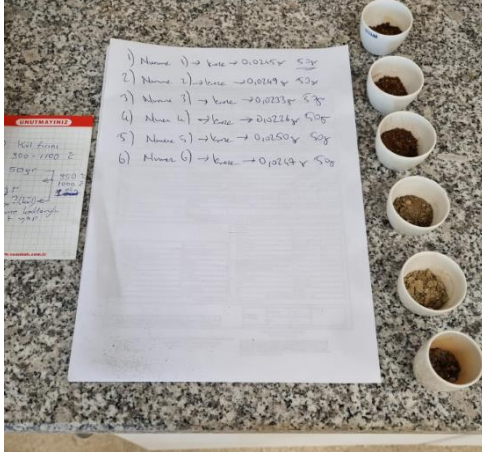


Şekil 3.5. Kül analizi için numunelerin ayrılması



Şekil 3.6. Yanma İşlemi

Soğutulan her bir numune tekrar tartılarak Yanma Kaybı hesabı yapılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Yanma İşlemi sonrası Tekrar Tartım İşlemi sonuçları

Daha sonraki adımda elek analizi işlemine başladık. Şekil 3.8 de olduğu gibi ayrılmış numunelerden aldığımız her bir numuneye, çapları 4.75-2.00-1.00-0.50-0.25-0.125-0.063-0.025 mm olan elekler kullanılarak otomatik elek cihazında (Şekil 3.9) 10dk boyunca elek işlemi yapıldı.



Şekil 3.8. Tartılarak Alınan 100gr lık Numuneler



Şekil 3.9. Titreşim Cihazı ve Elek Seti

Daha sonra elek cihazından çıkarılan ayrı ayrı çaplardaki elekler üzerinde kalan toprak numuneleri hassas terazide tekrar tartılarak her elekte ne kadar toprak örneği kaldığı tespit edildi. Bunlara bağlı olarak numunelerin tane boyları belirlendi (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Elek analizi işlemi sonrası numunelerin görünümü

Bir sonraki adım olarak öğütme işlemi için, 21 adet toprak örneğinin her birinden sırasıyla 20-30 gr arasında toprak örneği alınarak 20dk boyunca Şekil 3.11 da görülen havanlı öğütücü de öğütme işlemi yapıldı. Daha sonra öğütülen numuneler yayvan krozeye alındı.



Şekil 3.11. Havanlı Öğütücü



Şekil 3.12. Etüv Fırını

Alınan bu öğütülmüş numuneleri kimyasal analize hazır hale getirmek için kohezyonu artırma işlemi yapıldı. Bunun için 6gr numuneye 3gr borik asit olacak şekilde yayvan krozede homojen yapı elde edilene karıştırılmıştır. Her işlem sonrasında malzemeler ve ekipmanlar destile ile temizlenmiş ve etüvde kurutulmuştur (Şekil 3.12).



Şekil 3.13. Basınç Makinesi

Her bir numune Şekil 3.13 de görülen basınç makinesi ile 30mPa hidrolik basınç altında yaklaşık 1 dk süre ile press pastil haline getirildi. Burada şekil 3.14 daki gibi pellet ölçğine uygun pelletler oluşturulmuştur. Elde edilen pelletler numune numaraları ile Şekil 3.15 deki gibi sıralanmıştır.



Şekil 3.14. Pellet Ölçeği



Şekil 3.15. Elde edilen Sıralı Pelletler

Elde edilen pelletler ağır metal anomalisi tespiti yapılabilmesi için Rigaku NEXCG model cihaz ile XRF (X-Işını Floresans Spektrometresi) analizine uygun şekilde Şekil 3.16 görüldüğü gibi hazırlanmıştır.



Şekil 3.16. NEXCG Marka XRF Analizi Cihazı

XRF analizi ile ppb, ppm ve ‘%’ bazında sonuçlar elde edilebilir. Şekil 3.17 deki gibi cihaza yerleştirilen pelletlerden XRF Analizi sonucunda numunelerin içerisindeki Br, Sr, Ca, As, Zn, Cu, K, Ti, Cr, Mn, Mg, Co, Ni, Si, P, V, Fe, S, Rb, Y, Sn, Cl, Pb, Al, ve Ga elementleri ve Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , K_2O , TiO_2 ve MgO gibi bileşikler ppm bazında tespit edilmiştir.



Şekil 3.17. XRF Analiz İşlemi

3.3. Ofis Çalışmaları

Ofis çalışmaları kapsamında çalışmamızın genel yapısına ait gerekli literatür araştırmalarını, jeolojik haritaların ve araştırma bölgesinin bulunduğu paftaya ait diğer haritaların elde edilmesi için gerekli araştırmalar yapılmıştır.

Ayrıca tezin oluşturulabilmesi için gerekli diğer kitap, tez ve makalelerin araştırılması ve okuması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular derlenmiş ve teze eklenmiştir. Ek olarak yapılan laboratuvar çalışmalarının analiz sonuçları, tablo ve grafiklerin oluşturulması yine bu zaman diliminde ele alınmıştır. Tez çalışması için gerekli toplantı ve görüşmeler ofis zamanı kapsamında yapılmıştır. Son olarak elde edilen analiz sonuçlarına ait bulguların derlenmesi ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

Alınan numuneler belirli coğrafi lokasyonlara aittir. Bu bölgeler katı atık depolama tesisinin her alanına hakim olacak alanlardan seçilmiştir. Bölge hakkında tam bir bilgi elde edebilmek için bu lokasyonlardan alınan numunelerin içeriğinde bulunan elementlerin ve bileşiklerin değerleri ile lokasyonlar arası korelasyonu, baz değişken olarak elde edilen tek yönlü ilişki incelemesi Regresyon Analizi sonuçlarını ve lokasyonların kendi içerisinde oluşturduğu Faktör Analizi sonuçlarını değerlendirdik. Yaptığımız analizlerimizi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences v.25) ve Stata v.15 Paket programları ile gerçekleştirdik.

4. BULGULAR

4.1. Numunelere Ait Lokasyon Özellikleri

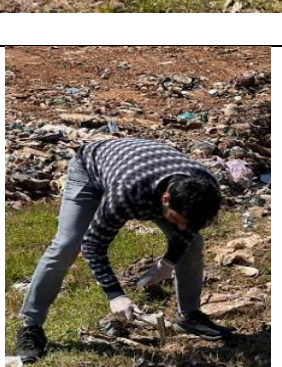
Demre-Davazlar Bölgesi Düzensiz Katı Atık Depolama Sahasından numune alımları GPS yardımı ile konumların tespit edilip gerçekleştirilmiştir. Belirlenmiş konumlardan numune alım işlemi aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Lokasyon Bilgileri

Örnek No	Enlem ($^{\circ}$)	Boylam ($^{\circ}$)	Numunenin Alındığı Yer	Numunenin Alındığı Yerin Fotoğrafları
D.Ö.1	36.2625	29.9000	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesisi	
D.Ö.2	36.2625	29.8999	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesisi	
D.Ö.3	36.2624	29.8998	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesisi	

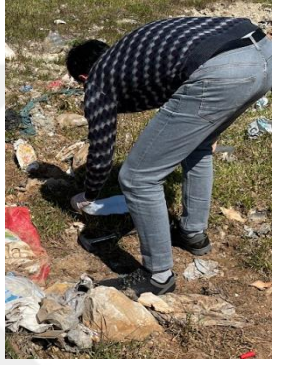
(Devamı Arkada)

Çizelge 4.1'in devamı

D.Ö.4	36.2622	29.8997	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.5	36.2621	29.8998	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.6	36.2619	29.8997	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.7	36.2618	29.8997	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	

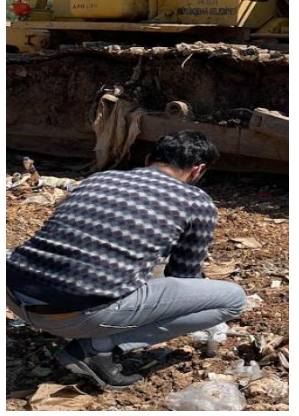
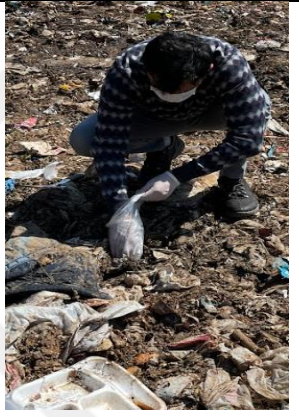
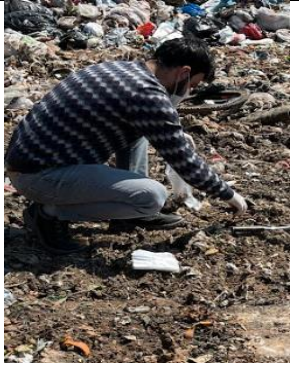
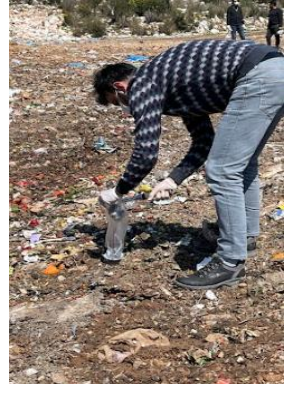
(Devamı Arkada)

Çizelge 4.1'in devamı

D.Ö.8	36.2616	29.8998	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.9	36.2615	29.8998	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.10	36.2613	29.8996	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.11	36.2612	29.8996	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.1'in devamı

D.Ö.12	36.2611	29.8997	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.13	36.2609	29.8998	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.14	36.2608	29.8996	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.15	36.2607	29.8998	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.1'in devamı

D.Ö.16	36.2608	29.8994	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.17	36.2606	29.8996	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.18	36.2605	29.8997	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.1'in devamı

D.Ö.19	36.2604	29.8998	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.20	36.2603	29.8997	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	
D.Ö.21	36.2601	29.8996	Demre Düzensiz Katı Atık Depolama Tesis	

4.2. Dane Boyu Dağılımı ve Elek Analizi

Numuneler araştırma bölgesinden toplandıktan sonra çizelge 4.1 deki gibi her bir numuneye, örnek numarası verilmiştir. Daha sonra her bir numuneden 100 gr lık örnekler alarak dane boyu belirleyebilmek için elek analizi işlemi yapılmıştır. Elde edilen 21 numuneye ait sonuçlar çizelge 4.2 de gösterilmiştir. Elek analizi esnasında kullanılan elek çapları 4.75-2.00-1.00-0.50-0.25-0.125-0.063-0.025 mm olmak üzere 8 adettir. Wentworth skalasına göre elekten geçirme işlemi sonrasında numuneler sınıflandırılarak dane boyu dağılımı elde edilmiştir (Wentworth 1922).

Çizelge 4.2. Elek Analizi Sonuçları

Numune No	Elek Aralığı (mm)							
	4.75 mm	2 mm	1 mm	0.5 mm	0.25 mm	0.125mm	0.063 mm	0.025 mm
D.Ö.1	31.740 gr	32.582 gr	19.241 gr	8.545 gr	4.040 gr	1.976 gr	1.001 gr	0.701 gr
D.Ö.2	27.290 gr	15.410 gr	14.981 gr	13.730 gr	12.85 gr	8.491 gr	3.980 gr	2.195 gr
D.Ö.3	52.971 gr	23.287 gr	12.050 gr	5.401 gr	3.271 gr	1.617 gr	0.828 gr	0.911 gr
D.Ö.4	37.040 gr	19.805 gr	15.796 gr	8.062 gr	7.991 gr	3.790 gr	2.441 gr	1.430 gr
D.Ö.5	50.138 gr	21.156 gr	11.840 gr	5.986 gr	3.992 gr	2.487 gr	1.285 gr	1.020 gr
D.Ö.6	45.460 gr	24.297 gr	14.483 gr	7.820 gr	2.241 gr	1.001 gr	0.125 gr	0.267 gr
D.Ö.7	64.331 gr	23.187 gr	3.338 gr	3.018 gr	1.503 gr	0.621 gr	0.944 gr	0.811 gr
D.Ö.8	63.545 gr	19.560 gr	7.481 gr	3.401 gr	1.642 gr	1.762 gr	0.841 gr	0.543 gr
D.Ö.9	51.735 gr	20.284 gr	9.744 gr	7.441 gr	5.130 gr	1.873 gr	1.308 gr	1.681 gr
D.Ö.10	36.251 gr	25.483 gr	9.785 gr	9.990 gr	4.359 gr	7.795 gr	2.582 gr	1.997 gr
D.Ö.11	55.971 gr	17.707 gr	11.150 gr	4.807 gr	4.280 gr	1.567 gr	0.129 gr	0.215 gr
D.Ö.12	38.945 gr	27.817 gr	9.193 gr	7.163 gr	6.69 gr	5.193 gr	2.940 gr	0.633 gr
D.Ö.13	41.930 gr	27.191 gr	10.145 gr	6.081 gr	4.191 gr	1.989 gr	1.886 gr	1.011 gr
D.Ö.14	49.455 gr	21.283 gr	13.983 gr	8.851 gr	1.940 gr	1.371 gr	0.525 gr	0.360 gr
D.Ö.15	59.370 gr	22.102 gr	4.438 gr	7.319 gr	2.103 gr	1.520 gr	1.045 gr	0.910 gr
D.Ö.16	61.559 gr	23.164 gr	8.440 gr	3.957 gr	1.350 gr	0.982 gr	0.291 gr	0.440 gr
D.Ö.17	40.934 gr	21.820 gr	8.990 gr	8.129 gr	7.550 gr	4.990 gr	2.344 gr	0.930 gr
D.Ö.18	50.131 gr	30.090 gr	7.140 gr	2.980 gr	2.190 gr	1.009 gr	1.116 gr	1.005 gr
D.Ö.19	59.302 gr	21.587 gr	9.185 gr	5.844 gr	1.241 gr	1.478 gr	0.625 gr	0.469 gr
D.Ö.20	48.311 gr	29.123 gr	9.420 gr	4.009 gr	2.698 gr	1.190 gr	1.798 gr	0.101 gr
D.Ö.21	60.518 gr	24.094 gr	7.240 gr	3.197 gr	1.070 gr	1.920 gr	1.201 gr	0.748 gr

4.3. Kızdırma Kaybı Değerlerinin Hesaplanması

Elde edilen 21 numuneyi, 950 °C de 18 saat boyunca kül fırınında yakma işlemine tabi tuttuk. Yakma işlemi sonucu kızdırma kaybı-LOI(Limitli Oksijen İndeksi) hesabı aşağıdaki eşitlik 4.1:

$$\text{Kızdırma Kaybı} - \text{LOI (\%)} = \frac{P(1)-P(2)}{P(1)-P(0)} * 100 \quad (4.1)$$

formülasyonu ile hesaplanmıştır (<https://dokumhane.net/wp-content/uploads/2019/04/WI-8.2.4-05-Yanma-Kayb%C4%B1-Tayini-Talimat%C4%B1.pdf> , Erişim Tarihi: 22/01/2023).

Burada, P(0): Boş kroze ağırlığını (gr); P(1): Boş kroze + Alınan numunenin ağırlığı (gr) ve P(2): Boş Kroze + Numunenin Yanma işlemi sonrası ağırlığını (gr) ifade etmektedir. Sonuç olarak Kızdırma kaybı hesabına ait sonuçlar aşağıdaki çizelge 4.3 de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kızdırma Kaybı Sonuçları

Numune No	İlk Ölçüm (gr) (P(1)-P(2))	Toplam Miktar (gr) (P(1)-P(0))	Kızdırma Kaybı (gr)	Kızdırma Kaybı (%)
D.Ö.1	46,10	50,00	3,90	92,20
D.Ö.2	46,40	50,00	3,60	92,80
D.Ö.3	46,40	50,00	3,60	92,80
D.Ö.4	46,50	50,00	3,50	93,00
D.Ö.5	46,50	50,00	3,50	93,00
D.Ö.6	46,00	50,00	4,00	92,00
D.Ö.7	46,70	50,00	3,30	93,40
D.Ö.8	46,90	50,00	3,10	93,80
D.Ö.9	46,60	50,00	3,40	93,20
D.Ö.10	46,50	50,00	3,50	93,00
D.Ö.11	46,80	50,00	3,20	93,60
D.Ö.12	46,90	50,00	3,10	93,80
D.Ö.13	46,80	50,00	3,20	93,60
D.Ö.14	46,20	50,00	3,80	92,40
D.Ö.15	46,50	50,00	3,50	93,00
D.Ö.16	46,10	50,00	3,90	92,20
D.Ö.17	46,20	50,00	3,80	92,40
D.Ö.18	46,50	50,00	3,50	93,00
D.Ö.19	46,60	50,00	3,40	93,20
D.Ö.20	46,00	50,00	4,00	92,00
D.Ö.21	46,50	50,00	3,50	93,00

4.4. Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi

Öncelikle hatırlanması gereken, araştırmamızda numunelerin alındığı bölgenin düzensiz katı atık depolama tesisi olduğudur. Bu sebeple numunelerin içerisinde sadece bazı elementler değil aynı zamanda birtakım bileşiklere de rastlanılması oldukça olağan bir durumdur.

4.4.1. X-Işınları floresans spektrometresi (XRF)

XRF analizinin çalışma prensibini kısaca açıklamak gerekirse; yüksek enerjili radyasyonun en içteki yörüngelerden elektronları fırlatarak atomları uyardığı süreci tanımlamaktadır. Atom gevşediğinde, yani dış elektronlar iç kabukları doldurduğunda, X-Işını floresan radyasyonu yayılır. Bütün bunlar numuneye dokunmadan veya numuneye zarar vermeden gerçekleşir (<https://www.bruker.com/en.html>, Erişim Tarihi: 22/01/2023).

Bu nedenle XRF, temel analiz yapmanın en basit ve uygun yollarından biridir ve çok sayıda endüstriyel, araştırma ve eğitim uygulamasında kullanılmaktadır. Burada türetilen veriler, bir numunedeki majör, minör ve hatta eser elementler hakkında kalitatif, yarı kantitatif ve kantitatif bilgiler elde etmek için kullanılabilir (<https://www.bruker.com/en.html>, Erişim Tarihi: 22/01/2023).

XRF Analizi sonucunda numunelerin içerisindeki Br, Sr, Ca, As, Zn, Cu, K, Ti, Cr, Mn, Mg, Co, Ni, Si, P, V, Fe, S, Rb, Y, Sn, Cl, Pb, Al, ve Ga elementleri ve Al₂O₃, SiO₂, CaO, K₂O, TiO₂ ve MgO gibi bileşikler ppm bazında aşağıdaki gibi tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Demre Katı Atık Depolama Tesisi Numunelerine Ait XRF Verileri – 1

Lokasyon	Elementler								
	Cl	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
D.Ö.1	10100	563	-	21800	-	239	-	257	-
D.Ö.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.3	10200	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.4	1060	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.5	2290	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.6	33400	-	1640	10200	-	-	-	-	-
D.Ö.7	24000	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.8	180000	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.9	61000	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.10	33300	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.11	90800	-	4750	34400	-	561	226	502	-
D.Ö.12	27300	-	9550	282000	1830	3220	1420	3780	143
D.Ö.13	7880	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.14	17100	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.15	150000	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.16	56700	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.17	87300	-	10700	268000	-	2210	621	1140	126
D.Ö.18	104000	-	14100	345000	830	2510	1070	2490	-
D.Ö.19	17200	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.20	10500	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.21	16500	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.5. Demre Katı Atık Depolama Tesisi Numunelerine Ait XRF Verileri – 2

Lokasyon	Elementler								
	As	Br	Rb	Sr	Y	Sn	Te	Ba	Hf
D.Ö.1	-	-	75,1	183	59,6	-	-	-	-
D.Ö.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.6	-	-	-	310	-	661	-	6000	-
D.Ö.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.11	63,4	37,7	94,1	1110	55,3	1150	843	5540	-
D.Ö.12	458	316	668	5850	476	-	-	-	-
D.Ö.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.17	235	148	670	1940	417	-	-	-	205
D.Ö.18	112	107	348	1540	222	444	-	-	-
D.Ö.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-

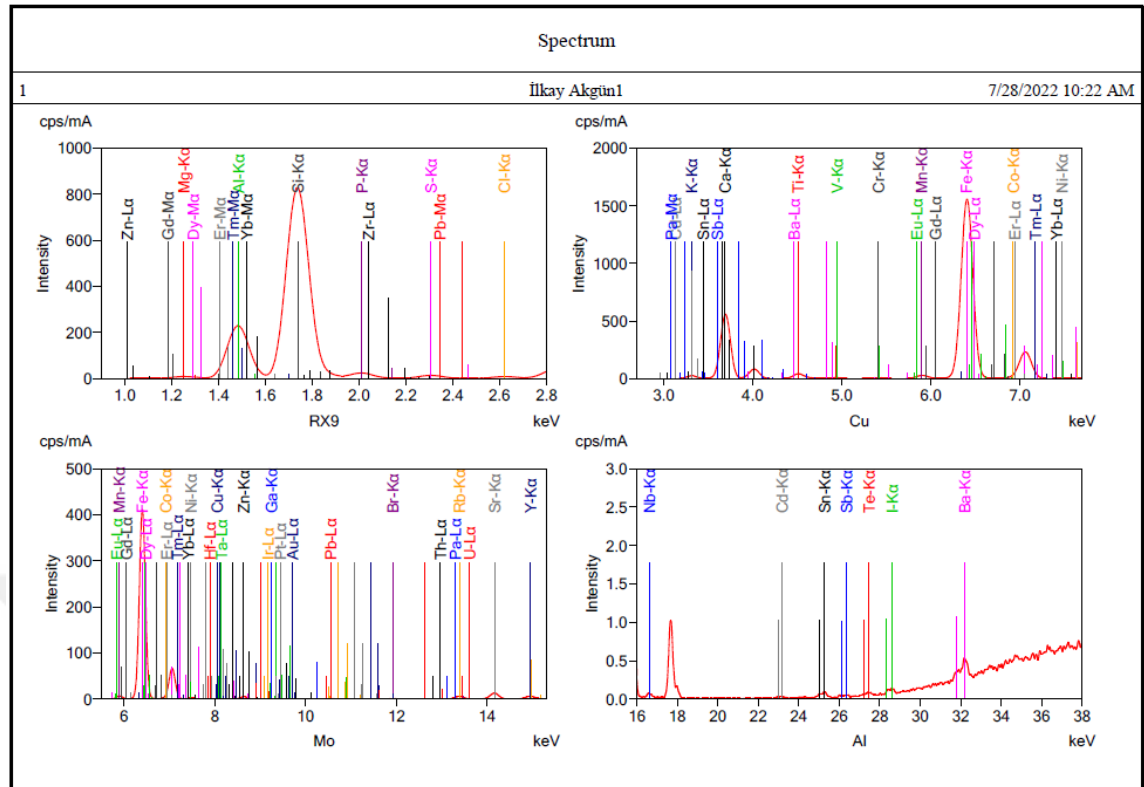
Çizelge 4.6. Demre Katı Atık Depolama Tesisi Numunelerine Ait XRF Verileri – 3

Lokasyon	Elementler								
	Ta	Ir	Pt	Au	Pb	Th	Yb	Ac	Pa
D.Ö.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.11	164	-	-	-	100	31,7	262	57,2	-
D.Ö.12	605	166	-	85,3	163	190	1080	298	191
D.Ö.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.17	-	-	-	-	-	131	414	248	193
D.Ö.18	-	160	102	78,9	320	-	-	142	161
D.Ö.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-

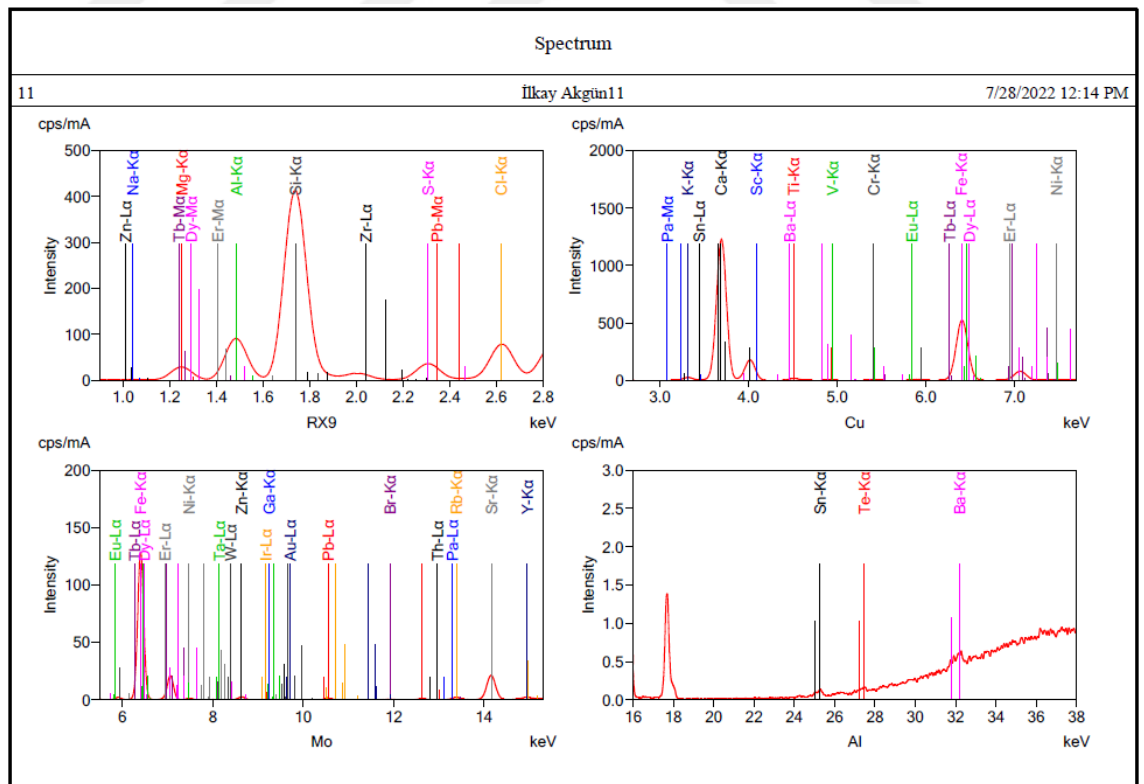
Çizelge 4.7. Demre Katı Atık Depolama Tesisi Numunelerine Ait XRF Verileri – 4

Lokasyon	Bileşikler/Elementler									
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	TiO ₂	Zr	Gd	Er
D.Ö.1	-	-	811000	-	60100	-	8710	-	-	-
D.Ö.2	-	-	997000	-	-	-	-	-	-	-
D.Ö.3	-	-	666000	205000	80700	-	-	-	-	-
D.Ö.4	-	-	982000	4240	12100	-	-	-	-	-
D.Ö.5	-	174000	759000	39000	24500	-	-	-	-	-
D.Ö.6	343000	257000	-	107000	187000	-	-	40500	-	-
D.Ö.7	-	-	807000	62900	104000	-	-	-	-	-
D.Ö.8	-	244000	-	245000	329000	-	-	-	-	-
D.Ö.9	-	-	880000	58400	-	-	-	-	-	-
D.Ö.10	-	407000	407000	71000	80700	-	-	-	-	-
D.Ö.11	-	-	497000	-	172000	109000	-	77900	-	-
D.Ö.12	-	118000	-	24400	-	497000	-	16200	-	359
D.Ö.13	-	-	919000	-	69300	-	-	-	-	-
D.Ö.14	-	-	820000	66500	95300	-	-	-	-	-
D.Ö.15	-	355000	-	248000	245000	-	-	-	-	-
D.Ö.16	-	-	635000	168000	133000	-	-	-	-	-
D.Ö.17	-	192000	-	138000	98500	173000	-	146000	2370	-
D.Ö.18	-	108000	155000	87500	-	149000	-	22200	2600	-
D.Ö.19	-	-	892000	89800	-	-	-	-	-	-
D.Ö.20	-	107000	707000	74100	100000	-	-	-	-	-
D.Ö.21	-	216000	530000	139000	96400	-	-	-	-	-

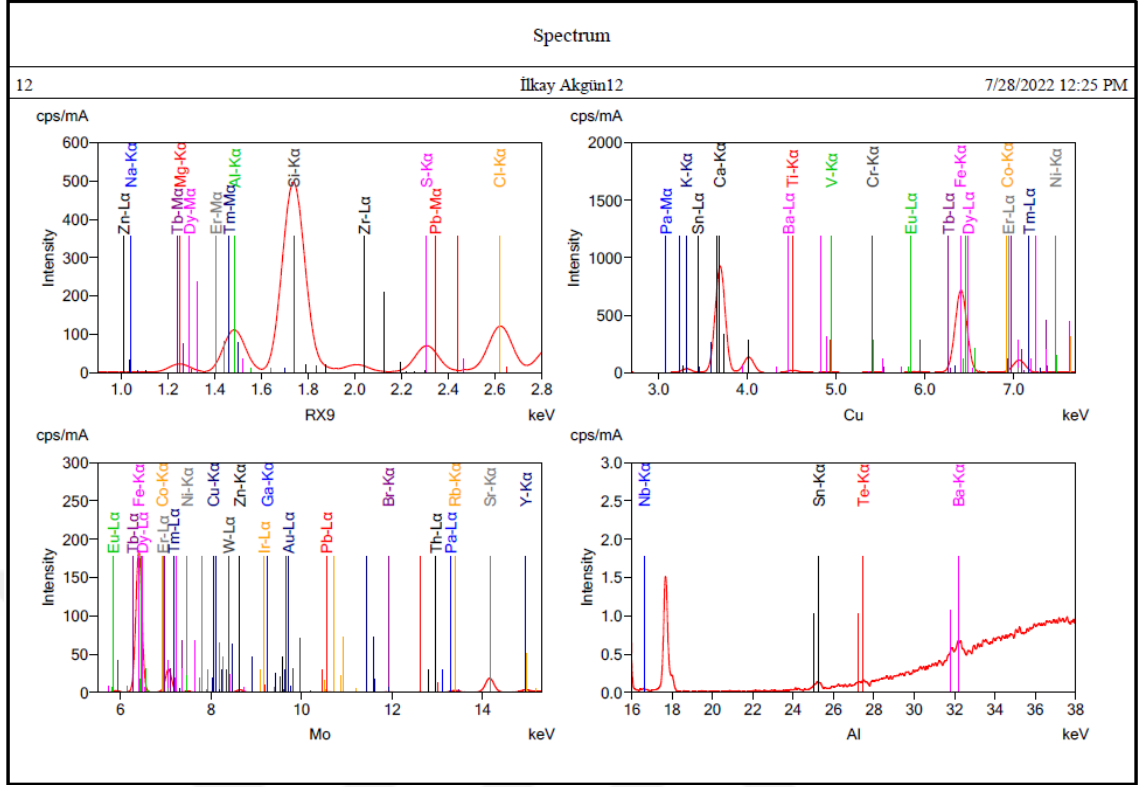
Ayrıca her bir element/bileşik için farklı farklı enerji pik değerleri vardır. Analizi yapılan numune içinde bulunan elementlerin yörüngelerine X-ışını çarparak temel enerji seviyesine geri dönmesi sağlanmaya çalışılır. Bu şekilde XRF cihazı numunenin içerisinde bulunan bütün element yansımalarını tespit eder ve şekil 4.1'teki gibi bir spektrum grafiği meydana gelir. Numune içeriğinde en çok element değeri veren bazı temsili XRF Spektrum grafikleri aşağıdaki gibidir:



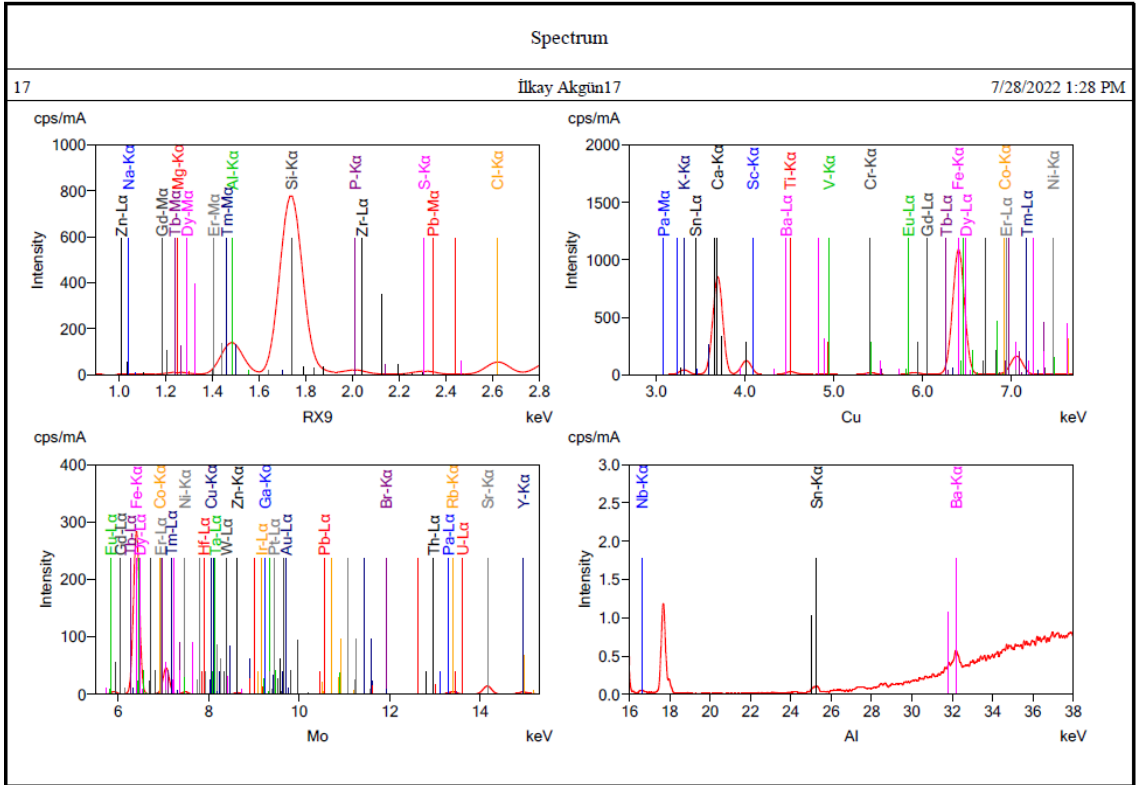
Şekil 4.1. D.Ö. 1 Lokasyonu için XRF Spektrumu



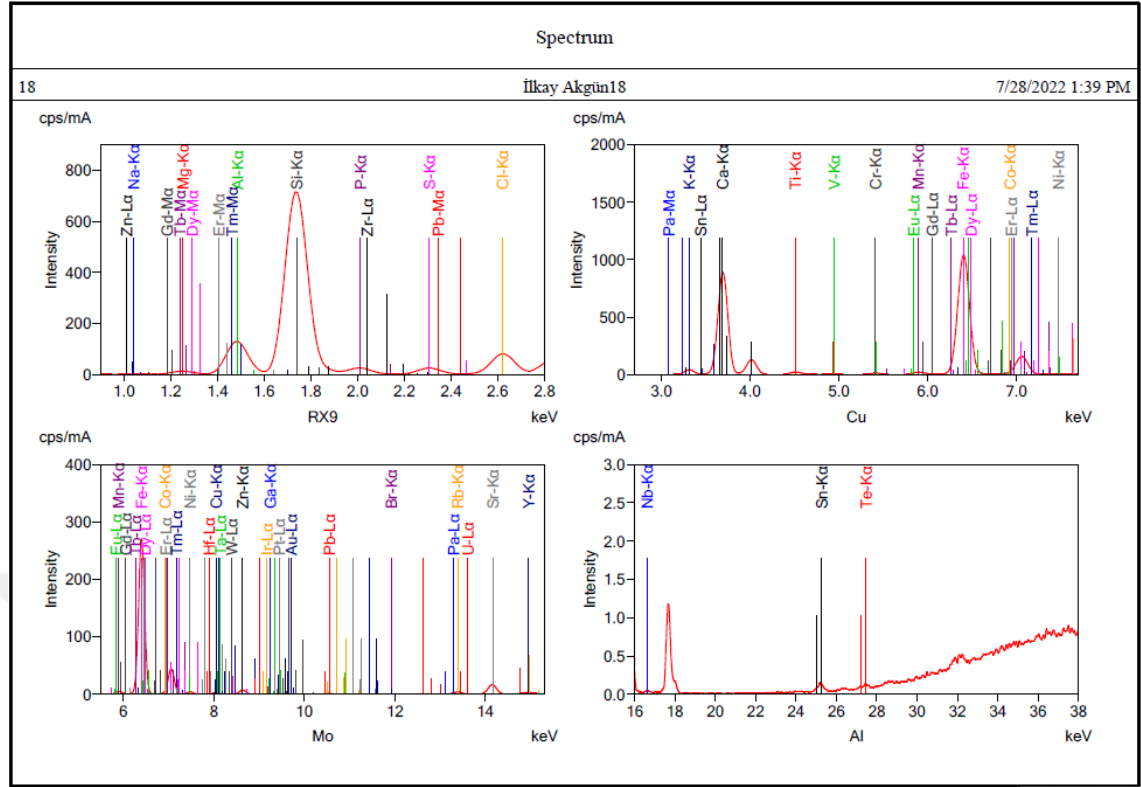
Şekil 4.2. D.Ö. 11 Lokasyonu için XRF Spektrumu



Şekil 4.3. D.Ö. 12 Lokasyonu için XRF Spektrumu



Şekil 4.4. D.Ö. 17 Lokasyonu için XRF Spektrumu



Şekil 4.5. D.Ö. 18 Lokasyonu için XRF Spektrumu

4.4.2. İstatistiksel Analizler

Bu bölümde numunelerimizden elde ettiğimiz değerlerin temel bazı istatistiksel analiz sonuçlarını grafik ve tablolar ile açıklamaya çalışacağız.

Yaptığımız analizlerimizi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences v.25) ve Stata v.15 Paket programları ile gerçekleştirdik.

İlk olarak Korelasyon Analizi ve elde ettiğimiz sonuçları değerlendirmeye çalışalım. Pearson korelasyon katsayısı (r), iki değişkenin doğrusal ilişkisinin bir ölçüsüdür. Korelasyon analizi genellikle bir dağılım diyagramı kullanılarak veri çiftlerinin ilişkisinin grafiksel gösterimi olarak ifade edilebilir. Korelasyon katsayısının değerleri -1 ile +1 arasında değişmektedir. Korelasyon katsayısının pozitif değerleri, bir değişkenin başka bir değişkenle birlikte artma veya azalma eğilimi gösterdiğini gösterir. Korelasyon katsayısının negatif değerleri, bir değişkenin değerlerinin artmasının diğer değişkenin değerlerinin azalmasıyla ilişkili olduğu ve bunun tersi bir eğilimi gösterir. Korelasyon katsayısının sıfıra yakın değerleri, değişkenler arasındaki düşük ilişkiyi, -1 veya +1'e yakın değerler ise iki değişken arasında güçlü bir doğrusal ilişkiyi gösterir (Kirch 2008). Çizelge 4.7 de tespit ettiğimiz korelasyon sonuçlarının hangi ölçek ile karşılaştırılacağı verilmiştir.

Çizelge 4.8. Korelasyon Değerlendirme Tablosu

“r”	Numuneler arası korelasyon değeri aralığı
0.00 – 0.25	Çok Zayıf
0.26 – 0.49	Zayıf
0.50 – 0.69	Orta
0.70 – 0.89	Yüksek
0.90 – 1.00	Çok Yüksek

Pearson Korelasyon Katsayısı hesaplarımızı yaparken Korelasyon Analizi varsayımlarımızı kontrol ederek sonuçlarımızı elde ettik. Varsayım gereği küçük örneklemelerde Pearson Korelasyon katsayısı hesaplanmış ve elde edilen element ve bileşik konsantrasyonlarında en az 5 gözlem değeri bulunanlar arasında katsayılar bulunmuştur. Ayrıca elementlerimizin ayrı bileşiklerimizin ayrı korelasyon katsayıları elde edilmiştir. %5 Anlamlılık seviyesinde ölçülen katsayılar çizelge 4.8 ve 4.9 da tespit edildiği gibidir.

Çizelge 4.9. Ölçülmüş element konsantrasyonlarına ait korelasyon tablosu

r (p_value)	Cl	Mn	Fe	Ni	Zn	Rb	Sr	Y	Zr
Cl	1								
Mn	0.504 0.38	1							
Fe	0.462 0.35	0.967* 0.01	1						
Ni	0.169 0.78	0.717 0.28	0.936* 0.02	1					
Zn	-0.049 0.93	0.499 0.50	0.783 0.11	0.918* 0.02	1				
Rb	0.074 0.90	0.465 0.53	0.792 0.11	0.884* 0.04	0.688 0.19	1			
Sr	-0.098 0.85	0.388 0.51	0.620 0.18	0.807 0.10	0.883* 0.04	0.752 0.14	1		
Y	-0.015 0.98	0.432 0.56	0.776 0.12	0.897* 0.03	0.742 0.15	0.993* 0.01	0.815 0.09	1	
Zr	0.416 0.48	-0.001 0.99	-0.074 0.90	-0.408 0.59	-0.744 0.25	0.138 0.86	-0.303 0.62	0.031 0.96	1

* Pearson Korelasyon Katsayısı (P_value) 0.05 güven düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.10. Ölçülmüş bileşik konsantrasyonlarına ait korelasyon tablosu

r (p_value)	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃
Al ₂ O ₃	1			
SiO ₂	-0.109 0.86	1		
P ₂ O ₅	0.454 0.18	-0.345 0.27	1	
SO ₃	0.285 0.49	-0.588* 0.04	0.777* 0.00	1

* Pearson Korelasyon Katsayısı (P_value) 0.05 güven düzeyinde anlamlıdır.

Bu sonuçlara göre Demre Katı atık bölgesinden elde edilen elementler arasında %5 anlamlılık seviyesinde aralarında çok yüksek pozitif ilişki bulunan Fe ve Mn, Fe ve Ni, Zn ve Ni, Y ve Rb elementleridir. Ayrıca Rb ve Ni, Sr ve Zn, Y ve Ni arasında da anlamlı yüksek pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Bunlara ek olarak bileşik konsantrasyonlarına ait korelasyon analizi sonuçlarına göre %5 anlamlılık seviyesinde aralarında yüksek pozitif ilişki bulunan SO₃ ve P₂O₅ bileşikleridir. Ayrıca SO₃ ve SiO₂ arasında anlamlı negatif yönlü orta seviyede ilişki tespit edilmiştir. Bu durum bize SO₃ ün SiO₂ değerlerine negatif yönde etkilediğini bu durumun bir anomali oluşturabileceğini göstermektedir.

Başlangıçta psikologlar tarafından geliştirilen faktör analizinin temel amacı, çok değişkenli bir veri setindeki varyasyonu mümkün olduğunca az "faktör" ile açıklamak ve gizli çok değişkenli veri yapılarını ortaya çıkarmaktır. Psikologlar tarafından kullanılan "faktör" terimi, jeokimyadaki "kontrol süreçleri" ile eşdeğerdir. Bu nedenle, teorik olarak, faktör analizi, analiz edilen birçok element içeren bir jeokimyasal veri setinde bulunan "temel" bilginin kolay bir sunumu için ideal olarak uygun olmalıdır (Reimann vd. 2002). Belirli jeokimyasal süreçlerin göstergesi olabilecek verilerdeki tanınmayan çok değişkenli yapıları ortaya çıkarmak için faktör analizinin kullanılabilmesi daha da bilgilendiricidir. Sonuç olarak, faktör analizi çoğu zaman yalnızca bir keşif aracı olarak uygulanır ve sonuçlar genellikle çok daha basit yöntemler kullanılarak tahmin edilebilir (Reimann vd. 2002).

Faktör Analizini elementler ve bileşikler için kimyasal yapıları gereği ayrı gruplar halinde gerçekleştirdik. Buna göre yeteri kadar (5 ve daha fazla) gözlem büyüklüğüne sahip elementlerimiz Cl, Mn, Fe, Ni, Zn, Rb, Sr, Y ve Zr dir. Ayrıca yine yeteri kadar gözlem büyüklüğüne sahip bileşiklerimiz Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅ ve SO₃ tür.

Faktör Analizi yapabilmek için gerekli bazı ön koşullar gereklidir. Bunlardan ilki KMO Bartlett Testi değerinin tespit edilmesidir. Bulunan değer 0.50 den büyük olması beklenir. Ancak yeteri kadar büyük olmaması ölçülmüş konsantrasyonların elde edilen değerlerinin daha fazla olması beklentisini ortaya çıkarır. KMO test değeri hesaplanamamışsa gözlem değerlerinin net bir şekilde gözlem eksikliğinden olduğunu ortaya çıkarmıştır. Aşağıdaki çizelge 4.10 da STATA programında yapılan bileşik konsantrasyonu için KMO Bartlett Testi sonucu 0.223 bulunmuştur. Bu değer 0.50 den küçük olduğu için ölçülmüş bileşik konsantrasyonların daha fazla gözlem değerine sahip olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Aynı şekilde element konsantrasyonlarının KMO

değeri tespit edilememiştir. Bu sebebi ise ölçülen değerlerin gözlem sayısının 5-6 civarında kalmasıdır. Daha büyük analiz sonucu ile Faktör analizi sonuçları daha belirleyici olabilecektir.

Çizelge 4.11. Bileşik konsantrasyonu için KMO değeri Bartlett Küresellik testi

Bartlett Küresellik Testi Sonucu	
Stata Komutu	factortest Al2O3 SiO2 P2O5 SO3
Chi-square	30.948
p-value	0.000
H0: Değişkenler birbiriyle ilişkili değildir.	
KMO değeri	0.223

Çizelge 4.12. Bileşik Konsantrasyonu için Faktör Analizi Sonuçları

Total Variance Explained*									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Var	Cum. %	Total	% of Var	Cum. %	Total	% of Var	Cum. %
1	2.345	58.627	58.627	2.345	58.627	58.627	1.862	46.547	46.547
2	1.367	34.186	92.813	1.367	34.186	92.813	1.851	46.266	92.813
3	0.287	7.187	100.00						
4	0.000	0.000	100.00						

*Extraction Method: Principal Component Analysis

Çizelge 4.13. Faktör Analizi Sonuçları için Communalite

	Initial	Extraction
Al2O3	1.000	1.000
SiO2	1.000	1.000
P2O5	1.000	0.856
SO3	1.000	0.857

Çizelge 4.14. Faktör Analizi Sonuçları için Component Matris

	Component 1	Component 2
SiO ₂	-0.931	0.364
P ₂ O ₅	0.727	0.572
SO ₃	0.726	0.575
Al ₂ O ₃	0.650	-0.760

Çizelge 4.15. Faktör Analizi Sonuçları için Rotated* Component Matris

	Component 1	Component 2
SO ₃	0.920	
P ₂ O ₅	0.919	
Al ₂ O ₃		0.997
SiO ₂	-0.407	-0.914

*Rotation Method: Varimax

Sonuç olarak Çizelge 4.11 de görüldüğü gibi 2 faktörlü kimyasal yapı konsantrasyonu %92 oranında açıklayabilmektedir. Bu faktörler komponent matrise göre {P₂O₅, SO₃, Al₂O₃} ve { P₂O₅, SO₃} rotated komponent matrise göre ise {SO₃, P₂O₅} ve {Al₂O₃} ikili bileşiklerinden oluşmaktadır. Daha açıkça ifade etmek gerekirse bu lokasyonlardan elde edilen numunelerin XRF konsantrasyon sonuçları ile elde edilen analize göre bu ikili gruplar lokasyonların jeokimyasal yapısını açıklamakta %92 oranında başarılıdır.

KMO değeri tespit edilememiş olsa bile yukarıda elde ettiğimiz bileşiklere ait sonuçların elementlere göre olan değerlerini inceleyecek olursak, sonuçlar aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 4.16. Element Konsantrasyonu için Faktör Analizi Sonuçları

Total Variance Explained*									
	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
Component	Total	% of Var	Cum. %	Total	% of Var	Cum. %	Total	% of Var	Cum. %
1	5.656	62.850	62.850	5.656	62.850	62.850	3.866	42.957	42.957
2	1.882	20.907	83.757	1.882	20.907	83.757	3.302	36.691	79.649
3	1.462	16.243	100.00	1.462	16.243	100.00	1.832	20.351	100.00
4	0.000	0.000	100.00						
5	0.000	0.000	100.00						
6	0.000	0.000	100.00						
7	0.000	0.000	100.00						
8	0.000	0.000	100.00						
9	0.000	0.000	100.00						

*Extraction Method: Principal Component Analysis

Çizelge 4.17. Faktör Analizi Sonuçları için Communalite

	Initial	Extraction
Cl	1.000	1.000
Mn	1.000	1.000
Fe	1.000	1.000
Ni	1.000	1.000
Zn	1.000	1.000
Rb	1.000	1.000
Sr	1.000	1.000
Y	1.000	1.000
Zr	1.000	1.000

Çizelge 4.18. Faktör Analizi Sonuçları için Component Matris

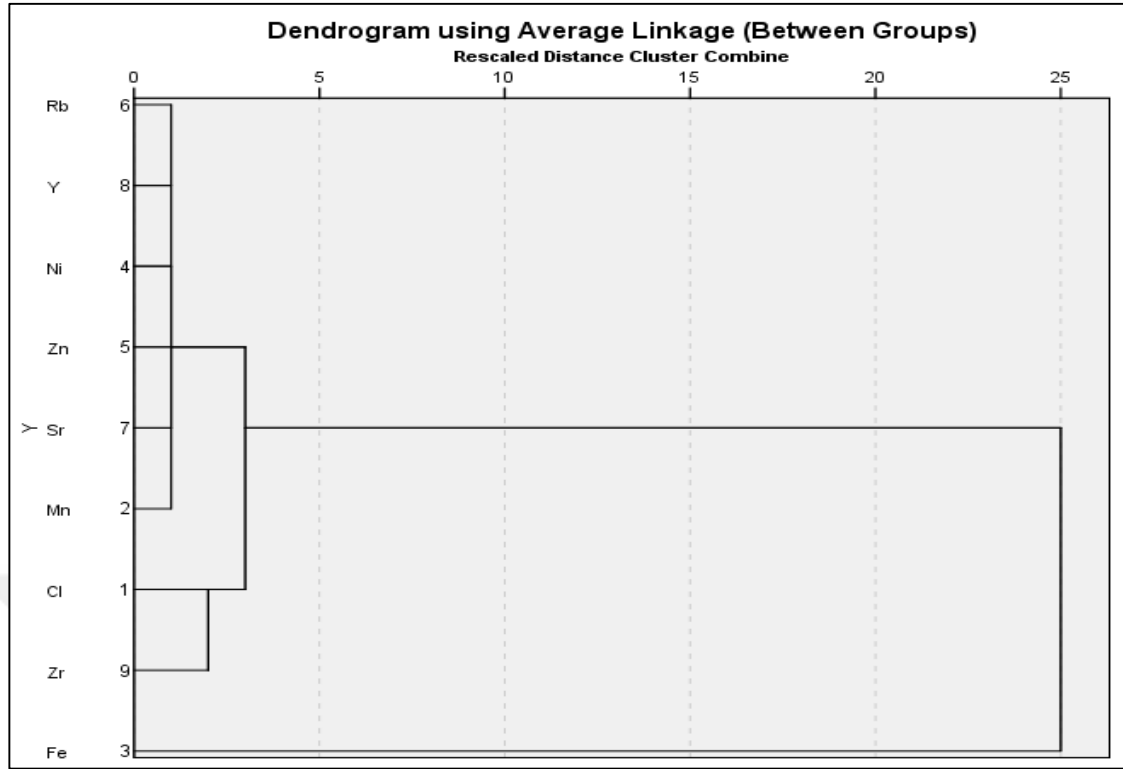
	Component 1	Component 2	Component 3
Cl	-0.694	0.708	-0.130
Mn	0.587	0.777	-0.228
Fe	0.803	0.585	-0.117
Ni	0.985	0.165	-0.045
Zn	0.917	-0.157	-0.366
Rb	0.840	0.118	0.529
Sr	0.838	-0.544	0.033
Y	0.888	0.020	0.460
Zr	-0.419	0.269	0.867

Çizelge 4.19. Faktör Analizi Sonuçları için Rotated* Component Matris

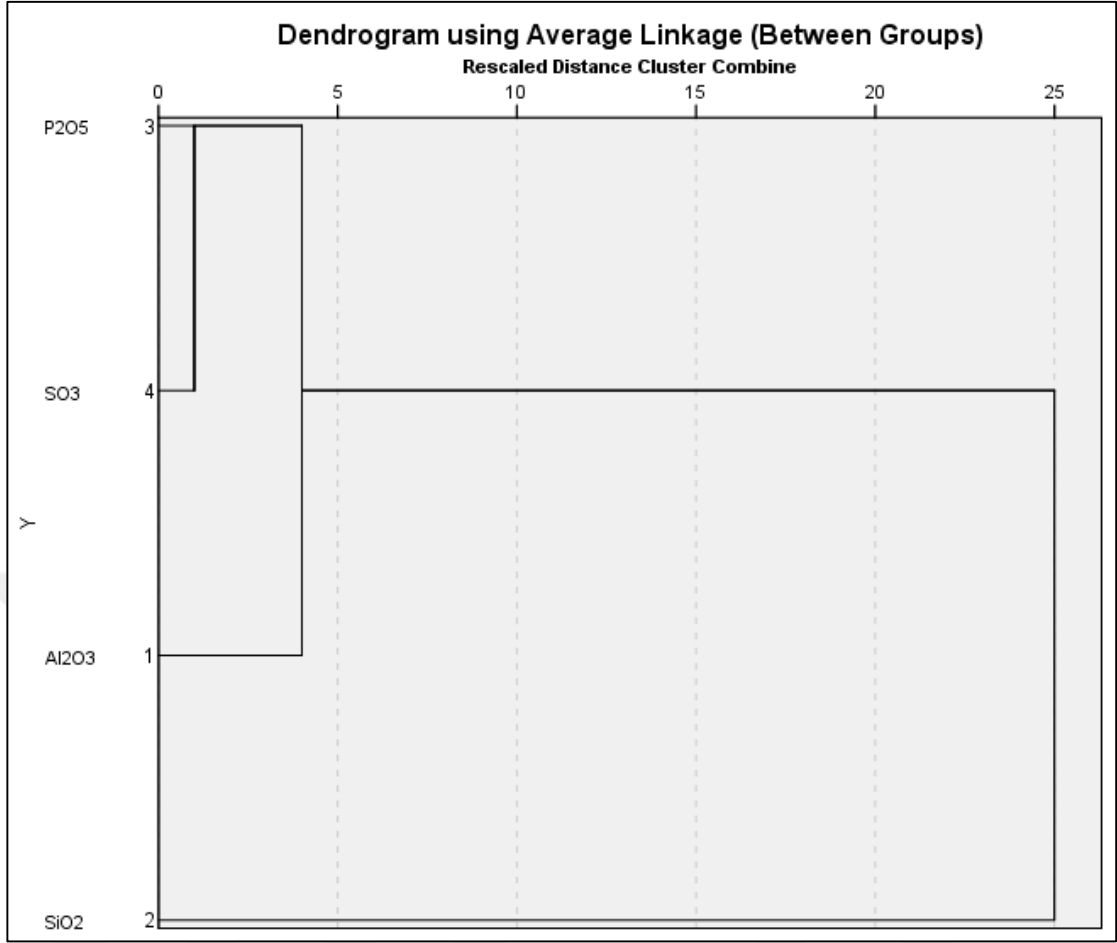
	Component 1	Component 2	Component 3
Cl	-0.943	0.140	0.302
Mn	-0.075	0.990	-0.121
Fe	0.233	0.962	-0.143
Ni	0.621	0.738	-0.263
Zn	0.609	0.472	-0.638
Rb	0.777	0.563	0.282
Sr	0.922	0.085	-0.378
Y	0.836	0.521	0.175
Zr	-0.093	-0.122	0.988

*Rotation Method: Varimax

Sonuç olarak Çizelge 4.15 de görüldüğü gibi 3 faktörlü kimyasal yapı konsantrasyonunu neredeyse %100 oranında açıklayabilmektedir. Bu faktörler komponent matrise göre {Mn, Fe, Ni, Zn, Rb, Sr, Y}; {Cl, Mn, Fe} ve {Rb, Zr} ve ayrıca, rotated komponent matrise göre ise {Ni, Zn, Rb, Sr, Y}; {Mn, Fe, Ni, Rb, Y} ve {Zr} üçlü komponent içeriğine sahip elementlerden oluşmaktadır. Daha açıkça ifade etmek gerekirse bu lokasyonlardan elde edilen numunelerin XRF konsantrasyon sonuçları ile elde edilen analize göre bu üçlü gruplar, lokasyonların jeokimyasal yapısını açıklamakta neredeyse %100 oranında başarılıdır.



Şekil 4.6. Elementler için Dendrogram



Şekil 4.7. Bileşikler için Dendrogram

Jeokimyasal verilere uygulanan tüm çok değişkenli istatistiksel teknikler, topraktaki elementlerin ana kaynağı olarak ağırlıklı olarak litojenik etkiye işaret etmektedir. Bu nedenle, litojenik etkiyi kanıtlamak için regresyon analizi yapılır (Tumuklu vd. 2023). Demir (Fe), yerel jeolojiyi gösteren çok kararlı bir element olduğu için elementler için yapılan regresyon analizinde bağımlı değişken ve ayrıca bileşikler için yapılan regresyon analizinde ise fosfor pentaoksit (P2O5), bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Fe, aynı zamanda, kaya kaynağı/tip tanımlaması için bir ayırıcı olarak da yaygın olarak kullanılmaktadır (Shi vd. 2020).

Çalışmamızda elementler ile bileşikler, istatistiksel olarak konsantrasyon verilerinde elde edilen gözlem büyüklüğü nedeniyle birlikte regresyon analizine tabi tutulmamıştır. Değişkenler arasında kuvvetli çoklu doğrusal bağlantı problemi yaşanmıştır. Ayrıca bileşiklere ait regresyon analizi yapılırken karşılaşılan çoklu doğrusal bağlantı probleminin çözümü için dirençli tahminçiler kullanılmıştır.

Çizelge 4.20. Bileşikler için Regresyon Analizi Model Summary Tablosu

Model Summary^a									
Model	R ^b	R Square	Adj R Square	Std Error of Estimate	R Square Change	F Change	df 1	df 2	Sig F Change
1	0.665	0.443	0.257	55801.4	0.443	18.41	2	6	0.002
a: Dependent Variable: P2O5									
b: Independent Variables: SiO2, SO3									

Çizelge 4.21. Bileşikler için Regresyon Analizi ANOVA Tablosu

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig ^b
1	Regression	1.48E+10	2	7420056855	18.41	0.002
	Residual	1.86E+10	6	3113806248		
	Total	3.35E+10	8			
a: Dependent Variable: P2O5						
b: Predictors: SiO2, SO3						

Çizelge 4.19 ve 4.20 de görüleceği gibi Model bütün olarak anlamlıdır. Ancak Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni açıklama yüzdesi %44 dür. Bu durum bize daha fazla açıklayıcı değişkenin modele katılması gerekliliğini göstermektedir.

Modelimizin çoklu doğrusal bağlantı ve değişen varyans problemlerinin olmadığını göstermek için ayrıca tanısal testler olan VIF (variance influence factor) ve White-test, testleri yapılmıştır. Çizelge 4.21 ve 4.22 de modelimizin uygunluk varsayımlarının yerine geldiğini bu şekilde belirlemiş olduk. VIF değerleri 5'ten küçük bulunması gereklidir ve bu koşul sağlanmıştır.

Çizelge 4.22. Bileşikler için Regresyon Analizi Tanısal Testler: VIF

Değişken	VIF	1/VIF
SO3	1.28	0.783
SiO2	1.28	0.783
Ortalama	1.28	

Çizelge 4.23. Bileşikler için Regresyon Analizi Tanısal Testler: White Test

White's Test	
chi2	3.07
p_value	0.68
H0: Değişen varyans yoktur.	

Buna göre aynı regresyon analizi işlemlerini elementler için yaptık. Sonuçlar aşağıdaki gibi tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Elementler için Regresyon Analizi Model Summary Tablosu

Model Summary ^a									
Model	R ^b	R Square	Adj R Square	Std Error of Estimate	R Square Change	F Change	df 1	df 2	Sig F Change
1	0.999	0.999	0.995	10495.6	0.999	287.404	3	1	0.043
a: Dependent Variable: Fe									
b: Independent Variables: Zr, Cl, Mn									

Çizelge 4.25. Elementler için Regresyon Analizi ANOVA Tablosu

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig ^b
1	Regression	9.49E+10	3	3.16E+10	287.404	0.043
	Residual	11.7E+7	1	11.7E+7		
	Total	9.50E+10	4			
a: Dependent Variable: Fe						
b: Predictors: Zr, Cl, Mn						

Çizelge 4.23 ve 4.24 de görüleceği gibi Model bütün olarak anlamlıdır. Ayrıca Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni açıklama yüzdesi %99 dur. Bu durum bize açıklayıcı değişkenin modeli tam olarak yansıttığını göstermektedir.

Modelimizin çoklu doğrusal bağlantı ve değişen varyans problemlerinin olmadığını göstermek için ayrıca tanısal testler olan VIF (variance influence factor) ve White-test, testleri yapılmıştır. Çizelge 4.25 ve 4.26 de modelimizin uygunluk varsayımlarının yerine geldiğini bu şekilde belirlemiş olduk. VIF değerleri 5'ten küçük bulunması gereklidir ve bu koşul sağlanmıştır.

Çizelge 4.26. Elementler için Regresyon Analizi Tanısal Testler: VIF

Değişken	VIF	1/VIF
Cl	1.75	0.57
Mn	1.45	0.69
Zr	1.30	0.76
Ortalama	1.50	

Çizelge 4.27. Elementler için Regresyon Analizi Tanısal Testler: White Test

White's Test	
chi2	5.00
p_value	0.28
H0: Değişen varyans yoktur.	

4.4.3. Kirlilik İndekslerinin Hesaplanması

A. Kontaminasyon Faktörü (Cf), Kontaminasyon Derecesi (Cd), Modifiye Kontaminasyon Derecesi (mCd) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI)

Kontaminasyon faktörü, bir bölgede bulunan bir ağır metalin veya kirleticinin belirli bir referans noktasına olan konsantrasyonunu ifade eder. Genellikle çevresel kirlilik çalışmalarında kullanılır. Cf değeri, referans noktasındaki konsantrasyonun alandaki diğer bölgelerle karşılaştırılmasını sağlar (Hakanson 1980).

$$C_f = \frac{C_s}{C_b} \quad (4.1)$$

Yukarıdaki formülle hesaplanabilir. Burada Cf değeri, referans noktasında bulunan konsantrasyonu temel alarak diğer noktadaki konsantrasyonları karşılaştırmak için kullanılır. Cs değeri, hedef metallerin konsantrasyonudur. Analiz edilen belirli bir ağır metal veya kirletici için, referans noktasında veya başvuru noktasında ölçülen konsantrasyon değeridir. Bu değer genellikle ppm (parts per million) veya mg/kg biriminde ifade edilir. Cb değeri, referans metallerin konsantrasyonudur. Karşılaştırma yapmak için seçilen referans bir veya birden fazla ağır metal veya kirletici için belirlenen konsantrasyon değeridir. Bu referans metaller, genellikle doğal arka plan seviyesinde bulunan metallerdir (Hakanson 1980).

Çizelge 4.28. Kontaminasyon Faktörü Sınıflaması

Cf Değeri	Kirlenme Derecesi
$Cf < 1$	Az Kirlenme
$1 < Cf < 3$	Orta Kirlenme
$3 < Cf < 6$	Yüksek Kirlenme
$Cf \geq 6$	Çok Yüksek Kirlenme

Kontaminasyon derecesi (Cd), bir bölgedeki ağır metal veya kirleticilerin seviyesinin çevre açısından ne kadar kritik olduğunu belirlemek için kullanılan bir ölçüttür. Cd değeri, bir bölgedeki kirleticinin konsantrasyonu ile kabul edilebilir bir arka plan konsantrasyonu arasındaki farkı temsil eder. Daha yüksek Cd değerleri, daha fazla kirlilik seviyesini gösterir (Hakanson 1980). Aşağıdaki gibi formüle edilmiştir:

$$C_d = \sum_{i=1}^n C_f \quad (4.2)$$

Çizelge 4.29. Kontaminasyon Derecesi Sınıflaması

Cd Değeri	Kirlenme Derecesi
$Cd < 8$	Az Derece Kirlenme
$8 \leq Cd < 16$	Orta Derece Kirlenme
$16 \leq Cd < 32$	Yüksek Derece Kirlenme

Kontaminasyon derecesi, bir bölgedeki kirlilik seviyesini belirlemek ve farklı bölgelerin kirlilik düzeylerini karşılaştırmak için yaygın olarak kullanılan bir ölçüttür. Hakanson çalışmasında Cu, Zn, As, Ni, Pb, Hg, Cd ve PCB (Polychlorinated Biphenyl) kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Ancak Modifiye Kontaminasyon Derecesi (mCd), çevresel kirlilik çalışmalarında kullanılan bir ölçüttür ve kirlilik seviyesinin daha ayrıntılı bir değerlendirmesini sağlar. mCd değeri, Cd değerine ek olarak, kontaminasyon faktörü (Cf) ve belirli bir ağırlık faktörü kullanarak hesaplanır. mCd değeri, kirlilik seviyesini daha hassas bir şekilde belirtir ve farklı kontaminasyon kaynaklarının etkisini dikkate alır (Abraham ve Parker 2008). n, işleme giren Cf sayısını ifade eder.

$$mC_d = \frac{\sum_{i=1}^n C_f}{n} \quad (4.3)$$

Çizelge 4.30. Modifiye Kontaminasyon Derecesi Sınıflaması

mCd Sınıflaması	Kirlenme Derecesi
$mCd < 1.5$	Çok Düşük Kirlenme
$1.5 \leq mCd < 2$	Düşük Kirlenme
$2 \leq mCd < 4$	Orta Kirlenme
$4 \leq mCd < 8$	Yüksek Kirlenme
$8 \leq mCd < 16$	Çok Yüksek Kirlenme
$16 \leq mCd < 32$	Son Derece Yüksek Kirlenme
$mCd \geq 32$	Ultra Yüksek Kirlenme

Kirlilik Yük İndeksi (PLI), çoklu ağır metallerin veya kirleticilerin bir bölgedeki toplam kirlilik seviyesini değerlendirmek için kullanılan bir ölçüttür. PLI, farklı ağır metallerin konsantrasyonlarına dayanarak hesaplanır ve genellikle çevresel risk analizinde kullanılır. Ayrıca çeşitli kirleticiler maddelerin konsantrasyonlarına dayalı olarak bölgedeki genel kirlilik seviyesini belirlemeye yardımcı olur. PLI değeri 1'e yakınsa, kirlilik seviyesi kabul edilebilir düzeydedir. Ancak PLI değeri 1'den uzaklaştıkça, kirlilik seviyesi artar (Tomlinson vd. 1980).

Kirlilik Yük İndeksi (PLI) hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır:

$$PLI = \sqrt[n]{Cf_1 \times Cf_2 \times Cf_3 \times \dots \times Cf_n} \quad (4.4)$$

Burada $Cf_1, Cf_2, \dots, Cf_n$, hedef metallerin kontaminasyon faktörleridir ve n , hedef metallerin sayısıdır.

Formülde, her bir hedef metalin kontaminasyon faktörü (Cf), hedef metallerin konsantrasyonlarının referans noktalarına olan oranını temsil eder. Bu faktörlerin çarpımının, hedef metallerin sayısının köküne ($1/n$) yükseltilmesiyle PLI değeri elde edilir (Chakravarty ve Patgiri, 2009).

Çizelge 4.31. Kirlilik Yük İndeksi Sınıflaması

PLI Sınıflaması	Kirlenme Derecesi
$PLI < 1$	Kirlilik Yok
$PLI \geq 1$	Kirlilik Var

Çizelge 4.32. Demre Katı Atık Depolama Sahası Numunelerinin Kirlilik İndeksleri

	Cl	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As			
Lokasyon	Cf							Cd	mCd	PLI
D.Ö.1	59.41	.	0.46	2.99	.	2.86	.	65.72	16.43	3.92
D.Ö.2	.	.	.	.	.	.	.	0	0	0
D.Ö.3	60	.	.	.	.	.	.	60	60	60
D.Ö.4	6.24	.	.	.	.	.	.	6.24	6.24	6.24
D.Ö.5	13.47	.	.	.	.	.	.	13.47	13.47	13.47
D.Ö.6	196.47	1.93	0.22	.	.	.	.	198.62	66.21	4.35
D.Ö.7	141.18	.	.	.	.	.	.	141.18	141.18	141.18
D.Ö.8	1058.82	.	.	.	.	.	.	1058.82	1058.82	1058.82
D.Ö.9	358.82	.	.	.	.	.	.	358.82	358.82	358.82
D.Ö.10	1958.82	.	.	.	.	.	.	1958.82	1958.82	1958.82
D.Ö.11	534.12	5.59	0.73	7.01	4.52	5.58	6.34	563.89	80.56	8.18
D.Ö.12	160.59	11.24	6	40.25	28.40	42	45.80	334.27	47.75	30.37
D.Ö.13	46.35	.	.	.	.	.	.	46.35	46.35	46.35
D.Ö.14	100.59	.	.	.	.	.	.	100.59	100.59	100.59
D.Ö.15	882.35	.	.	.	.	.	.	882.35	882.35	882.35
D.Ö.16	333.53	.	.	.	.	.	.	333.53	333.53	333.53
D.Ö.17	513.53	12.59	5.70	27.63	12.42	12.67	23.50	608.03	86.86	23.33
D.Ö.18	611.76	16.59	7.34	31.38	21.40	27.67	11.20	727.34	103.91	28.56
D.Ö.19	101.18	.	.	.	.	.	.	101.18	101.18	101.18
D.Ö.20	61.76	.	.	.	.	.	.	61.76	61.76	61.76
D.Ö.21	97.06	.	.	.	.	.	.	97.06	97.06	97.06

Çizelge 4.31 de görüldüğü gibi bir katı atık depolama tesisi olan Demre Bölgesinden alınan numunelerde bütün incelediğimiz kirlilik indeksi ölçütlerinin tamamında çok yüksek derecede kirlilik görülmüştür.

B. Zenginleşme Faktörü (EF)

Zenginleşme Faktörü (Enrichment Factor – EF), bir bölgedeki antropojenik kökenli kirlilik derecesini, belirli bir elementin veya kirletici maddenin zenginleşme düzeyini değerlendirmek için kullanılan bir ölçüttür (Salomons ve Förstner 1984; Dickinson vd. 1996). EF, elementin veya kirletici maddenin incelenen bölgedeki konsantrasyonunu, Al veya Fe gibi referans bir değere (genellikle arka plan konsantrasyonu veya bir kabul edilebilir düzey) olan konsantrasyona bölerek hesaplanır (Ravichandran vd. 1995).

Zenginleşme Faktörü, özellikle çevresel kirlilik çalışmalarında ve mineralojik araştırmalarda kullanılır. EF, belirli bir elementin veya kirletici maddenin doğal olarak mevcut olduğu yerlere kıyasla başka bir yerde ne kadar biriktiğini veya arttığını belirlemek için kullanılır.

Demirin referans element olarak seçilmesi, çevresel kirlilik çalışmalarında ve mineralojik araştırmalarda kullanılan yaygın bir uygulamadır. Bu şekilde, diğer elementlerin konsantrasyonları demirin konsantrasyonuna göre değerlendirilir ve zenginleşme düzeyi belirlenir. EF hesaplamalarında demirin kullanılması, elementlerin

zenginleşme veya artma oranını daha net bir şekilde belirlemek ve farklı bölgelerdeki konsantrasyonları karşılaştırmak için standart bir referans sağlar (Pehlivan, 2017).

Buat-Menard ve Chessele (1979) tarafından bulunan Zenginleşme Faktörü (EF) ölçütü, matematiksel olarak aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$EF = \frac{\left(\frac{C_x}{Fe_x}\right)}{\left(\frac{C_b}{Fe_b}\right)} \quad (4.5)$$

Burada, C_x : Hedef elementin veya kirletici maddenin incelenen bölgedeki konsantrasyonu; Fe_x : Referans olarak seçilen Demirin arka plan konsantrasyonu; C_b : Hedef elementin veya kirletici maddenin referans bölgedeki konsantrasyonu (genellikle arka plan seviyesi); Fe_b : Referans olarak seçilen Demirin bölgedeki (genellikle arka plan) konsantrasyonunu ifade etmektedir. Sutherland (2000)'e göre kirlilik yük indeksi sınıflandırması aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.33. EF için Kirlilik Yük İndeksi Sınıflaması

EF Değeri	Kirlenme Derecesi
$EF < 2$	Az Zenginleşme
$2 \leq EF < 5$	Orta Zenginleşme
$5 \leq EF < 20$	Yüksek Zenginleşme
$20 \leq EF < 40$	Çok Yüksek Zenginleşme
$EF \geq 40$	Aşırı Zenginleşme

EF değerleri $0.5 \leq EF \leq 1.5$ aralığında ise doğal aşınma süreçlerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu aralıkta, elementlerin veya kirletici maddelerin konsantrasyonları genellikle doğal arka plan seviyelerine yakındır ve kirlilik düzeyi düşüktür. Bu durumda, elementlerin çevredeki doğal süreçlerle mobilize olabileceği ve çevredeki doğal aşınma süreçlerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Doğal aşınma süreçleri, çevresel faktörlerin etkisiyle yer kabuğundan çıkan elementlerin erozyon, rüzgar, su akışı, biyolojik aktiviteler vb. yoluyla taşınması ve yayılması süreçlerini içerir. Bu süreçler sonucunda, elementler doğal olarak çevreye yayılır ve belirli bir arka plan seviyesine ulaşır. Ancak, EF değerlerinin yalnızca $0.5 \leq EF \leq 1.5$ aralığında olması, kirlilik düzeyinin tamamen kabul edilebilir olduğu anlamına gelmez. EF değerleri sadece bir ölçüttür ve diğer faktörlerin de dikkate alınması gereklidir. Çevresel etkenler, insan faaliyetleri ve diğer kirlilik kaynakları da element konsantrasyonları üzerinde etkili olabilir. Dolayısıyla, EF değerleri, çevresel durumun bir parçası olarak kullanılmalı ve diğer verilerle birlikte değerlendirilmelidir (Zhang vd. 2007).

Çizelge 4.34. Demre Katı Atık Depolama Sahası Numunelerinin Zenginleşme Faktörü

	Cl	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As
Lokasyon	EF						
D.Ö.1	177,61	0.00	1,39	8,95	0.00	8,57	0.00
D.Ö.2	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.3	179,81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.4	18,71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.5	40,38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.6	587,34	5,77	0,65	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.7	421,11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.8	3164,57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.9	1069,73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.10	5856,78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.11	1605,73	16,69	2,20	21,09	13,54	16,75	19,06
D.Ö.12	482,41	33,71	18,02	120,75	85,16	125,90	137,58
D.Ö.13	138,65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.14	301,08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.15	2633,30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.16	999,87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.17	1531,10	37,66	17,00	83,00	37,31	38,00	70,07
D.Ö.18	1835,29	49,67	22,02	94,27	64,20	83,00	33,60
D.Ö.19	302,72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.20	185,20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.21	290,45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

C. Jeo-Birikim İndeksi (Igeo)

Jeobirikim (Igeo) indeksi, bir sedimanter materyaldeki bir elementin veya metalin konsantrasyonunu çevresel zemin örneklerine veya temel bir referansa göre derecelendirmek için kullanılan bir indekstir. Bu indeks, çevresel kirlilik seviyelerini değerlendirmek ve yeraltı suyu veya toprak kirliliği gibi çevresel riskleri belirlemek amacıyla kullanılır.

Jeobirikim indeksi (Igeo), Muller tarafından 1969 yılında geliştirilmiştir. İndeks, bir elementin zemin veya sedimanter materyaldeki konsantrasyonunu, normal veya arka plan değerlerine göre normalleştirir. Bu şekilde, çevresel konsantrasyon seviyeleri ve kirlilik düzeyleri arasındaki farklar belirlenebilir.

Jeobirikim (Igeo) indeksi aşağıdaki matematiksel formülle hesaplanır:

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{C_n}{B_n \times 1.5} \right) \quad (4.6)$$

Burada C_n , incelenen elementin konsantrasyonu (örneğin, ppm veya mg/kg cinsinden); B_n , arka plan veya referans elementinin konsantrasyonudur (örneğin, ppm veya mg/kg cinsinden). Litojenik etkiler sebebiyle B_n , 1.5 ile çarpılır (Muller 1969).

Igeo değeri negatif, sıfır veya pozitif olabilir. Negatif değerler düşük kirlilik

seviyelerini, sıfır değerler orta kirlilik seviyelerini ve pozitif değerler yüksek kirlilik seviyelerini temsil eder. Igeo değerlerinin artması, elementin kirlilik düzeyinin arttığını gösterir (Muller 1969).

Çizelge 4.35. Jeo-Birikim (Igeo) İndeksi Sınıflaması

Igeo Değeri	Igeo Sınıflaması	Kirlenme Derecesi
Igeo < 0	0	Kirlilik Yok
0 < Igeo < 1	1	Az Kirlilik
1 < Igeo < 2	2	Orta Kirlilik
2 < Igeo < 3	3	Kirlenmiş
3 < Igeo < 4	4	Yüksek Kirlilik
4 < Igeo < 5	5	Çok Yüksek Kirlilik
Igeo > 5	6	Aşırı Kirlilik

Çizelge 4.36. Demre Katı Atık Depolama Sahası Numunelerinin Jeo-Birikim İndeksi Değerleri

	Cl	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As
Lokasyon	Igeo						
D.Ö.1	20.12	0.00	29.34	13.63	0.00	13.91	0.00
D.Ö.2	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.3	20.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.4	16.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.5	17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.6	21.85	19.82	28.25	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.7	21.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.8	24.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.9	22.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.10	25.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.11	23.29	21.36	30.01	14.86	12.87	14.87	8.72
D.Ö.12	21.56	22.36	33.04	17.38	15.53	17.79	11.57
D.Ö.13	19.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.14	20.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.15	24.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.16	22.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.17	23.23	22.53	32.96	16.84	14.33	16.06	10.61
D.Ö.18	23.49	22.92	33.33	17.03	15.12	17.18	9.54
D.Ö.19	20.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.20	20.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.Ö.21	20.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

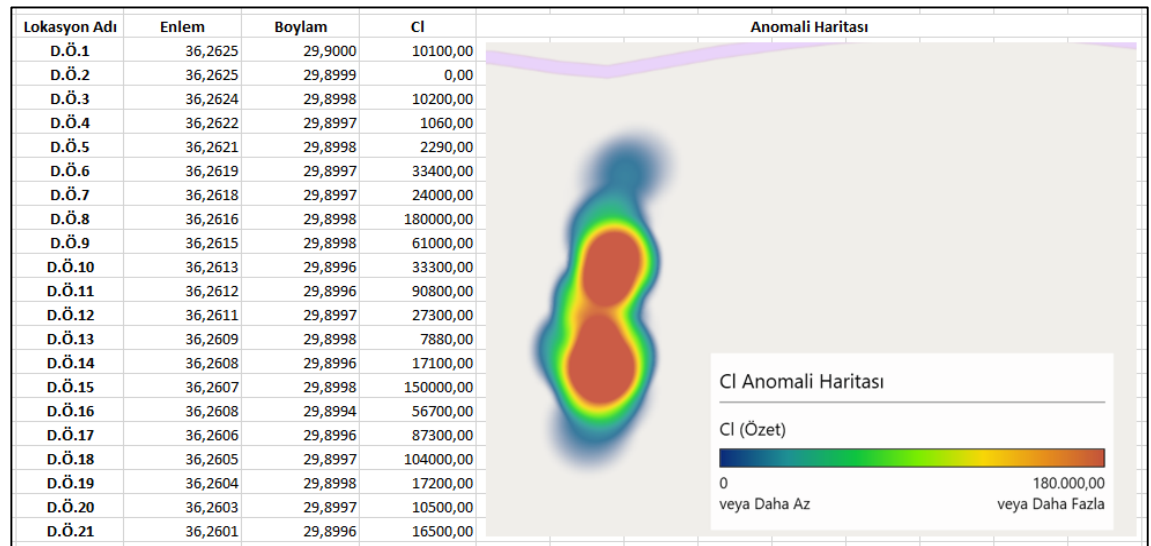
4.4.4. Ağır Metallerin Mekansal Analizi

Kriging yöntemi, mekansal değişkenler için doğrusal tarafsız bir tahmin sağlayan doğrusal bir interpolasyon tekniğidir (Huo vd. 2012). Ayrıca, ağır metaller gibi kirleticilerin haritalanmasında kullanılan bir interpolasyon yöntemidir. Bu yöntem, veri noktaları arasındaki ilişkileri modellemek ve daha sonra noktalar arasındaki boşlukları doldurmak için istatistiksel bir yaklaşım kullanır. Kriging yöntemi, coğrafi verilerin düzgün bir şekilde dağıldığı ve belirli bir modelin altında yatan düzenlilikleri olduğu durumlarda etkili bir şekilde çalışır (Şener 2017).

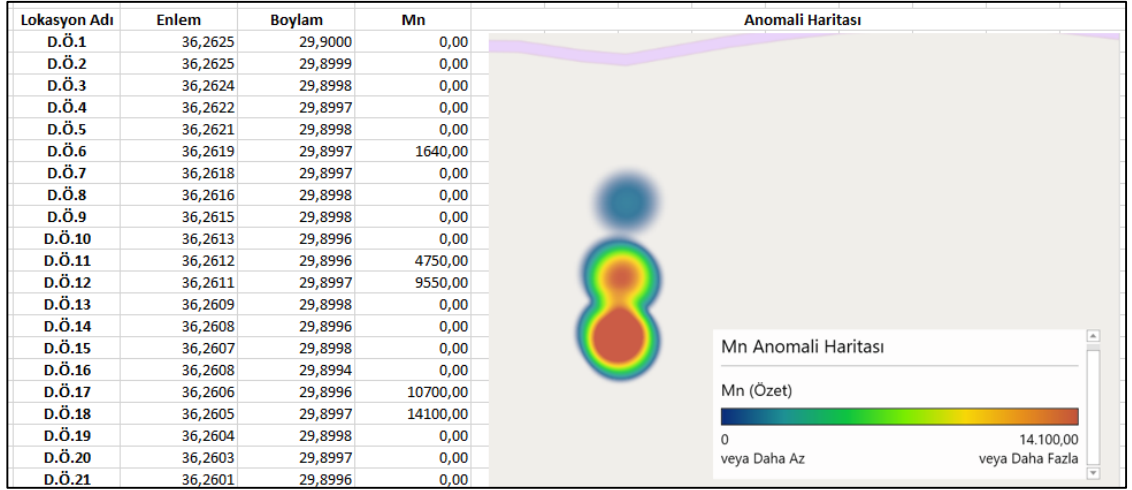
Kriging'in çalışma prensibi, veri noktalarının arasındaki mekansal ilişkileri modellemek için değişken kovaryans matrisini kullanmaktır. Bu matris, noktalar arasındaki mesafelere dayanan korelasyon değerlerini içerir. Kriging, noktalar arasındaki korelasyonu dikkate alarak bir noktanın değerini tahmin etmek için ağırlıklandırma yapar (Chen vd. 2016).

Kriging yöntemi, diğer interpolasyon yöntemlerinden ayıran birkaç önemli nokta mevcuttur. İlk olarak tahmin edilen noktanın en iyimser (en az varyanslı) tahminini yapmaya çalışır. Diğer bir deyişle, kriging tahmini, tahmin hatasını en aza indirmek için en uygun ağırlıkları kullanır. Ayrıca noktalar arasındaki kovaryans matrisini kullanarak, veri noktaları arasındaki ilişkileri modellemek için daha fazla bilgiye sahiptir. Bu, diğer yöntemlerden daha iyi bir doğruluk sağlayabilir. Ancak, kriging yöntemi, veri noktalarının düzgün bir şekilde dağıldığı ve belirli bir mekansal düzenlilik olduğu durumlarda daha etkilidir. Eğer veri noktaları arasında belirli bir mekansal düzenlilik yoksa, diğer interpolasyon yöntemleri de değerlendirilmelidir (Şener 2017).

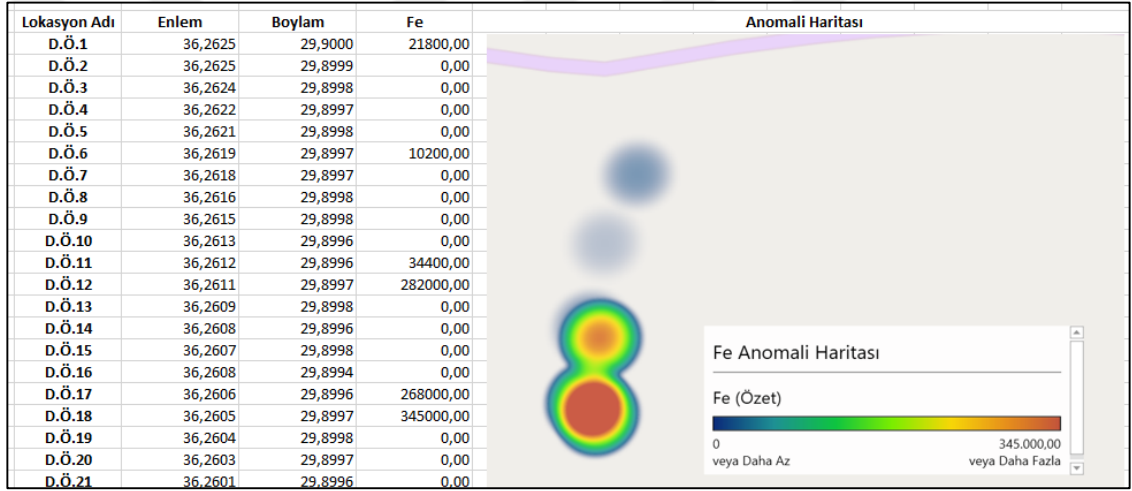
Buna göre aşağıda çalışmamızdaki bazı element ve bileşiklere ait mekânsal anomali haritaları aşağıdaki gibidir.



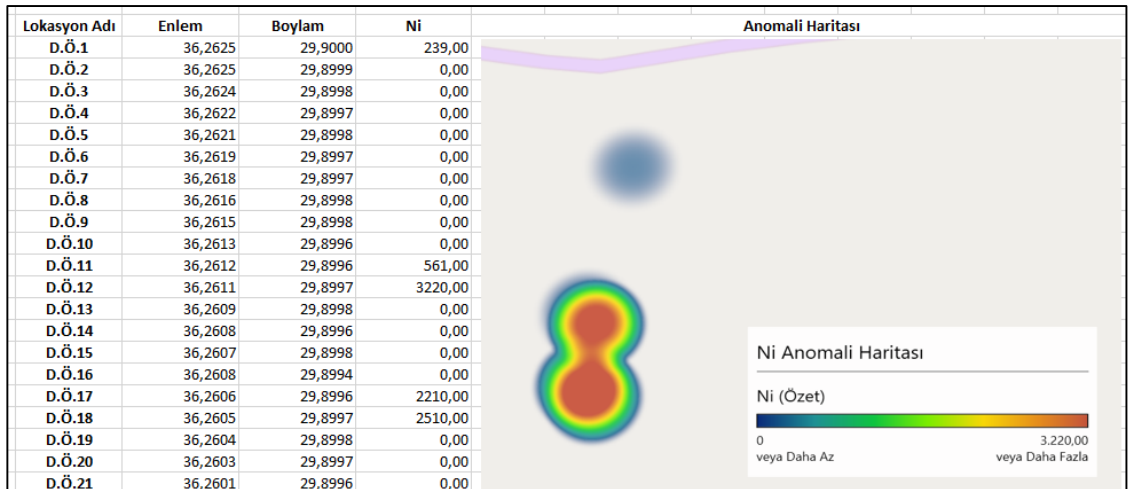
Şekil 4.8. CI için Anomali Haritası



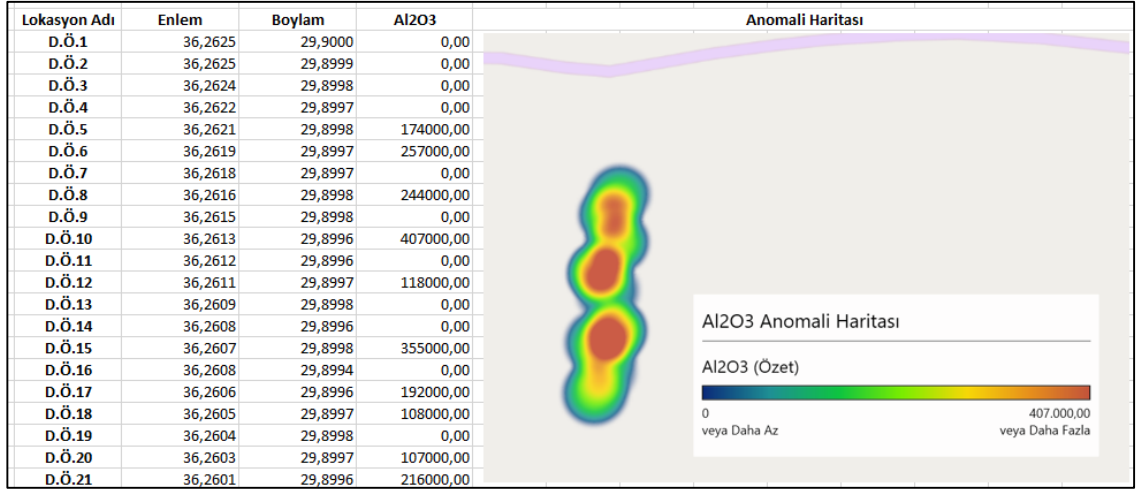
Şekil 4.9. Mn için Anomali Haritası



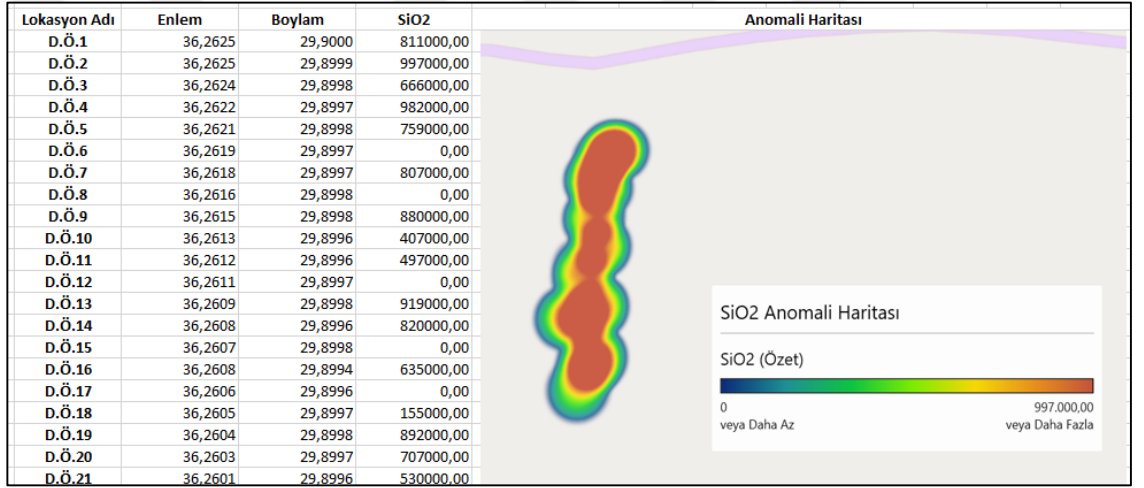
Şekil 4.10. Fe için Anomali Haritası



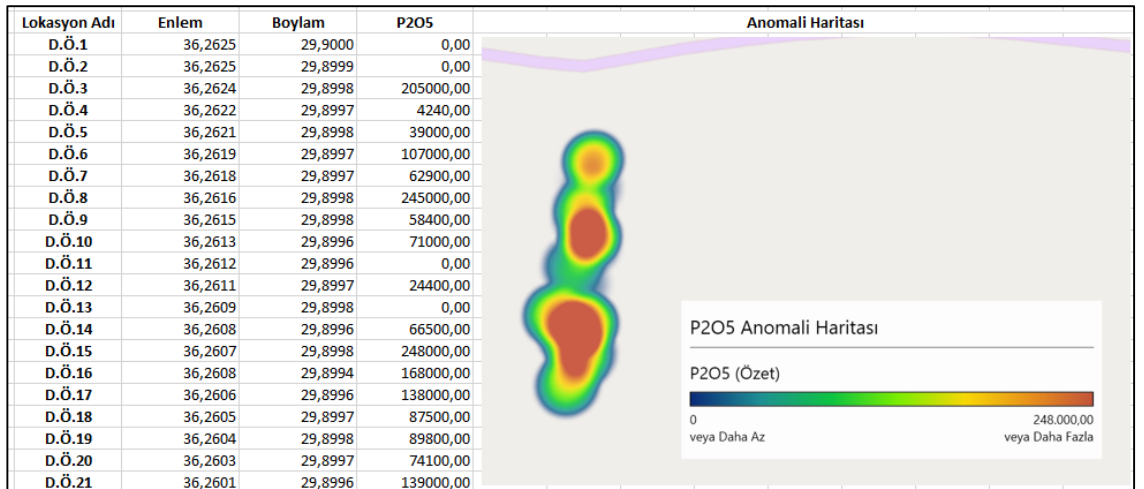
Şekil 4.11. Ni için Anomali Haritası



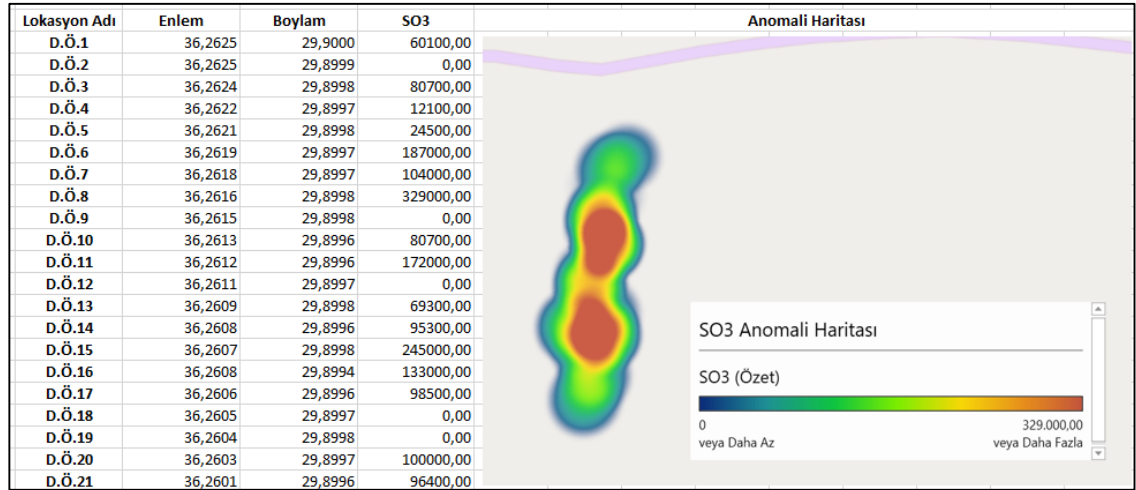
Şekil 4.12. Al2O3 için Anomali Haritası



Şekil 4.13. SiO2 için Anomali Haritası



Şekil 4.14. P2O5 için Anomali Haritası



Şekil 4.15. SO3 için Anomali Haritası

5. TARTIŞMA

Demre düzensiz katı atık depolama tesisine araştırmamız kapsamında yaptığımız ziyaret esnasında toplamda 21 farklı lokasyondan aldığımız numuneler ile çalışmamızı kimyasal ve istatistiksel analizler ile tamamladık. Buna göre elde ettiğimiz bulguları detayları ile ifade etmemiz, çalışmamızın literatüre katkı yapması ve yeni yol gösterici tartışmalara ön açması sebebiyle verimli olacaktır.

İlk olarak 21 farklı lokasyon, bölgeyi tam temsil edecek şekilde GPS yardımı ile tespit edilmiştir. Daha sonra her lokasyondan yeteri kadar numune alma işlemi gerçekleştirdik. Bu numuneleri kimyasal analiz süreçlerine tabi tuttuk. Sırasıyla bütün numuneleri oda sıcaklığında kurutma işlemi, kızdırma kaybı tespiti için kül analizi, dane boyu tespiti ve elek analizi için sediman yapısı incelemesi ve son olarak ağır metal anomali tespiti için XRF analizi kimyasal süreçlerini gerçekleştirdik. Dane boyu büyüklüklerine göre Wenworth skalası ile elimizdeki numunelerin parça, çakıl, kum, şeylden oluştuğu görülmüştür. XRF sonuçlarına göre hiçbir lokasyonda elde edilemeyen element ve bileşikler; V, Ge, Se, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sb, I, Cs, La, Ce, Pr, Nd, W, Hg, Tl, Bi, U, K₂O, Na₂O, Sc, Tc, Pm, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Tm ve Lu şeklindedir. Bölge lokasyonlarında en sıklıkla gözlemlenen element Cl dir. Ayrıca bazı bileşikler Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅ ve SO₃, genellikle her lokasyonda tespit edilmiştir.

İstatistiksel analiz süreçleri ise XRF kimyasal analiz ile elde edilen numunelere ait element ve bileşik içeriklerine göre SPSS ve STATA paket programları ile yapılmıştır. XRF sonuçlarına göre gözlem yapılamayan element ve bileşik sayısı yaklaşık 38 civarındadır. Diğer elde edilen elementler ve bileşiklerin numune alınan lokasyonlardaki bulunma miktarı bazı istatistiksel analizleri yapabilme imkanı vermemiştir. İlk olarak korelasyon analizi ile bölgedeki elementler ve bileşikler arasındaki karşılıklı ilişki incelenmiştir. Buna göre %95 güven düzeyinde aralarında anlamlı ilişki bulunan bazıları; çok yüksek pozitif ilişki bulunan Fe ve Mn, Fe ve Ni, Zn ve Ni, Y ve Rb elementleridir. Ayrıca Rb ve Ni, Sr ve Zn, Y ve Ni arasında da anlamlı yüksek pozitif ilişki tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak bileşik konsantrasyonlarına ait korelasyon analizi sonuçlarına göre %5 anlamlılık seviyesinde aralarında yüksek pozitif ilişki bulunan SO₃ ve P₂O₅ bileşikleridir. Ayrıca SO₃ ve SiO₂ arasında anlamlı negatif yönlü orta seviyede ilişki tespit edilmiştir. Bu durum bize SO₃ ün SiO₂ değerlerine negatif yönde etkilediğini bu durumun bir anomali oluşturabileceğini göstermektedir.

İncelenebilen bazı elementler Cl, Mn, Fe, Ni, Zn, Rb, Sr, Y ve Zr dir. Ayrıca yine yeteri kadar gözlem büyüklüğüne sahip bileşiklerimiz Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅ ve SO₃ tür. Bu örneklerin faktör analizi sonuçlarına göre elementler için KMO küresellik testi sonuçları kimyasal analiz sonucu ile elde edilen veri sayısının yeterli olmadığı, bölgede bu elementlerden yeteri kadar ölçülmediği sonucunu vermiştir. Ancak bileşikler için faktör analizi sonuçları KMO değeri ile ölçülebilir düzeydedir. Buna göre bu bileşikleri 2 temel faktör ile açıklayabiliriz. 2 faktörlü kimyasal yapı konsantrasyonu %92 oranında açıklayabilmektedir. Bu faktörler komponent matrise göre {P₂O₅, SO₃, Al₂O₃} ve {P₂O₅, SO₃} rotated komponent matrise göre ise {SO₃, P₂O₅} ve {Al₂O₃} ikili bileşiklerinden oluşmaktadır. Rotated komponent matris faktör skorlarını birbirinden daha az farklı olacak şekilde matris dönüşüm işlemi gerçekleştirmiştir. Dönüştürme metodu olarak varimax tercih edilmiştir. Bölgeden alınan numunelerden %92 oranında konsantrasyonu temsil etme gücüne sahip etken bileşikler P₂O₅ ve SO₃ olarak

görülmektedir. Element kimyasal analiz sonuçları gözlem büyüklüğü açısından yeterli olmasa da hangi elementlerin bölgeyi temsil etme oranını görmek için faktör analizi sonuçları yine de elde edilmiştir. Komponent matrise göre {Mn, Fe, Ni, Zn, Rb, Sr, Y}; {Cl, Mn, Fe} ve {Rb, Zr} ve ayrıca, rotated komponent matrise göre ise {Ni, Zn, Rb, Sr, Y}; {Mn, Fe, Ni, Rb, Y} ve {Zr} üçlü komponent içeriğine sahip elementlerden oluşmaktadır. Burada temsil oranı 3 faktörlü yapı ile %100 ulaşabilmektedir. Bu faktörler içerisinde Mn, Fe, Ni dikkat çeken bazı ağır metallerdir. Ayrıca toksik elementler arasında bulunan Sr, Cl de bu 3 faktörlü yapı içerisinde kendini göstermektedir.

Kimyasal analiz süreçleri sonucunda gözlemlenen elementler ve bileşikler arasındaki tek yönlü ilişkiyi incelemek için regresyon analizi yapılmıştır. Demir (Fe), yerel jeolojiyi gösteren çok kararlı bir element olduğu için elementler için yapılan regresyon analizinde bağımlı değişken ve ayrıca bileşikler için yapılan regresyon analizinde ise difosfor pentaoksit (P₂O₅), bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Elementler için açıklayıcı değişkenler Zr, Cl, Mn ve bileşikler için kurulan modelde açıklayıcı değişkenler SiO₂ ve SO₃ olarak kullanılmıştır. İstatistiksel olarak temel varsayımları sağlamak için tanılayıcı testler model parametrelerine ve sonuçlarına göre elde edilmiştir. Elementler ve bileşikler için kurduğumuz her iki modelde istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Modellere ait ANOVA tablosundaki F değeri bu sonuçları gözlemleyebilmekteyiz. Ayrıca modelin açıklayıcı değişkenler açısından bağımlı değişkeni açıklama yüzdesi de bileşikler için % 44 ve elementler için % 99 olarak hesaplanmıştır. Bu durum bize bileşikler için numuneler arasındaki ilişkinin daha anlamlı bir değer olabilmesi için açıklayıcı değişken sayısının artması gerektiği göstermektedir. Ayrıca kurduğumuz lineer regresyon modeli temel varsayımlarımızı sağlamaktadır. Değişen varyans ve çoklu doğrusal bağlantı sorunu modellerimizde bulunmamaktadır. Buradan modele açıklayıcı değişken sokmanın her zaman doğru olmadığını, modele doğru değişkenin sokulması gerektiğini görmekteyiz.

Çalışmanın sonraki aşamasında kirlilik indeksleri hesaplanmıştır. Kontaminasyon faktörü, kontaminasyon derecesi ve modifiye edilmiş kontaminasyon derecesi ile Kirlilik Yük indeks değerleri her bir lokasyon için hesaplanmış ve kirlilik indekslerinin sınıflaması ölçütlerine göre her bir indeks için bölge çok yüksek seviye kirlilik değerlerinin çok üstünde sonuçlar vermiştir. Sadece ikinci bölge için XRF konsantrasyon değeri ölçülemediğinden dolayı sonuç elde edilememiştir. Daha sonra zenginleşme faktörü ve Jeobirikimsel indeks değerleri hesaplanmıştır. Bu sonuçlarda diğer indeks değerlerini doğrular niteliktedir. Sonuçlar gözlem değeri elde edilene bölgeye göre değişiklik gösterse de en üst düzey kirlilik sınıflarının genellikle üstüne çıktığı görülmektedir.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızın temel dayanak noktası düzensiz katı atık bölgelerindeki toprak yapısının ağır metal anomalilerinin büyük değişimler ortaya çıkardığı hipotezi olmuştur. Bu çalışmanın sonuçları itibariyle elde edilen bulgular bu hipotezi doğrular nitelikte çıkması beklentisiydi. Araştırma sonuçları gerek kimyasal gerek bu kimyasal analizleri tamamlayıcı istatistiksel analizler bakımından oldukça güçlü kanıtlar ortaya çıkarmamızı sağlamıştır.

Ağır metal elementleri grubunda yer alan ve bölgeden alınan numunelerde çıkması beklenen Fe, Zn, Ni, Mn ve As gibi elementler XRF sonuçlarına göre yüksek oranda bulunmaktadır. Bu durum literatürü destekler niteliktedir. Düzensiz depolama bölgeleri ve yakın lokasyondaki toprak yapısı mevcut depolama yönteminin vahşi olması ve bu düzensizliğin belirli bir süre devam etmesi sebebiyle ağır metal dengesizlikleri ve toksik element yapısının çok olmasına sebep olmaktadır. Düzensiz katı atık depolama tesislerinin çevresindeki toprak yapısında yüksek düzeyde Fe (demir), Zn (çinko), Ni (nikel), Mn (manganez) ve As (arsenik) gibi elementlerin bulunması, genellikle kirlenme ve çevresel etkilerin bir göstergesidir. Bu elementler, çeşitli endüstriyel faaliyetler, atık yönetimi süreçleri ve kimyasal kullanımı gibi insan etkinliklerinin sonucunda toprağa sızabilir. Fe (demir), düşük pH değerlerinde daha çözünür hale gelir ve asidik koşullarda atık depolama tesislerinden sızabilir. Aşırı düzeyde demir toprakta bitki gelişimini olumsuz etkileyebilir ve kırmızımsı renkli lekelerle neden olabilir. Zn (çinko), endüstriyel faaliyetler ve atık sular yoluyla toprağa karışabilir. Yüksek düzeylerde çinko bitki büyümesini engelleyebilir ve toprakta toksisiteye neden olabilir. Ni (nikel), metal endüstrisinde kullanılan ve atıklarda bulunan bir elementtir. Nikel, uzun süreli maruziyet durumunda toprakta birikerek bitki büyümesini etkileyebilir ve toksik etkilere yol açabilir. Mn (manganez), doğal olarak toprakta bulunan bir elementtir, ancak insan etkinlikleri ve atık depolama tesisleri gibi faktörlerle artabilir. Yüksek düzeylerde manganez bitki büyümesini etkileyebilir ve toksisiteye neden olabilir. As (arsenik), bazı endüstriyel süreçlerin yanı sıra tarımda kullanılan pestisitlerden ve odun koruma ürünlerinden kaynaklanabilir. Arsenik, toprakta birikerek bitki gelişimini olumsuz etkileyebilir ve ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir.

Bizim çalışmamızda sediman yapısı, elek analizi sonuçlarıyla alınan numunelerin Wentworth skalasına göre parça, çakıl, kum ve şeylden oluştuğunu göstermektedir.

İstatistiksel analiz sonuçları açısından ise değişkenler arası ilişki tespiti için korelasyon analizi, çok değişkenli istatistiksel analizde fazla parametre sorunundan kurtulmak ve bölgeyi en güçlü olarak hangi değişkenler ile temsil edebilmek için faktör analizi, aynı zamanda bölgedeki elementler ve bileşikler açısından tek yönlü ilişki analizi için regresyon analizi tercih ettik. Buna bağlı olarak modelde XRF kimyasal analiz sonuçları ile elde edilen konsantrasyon gözlemleri bölgedeki bulguların daha fazla ifade edebilmesi açısından tekrar testlere ihtiyaç duyulmaktadır. Faktör Analizi sonuçları tekrar hatırlamak gerekirse, bileşikler için bu lokasyonlardan elde edilen numunelerin XRF konsantrasyon sonuçları ile elde edilen analize göre 2 faktörlü gruplar lokasyonların jeokimyasal yapısını açıklamakta %92 oranında başarılıdır. Ayrıca elementler için 3 faktörlü kimyasal yapı konsantrasyonunu neredeyse %100 oranında açıklayabilmektedir.

Özellikle regresyon analizi için tercih edilen elementler ağır metal anomalisine

sebebiyet veren elementler ile aynı olması tercih edilmiştir. Ayrıca modelin doğru kurulması ve istatistiksel olarak temel varsayımları sağlaması önemli bir noktadır. Çalışmamızda elementler ile bileşikler, istatistiksel olarak konsantrasyon verilerinde elde edilen gözlem büyüklüğü nedeniyle birlikte regresyon analizine tabi tutulmamıştır.

Bileşikler için oluşturduğumuz regresyon modelinde 0.002 anlamlılık değeri ile model bütünüyle anlamlıdır. Ek olarak modelin bağımlı değişkenimiz P2O5 i açıklama yüzdesi %44 tür. Çoklu doğrusal bağlantı sorunu kontrolü için yapılan VIF tanısıl testlerin sonucu 5'in altında 1,28 civarında bulunmuştur. Yine ayrıca değişen varyans probleminin varlığının kontrolü için yapılan White-Test sonucu kabul edilmiştir. Değişen varyans problemi modelimizde bulunmamaktadır.

Elementler için regresyon modelimiz 0.043 anlamlılık değeri ile bütünüyle anlamlıdır. Ayrıca modelin bağımlı değişkenimiz Fe'yi açıklama yüzdesi %99 dur. Çoklu doğrusal bağlantı sorunu kontrolü için yapılan VIF tanısıl testlerin sonucu 5'in altında ortalama 1,50 bulunmuştur. Yine ayrıca değişen varyans probleminin varlığının kontrolü için yapılan White-Test sonucu yokluk hipotezimiz kabul edilmiştir. Değişen varyans problemi modelimizde bulunmamaktadır.

Diğer değişkenler arasında kuvvetli çoklu doğrusal bağlantı problemi yaşanmıştır. Ayrıca bileşiklere ait regresyon analizi yapılırken karşılaşılan çoklu doğrusal bağlantı probleminin çözümü için dirençli tahminciler kullanılmıştır. Bütün analiz sonuçları ilk hipotezimizi, ağır metal anomalilerinin bölgeden alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar sonuçları açısından destekler niteliktedir. Daha açık bir ifade ile düzensiz katı atık depolama tesisi civarındaki toprak örnekleri çok yüksek düzeyde kirlilik ve toksik elementlerin fazlalığına dikkat çekmektedir. Bu sebeple analiz sonuçlarımıza göre durum tespiti yaparak, bu durumu ortaya çıkaran sebepleri ve çözüm önerilerimizi sunmamız gereklidir.

Bu tesislerin çevresindeki toprakların genellikle organik madde içeriğinin azaldığı, pH değerinin düşebildiği ve besin maddelerinin dengesinin bozulabileceği bilinmektedir. Ayrıca, toprak yapısında artmış metal ve toksik element düzeyleri, mikroorganizmaların aktivitesini etkileyebilir ve bitki büyümesini olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, atık depolama tesislerinin çevresindeki topraklarda su erozyonu, toprak kirliliği ve yeraltı suyu kirlenmesi gibi çevresel sorunlar da ortaya çıkabilir.

Eğer düzensiz katı atık depolama tesislerinin çevresindeki toprak yapısına ait kirlilik indekslerinin hepsi yüksek derecede kirlilik değerlerinin üzerinde bulunuyorsa, ciddi bir çevresel sorunla karşı karşıya olduğunuz anlamına gelir. Bu durumda araştırmamızın sonuçlarına göre bizim çözüm önerilerimiz aşağıdaki gibidir:

1) Atık yönetimi iyileştirmesi: Düzensiz atık depolama tesislerinin düzenlenmesi ve modernizasyonu için önlemler alınmalıdır. Atık yönetimi süreçleri, uygun arıtma ve bertaraf yöntemleriyle güçlendirilmelidir.

2) Temizleme ve iyileştirme çalışmaları: Kirlenmiş toprakların temizlenmesi için uygun temizleme yöntemleri uygulanmalıdır. Bu süreçte, topraktaki kirleticilerin çıkarılması veya etkisiz hale getirilmesi amaçlanmalıdır.

3) Rehabilitasyon ve restorasyon: Kirlenmiş bölgelerin ekolojik restorasyonu için önlemler alınmalıdır. Bitki örtüsünün yeniden oluşturulması, erozyonu önleyici tedbirlerin alınması ve toprak verimliliğini artırmak için uygun tedbirlerin uygulanması gerekmektedir.

4) Kontaminasyonun yayılımının önlenmesi: Kirlilik kaynaklarına müdahale edilerek kirlenmenin çevreye yayılması önlenmelidir. Sızıntıların kontrol altına alınması, yeraltı suyu kirlenmesini engellemek için önemlidir.

Kirlilik indeks değerlerinin yüksek olması, çevredeki toprak yapısının ciddi bir şekilde kirlendiğini gösterir. Bu indeksler, toprakta bulunan kirleticilerin yoğunluğunu, yayılımını ve potansiyel etkisini değerlendirmek için kullanılan ölçütlerdir. Yüksek kirlilik indeks değerleri, atık depolama tesislerinden kaynaklanan kirleticilerin toprağa nüfuz ettiğini ve çevreye zarar verdiğini gösterir. Bu kirleticiler bitki sağlığını olumsuz etkileyebilir, yeraltı suyu kirliliğine neden olabilir ve ekosistem dengesini bozabilir.

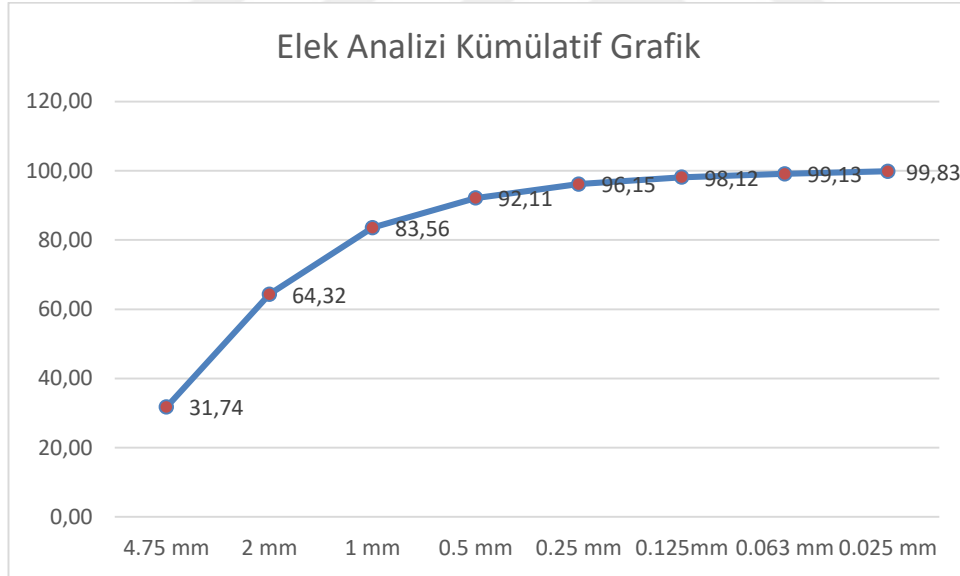
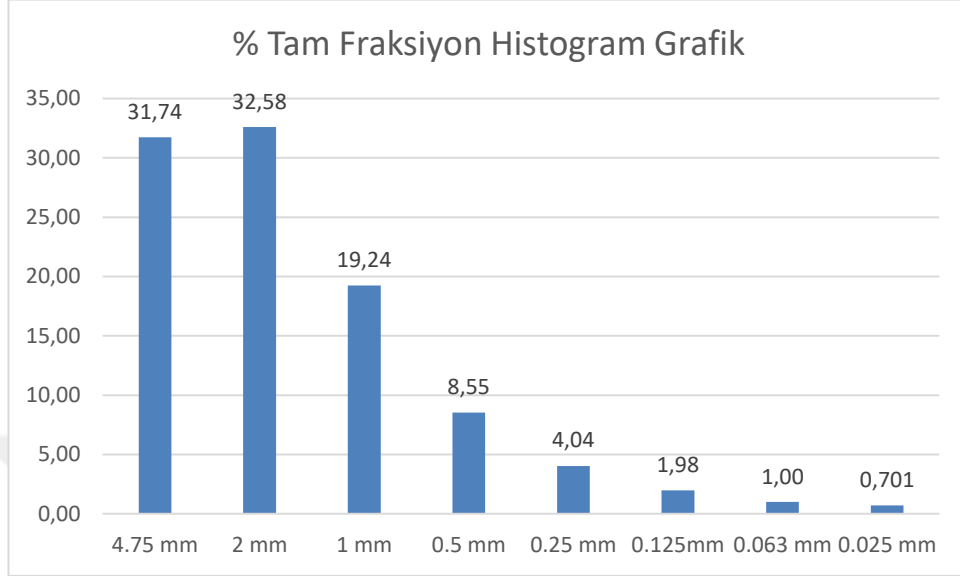
Bu tür bir kirlilikle başa çıkmak için, atık yönetimi, temizleme ve iyileştirme çalışmaları, restorasyon çabaları ve yayılımın önlenmesi gibi bütüncül bir yaklaşım gereklidir. Bu süreçler, çevresel yönetim kuruluşları, yerel otoriteler ve ilgili paydaşlar arasında iş birliğiyle yürütülmelidir. Ayrıca, gelecekteki atık oluşumunu azaltmak için sürdürülebilir atık yönetimi stratejilerinin uygulanması da önemlidir.

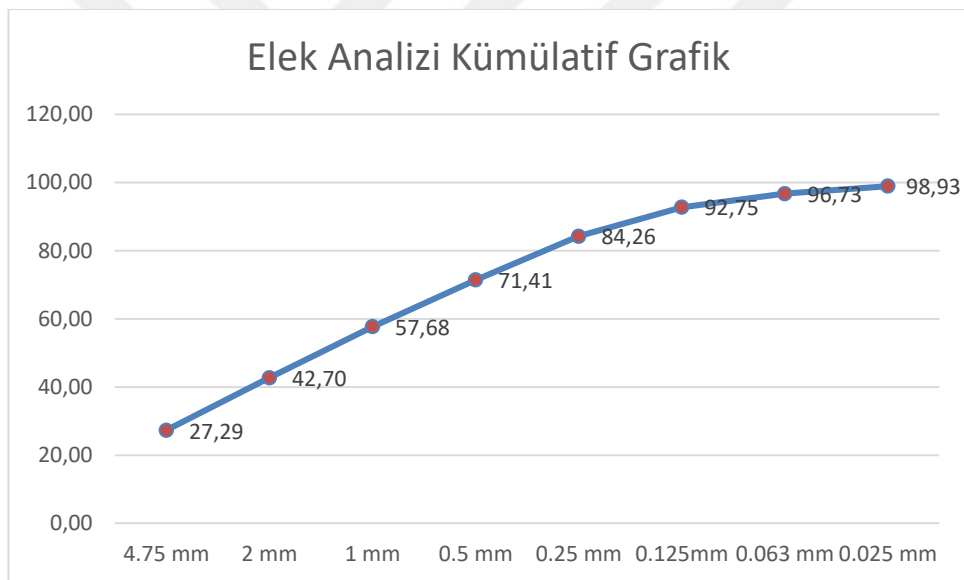
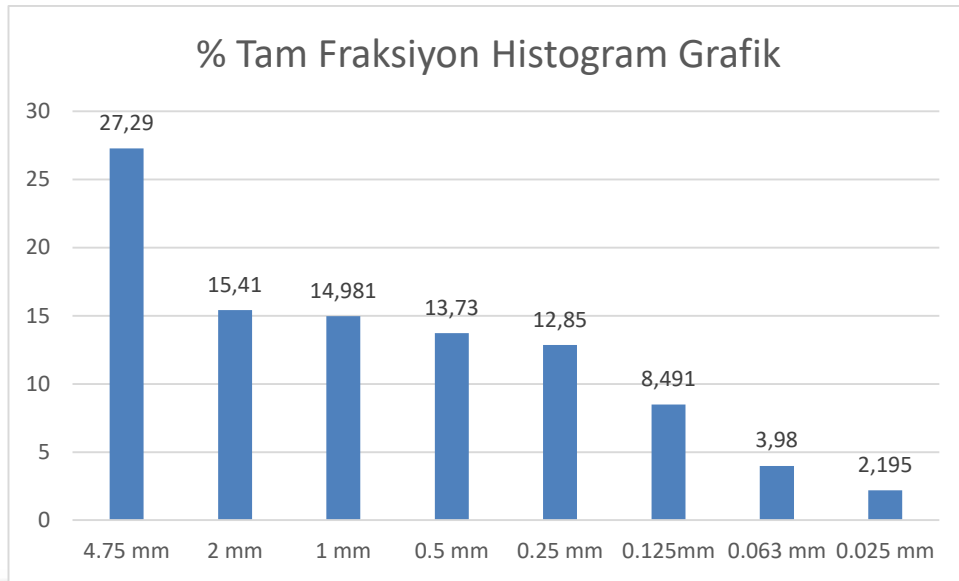
7. KAYNAKLAR

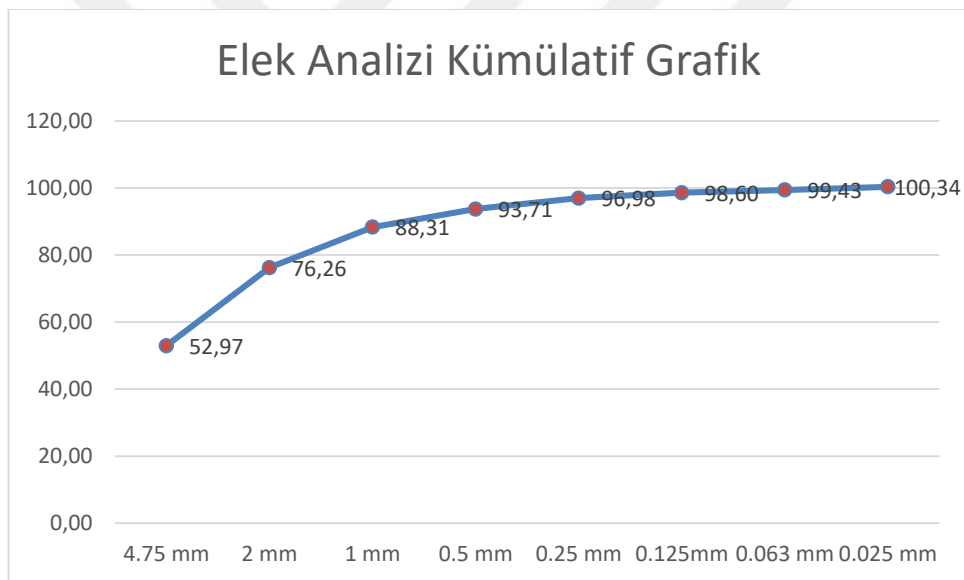
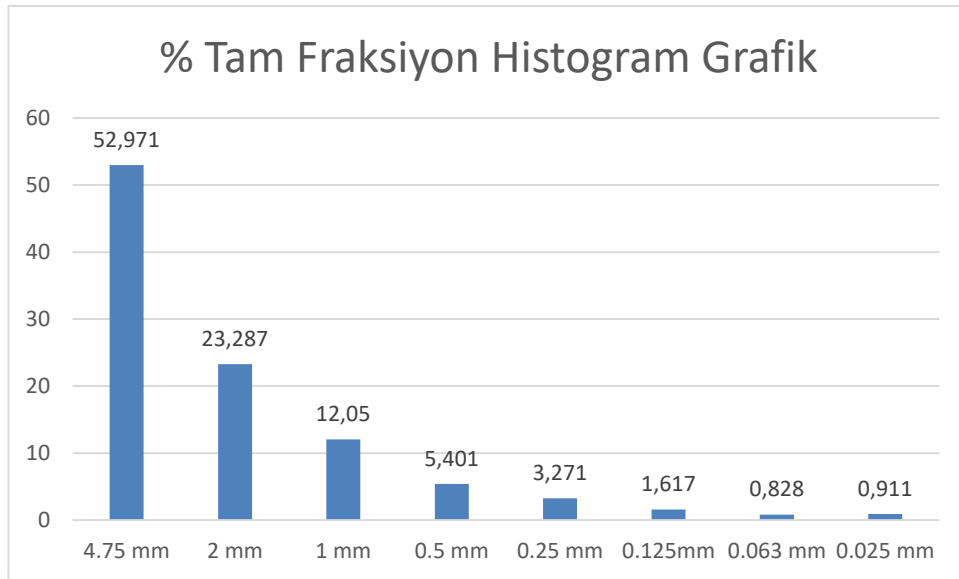
- Abraham, G. M. S., & Parker, R. J. 2008. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental monitoring and assessment*, 136(1-3): 227-238.
- Aksoy, R., & Aksarı, S. 2008. Elmalı (Antalya, Batı Toroslar) Kuzeyinde Likya Naplarının Jeolojisi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 23(2): 45-59.
- Atakoğlu, Ö. Ö., & Yalçın, 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* , vol.194, no.7.
- Buat-Menard, P., & Chesselet, R. 1979. Variable influence of the atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter. *Earth and Planetary Science Letters*, 42(3): 399-411.
- 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.
- Chen, T., Chang, Q., Liu, J., Clevers, J. G. P. W., & Kooistra, L. 2016. Identification of soil heavy metal sources and improvement in spatial mapping based on soil spectral information: A case study in northwest China. *Science of the total environment*, 565, 155-164.
- Darbaş, G., & Gül, M., 2017. Dalaman-Ortaca-Göcek (Muğla-GB Türkiye) Dolaylarının Stratigrafisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(4): 60-73.
- 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.
- Elmas, G., Seyitoğlu, G. Kazancı, N., Işık, V. 2019. Syn-sedimentary tectonic markings in the oligocene Datça-Kale-Acı Göl basin, Western Anatolia. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 160, 1-20.
- Hakanson, L. 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water research*, 14(8): 975-1001.
- <https://dokumhane.net/wp-content/uploads/2019/04/WI-8.2.4-05-Yanma-Kayb%C4%B1-Tayini-Talimat%C4%B1.pdf> , Erişim Tarihi: 22/01/2023.
- <https://www.bruker.com/en.html>, Erişim Tarihi: 22/01/2023.
- https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/100indexcdb_1.jpg, Erişim Tarihi: 14/11/2022.

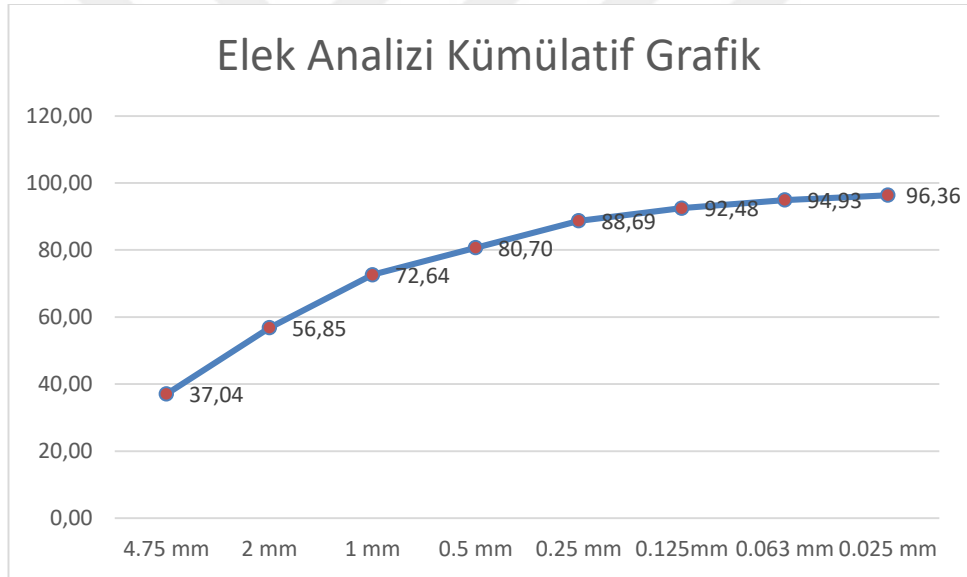
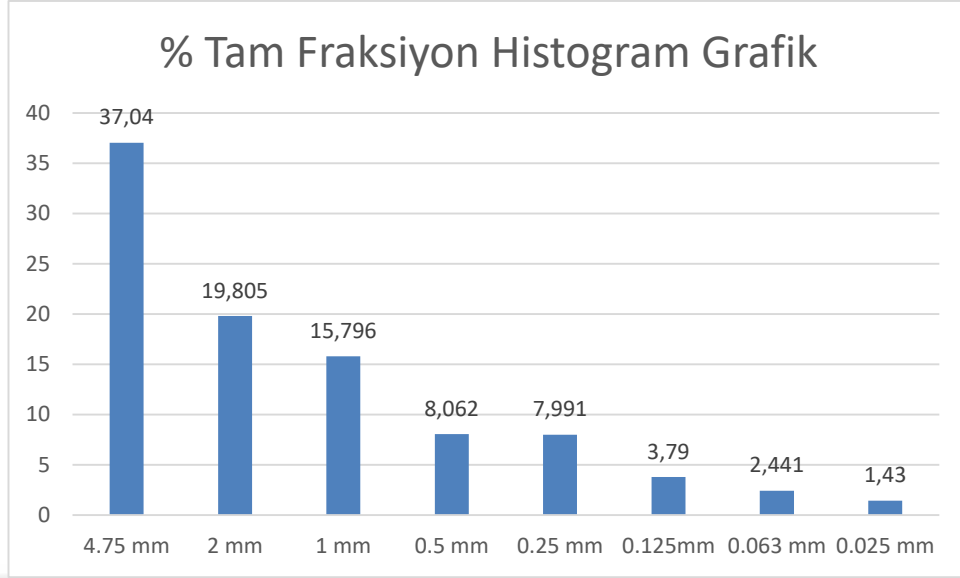
- Huo, X. N., Li, H., Sun, D. F., Zhou, L. D., & Li, B. G. 2012. Combining geostatistics with Moran's I analysis for mapping soil heavy metals in Beijing, China. *International journal of environmental research and public health*, 9(3): 995-1017.
- Kirch, W. (Ed.). 2008. *Encyclopedia of Public Health: Volume 1: A-H Volume 2: I-Z*. Springer Science & Business Media 127-128.
- Muller, G. 1969. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geojournal*, 2, 108-118.
- Özer Atakoğlu, Ö. ve Yalçın, M. G. 2022. Geostatistical analysis and spatial distribution map of geochemical contents of the Susuzdag Formation limestones. 28(6): 851-862
- Pehlivan, H. 2017. Marmara Denizi Güneyi (Kocasu Deltası) Sedimentlerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması.
- Poisson, A. 1977. Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie): Thèse d'Etat Univ. Paris-Sud (Orsay). 795 s. (Yayımlanmamış).
- 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.
- Reimann, C., Filzmoser, P., & Garrett, R. G. 2002. Factor analysis applied to regional geochemical data: problems and possibilities. *Applied geochemistry*, 17(3): 185-206.
- Salomons, W., & Förstner, U. 1984. Sediments and the transport of metals. *Metals in the Hydrocycle*, 63-98.
- Shi, C., Cao, J., Luo, B., Hu, W., Tan, X., & Tian, X. 2020. Major elements trace hydrocarbon sources in over-mature petroleum systems: Insights from the Sinian Sichuan Basin, China. *Precambrian Research*, 343, 105726: 1-23.
- Softa, M., & Karaman, M. E. 2011. Demre (Finike-Antalya) Dolayının Jeolojik, Tektonik Özellikleri ve Depremselliği. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu Çalıştayı (ATAG 15) Adana, Türkiye*, 19-22.
- Softa, M., Turan, M., & Sözbilir, H. 2018. Jeolojik, Arkeolojik ve Arkeosismolojik Veriler Işığında Myra Antik Kenti'nde Tarihsel Depremlere Ait Deformasyon Verileri, GB Anadolu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 61(1): 51-73.
- Sutherland, R. A. 2000. Bed sediment-associated trace metals in an urban stream, Oahu, Hawaii. *Environmental geology*, 39(6): 611-627.
- Şen, S. 2021. Antalya-Demre Mevcut durum Analizi, Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı, 25 s.

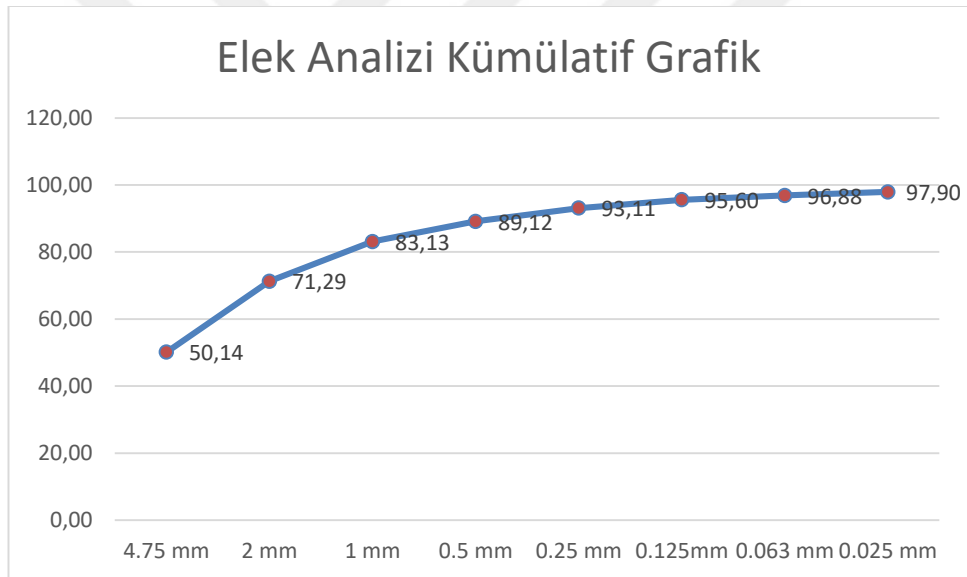
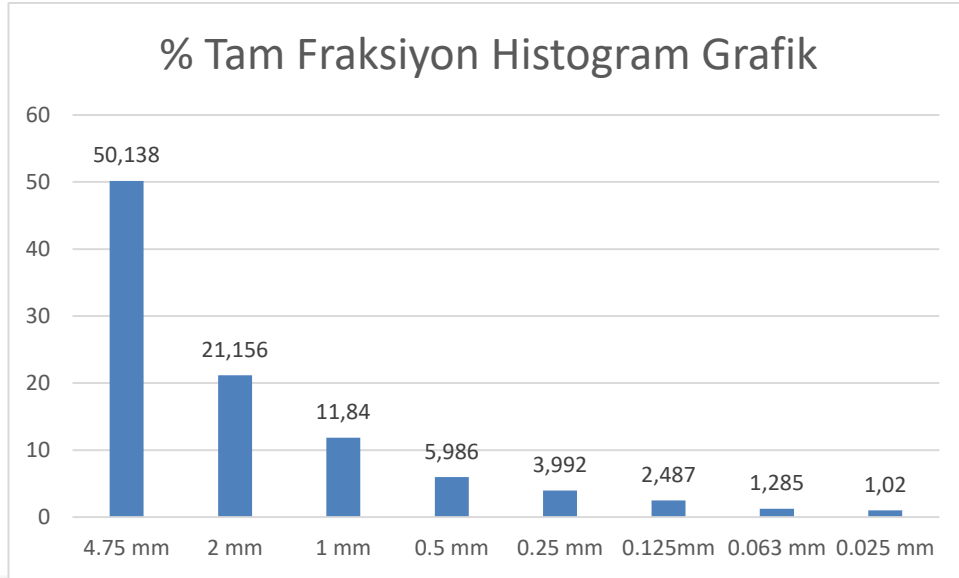
- Şener, G. G. 2017. Harran Ovası topraklarının bazı özelliklerinin jeoistatistiksel (kriging-method) yöntemle belirlenerek haritalanması/Determination and mapping of some soil properties of Harran Plain by geostatistic method (Kriging) (Doctoral dissertation).
- Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., & Jeffrey, D. W. 1980. Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgoländer meeresuntersuchungen*, 33(1): 566.
- Tumuklu, A., Sunkari, E. D., Yalcin, F., & Ozer Atakoglu, O. 2023. Data analysis of the Gumusler Dam Lake Reservoir soils using multivariate statistical methods (Nigde, Türkiye). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(5): 5391-5404.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The journal of geology*, 30(5): 377-392.
- Zhang, L., Ye, X., Feng, H., Jing, Y., Ouyang, T., Yu, X., et.al. 2007. Heavy Metal Contamination in Western Xiamen Bay Sediments and its Vicinity, China. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 974-982.

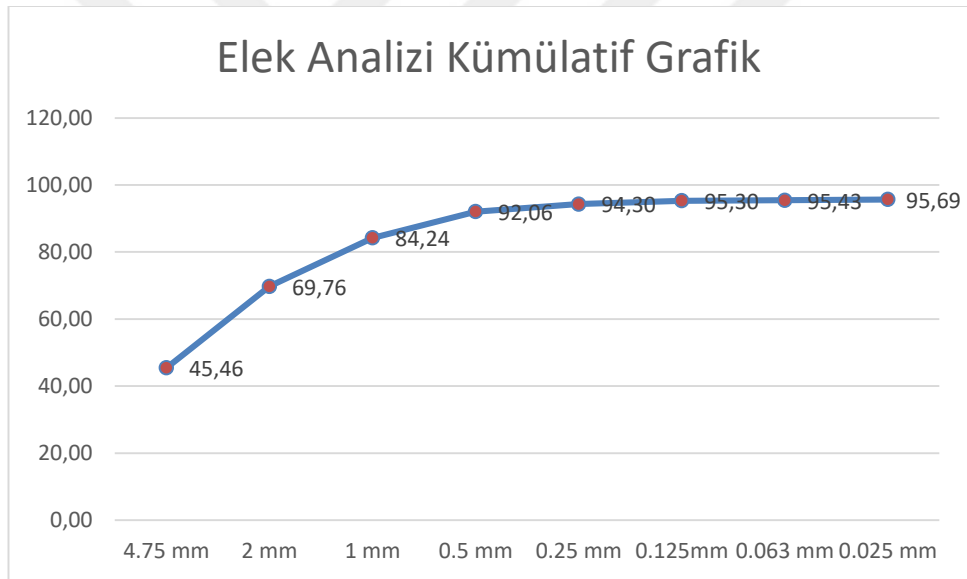
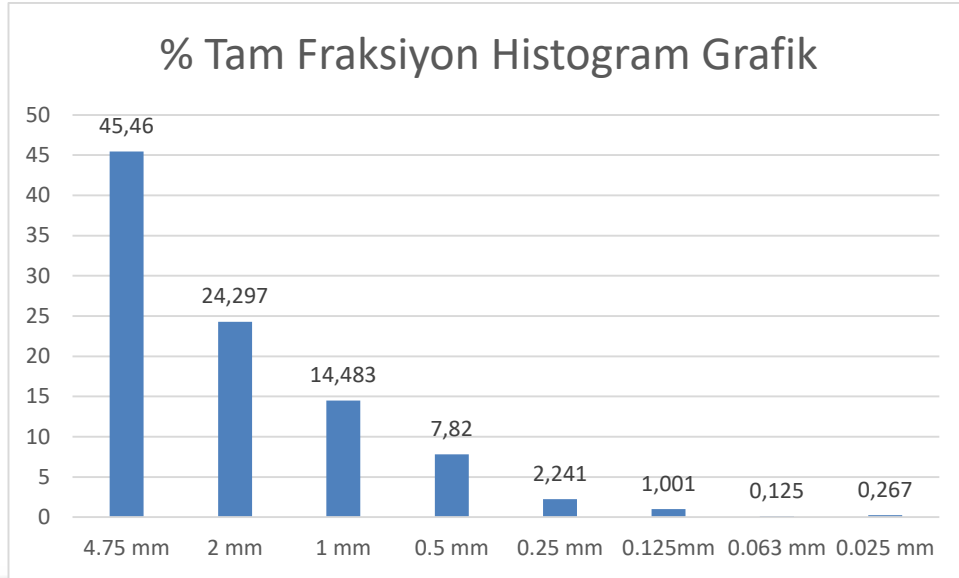
8. EKLER**Ek-1 Elek Analizi Grafikleri****D.Ö.1**

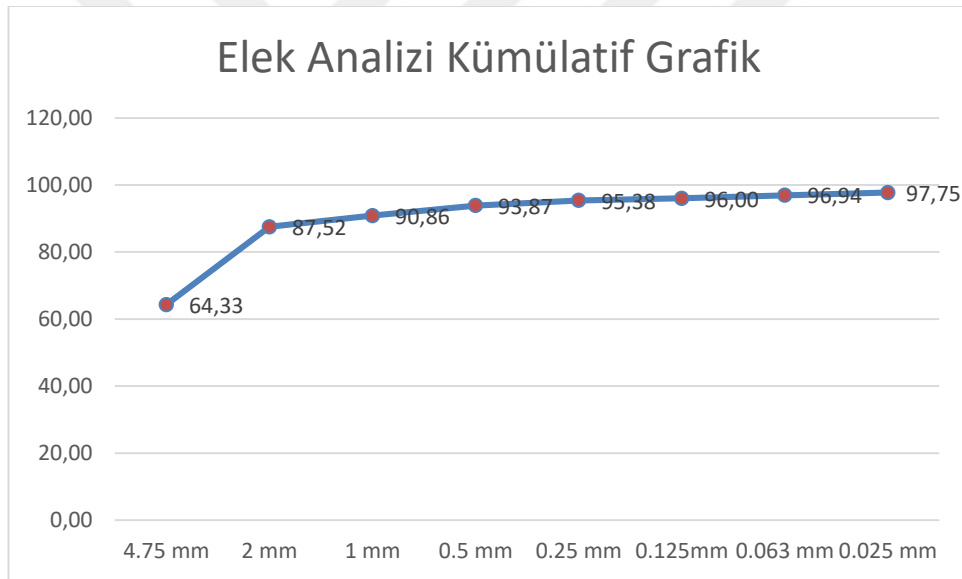
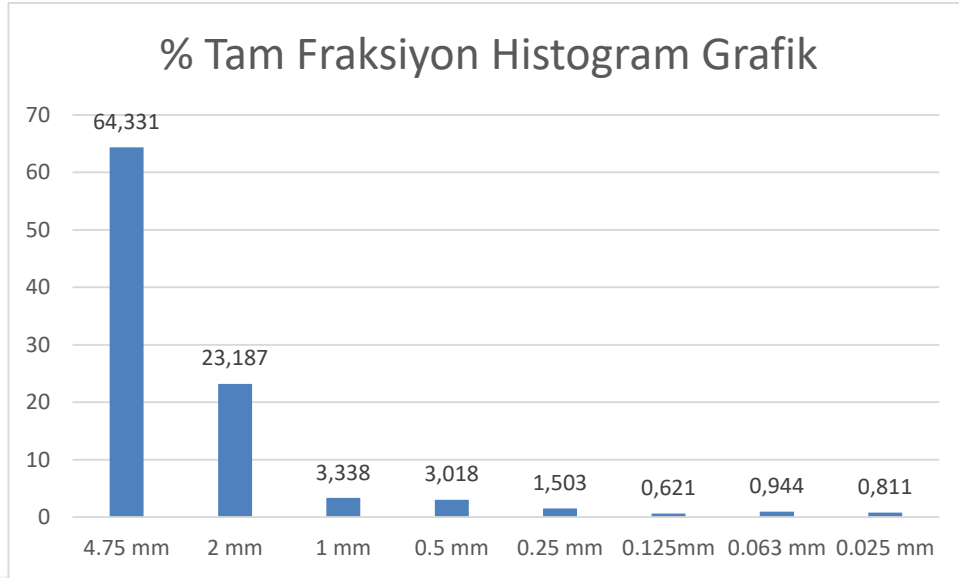
**D.Ö.2**

**D.Ö.3**

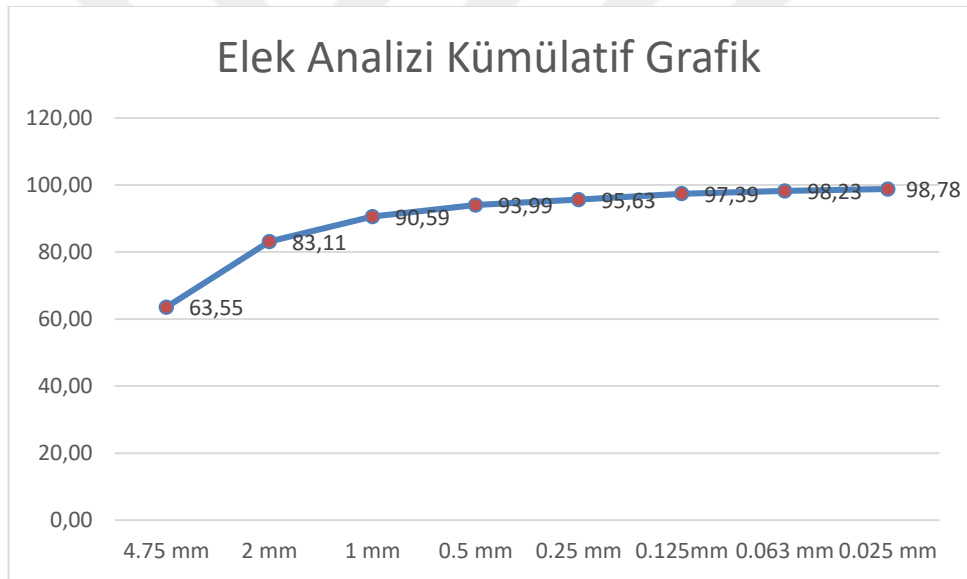
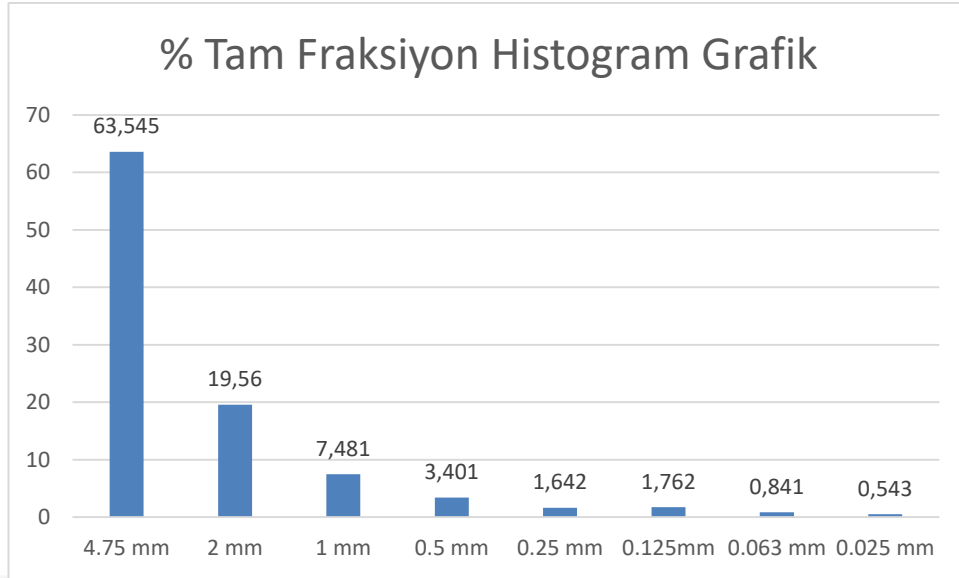
**D.Ö.4**

**D.Ö. 5**

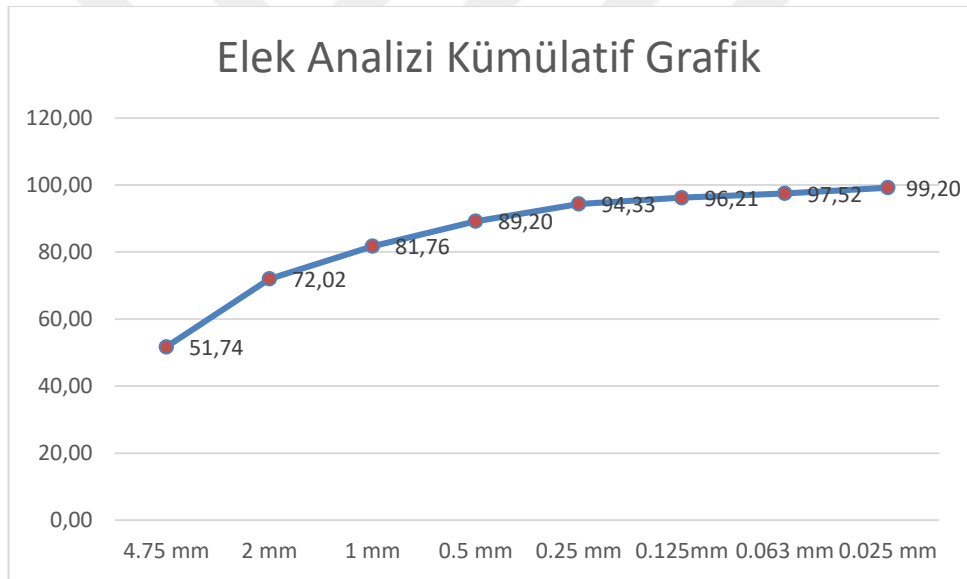
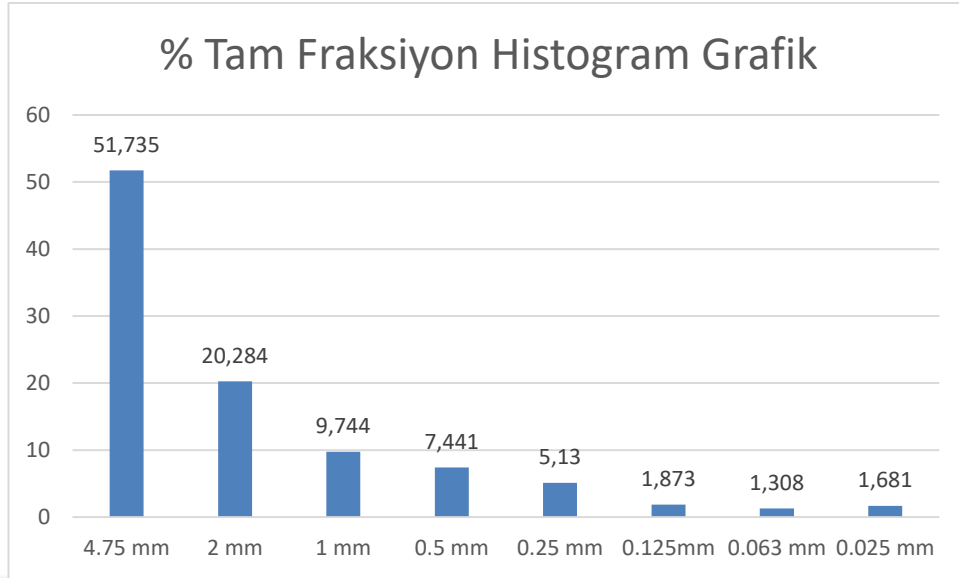
**D.Ö. 6**

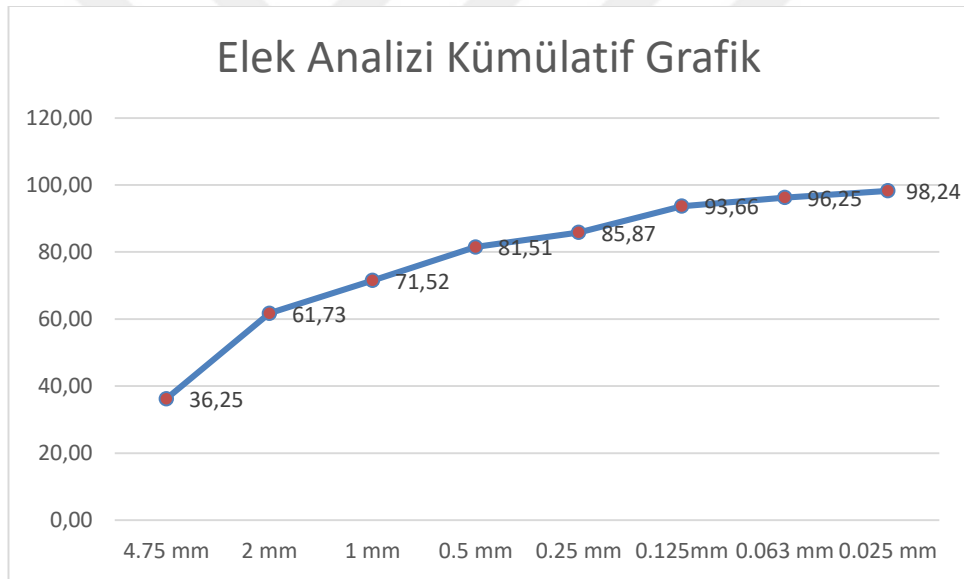
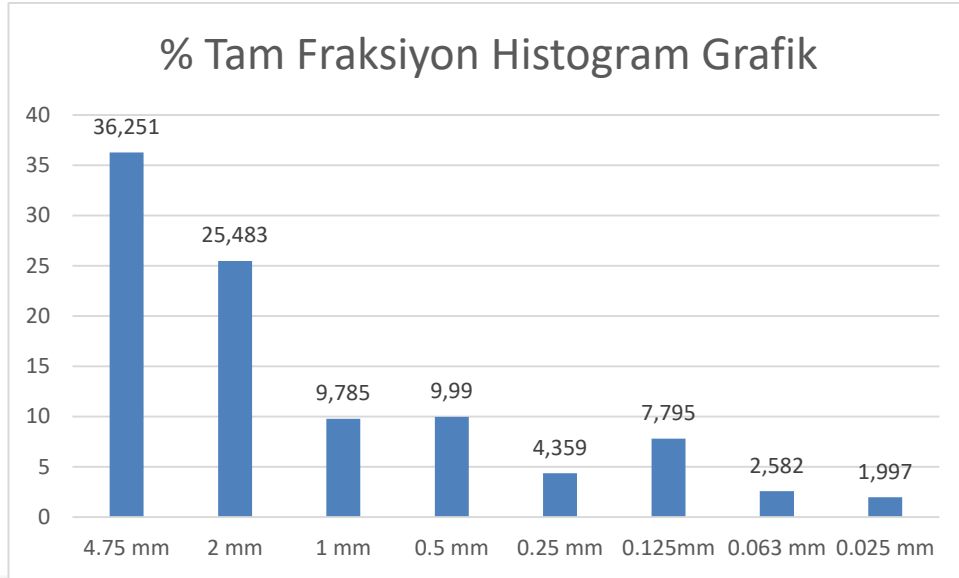


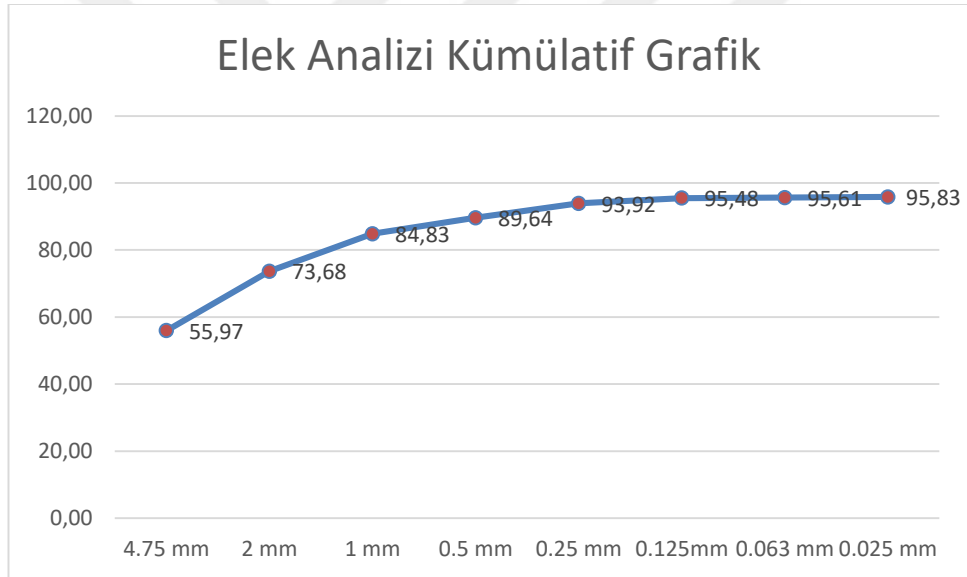
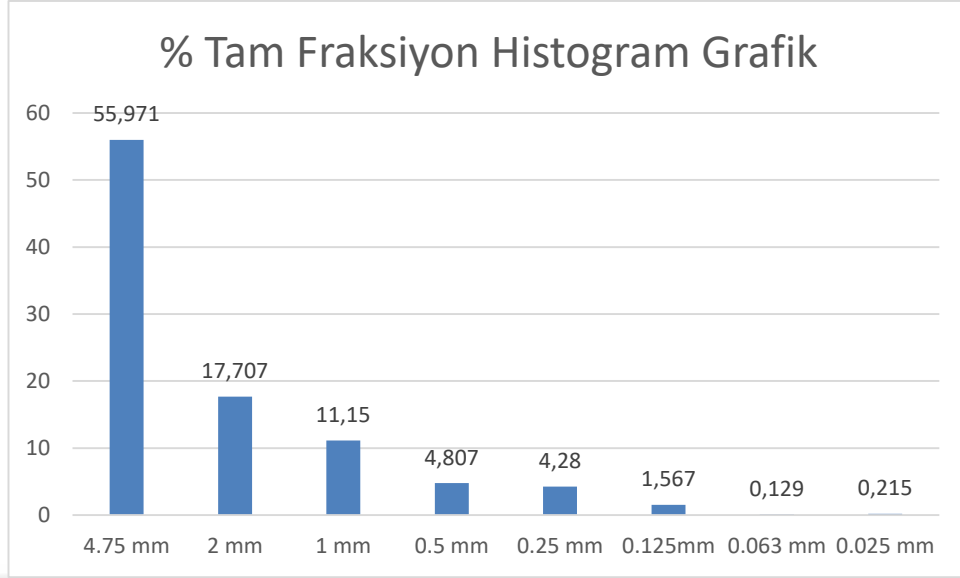
D.Ö. 7

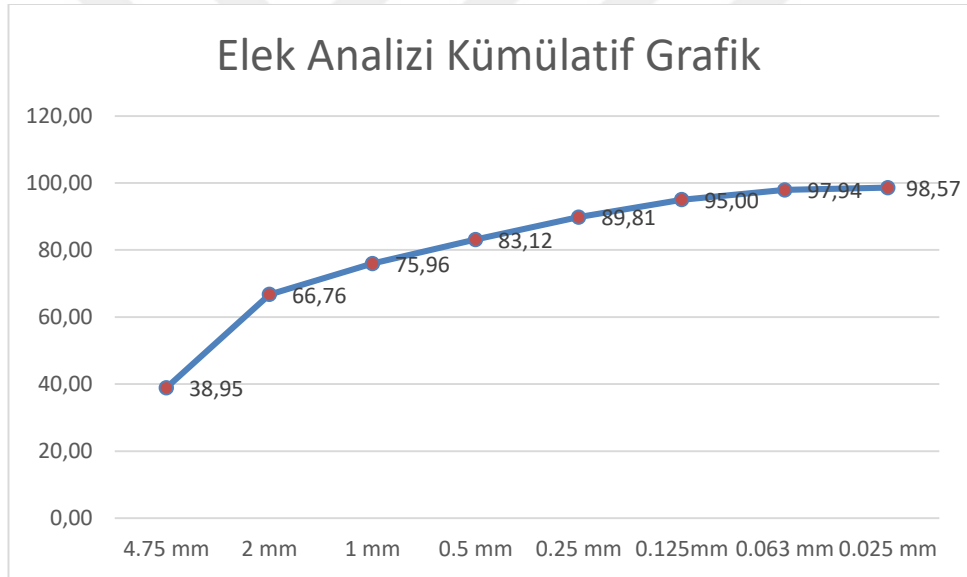
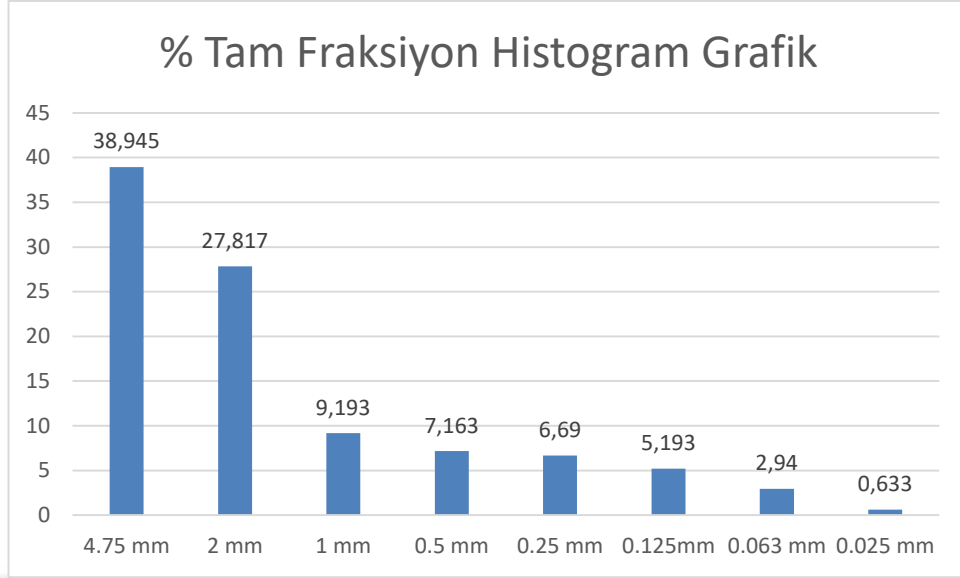


D.Ö. 8

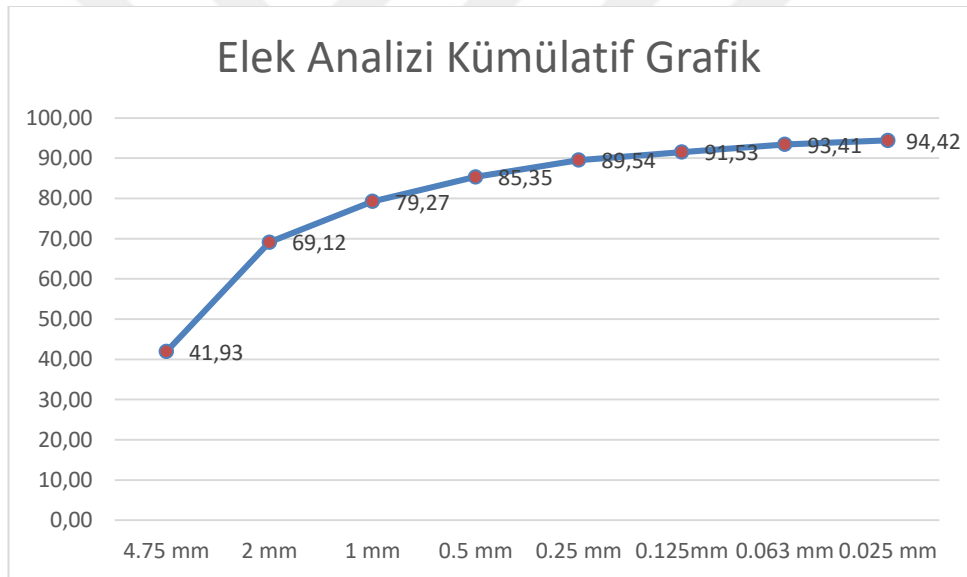
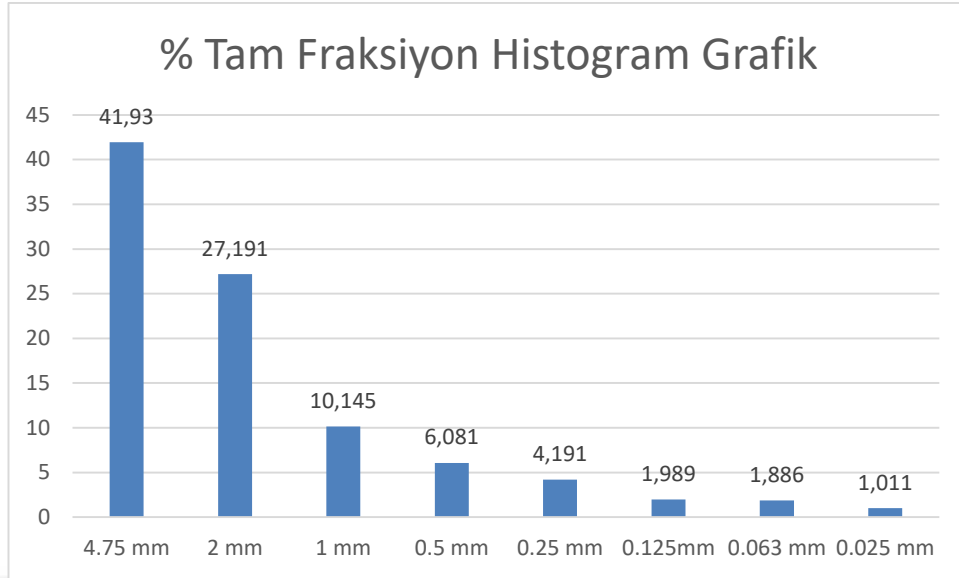
**D.Ö. 9**

**D.Ö. 10**

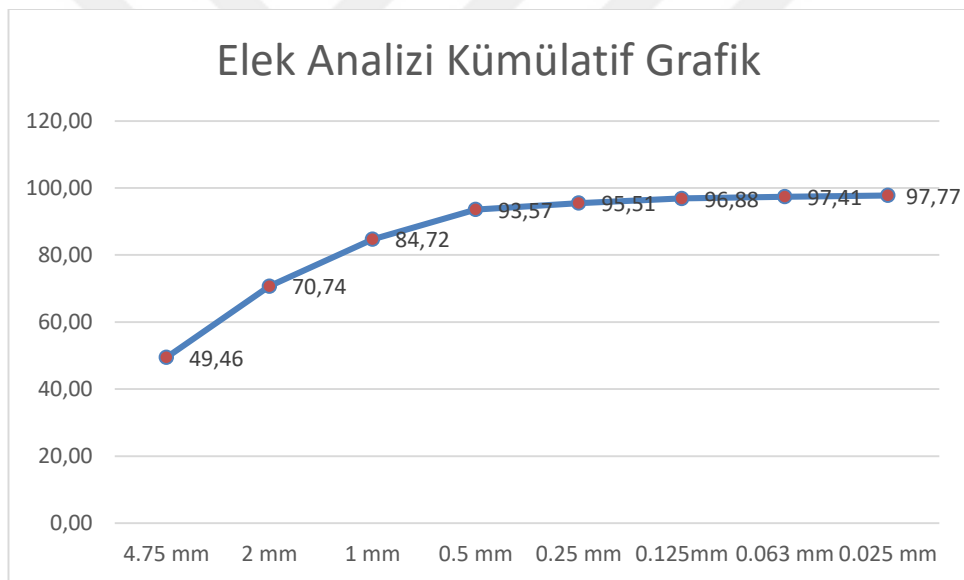
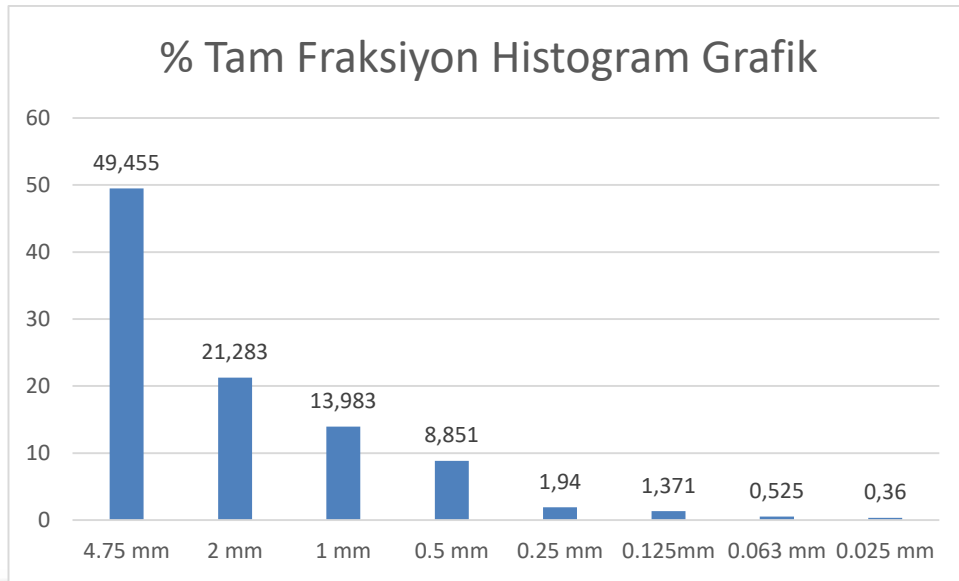
**D.Ö. 11**

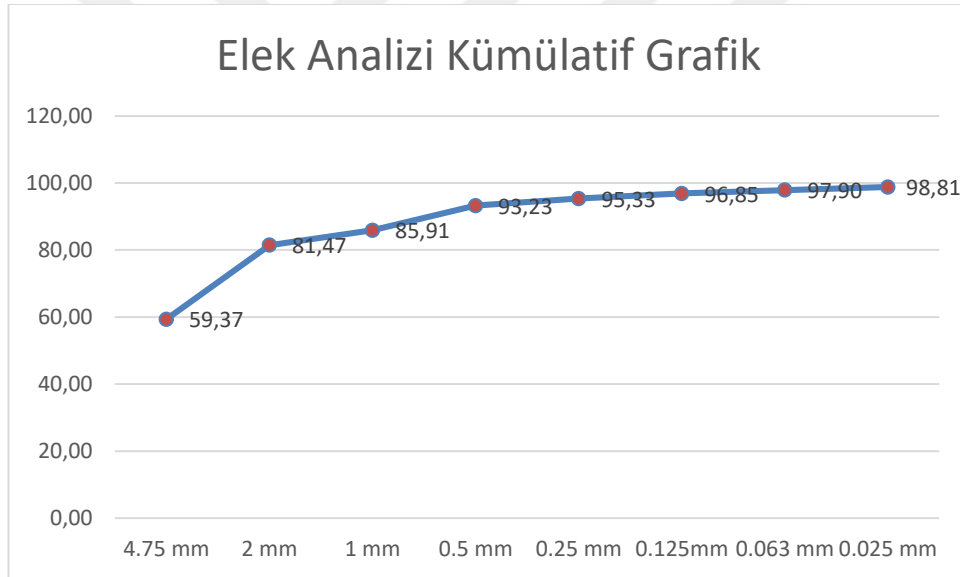
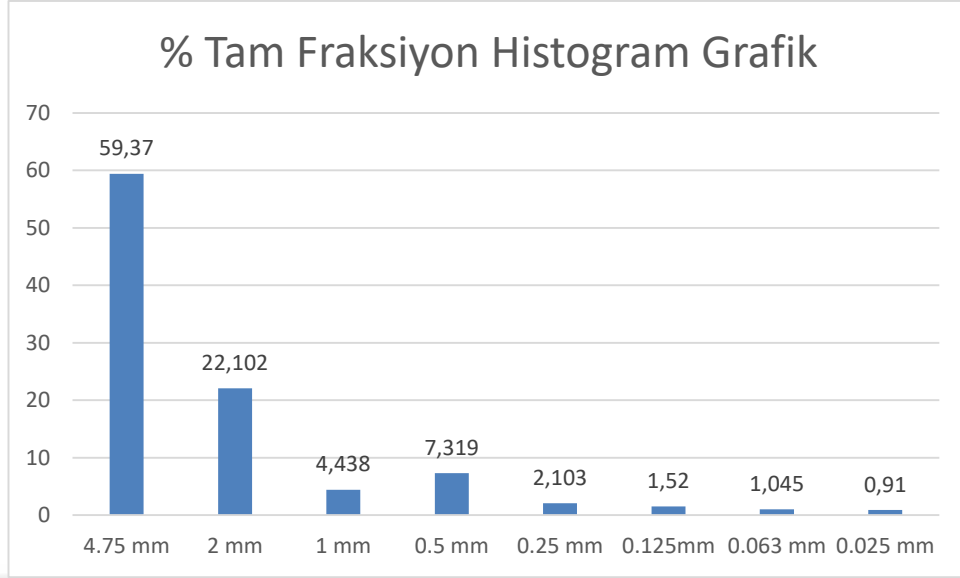


D.Ö. 12

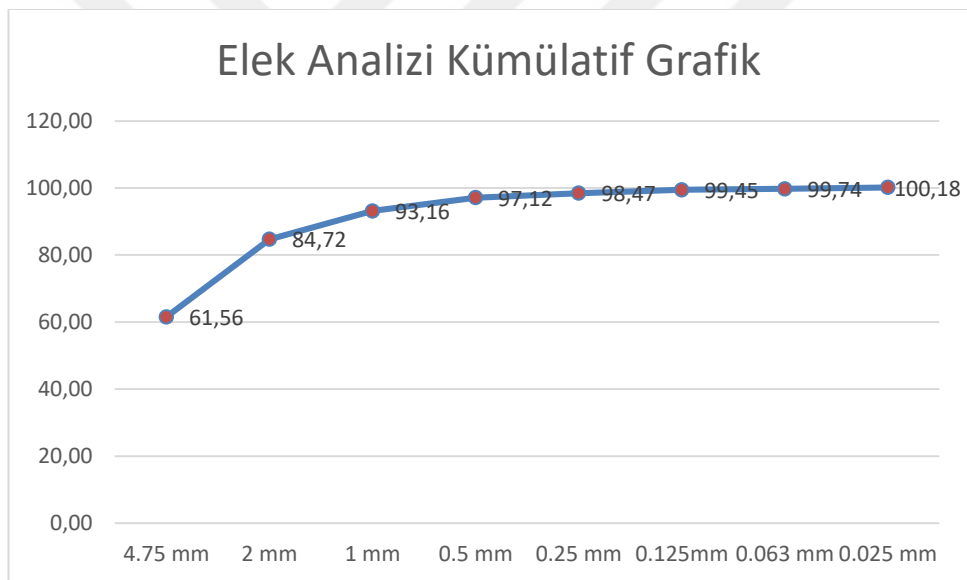
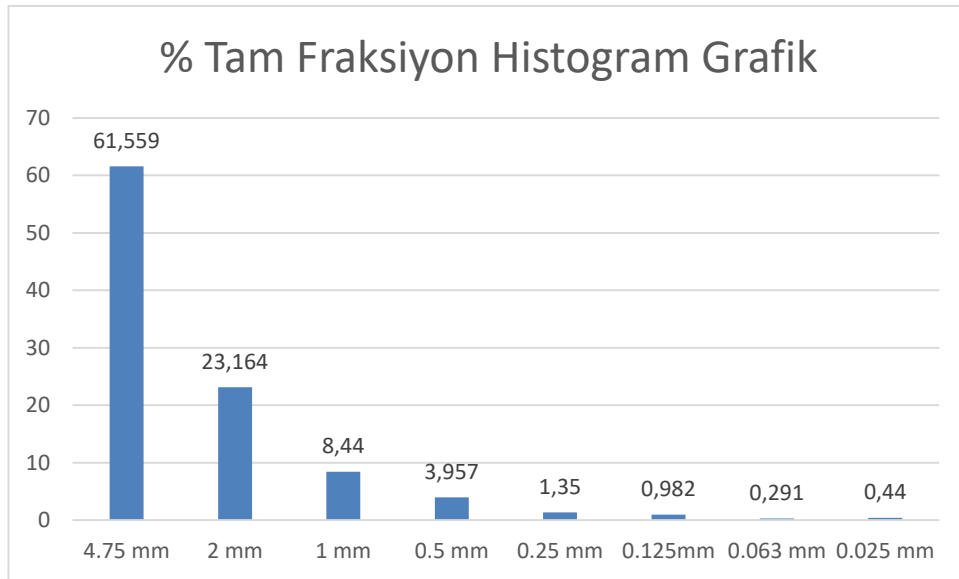


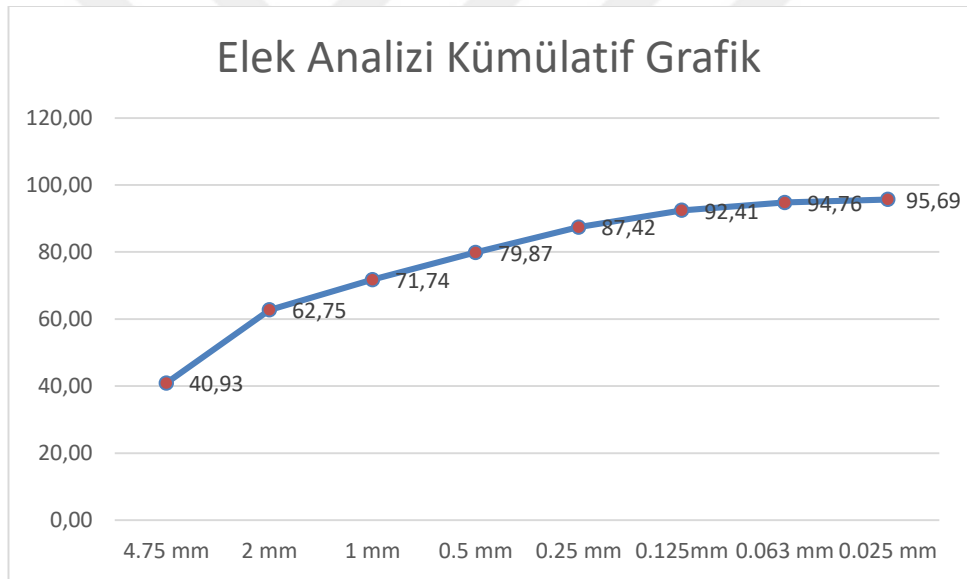
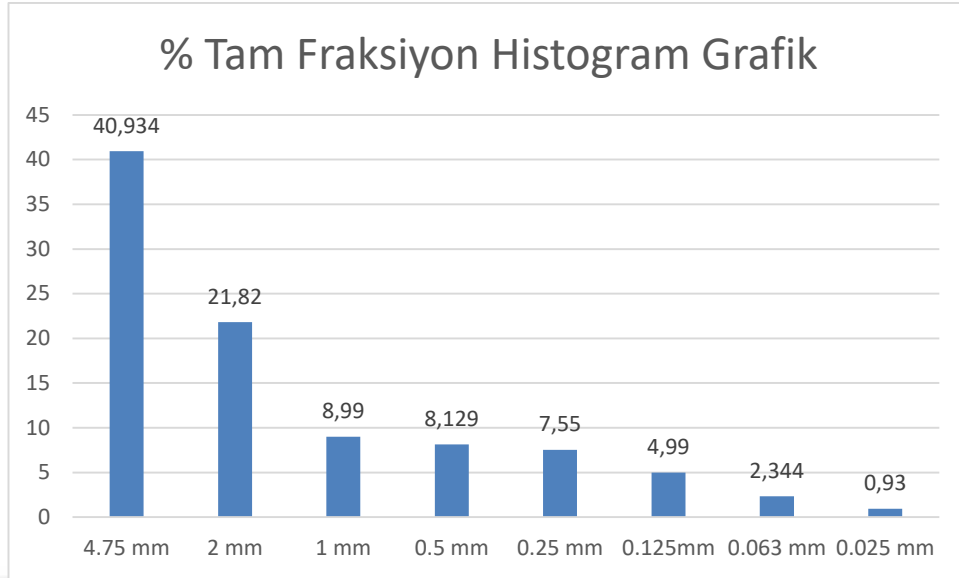
D.Ö. 13

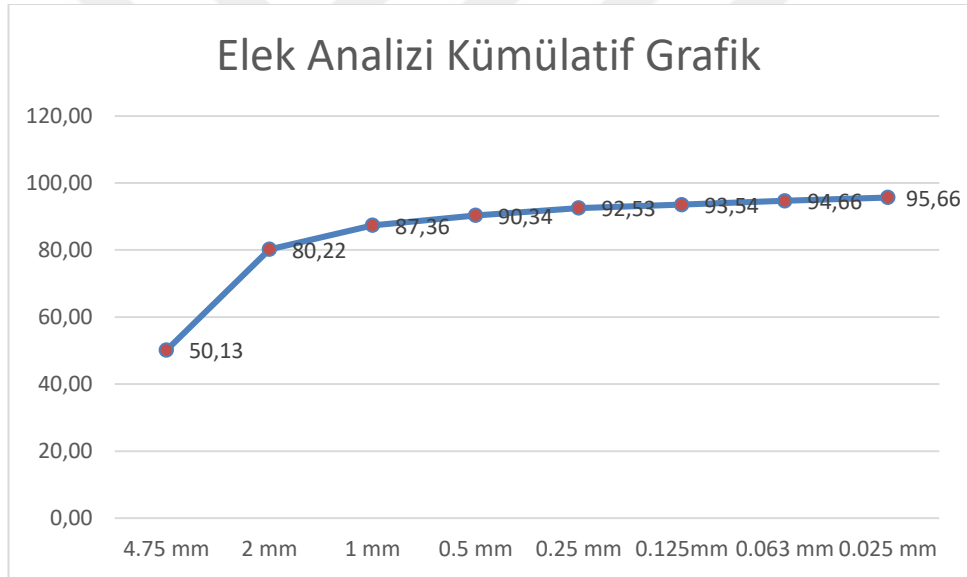
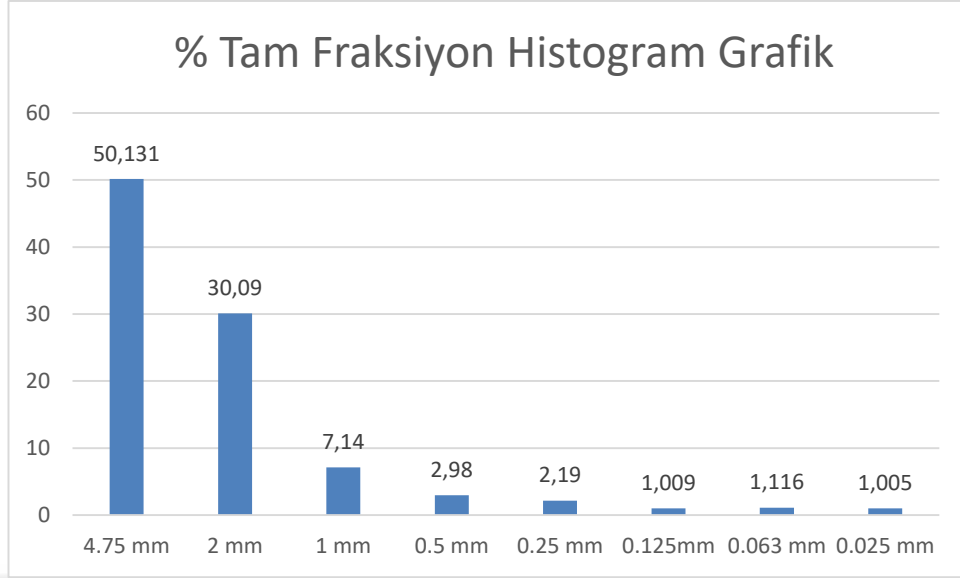
**D.Ö. 14**

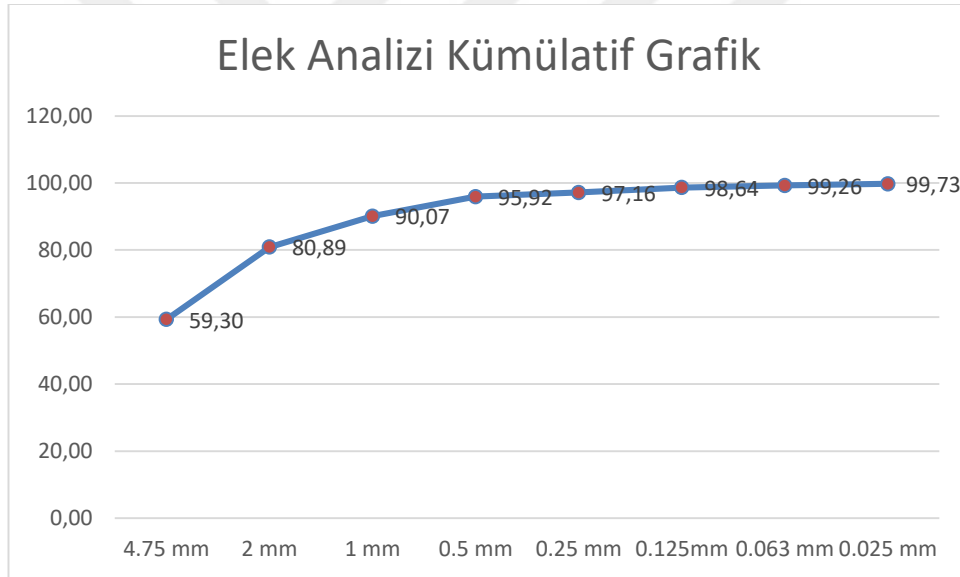
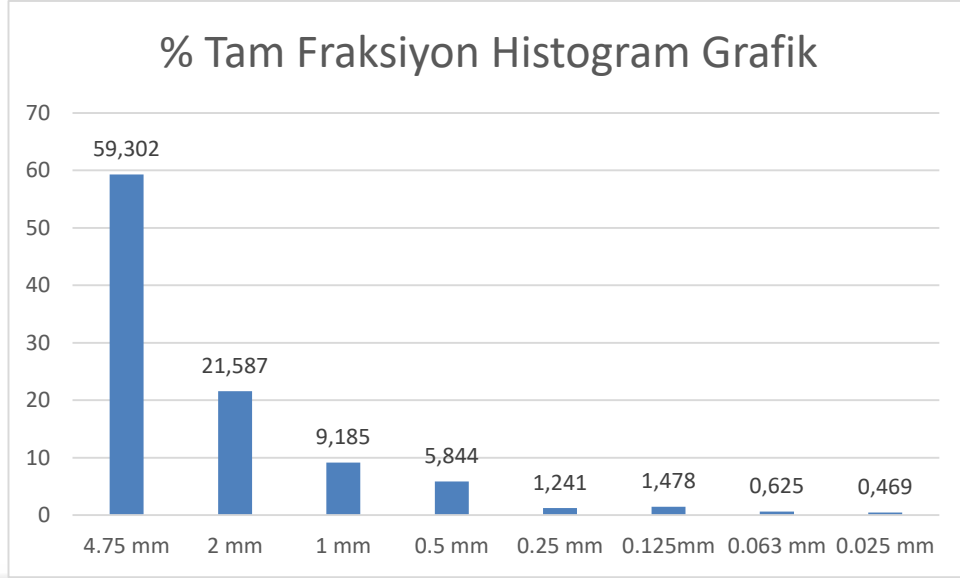


D.Ö. 15

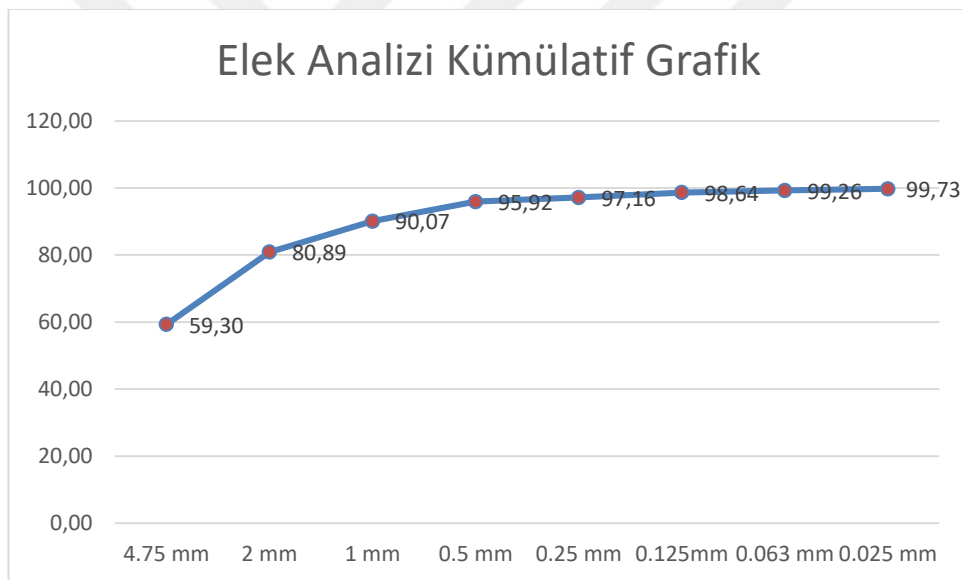
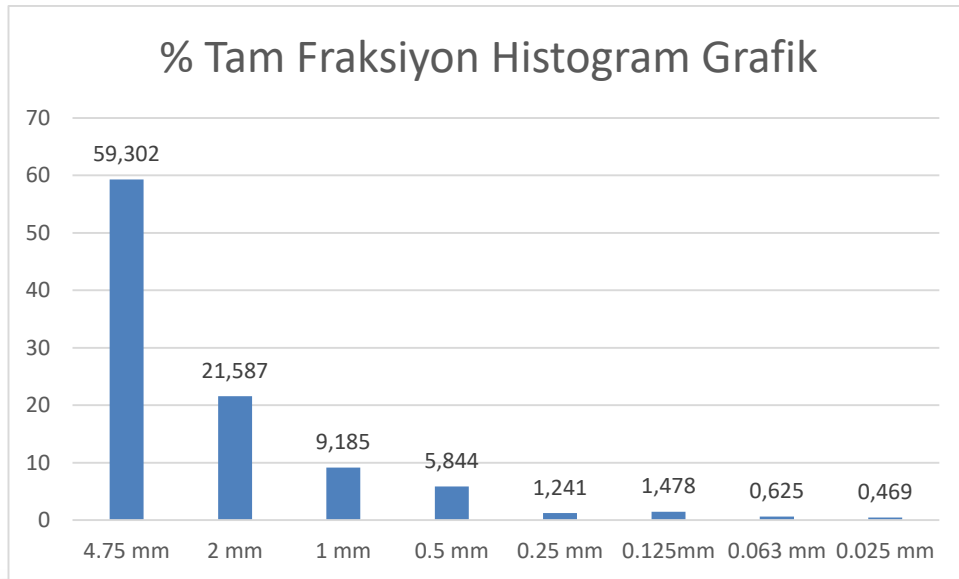
**D.Ö. 16**

**D.Ö. 17**

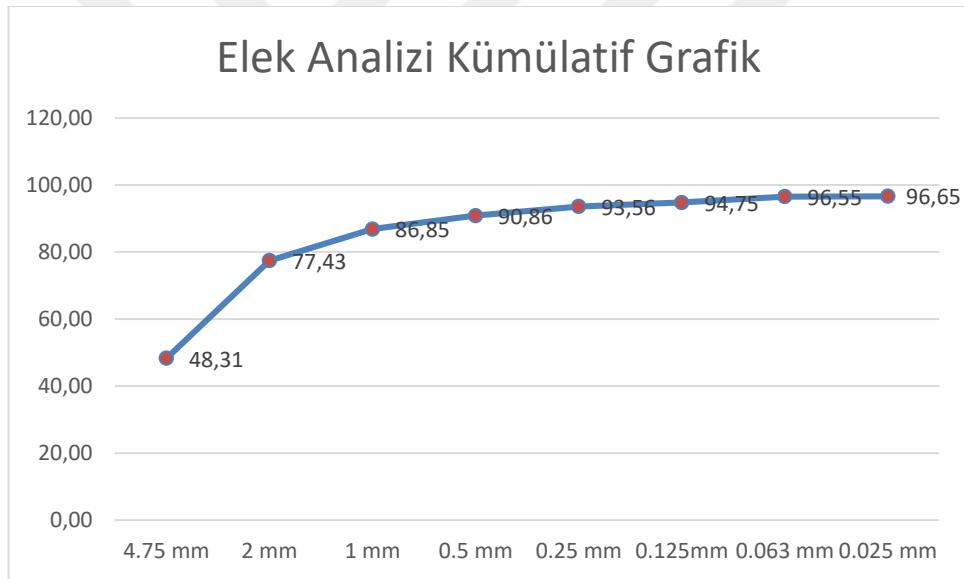
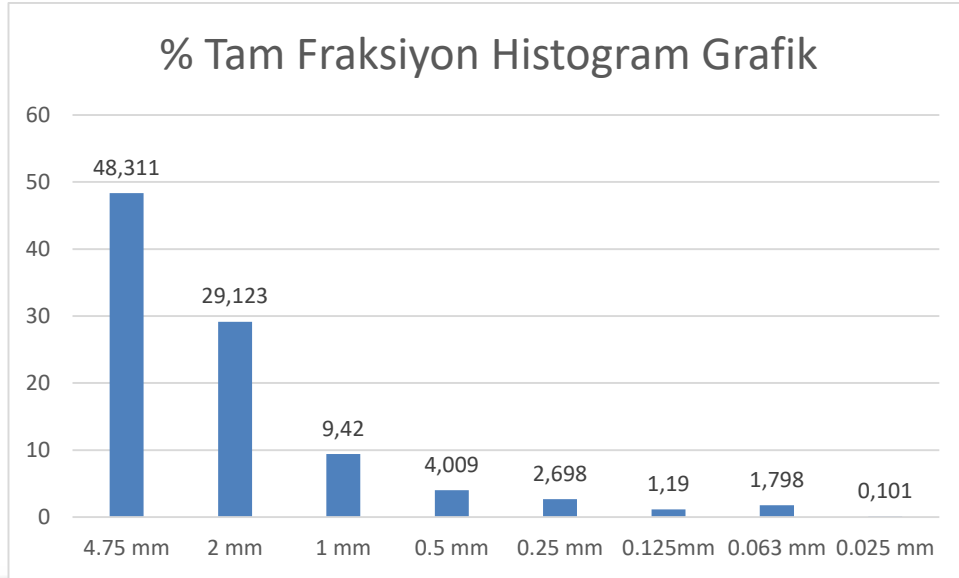
**D.Ö. 18**



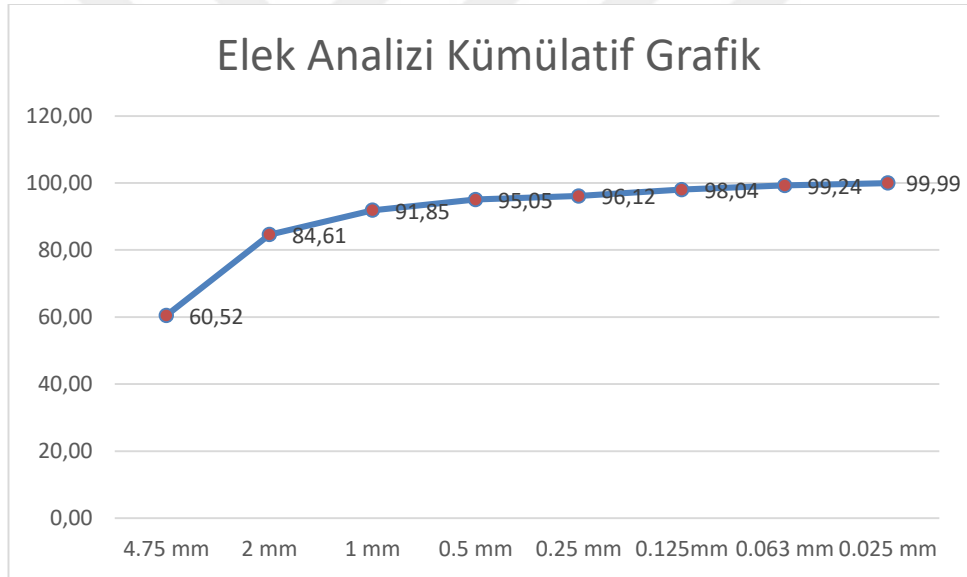
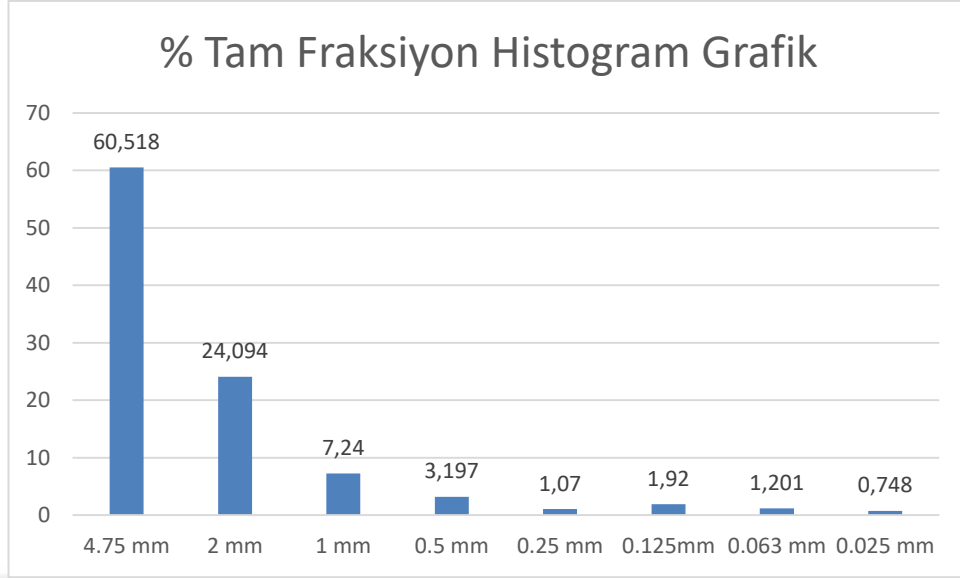
D.Ö. 19



D.Ö. 19



D.Ö. 20

**D.Ö. 21**

ÖZGEÇMİŞ

İLKAY AKGÜN

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2021-2023	Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2014-2021	Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Teknik Personel	Akdeniz Üniversitesi
2013-Devam Ediyor	Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Antalya
Teknik Personel	9 Eylül Üniversitesi
2005-2013	İzmir Meslek Yüksek Okulu, İzmir