

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



MUNZUR
ÜNİVERSİTESİ
2008

**TUNCELİ İLİNİN FARKLI NOKTALARINDAN ALINAN KUM
NUMUNELERİNİN XRF SPEKTROMETRESİ İLE KİMYASAL ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ali GÜZELÇİÇEK**

Anabilim Dalı: Elektrik Elektronik Mühendisliği

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Muzaffer AŞKIN**

**2. DANIŞMAN
Doç. Dr. Murat DAL**

TUNCELİ – 2019

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



MUNZUR
ÜNİVERSİTESİ
2008

**TUNCELİ İLİNİN FARKLI NOKTALARINDAN ALINAN KUM
NUMUNELERİNİN XRF SPEKTROMETRESİ İLE KİMYASAL ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ali GÜZELÇİÇEK
(Enstitü No: 10877534)**

Anabilim Dalı: Elektrik Elektronik Mühendisliği

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Muzaffer AŞKIN**

**2. DANIŞMAN
Doç. Dr. Murat DAL**

TUNCELİ – 2019

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TUNCELİ İLİNİN FARKLI NOKTALARINDAN ALINAN KUM
NUMUNELERİNİN XRF SPEKTROMETRESİ İLE KİMYASAL ANALİZİ

Ali GÜZELÇİÇEK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez .. / .. / 2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

Prof. Dr. Muzaffer AŞKIN
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

İmza:.....

Prof. Dr. Sinan AKPINAR
(Fırat Üniversitesi)

ÜYE

İmza:.....

Dr. Öğr. Üyesi Bilgin
ZENGİN (Munzur
Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Prof. Dr. Numan YILDIRIM
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

NOT: Bu seminerde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Bu çalışma, Tunceli ilinin farklı noktalarından alınan kırma ve dere kumu numunelerinin X-ışını floresans (XRF) spektrometresi ile kimyasal analizlerini incelemek amacıyla yapılmıştır. İncelenen kum numuneleri Tunceli merkez ilçe ve Ovacık, Pertek, Hozat ilçelerinden alınmıştır. Dere kumu numuneleri Pertek, Hozat ilçeleri ile Merkez ilçenin Harçık bölgesinden, kırma kumlar ise Ovacık ve Hozat ilçelerinden alınmıştır. Analiz sonuçları alınırken XRF spektrometresi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarında MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, SO₃, Cl, K₂O, CaO, TiO₂, V₂O₅, Cr₂O₃, MnO, Fe₂O₃, CoO, NiO, CuO, ZnO bileşikleri ve Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn gibi elementlerin yüzdelik(%) değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca alınan kum numunelerinin lokasyonları harita üzerinde noktasal olarak gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Si ve SiO₂ değerleri en yüksek numune Pertek dere kumu numunesidir. Ca ve CaO değerleri en yüksek numune Hozat kırma 2 numunesidir. Ayrıca diğer element ve bileşiklere ait kıyaslamalarda yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kum, Tunceli, XRF Spektrometresi, kimyasal analiz

ABSTRACT

CHEMICAL ANALYSIS OF SAND SAMPLES FROM DIFFERENT POINTS OF TUNCELI PROVINCE BY XRF SPECTROMETER

This investigation was performed to discuss the chemical analysis of broken and river sand samples taken from various points of Tunceli province by making use of X-ray fluorescence (XRF) spectrometer. These samples were taken from central, Ovacık, Pertek and Hozat districts of Tunceli province. Brook sand samples were taken from Pertek and Hozat districts and Harçık territory of the central district, and broken sands were taken from Ovacık and Hozat districts. XRF spectrometer was used for the corresponding analysis. In the analysis results, we determined percentage(%) values of MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, SO₃, Cl, K₂O, CaO, TiO₂, V₂O₅, Cr₂O₃, MnO, Fe₂O₃, CoO, NiO, CuO, ZnO compounds and some elements such as Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn. In addition, the locations of the sand samples are shown as points on the map. According to the analysis results, we see that the Pertek river sand samples include the highest Si and SiO₂ amounts. Hozat broken-2 samples has the highest Ca and CaO values. Additionally, comparisons of other elements and compounds were also presented.

Key Words: Sand, Tunceli, XRF Spectrometer, chemical analysis

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında görüşlerini ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Muzaffer AŞKIN' a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin teorik ve deneysel kısımlarında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen ikinci danışmanım Doç. Dr. Murat DAL hocama teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenim hayatımda ve tezimin her aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Bilgin ZENGİN' e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarında katkılarını esirgemeyen BES Mühendislik San. ve Tic. A.Ş.' ye teşekkürlerimi sunarım.

Varlığını daima yanımda hissettiğim, her başarımın arkasında olan canım Anneme, 2011 yılında aramızdan ayrılan ve yokluğunu her zaman hissettiğim Babama ve bana arkadaş gibi davranan sevgili Ablama, desteklerini esirgemedikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ALİ GÜZELÇİÇEK
TUNCELİ - 2019

<u>İÇİNDEKİLER</u>	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	III
ÖNSÖZ	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
TABLolar LİSTESİ.....	VII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Taş ve Kum Bilgisi	1
1.2. Atom Bilgisi	7
1.2.1. Atomun Yapısı	7
1.2.2. Atomik Spektrumlar	8
1.3. Spektroskopi	9
1.3.1. Spektroskopinin Tarihi	10
1.3.2. Spektroskopinin Özelliği	11
1.3.3. Spektroskopinin Çeşitleri	11
1.4. X-Işınları (Floresan) Spektrometresi (XRF)	14
1.4.1. Dalgaboyu Dağılım Spektrometre (WDXRF)	15
1.4.2. Enerji Dağılım Spektrometresi (EDXRF)	16
1.5. Önceki Çalışmalar	17
2. MATERYAL VE METOT	19
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	19
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ.....	46

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Dünya üzerindeki bazı kum türleri	4
Şekil 1.2. Atomun yapısı	7
Şekil 1.3. Işığın prizmadan kırınımı	8
Şekil 1.4. Sürekli ve kesikli spektrum	8
Şekil 1.5. Görünür dalga boyu spektrumu	10
Şekil 1.6. Karakteristik X-ışını emisyonu , Auger elektron emisyonu	14
Şekil 1.7. Dalgaboyu dağılım spektrometresi genel gösterim	15
Şekil 1.8. Enerji dağılım spektrometresi genel görünüm	16
Şekil 2.1. EDXRF Spektrometresi ve spektrometreye numune yerleştirilmesi	19
Şekil 3.1. Tunceli ili Pertek ilçesi dere kumu lokasyonu	19
Şekil 3.2. Tunceli ili Pertek ilçesi dere kumu analiz spektrumu	20
Şekil 3.3. Tunceli ili Hozat ilçesi yolu üzeri kum ocağı lokasyonu	21
Şekil 3.4. Tunceli ili Hozat ilçesi yolu üzeri kum ocağından numune alımı	21
Şekil 3.5. Tunceli ili Hozat ilçesi dere kumu analiz spektrumu	22
Şekil 3.6. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 1 analiz spektrumu	23
Şekil 3.7. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 2 analiz spektrumu	24
Şekil 3.8. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 3 analiz spektrumu	25
Şekil 3.9. Tunceli ili Ovacık ilçesi kum ocağı lokasyonu	26
Şekil 3.10. Tunceli ili Ovacık ilçesi kum ocağından numune alımı	26
Şekil 3.11. Tunceli ili Ovacık ilçesi inşaat kumu analiz spektrumu	27
Şekil 3.12. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 1 analiz spektrumu	28
Şekil 3.13. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 2 analiz spektrumu	29
Şekil 3.14. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 3 analiz spektrumu	30
Şekil 3.15. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden alınan kum numunesi lokasyonu	31
Şekil 3.16. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 1 analiz spektrumu	31
Şekil 3.17. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 2 analiz spektrumu	33
Şekil 3.18. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 3 analiz spektrumu	34
Şekil 4.1. Dere kumlarının elementel olarak karşılaştırılması	36
Şekil 4.2. Dere kumlarının oksit olarak karşılaştırılması	37
Şekil 4.3. Kırma kumların elementel olarak karşılaştırılması	39
Şekil 4.4. Kırma kumların oksit olarak karşılaştırılması	40

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Doğal taşların oluşum yapılarına göre sınıflandırılması	2
Tablo 3.1. Tunceli ili Pertek ilçesi dere kumu analizi	20
Tablo 3.2. Tunceli ili Hozat ilçesi dere kumu analizi	22
Tablo 3.3. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 1 analizi	23
Tablo 3.4. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 2 analizi	24
Tablo 3.5. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 3 analizi	25
Tablo 3.6. Tunceli ili Ovacık ilçesi inşaat kumu analizi	27
Tablo 3.7. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 1 analizi	28
Tablo 3.8. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 2 analizi	29
Tablo 3.9. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 3 analizi	30
Tablo 3.10. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 1 analizi	32
Tablo 3.11. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 2 analizi	33
Tablo 3.12. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 3 analizi	34
Tablo 4.1. Dere kumlarının elementel karşılaştırılması	35
Tablo 4.2. Kırma kumların elementel karşılaştırılması	38

SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

e⁻:	Elektron
p⁺:	Proton
n⁰:	Nötron
h:	Planck sabiti
c:	Işık hızı
λ:	Dalgaboyu
V:	Volt
eV:	Elektronvolt
yy:	Yüzyıl
UV:	Ultraviyole
A.k.b.:	Atomik kütle birimi
OS:	Optik spektroskopisi
KS:	Kızılötesi spektroskopisi
MIS:	Morötesi ışık spektroskopisi
RS:	Raman spektroskopisi
AS:	Astronomik spektroskopi
NMR:	Nükleer manyetik rezonans
KS:	Kütle spektroskopisi
EIS:	Elektrokimyasal empedans spektroskopisi
AES:	Atomik emisyon spektroskopisi
ZYS:	Zayıflatılmış yansıma spektroskopisi
EPS:	Elektron paramatik spektroskopisi
ES:	Elektron spektroskopisi
FDS:	Fourier dönüşüm spektroskopisi
MS:	Gama ışını veya Mössbauer spektroskopisi
LS:	Lazer spektroskopisi
FMS:	Frekans modülasyonlu spektroskopi
XRF:	X- ışınları floresan spektroskopisi
WDXRF:	Dalgaboyu dağılım spektrometresi
EDXRF:	Enerji dağılım spektrometresi
OES:	Optik emisyon spektrometresi

1. GİRİŞ

1.1. Taş ve Kum Bilgisi

Taş, kimyasal veya fiziksel durumu değişiklikler gösteren, rengini içindeki maden, veya oksitlerden alan sert ve katı maddelerdir. Taş, kayaçların sıcaklık değişimi, suların ve rüzgârın etkisiyle çatlaması veya parçalanmasıyla doğal yolla meydana gelir. Jeoloji’de taş yerine kayaç, kaya veya külte kelimeleri kullanılır. Kayaç mineral topluluğudur. Farklı mineral veya parçacıklarının bir araya gelmesiyle oluşurlar. Taşları mineral bileşimleri, tane boyu, tane şekli, taneler arasındaki ilişki, tanelerin yönlenmesi gibi özelliklerden tanımlayabiliriz (Öcal ve ark., 2012; Eren, 2011).

Doğal taşlar Tablo 1.1.’de göreceğimiz gibi oluşum şekillerine göre üç grupta sınıflandırılır:

- Katılaşım taşlar (Magmatik); Yerkabuğu derinliklerinde erimiş durumdaki magmanın yeraltında, yüzeyde veya yüzeye yakın kısımlarda soğuyarak katılaşması ile oluşan taşlardır. Katılaşım kayaçların büyük kısmı sert, dayanıklı ve yoğun yapıda olduklarından çok iyi birer doğal taş ve agrega malzemesidir. Bu kayaçlar genellikle düşük mukavemetli, hafif ve yüksek emilime sahiptirler. Bu taşlar, sert yapıya sahip olmasından dolayı işlenmeleri ve aşınmaları zor olur. Sağlamlık, direnç ve dış etkilere dayanıklılık bakımından çok elverişli olsalarda yontulma zorlukları ve her yerde bulunmamalarından dolayı tortul taşlara kıyasla daha az kullanılırlar (Dal, 2005).
- Tortul taşlar (Sediman); Yeryüzünde bulunan taşlar günümüze kadar çeşitli nedenlerle fiziksel ve kimyasal ayrışma maruz kalırlar. Ayrışma uğrayan bu kayaçların deniz, akarsu yatağı ve göllerde toplanmasına tortullaşma denir. Katılaşım ve başkalaşım kayaçların farklı atmosferik ve tektonik olaylar sonucunda, ufalanarak tabakalar halinde tortullaşmasıyla oluşmuş, heterojen boşluklu ve fosil yapılı kayaçlardır. Mukavemeti ve su geçirimsizliğini tabakaların yönü ve bağlayıcının cinsi etkiler. Kumtaşları ve kalkerler, parçalanabilir ve ayrıca yapısında kil de içerebilirler (Angı, 2010).
- Başkalaşım taşlardır (Metamorfik); Katılaşım ve tortul kayaçların sıcaklık, basınç ve gerilme etkisinde kalarak yeni özellikler kazanmasıyla oluşan kayaçlardır. Bu kayaçların basınç etkisiyle kalıp şistli bir yapı kazanarak yeniden kristalleşmelerinden başkalaşım kayaçlar meydana gelir. Bu kayaçlar yeni bir yapı ve mineralojik bileşim oluştururlar. Başkalaşım taşlar, özellikleri bakımından farklılıklar arz ederler. Mermer ve kuvarsitler genellikle masif, yoğun, sağlam ve dayanıklı malzemelerdir.

Agrega, beton yapımında kullanılan kum, çakıl ve kırmataş gibi mazlemelerin genel adıdır. Beton hacminin % 60-75’lik kesmini agrega oluşturur. Agregaya ucuz malzemedir ve betonun teknik özelliklerine destek olur. Agregaların; sert, dayanıklı ve boşluksuz olmaları, zayıf taneler içermemeleri, basınç ve mukavemetli olmaları, toz, toprak ve betona zarar verecek mineraller içermemeleri istenir (URL – 1, 2019; URL – 2, 2019).

Tablo 1.1. Doğal taşların oluşum yapılarına göre sınıflandırılması (URL – 3, 2019)

DOĞAL TAŞLAR		
MAĞMATİK	SEDİMAN	METAMORFİK
GRANİT	KİREÇ TAŞI	MERMER
BAZALT	TRAVERTEN	SERPANTİN
GABRO	ONİKS	GNAYS
DİYABAZ	DOLOMIT	KUVARSİT
ANDEZİT	FOSİLLİ KİREÇ TAŞI	ARDUVAZ
TÜF	KONGLOMERA	ŞİST
SİYENİT	KUMTAŞI	
TRAKİT		

Kalkerli ve silisli kayaların dış etkilerle parçalanmasıyla oluşan küçük sert taneciklere kum denir. Bu kayalar yağmur, don, rüzgar, sıcak, soğuk gibi etmenlerle asırlar boyunca parçalanmış, deniz, ırmak veya dere kenarındaki kumları oluşturmuştur. Yine bu bağlamda çöllerdeki kumlar da aynı şekilde oluşmuştur. Volkanik kumlar da yanardağların püskürdüğü lavların sonucu ufalanarak oluşmuştur (URL - 4, 2019).

Kumlar, agregaya ve çakılların, doğal veya yapay olarak kırılıp ufalması ile ortaya çıkan taneli malzemelerdir. Yaklaşık olarak çapları 0,02 mm ile 2 mm arasındadır. Kayaları meydana getiren bütün mineraller kumlarda görülürse de, çoğunlukla bir kısmına

rastlanır. Kumdan daha ince taneli malzemeye silt denir. Kaba malzeme çakıldır. Kumun çoğunluğu baskın olarak silikat minerallerinden veya silikat kaya parçalarından oluşur. Şimdiye kadar kumdaki en yaygın mineral kuvarsdır. Bu nedenle, niteliksiz “kum” teriminin çoğunlukla kuvarsdan oluştuğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, kum doğal bir karışımdır ve bu asla saf olmadığı anlamına gelir. Konsolide kum, kumtaşı olarak bilinen bir kaya türüdür (Dal ve ark., 2014; Dal ve ark., 2012).

Kayaçalarda sıkça karşılaşılan oldukça sert yapılardaki kaya türüne kuvars denir. Bunların küçük parçalara ayrışması oldukça zordur. Kuvarslar suda erimez veya çözülmezler. Yeryüzünde çeşitli alanlarda önemli miktarda feldispat, demir cevheri ve volkanik cam ihtiva eden kumlar görülür. Kuvarslı kumların pek çoğunda feldispat ile beyaz mika parçaları bulunur ve bunlar yumuşak olup, zamanla çözülebilir. Ek olarak her kumda düşük miktar da olsa ağır kaya mineralleri bulunabilir (Taymaz, 1995).

Dere, ırmak veya kıyı kenarlarında kalan kumların hafif kısımları çözülüp ve ağır kısımların ekonomik şekilde işlenirse bunlardan elmas ve diğer değerli taşlar; altın, platin, kalay, momazit ve diğer cevherler elde edilebilir. Yeşil kum okyanus dibinde bulunan, eski devirlere ait tabakalarda görülür ve renkleri sahip oldukları glakonit mineralindendir. Suyun sertliğini almak veya gübre olarak kullanmak için potasyum hidratlı kumlar bulunur.

Saf kuvarslı silisli kumlardan cam endüstrisinde ve ilgili endüstrilerde kum kaynağı olarak faydalanılır. Ayrıca metallerin eritildiği fırınlarda kuvars tanecikleri birleştirmek için de saf kuvars kumuna gerek duyulur. Beton imalatları hepimizin bildiği kumun en çok kullanıldığı yerlerden biridir (URL – 5, 2019).

Kumtaşı, kum taneciklerinin kendi aralarında birleşmesiyle oluşur. Bunlar genellikle sarp dikliklerde görülür. Bu dikliğin üstünde de çoğunlukla, düzlükler bulunur. Kumtaşları içindeki dayanıksız maddeler kolayca aşındıklarından dolayı kolayca yıkılır ve dağınık bir hal alır.

Kumullar genellikle rüzgârla toplanan bir kum tepesi halindeki yapılardır. Bu tepelerin yüksekliği 5 – 6 m ile 200 m arasında değişir. Batı Afrika kıyılarında, Büyük Sahra’da 200 m yüksekliğinde kumullar vardır. Avrupa ve Afrika’nın Atlas Okyanusu’na bakan kıyılarında yüksekliği fazla olan kumulları görmek mümkündür (URL - 6, 2019).

Kumulun oluşması için az eğimli bir kumluk ve sürekli esen bir rüzgâr yeterlidir. Böylece, kumulun en yüksek yerindeki kum taneciklerinin rüzgârla sürüklenmesiyle kumul yavaş yavaş içerilere doğru ilerlemeye başlar. Günümüzde çam dikilerek kumulların ilerlemesi engellenmeye çalışılır.



Şekil 1.1. Dünya üzerindeki bazı kum türleri görülmektedir (URL – 6, 2019)

Şekil 1.1.'de dünya üzerindeki bazı kum türleridir. Bu kum örnekleri aşağıda liste halinde verilmiştir:

1. Kauai'den cam kumu,
2. Gobi Çölü'nden kumul kum,
3. Yeşil glukonit ile kuvars kum,
4. Maui'den kırmızımsı yıpranmış bazalt ile volkanik kum,

5. Molokai'den mercan kumu,
6. Mercan pembesi kum tepeleri,
7. Volkanik cam kumu,
8. Zümrüt Deresi'nden Garnet kumu,
9. Olivin kumu.

Kum oluşumu, kum çoğunlukla kayaların kimyasal ve/veya fiziksel olarak parçalanması sonucu oluşur. Fiziksel ve kimyasal ayrışma genellikle ayrı ayrı ele alınır, ancak gerçekte birbirlerini ayırmak zordur çünkü birbirlerini destekleme eğilimindedirler.

Kimyasal ayrışma genel olarak çok daha önemli kum üretim faktörüdür. Nemli ve sıcak iklimde kum oluşumu daha kolaydır. Soğuk ve kuru alanlarda fiziksel ayrışma hakimdir. Kum üreten ana kayaların ayrışması genellikle toprakta gerçekleşir. Toprak, ana kayayı ince bir tabaka halinde kaplar ve kayaların parçalanma işlemi için nem sağlar.

Granit yaygın bir kaya türüdür ve kum oluşturma işlemlerinin harika bir örneğidir. Açık renkli çoğunlukla eşit boyda kuvars ve feldsipattan oluşan kayaçlardır. Çok az miktarda mika ve farklı tanecikler içerir. Granit, kimyasal olarak kil minerallerine ayrılan feldsipattan (pembe ve beyaz) oluşur. Granitin bir diğer önemli bileşeni kuvarstır (gri). Kuvars kimyasal yıpranmaya karşı çok dayanıklıdır. Bu nedenle, parçalanmış granit, çoğunlukla kum taneleri olarak akan su ile taşınacak olan çok sayıda kuvars taneleri verir (Öcal ve ark., 2012).

Kum bileşimi, kum önceden var olan kayaların kalıntı maddesidir. Bu nedenle, parçalanma başlamadan önce kayaların içinde bulunan minerallerden oluşur. Bununla birlikte, hava koşullarına çok bağlıdır.

Kuvars kumun bileşimindeki önemli minerallerden biridir. Çoğu kum örneğinde çok baskındır, çünkü çok fazladır. Yerkabuğunun %12' si bundan oluşur. Sadece feldsipatlar kuvarsdan daha fazla miktarda bulunur. Turmalin, zirkon, rutil vb. gibi nispeten nadir olan mineraller de hava koşullarına karşı çok dirençlidir, ancak nadiren kum bileşiminin yüzdesinden daha azını oluştururlar. Bu mineraller topluca ağır mineraller olarak adlandırılır (Pye ve ark., 2009).

Ağır mineraller bazen çok daha yüksek konsantrasyonlarda kumda oluşabilir. Bu genellikle hidrodinamik sıralama sonucudur. Ya deniz dalgaları ya da nehir akışı daha ağır taneleri ayırır ve daha hafif olanları uzaklaştırır. Bu tür oluşumlar, plaserler olarak bilinir ve genellikle değerli bir mineral kaynağı olarak kullanılırlar. Plaser birikimlerinden sıklıkla çıkarılan mineraller altın, kasiterit, ilmenit, monazit, manyetit, zirkon, rutil vb.

Kuvars, çoğu kumlu ortamda bulunur ancak genellikle feldispatlar eşlik eder. Feldispatlar atmosferik koşullarda sadece orta derecede kararlıdır, ancak ortak kayalarda toplam hacmi çok fazladır. Kabuğun yarısından fazlası feldispatlardan oluşmaktadır. Amfiboller ve mikrofönler gibi diğer yaygın kaya oluşturuu mineraller de sıklıkla kumda bulunur. Olivin ve piroksenler gibi bazı kayalarda görülen bazı genel mineraller, daha küçük hacimlerdeki kumda meydana gelir, çünkü hava koşullarına karşı dirençleri oldukça düşüktür (Bagnold, 1954).

Ayrıca, piroksenler ve manyetitli olivinlerden oluşan kumsallar vardır. Çoğu kum numunesi, tek bir mineral - kuvars taneleri, feldispat taneleri, vs.'den oluşur. Ancak kum, kristallerin, yani kaya parçalarının (aynı zamanda litik parçalar olarak da bilinir) toplanan taneleri de içerebilir. Litik kum genellikle olgunlaşmamış ve kayaların çok ince taneli olması durumunda da oluşma eğilimindedir. Granit genellikle farklı mineral taneciklerine ayrışır, ancak örneğin filit ve bazalt genellikle o kadar ince tanelidirler ki kumda litik parçalar halinde oluşmaya meyillidirler.

Kum çoğunlukla nehirler tarafından taşınır, ancak ortalama kum taneleri nehre taşımak için çok büyük ve ağırdır. Bu nedenle, kum taneleri atlamada hareket etme eğilimindedir. Daha enerjik akım tarafından kaldırılırlar ve mevcut hız düştüğünde yerleşirler ve ardından bir sonraki atlama için beklerler. Bu hareket şekli, tuzlanma olarak bilinir. Ortalama silt tanesi farklı hareket eder. Uzun süre süspansiyon halinde taşınacak kadar hafif ve bu aslında siltleri kumdan ayrı işlememizin en önemli nedenlerinden biridir.

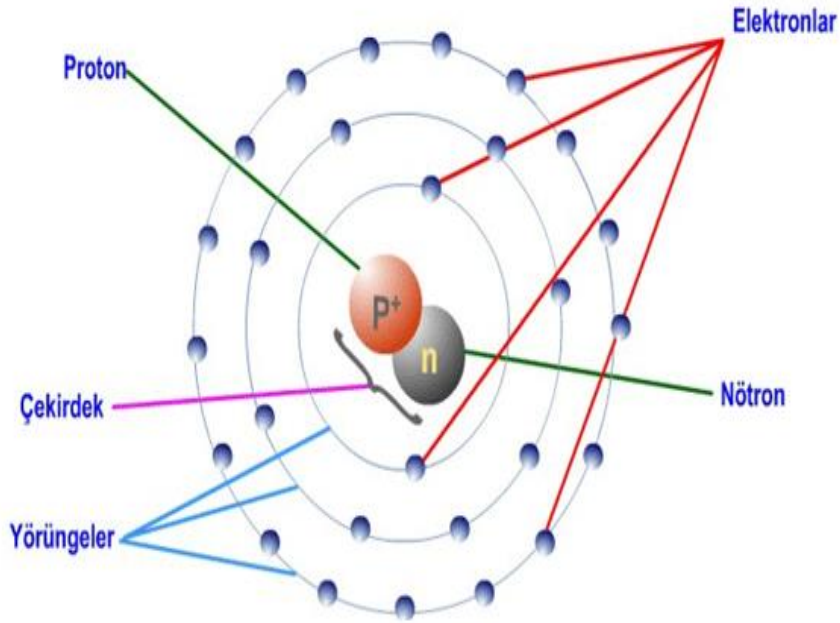
Nehirler tarafından taşınan çoğu kum taneleri, nihayetinde mevcut hızın aniden düştüğü nehir kenarlarında biriktirilir. Daha sonra deniz dalgaları (uzun kıyı akıntıları) devralmakta ve sahil şeridi boyunca kum taşımaktadır. Akarsular tarafından taşınan kum taneleri aynı zamanda alüvyon taşkın ovaları ve nokta çubuklarında da biriktirilir. Kum ayrıca rüzgar, okyanus akıntıları, buzullar, bulanıklık akıntıları, vb. ile taşınır. Hareketli kum, dalgalanmalar ve kum tepcikleri gibi yer şekilleri oluşturur (Pettijohn ve ark., 1973).

1.2. Atom Bilgisi

1.2.1. Atomun Yapısı

Atom, maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük yapı birimidir. Atomda; Şekil 1.2.'de görüleceği gibi p^+ , n^0 ve e^- olarak adlandırılan üç tanecik bulunur. Atomdaki taneciklere atomun temel tanecikleri veya atom altı parçacıkları denir. Atomda $+$ ve $-$ yüklü tanecikler bulunur. Protonlar ($+$) yüklü, elektronlar ($-$) yüklü, nötronlarsa yüksüz taneciklerdir. Atomda p^+ ve n^0 arasında nükleer çekim kuvveti ayrıca p^+ ve e^- arasında da elektriksel çekim kuvveti bulunur. Bu çekim kuvvetinden dolayı atomdaki tanecikler birbirini etkileyerek bir arada bulunur ve atomu meydana getirirler (Coll ve ark., 2001)

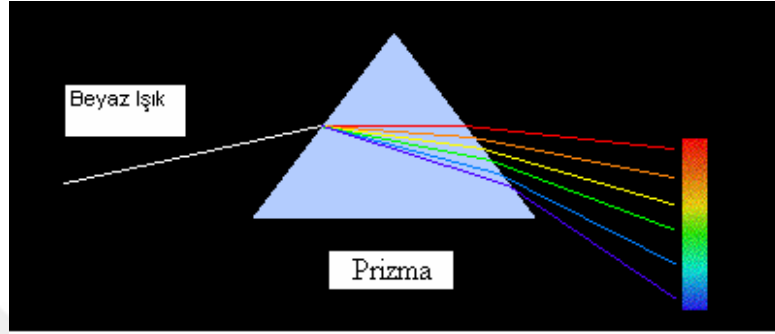
Bildiğimiz elementlerin hepsi atomlardan meydana gelmesine karşın elementlerin özellikleri aynı değildir. Bu farkın nedeni ise elementleri oluşturan atomların farklı yapıda olması diyebiliriz. Atomlarının farklı yapıda olmasının nedeniyse atomda bulunan proton, elektron ve nötron gibi taneciklerin sayılarının farklı olmasıdır. Her atomun sahip olduğu proton, elektron ve nötron sayıları birbirinden farklıdır. Bu farklılığın nedeni belirli sayıda p^+ , n^0 ve e^- farklı yerlerde bir arada bulunarak atomları meydana getirirler.



Şekil 1.2. Atomun yapısı (Sharp, 2017)

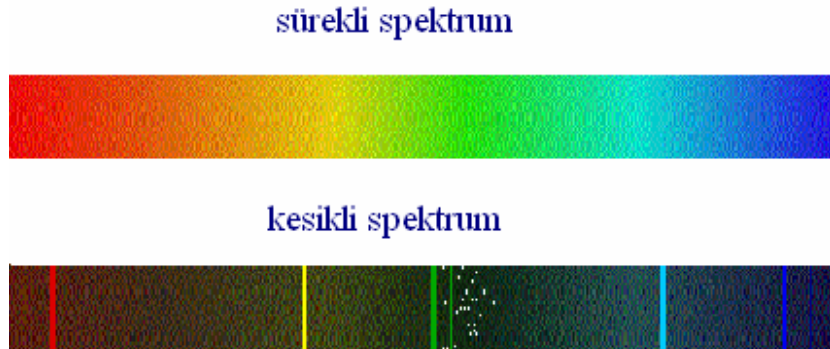
1.2.2. Atomik Spektrumlar

Beyaz ışık prizmadan geçirildiğinde Şekil 1.3.'deki gibidalga boylarına göre kırılarak bileşenlerine ayrılır. Buna görünür ışığın spektrumu denir. Renkler arasında kesin bir sınır olmaması nedeniyle bu tür spektrumlara sürekli spektrum denir. Yağmurlu havalarda oluşan gök kuşağında sürekli bir spektrumdur .



Şekil 1.3. Işığın prizmadan kırınımı

Eğer bir atomdan yayılan ışın prizmadan geçirilecek olursa Şekil 1.4.'deki gibi kesikli spektrum veya çizgi spektrumu elde edilir.



Şekil 1.4. Sürekli ve kesikli spektrum (Harvey, 1934)

Görünen ışık, morötesi ve kırmızı ötesi bölgelerinde iki çeşit kesikli spektrum görülür. Biri az sayıda ve birbirinden ayrılmış durumda monokromatik radyasyonların oluşturduğu çizgi spektrumu; öteki de çizgileri iç içe girdiğinden dolayı kolaylıkla çözilemeyen bant spektrumudur (Judd, 1920).

Bir elementin karakteristiği olan çizgi spektrumu bir izole atomun verdiği spektrumdur. Bant spektrumu ise bir molekülün verdiği spektrumdur.

Yalnız elektron geçişlerinden kaynaklanan atomik spektrumlar, hidrojen atomu ve

benzeri iyonlara ilişkin çok basit olan spektrumların eski kuantum kuramı yani Bohr atom modeli varsayımlarıyla bile açıklanabilir. Atom ve iyonların soğurduğu ışınların dalga boyları belirlenerek atomik soğurma spektrumu geliştirilmiştir. Her atomun soğurduğu karakteristik ışınların dalga boyu farkına dayanılarak atomik soğurma spektrumu ile kimyasal analiz yapılmaktadır.

1.3. Spektroskopi

Doğada bulunan yapıların ışın veya parçacık gibi etkenler yardımıyla ve farklı uygulama yöntemleri kullanarak analiz işlemine spektroskopi denir. İyonların, moleküllerin ve ayrıca çekirdeklerin kuantumlanmış enerji seviyelerini tespit eder. Spektral analizler kimyasal analizlere bağlı olmadığından fizik ve çoğunlukla optik esaslı tekniklerdir. Gerekli koşullar ve numune hazırlaması yapıldığında istenilen malzemenin analizi yapılabilir. Astrofizik, tıp, elektrokimya, nükleer fizik, nükleer kimya, analitik kimya ve moleküler biyoloji gibi birçok alanda spektroskopiden faydalanılabilmektedir (URL - 7, 2019).

Spektroskopi kısaca enerji yardımıyla etkileşim sonucu numune analizinin alınmasıdır. Maddelerin niteliklerinin tespit edilmesi, madde ve ışık arasındaki ilişkinin araştırılması, maddelerin ışık yardımıyla adlandırılma gibi durumlarda ışık, ses veya parçacıklar kullanılarak sonuçlar elde etme yöntemidir. Spektroskopi, elektromanyetik ışımanın ve bazı parçacıkların bir cisim yada örnek tarafından yansıtılması, saçılması, emilimi veya salınmasını araştıran bilimdir.

Spektroskopi ile analizlerde herhangi bir madde, nesne veya numune üzerine bir uyarıcı parçacık veya ışınım gönderilir. Sonrasında p^+ , n^0 ve e^- oluşan atom veya molekül gibi maddenin en küçük yapısının bu uyarıcıya karşı tepkisi ve davranışı incelenir. Deneysel verilerden yararlanılarak atomlar, moleküller veya çekirdekler arasındaki kuvvetlerin iletişimi incelenir. Bu atom, molekül ya da çekirdeklerin yapılarını ortaya koyacak deneysel dataları depolamaya olanak sağlar. Spektroskopide, atomların ve moleküllerin enerji seviyeleri, kimyasal bağlar ve moleküllerin etkileşimleriyle ilgili datalar birikir. Bu dataları almak için “spektrum” veya “spektral çizgi” kullanılır (Pavia ve ark., 2009).

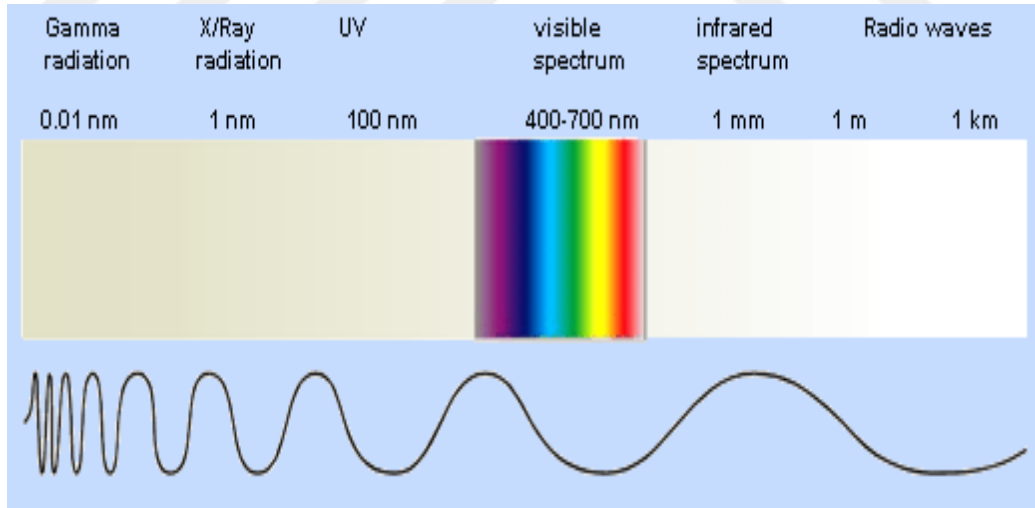
Analizi edilen bu spektral çizgilerin, o maddelerin karakteristiği olduğu görülmüş fakat 1885 yılına kadar spektral çizgilerin ne anlama geldiği anlaşılamamıştır. 1885’de Balmer, Bohr Atom Teorisi ile hidrojen atomu spektrumları anlam kazanmıştır. Bu adım,

kuantum mekaniğinin ve spektroskopinin gelişimini hızlandırmıştır. Atomların, moleküllerin ve katıların spektrumları bu sayede alınmış ve açıklanabilmiştir.

Şimdilerde spektroskopi, farklı teknik ve madde durumu ve kullanılan spektral aralık yada parçacık türüne göre çeşitlilik kazanmıştır (Metcalf, 1987).

1.3.1. Spektroskopinin Tarihi

Spektroskopi terimi, ilk kez 1882’de fizikçi Sir Franz Arthur Friedrich Schuster tarafından kullanılmıştır. Spektroskopi alanında ilk çalışma Newton’un 1600’lü yıllardaki güneş ışığının çeşitli renklerden oluştuğunu gösteren deneyine dayanır. Newton’un bilinen prizma deneyi, spektroskopinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. 1800’lü yıllarda elektromanyetik ışımanın anlaşılması ile “Newton spektrumu” genişlemiştir. Fark edilen bu spektrumların maddelerin karakteristik özelliklerini gösterdiği anlaşıldı. Fakat bu tespitlerden itibaren uzun bir süre bu çizgilerin çoğunun ne anlama geldiği anlaşılamadı. Balmer, 1885 yılında Niels Bohr’un “atom teorisi” yardımıyla gözlemlenen hidrojen atomları spektrumları değer kazandı (Kuhn, 1969).



Şekil 1.5. Görünür dalga boyu spektrumu (Kuhn, 1969)

Tüm bu adımlar, spektroskopi ve kuantum fiziğinin gelişimini ivmelendirdi. Atomların, moleküllerin ve katıların spektrumları bu sayede alınabildi ve yorumlandı. Daha sonra spektrometreler geliştirildi ve Şekil 1.5.’deki gibi görünür dalga boyu spektrumu yardımıyla önemli adımlar atıldı. Bu cihazlarla birçok elementin veya maddenin spektral çizgileri tespit edildi, tanımlandı ve sınıflandırıldı. Daha sonra geliştirilen “kırılım

ağı” spektrometreler, spektroskopi alanında önemli gelişmelere kapı araladı ve büyük ilerlemeler gözlemlendi.

1.3.2. Spektroskopinin Özelliği

Temeli ışına dayanan spektroskopide, bir elektromanyetik ışın demeti numuneye geçtiğinde bu ışınlar numuneye etkileşime girer. Absorbe edilen radyasyon, numunedeki kimyasal bağları ve elektronları etkiler. Spektroskopi bu numunenin nasıl etkilendiğini inceler. Bazı durumlarda emilen radyasyon düşük enerjili ışınları absorbe olmasına neden olur. Bu absorbe edilen ve yayılan spektrumlar o numune hakkında bilgi edinmede kullanılır. Günümüzde spektrometre, spektral analizör, spektrofotometre, spektrograf gibi cihazlar bu amaçla kullanılmaktadır.

1.3.3. Spektroskopi Çeşitleri

Spektroskopi teknoloji ile birlikte sürekli gelişen bir alandır. Mevcut olan tekniklerin iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve yeni metotlar üzerinde çalışılması bu alan için oldukça önemlidir. Bu yüzden günümüzde pek çok spektroskopi metodu kullanılmaktadır. Optik spektroskopi metodu bu anlamdaki ilk çalışmalardandır ve diğer metotlar için referans olmuştur. Spektroskopi metotlarında numunenin elektromanyetik radyasyon yayılımı, emilimi, saçınımı ve saptırması gibi etkileşimi ölçülür. Elde edilen etkileşimin sonuçları analitik amaçlarla ve çeşitli analizlerde kullanılır.

Spektroskopi ile ilgili metotlarda x ışınları, mikrodalga, radyo dalgaları gibi elektromanyetik olan veya olmayan ışınlar da kullanılmaktadır. Şimdilerde spektroskopi; farklı teknik, madde durumu, kullanılan spektral aralık veya parçacık yapısına göre farklı adlarla anılmaktadır. Bu spektroskopi türlerinden bazıları şunlardır :

- **Optik Spektroskopi (OS):** Bu spektroskopi numunenin karakteristik özelliklerini tespit etmekte kullanılan ilk ve önemli bir metottur. Orbital veya örgü enerji seviyeleri, optik faal iyonların enerji seviyeleri, kristal yapıları, hakkında bilgi verir.
- **Astronomik Spektroskopi (AS):** Doğadaki enerji, kimyasal bileşimi, basıncı, manyetik alanı, yoğunluğu, sıcaklığı, hızı ve diğer özellikleri analiz etmede kullanılır. Bu spektroskopide kullanılabilecek birçok enerji türü (spektroskopi) vardır.

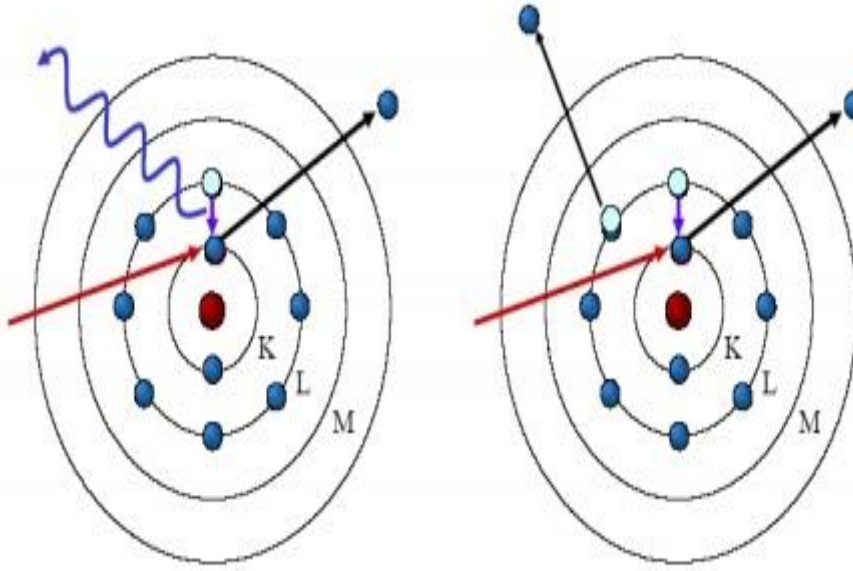
- **Kızılötesi Spektroskopisi (KS):** Numunenin kızılötesi emilim spektrumunu moleküllerin kimliği olarak ifade eder. Numuneleri tanımlamak için oldukça fazla kullanılmasına karşın, absorbe edilen moleküllerin analizi için kızılötesi spektroskopisi de kullanılabilir.
- **Morötesi Işık Spektroskopisi (MIS):** Numune molekülündeki elektronik geçişlerin verildiği spektrumları inceler ve elektronik spektroskopisi olarak da adlandırılır. Bu spektrometrelerde cam veya kuvars prizma mevcuttur. Ayrıca kullanılan ışığın ultraviyole (UV) veya görünür bölgesinden bir frekans seçilir. Işık numuneden geçtikten sonraki emilimi veya geçirgenliği incelenir.
- **Raman Spektroskopisi (RS):** Numunedeki bir molekülün ışığının raman dağılımı, o numunenin moleküler yapısı ve o numunenin kimyasal bileşimi hakkında veri depolamak amacıyla kullanılır. Organik ve inorganik örneklerde, yüksek doğruluk ve mikronaltı ölçeklerde görüntüleme ve kimyasal analiz olanağı sağlar.
- **Atomik Emisyon Spektroskopisi (AES):** Numunenin soğurduğu enerjinin özelliklerini tanımlamakta kullanılan bir metottur. Absorbe edilen enerji, ışığın floresans spektroskopisi gibi metotla ölçülebilen numune salınmasına neden olur. Ultraviyole ve görünür ışınları kapsar ve atomik spektral çizgiler olarak da adlandırılır. Atomik emisyon spektroskopisinde; bir elektron yörüngesinden diğerine yükselmesi veya düşmesi dış kabuk elektronlarının elektronik geçişlerinden kaynaklanır.
- **Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi (NMR):** Bu metot numunenin atom çekirdeğinin manyetik özelliklerinden faydalanan bir araştırma yöntemidir. Numunedeki atomların veya moleküllerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini analiz eder. Tek sayılı atom numarasına sahip atomların çekirdek dönüşleri vardır. Bu dönüşler manyetik alanın olmadığı alanlarda düzensiz hareket eder. Fakat manyetik alan olan bölgelerde dönüşler manyetik alana paralel veya anti paralel şekilde olabilir. Enerji bakımından paralel hareket daha uygundur. Bu dönüş hareketi için gerekli enerji nükleer manyetik rezonans spektrometresinde depolanır. Bağlı olduğu çekirdeğin türü ve bulunduğu ortama göre farklılık olabilir (URL – 8, 2019).
- **Kütle Spektroskopisi (KS):** Bu spektrometrenin kaynağı iyonlardır. Kütle - yük orandan yararlanılarak, numuneyle etkileşime girdiklerinde iyonların dağılımını analiz ederek örnek hakkında data alınır. İyonlaşma bölgesindeki serbest iyonlar,

elektrik yüklü plakalara doğru ittilererek hızlandırılır ve kütle ayracına gönderilir. Burada kütle - yük oranlarına göre ayrışır. İyonlar tek yüklü olduğu için iyonun kütlesine eşittir. Kuadropol, çift odaklamalı ve ayrıca uçuş zamanlı gibi alt dalları da mevcuttur (Altınışik, 2004).

- **Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS):** Metallerin elektrokimyasal reaksiyonlarını sulu ortamlarda inceleyen bir metottur. Korozyon süreci, elektrotların modifikasyonu ve performansı açık hücre potansiyeli, döngüsel voltametri gibi durumlar araştırılır.
- **Zayıflatılmış Yansıma Spektroskopisi (ZYS):** Bu spektroskopi yüzeydeki veya ince filmlerdeki maddelerin analizini konu alır. Numune, bir yada daha fazla enerji ışını tarafından nüfuz ettirilir ve yansıtılan enerji analiz edilir. Bu spektroskopik teknik çoklu iç yansıma spektroskopisi ve reflektans spektroskopisi adıyla anılır ve opak sıvıları analiz etmede kullanılır.
- **Elektron Paramatik Spektroskopi (EPS):** Manyetik alan içerisinde elektronik enerji alanlarını parçalamaya dayanan mikrodalga metodudur. Eşleşmemiş elektron bulunduran örneklerin yapılarını belirlemede kullanılır.
- **Elektron Spektroskopisi (ES):** Bu spektroskopisinin farklı türleri vardır ve bunlar elektronik enerji seviyelerindeki değişimleri incelemekle ilişkilendirilmiştir.
- **Fourier Dönüşüm Spektroskopisi (FDS):** Örnek üzerine aynı anda olacak şekilde gelen dalga boyları tarafından ışınlanan spektroskopik bir metottur. Emilim spektrumu, oluşan enerji modeline bir matematiksel hesap uygulayarak analiz eder.
- **Gama Işını veya Mössbauer Spektroskopisi (MS):** Bu spektrometrede en önemli nokta bir enerji kaynağının bulunmasıdır. Fizik, kimya, biyoloji ve malzeme bilimi gibi alanlarda kullanılır. Rudolf Mössbauer 1957 yılında bulunan “Mössbauer etkisi” bulmuş ve bu spektrometrede önemli rol almıştır.
- **Lazer Spektroskopisi (LS):** Bu spektrometre birçok türde olduğu gibi enerji kaynağına ihtiyaç duyar ve bunun için lazer ışığını kullanır. Lazer spektroskopileri, tutarlı ışığın numune ile etkileşimini inceler. LS yüksek çözünürlük ve duyarlılıkla analiz yapar.
- **Frekans Modülasyonlu Spektroskopi (FMS):** Frekans modülasyonlu spektroskopide, depolanan her dalga boyu orijinal dalga boyu bilgisini içeren bir ses frekansı ile kodlanır. Sonrasında bir dalga boyu analizörü farklı spektrumu yeniden oluşturabilir (Falk ve ark., 1992).

1.4. X-Işınları Floresan Spektroskopisi (XRF)

Elektromanyetik spektrum, görünür ışık gibi X-ışınlarında sahiptir. X-ışınlarının dalgaboyu $10^{-8} - 10^{-11}$ m'dir. Ama görünür ışığın dalga boyu $8 \times 10^{-7} - 4 \times 10^{-7}$ m ve daha uzundur. X-Işınları Floresan Spektroskopisinde(XRF), kaynaktan çıkan ışınlar kimyasal analizi yapılacak olan numune üzerine gönderilir. Numunedeki atomlarla etkileşen ışınlar, gerekli kinetik enerjiye sahip olduklarında, o numune atomun iç kabuğundan bir elektronu koparıp ve yüksek enerjili bir üst seviyeye getirir. Üst kabuklardan bir elektronun oluşan boşluğu kapamasıyla enerji oluşur ve atom tekrar eski kararlı hale döner. Oluşan enerji karakteristik floresan ışıdır. Şekil 1.6.'da şematik bir gösterim verilmiştir. Karakteristik ışınların dalga boyları sabittir, o elementin karakteristiğini belirler ve bu durum numunenin kimyasal analizinin yapılmasını sağlar (Lakowicz, 1999; URL – 9, 2019).

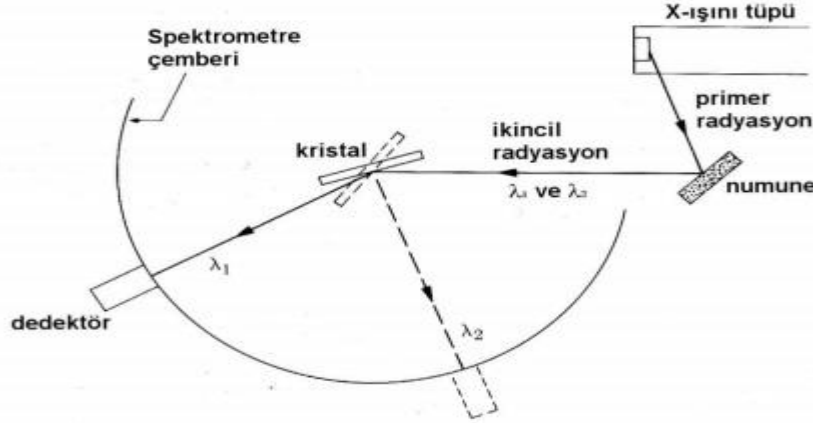


Şekil 1.6. Karakteristik X-ışını emisyonu , Auger elektron emisyonu (URL – 9, 2019)

XRF spektroskopisinin en önemli faydaları; tahribatsız olması, örneğin kolayca hazırlanabilmesi, konsantrasyon aralığının geniş olması, kesinlik ve doğruluğun fazla olabilmesi, katı ve sıvı gibi numune analizine uygunluğun yüksek olmasıdır. (Skoog, 1981).

1.4.1. Dalgaboyu Dağılımlı Spektrometre (WDXRF)

WDXRF, bir kristal ve bir sayıcıdan oluşan tek kanallı analizör olarak kullanılabileceği gibi birçok kristal ve sayıcıdan oluşan çok kanallı spektrometre olarak da kullanılabilir. Bu durumda elementler eş zamanlı olarak ölçülebilir. Bu tür spektrometreler, EDXRF'lerden önce geliştirilmiştir. Dalgaboyu dağılımlı spektrometrelerde X-ışınlarının yoğunluğu dalgaboyunun bir özelliği olarak hesaplanır. Numune üzerine kaynaktan çıkan birincil radyasyon gönderilir. Spektrometredeki çemberinin ortasına konulan analizör kristal ile numuneden yayılan ikincil radyasyonun difraksiyonu sağlanır. Difraksiyona uğrayan ışınların dalgaboyları (λ) Bragg koşulunu sağlar ve $2d\sin\theta$ 'a eşittir. Burada, "d" kristalin atom düzlemleri arasındaki mesafedir, " θ " ise numune ve dedektör arasındaki açının yarısıdır. Difraksiyon şartının sağlanması için kristal ve dedektör hareket eder. Örnek, kristal ve dedektör odaklama çemberi üzerinde bulunur. Analiz sırasında örnek haznesi vakum altındadır, böylece hafif elementlere ait karakteristik ışınlarının hava tarafından emilimi engellenmiş olunur. Sıvı haldeki numunelerde vakum yerine helyum gazı kullanılmalıdır (Brouwer, 2003).



Şekil 1.7. Dalgaboyu dağılım spektrometresi genel gösterim (URL – 9, 2019)

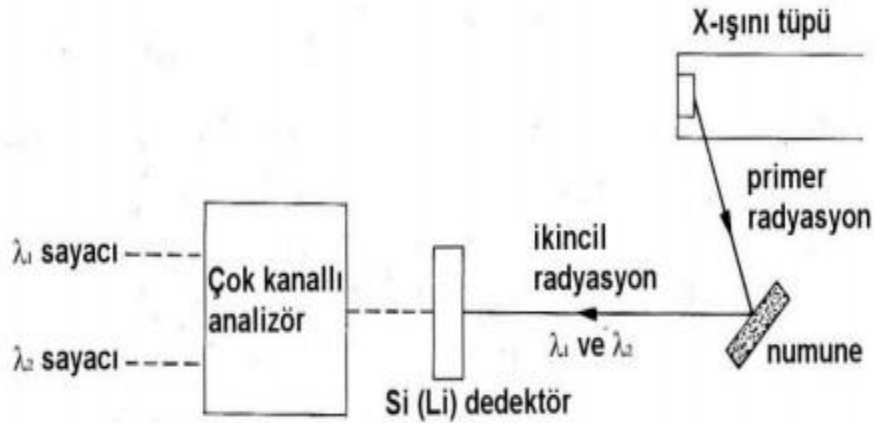
Dalgaboyu dağılımlı spektrometrelerin spektrum ayırımı difraksiyon optiğine dayandığı için yüksek ayırım güçlü katı hal dedektörlerine bu spektrometreler kullanılmaz. X-ışını çoğu zaman sintilasyon veya gaz akış sayacıyla yardımıyla bulunur. Şekil 1.7.'de şematik olarak gösterilmiştir. Sayaç %90 Argon ve %10 Metan gazıyla doludur. X-ışınları gazı iyonize eder ve iyonizasyon sonucundaki elektronlar anota ve artı iyonlarda sayacın katotuna doğru ilerler. Sayaca uygulanan voltaj 500- 700 Volta çıkartılarak birincil elektron ve iyonlar hızlandırılır. Sonrasında ikincil elektron ve iyonlar oluşturulur. Bu

şekilde sinyal güçlendirilir. Orijinal X-ışınlarının enerjisiyle doğru orantılı yüksek sinyaller kazanılır.

1.4.2. Enerji Dağılım Spektrometresi (EDXRF)

EDXRF' ler 20. yy. sonlarında yüksek ayırım gücüne sahip katı hal dedektörlerinin geliştirilmesi sonucunda bulunmuştur. Bulunan dedektörlerin ve dedektör elektroniğinin sayesinde farklı enerjilere sahip X-ışınlarının spektral çizgileri ayrıştırılabilir. EDXRF'lerde X-ışını kaynağı olarak bir X-ışın tüpü tercih edilir ama Fe-55, Cd-109, Cm-244, Am241, Co-57 gibi radyoaktif izotoplardan da yararlanılır. Bu tip spektrometrelerde Sıvı azot veya Peltier soğutmalı katı hal dedektörleri kullanılır. Enerji ayırmalı spektrometreler, uyarıcı kaynak, dedektör ve sayma sistemlerinden oluşurlar. Bu sistemlerde sayaçlar genel olarak, Si(Li) veya Ge(Li) şeklindedir (Grieken ve ark., 1993).

X-ışını kaynağından çıkan birincil radyasyon numuneye gönderilir ve numuneden yayılan ikincil X-ışınları karakteristik özellikleri kapsar. EDXRF'de difraksiyon bulunmaz. İkincil radyasyondan gelen ışın enerjilerine göre çok kanallı analizör yardımıyla sayaçlara gönderilir (Grieken ve ark., 1992).



Şekil 1.8. Enerji dağılım spektrometresi genel görünüm (URL – 9, 2019)

Enerji dağılımlı spektrometrelerde Na-Pu aralığındaki tüm elementlerin kimyasal analizi yapılabilir. Şekil 1.8.'de şematik hali gösterilmiştir. Enerji dağılımlı spektrometreler, dalgaboyu dağılımlı spektrometrelerinden daha ucuzdur ve hızlı analiz eder.

1.5. Önceki Çalışmalar

Yazgan ve ark. (1987), Arapgir ile Munzur dağları arasında yer alan Pütürge bölgesindeki, Pütürge Başkalaşım Masifi, Maden Karmaşığı, İspendere ve Kömürhan Ofiyolitleri ile Baskil Magmatitleri'nden numuneleri incelemiştir. Bu bölgenin paleotektonik evriminin temelini işlemiştir.

Çelik (2003), “Mastar Dağı Elazığ çevresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri” adlı doktora tezinde, Hazar Karmaşığı, Maden Karmaşığı ve Guleman Ofiyolitini detaylarıyla işlemiştir.

Kundi (2006), “Kuluncak (Malatya) çevresinin dere kumu jeokimyası” adlı yüksek lisans tezinde, dere kumlarındaki cevherleşmeyi incelemiştir. Bu alınan bazı numunelerdeki Al, P, K ve V dışındaki elementlerin benzerlik gösterdiğini işlemiştir.

Arkalı (2011), “WD-XRF spektrometreyle jeolojik numunelerdeki ana oksitler üzerine matris etkisinin belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezinde, almış olduğu numunelerin preslenip sonra kızdırma kayıpları girerek hassas analizlerini işlemiştir.

Bökü (2013), “Kırmataş agregalı betonların basınç ve yarmada çekme dayanımlarının sınırlı oranda dere kumu karıştırılmasıyla dengelenmesi” adlı yüksek lisans tezinde, dere kumundaki artış ile birlikte yarmada çekme dayanımında parabolik orantı işlemiştir.

Uçar (2012), “Geli Dere (Baskil-Elazığ) civarında dere kumu jeokimyası” adlı yüksek lisans tezinde, dere yatağı boyunca elementlerin değişimlerini incelemiştir. Cu, Pb, Zn, Ag, As, Sb derişimleri ile Sn, W, Sr, U, Th, NTE derişimlerinin zıt yönlü dağılımını işlemiştir.

Polat (2014), “Alacakaya (Guleman, Elazığ) Cr yatakları ve Koçali (Adıyaman) Cu cevherleşmeleri yakınında dere kumu jeokimyası” adlı yüksek lisans tezinde, dere sedimentlerinde elementlerin değerleri ve cevherleşmeyi işlemiştir. Mo, Cu, Pb, Zn, As, V ve Cr' un zenginleşme ve jeokümülyasyon faktör değeri kirlenmenin polimetallik cevherleşme için litolojik ve antropolojik etkilere bağımlı olduğunu göstermiştir.

Güzelçiçek ve ark. (2017), “Betonarme Yapılardaki Donatı Korozyonunun Kimyasal Analizi” adlı makalede, koroze olan ve korozyona uğramamış donatının elementel açıdan kimyasal analizini işlemiştir.

Taşkın (2018), “Aşağımusalar (Dursunbey-Balıkesir) çevresi dere kumu ve dere sularının metal içeriğı ve dağılımı” adlı yüksek lisans tezinde, dere kumu ve dere suyunda oluşan metal yapıları ve bu yapıların içeriklerini işlemiştir.

Horoz (2018), “Çıtak (Bigadiç-Balıkesir) çevresi dere kumu ve dere sularının metal içeriği ve dağılımı” adlı yüksek lisans tezinde, bu bölgeden aldığı numunelerin elementsel değerleri ve dağılımlarını işlemiştir.

Bu çalışmanın amacı; Tunceli ilinin farklı noktalarından alınan dere ve kırma kumlarını inceleyip beton ve yapıya uygunluğunu denetlemek, ayrıca cevherleşme olup olmadığını göstermektir. Bu amaç için; Tunceli ili Ovacık, Hozat, Pertek ilçeleri ve Merkez ilçenin Harçık bölgesinden dere ve kırma kumları alındı. Alınan bu numuneler analizleri yapılmak için İstanbul’a götürüldü. XRF spektrometresi yardımıyla kimyasal analizler yapıldı.



2. MATERYAL VE METOT

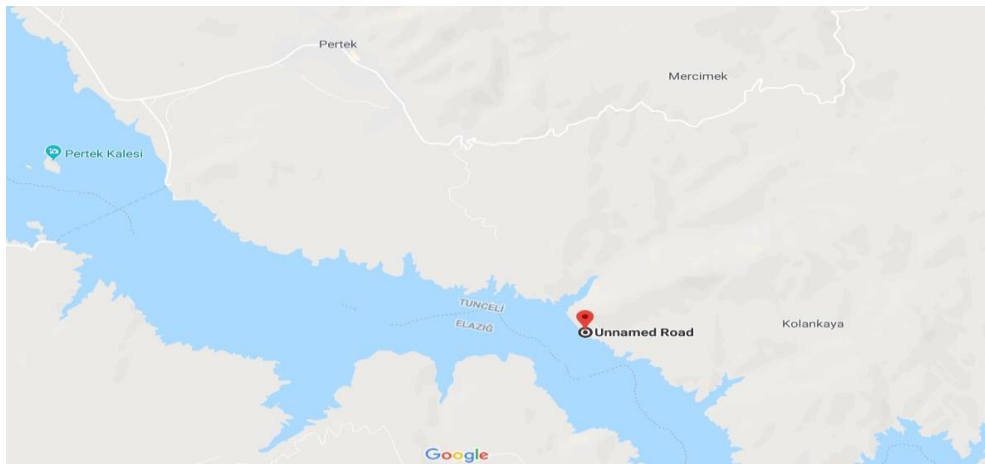
Bu tez çalışmasında, Tunceli ilinin farklı noktalarından alınan kum numunelerinin kimyasal özellikleri XRF spektrometresi ile oksit ve elementel olarak incelenmiştir. Dere kumu örnekleri; Pertek ilçesinden 1 adet, Merkez ilçenin Harçık bölgesinden 3 adet ve Hozat ilçesinden 1 adet olmak üzere 5 adettir. Kıрма kumu örnekleri; Hozat ilçesinden 3 adet ve Ovacık ilçesinden 3 adet olmak üzere 6 adettir. Ayrıca Ovacık ilçesinden 1 inşaat kumu olmak üzere toplam 12 adet numune alınmıştır. Alınan numuneler Şekil 2.1.'de görülen XRF spektrometresi ile incelenmiştir. Bu incelemede numunenin alındığı lokasyonlar, numune içindeki element ve oksit değerleri ve spektrumlarına yer verilmiştir.



Şekil 2.1. EDXRF Spektrometresi ve spektrometreye numune yerleştirilmesi

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

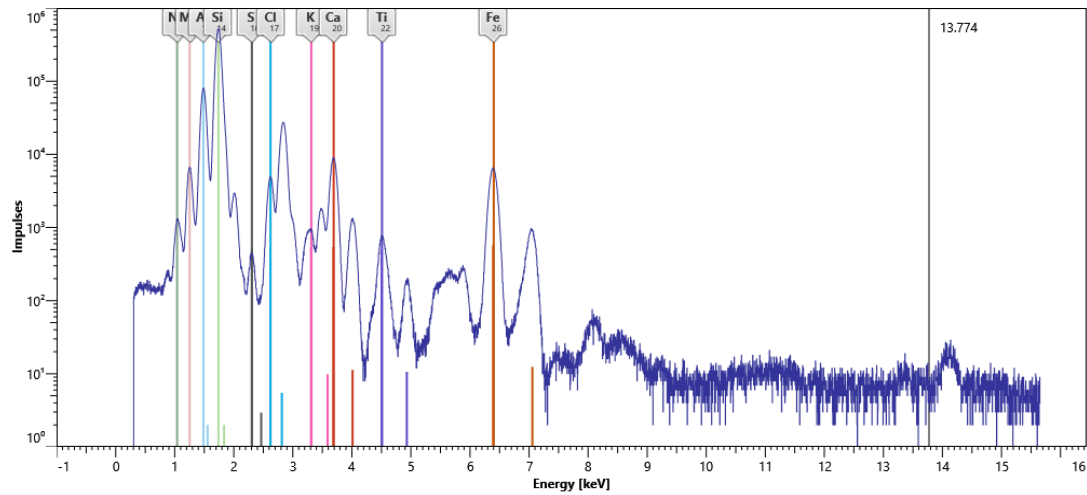
Tablo 3.1. Pertek ilçesinin Şekil 3.1.'deki lokasyonundan alınan dere kumu numunesinin kimyasal analiz sonuçlarını ve Şekil 3.2. de spektrumu göstermektedir.



Şekil 3.1. Tunceli ili Pertek ilçesi dere kumu lokasyonu

Tablo 3.1. Tunceli ili Pertek ilçesi dere kumu analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	1.48300	1.48200	1.48300	MgO	2.46000
Al	5.52500	5.52300	5.52400	Al ₂ O ₃	10.44000
Si	17.46000	17.45000	17.46000	SiO ₂	37.34000
P	0.07442	0.07439	0.07441	P ₂ O ₅	0.17050
S	0.00220	0.00210	0.00220	SO ₃	0.00568
Cl	0.02766	0.02760	0.02763	Cl	0.02760
K	0.63480	0.63450	0.63470	K ₂ O	0.76460
Ca	4.02800	4.02500	4.02700	CaO	5.63500
Ti	0.20950	0.21000	0.20970	TiO ₂	0.34950
V	0.01480	0.01480	0.01480	V ₂ O ₅	0.026430
Cr	0.01060	0.01070	0.01060	Cr ₂ O ₃	0.01563
Mn	0.07100	0.07120	0.07110	MnO	0.09170
Fe	3.81700	3.81800	3.81700	Fe ₂ O ₃	5.45700
Co	<0.0009	<0.0009	<0.0009	CoO	<0.0012
Ni	0.00300	0.00310	0.00300	NiO	0.00380
Cu	0.00251	0.00250	0.00251	CuO	0.00310
Zn	0.00270	0.00290	0.00280	ZnO	0.00330

**Şekil 3.2.** Tunceli ili Pertek ilçesi dere kumu analiz spektrumu

Şekil 3.3.'te görülen lokasyondan Şekil 3.4.'deki gibi alınan numunelere ait kimyasal analiz sonucu Tablo 3.2.'de verilmiştir. Şekil 3.5.'te bu analize ait spektrumlar verilmiştir.



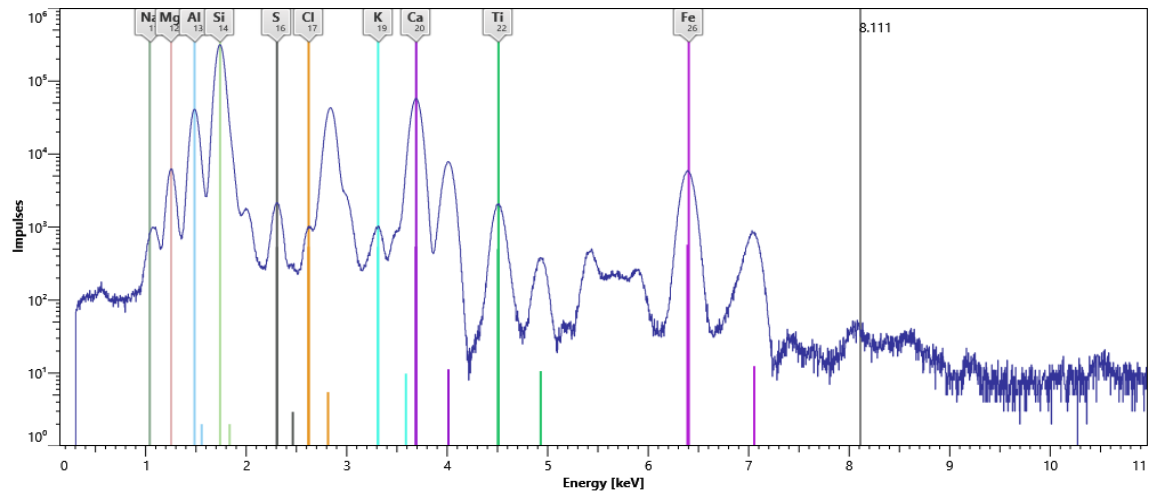
Şekil 3.3. Tunceli ili Hozat ilçesi yolu üzeri kum ocağı lokasyonu



Şekil 3.4. Tunceli ili Hozat ilçesi yolu üzeri kum ocağından numune alımı

Tablo 3.2. Tunceli ili Hozat ilçesi dere kumu analizi

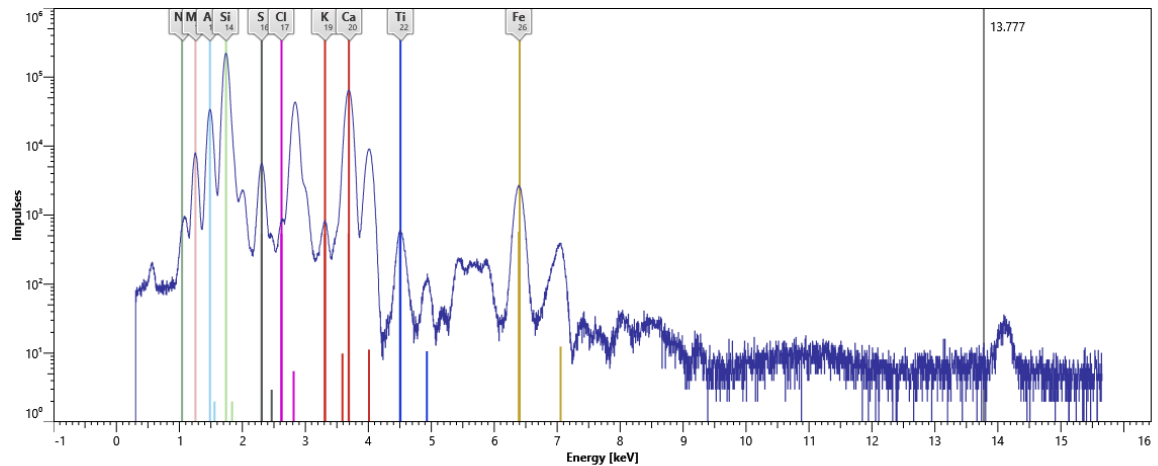
Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	2.26300	2.26600	2.26400	MgO	3.75300
Al	3.58400	3.58000	3.58200	Al ₂ O ₃	6.77100
Si	7.41000	7.41100	7.41100	SiO ₂	15.85000
P	0.02762	0.02760	0.02761	P ₂ O ₅	0.06328
S	0.01727	0.01730	0.01728	SO ₃	0.04314
Cl	0.00140	0.00130	0.00140	Cl	0.00140
K	0.43490	0.43500	0.43500	K ₂ O	0.52390
Ca	18.13000	18.13000	18.13000	CaO	25.37000
Ti	0.46250	0.46220	0.46240	TiO ₂	0.77160
V	0.01730	0.01730	0.01730	V ₂ O ₅	0.03089
Cr	0.09232	0.09230	0.09231	Cr ₂ O ₃	0.01349
Mn	0.06164	0.06163	0.06163	MnO	0.07959
Fe	3.80300	3.80200	3.80200	Fe ₂ O ₃	5.43700
Co	<0.0010	<0.0010	<0.0010	CoO	<0.0013
Ni	0.00490	0.00480	0.00480	NiO	0.00620
Cu	0.00156	0.00157	0.00156	CuO	0.00190
Zn	0.00380	0.00370	0.00370	ZnO	0.00480

**Şekil 3.5.** Tunceli ili Hozat ilçesi dere kumu analiz spektrumu

Tablo 3.3.'te Hozat ilçesi kırma kum 1 analiz sonuçları gösterilmiştir. Şekil 3.6.'da spektrumu verilmiştir.

Tablo 3.3. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 1 analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	1.69100	1.69000	1.69000	MgO	2.80400
Al	2.55900	2.56100	2.56000	Al ₂ O ₃	4.83500
Si	7.20200	7.20100	7.20100	SiO ₂	15.41000
P	0.04883	0.04880	0.04881	P ₂ O ₅	0.11190
S	0.06790	0.06794	0.06792	SO ₃	0.16960
Cl	0.00100	0.00100	0.00100	Cl	0.00100
K	0.46410	0.46400	0.46400	K ₂ O	0.55910
Ca	27.28000	27.29000	27.29000	CaO	38.17000
Ti	0.22710	0.22700	0.22700	TiO ₂	0.37890
V	0.01020	0.01030	0.01030	V ₂ O ₅	0.01835
Cr	0.01630	0.01632	0.01631	Cr ₂ O ₃	0.02383
Mn	0.07405	0.07407	0.07406	MnO	0.09561
Fe	1.83800	1.83900	1.83800	Fe ₂ O ₃	2.62800
Co	<0.0010	<0.0010	<0.0010	CoO	<0.0013
Ni	0.00290	0.00290	0.00290	NiO	0.00370
Cu	0.00218	0.00220	0.00219	CuO	0.00270
Zn	0.00120	0.00130	0.00120	ZnO	0.00150

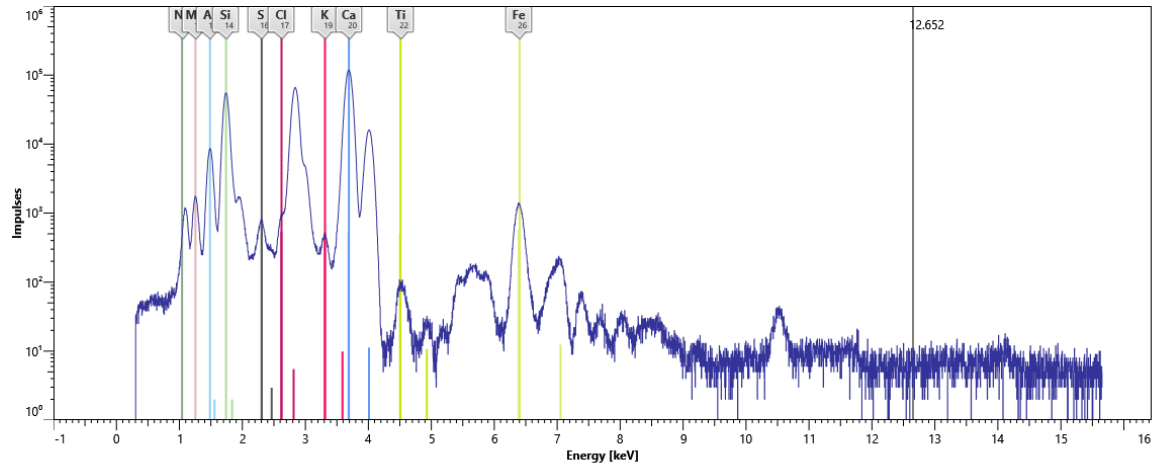


Şekil 3.6. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 1 analiz spektrumu

Tablo 3.4.'te Hozat ilçesi kırma kum 2 analiz sonuçları gösterilmiştir. Şekil 3.7.'de spektrumu verilmiştir.

Tablo 3.4. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 2 analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	0.45800	0.45820	0.45810	MgO	0.75950
Al	0.58570	0.58600	0.58590	Al ₂ O ₃	1.10700
Si	0.90330	0.90320	0.90320	SiO ₂	1.93200
P	0.01011	0.01012	0.01011	P ₂ O ₅	0.02316
S	0.00226	0.00227	0.00227	SO ₃	0.00564
Cl	0.00080	0.00080	0.00080	Cl	0.00080
K	0.12660	0.12680	0.12670	K ₂ O	0.15250
Ca	35.32000	35.31000	35.32000	CaO	49.42000
Ti	0.00570	0.00580	0.00580	TiO ₂	0.00960
V	0.00370	0.00380	0.00380	V ₂ O ₅	0.00660
Cr	0.00220	0.00224	0.00222	Cr ₂ O ₃	0.00320
Mn	0.03668	0.03670	0.03669	MnO	0.04736
Fe	0.84740	0.84730	0.84730	Fe ₂ O ₃	1.21200
Co	<0.0010	<0.0010	<0.0010	CoO	<0.0013
Ni	<0.0002	<0.0002	<0.0002	NiO	<0.0002
Cu	0.00077	0.00078	0.00078	CuO	0.00096
Zn	0.00140	0.00130	0.00140	ZnO	0.00180

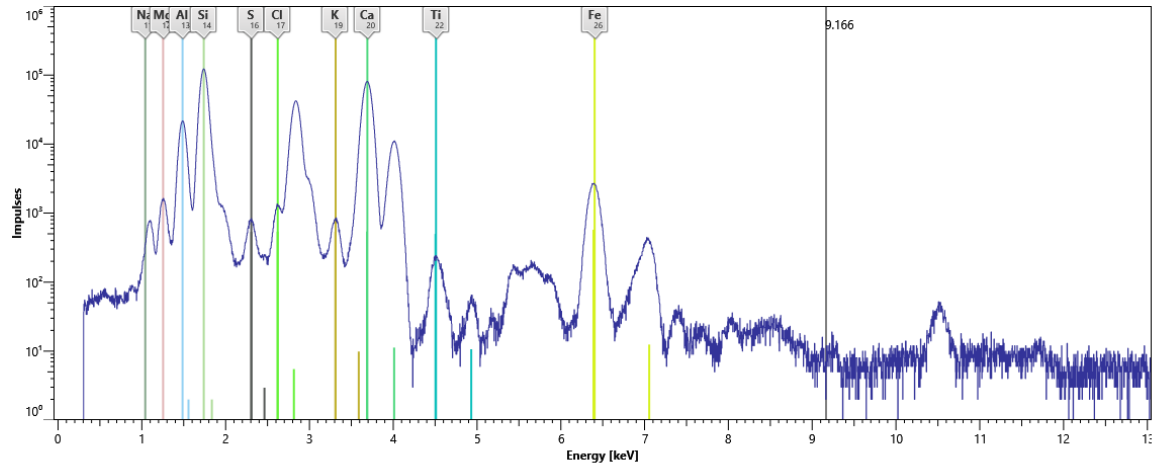


Şekil 3.7. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 2 analiz spektrumu

Tablo 3.5.'te Hozat ilçesi kırma kum 3 analiz sonuçları gösterilmiştir. Şekil 3.8.'de spektrumu verilmiştir

Tablo 3.5. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 3 analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	0.25350	0.25340	0.25350	MgO	0.42040
Al	2.26300	2.26100	2.26200	Al ₂ O ₃	4.27600
Si	3.54300	3.54200	3.54200	SiO ₂	7.58000
P	0.01452	0.01450	0.01451	P ₂ O ₅	0.03326
S	0.00469	0.00471	0.00470	SO ₃	0.01172
Cl	0.00280	0.00280	0.00280	Cl	0.00280
K	0.31030	0.31020	0.31020	K ₂ O	0.37380
Ca	34.95000	34.93000	34.94000	CaO	48.90000
Ti	0.03930	0.03940	0.03930	TiO ₂	0.06568
V	0.00540	0.00540	0.00540	V ₂ O ₅	0.00960
Cr	0.00281	0.00284	0.00282	Cr ₂ O ₃	0.00410
Mn	0.04059	0.04060	0.04060	MnO	0.05241
Fe	1.76300	1.76400	1.76300	Fe ₂ O ₃	2.52100
Co	<0.0010	<0.0010	<0.0010	CoO	<0.0013
Ni	<0.0002	<0.0002	<0.0002	NiO	<0.0002
Cu	0.00125	0.00124	0.00125	CuO	0.00157
Zn	0.00210	0.00210	0.00210	ZnO	0.00260



Şekil 3.8. Tunceli ili Hozat ilçesi kırma kum 3 analiz spektrumu

Şekil 3.9.'da Ovacık ilçesinden alınan kum numunelerinin lokasyonu verilmiştir. Şekil 3.10'da alınan bu numunelerin nasıl alındığı gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Tunceli ili Ovacık ilçesi kum ocağı lokasyonu

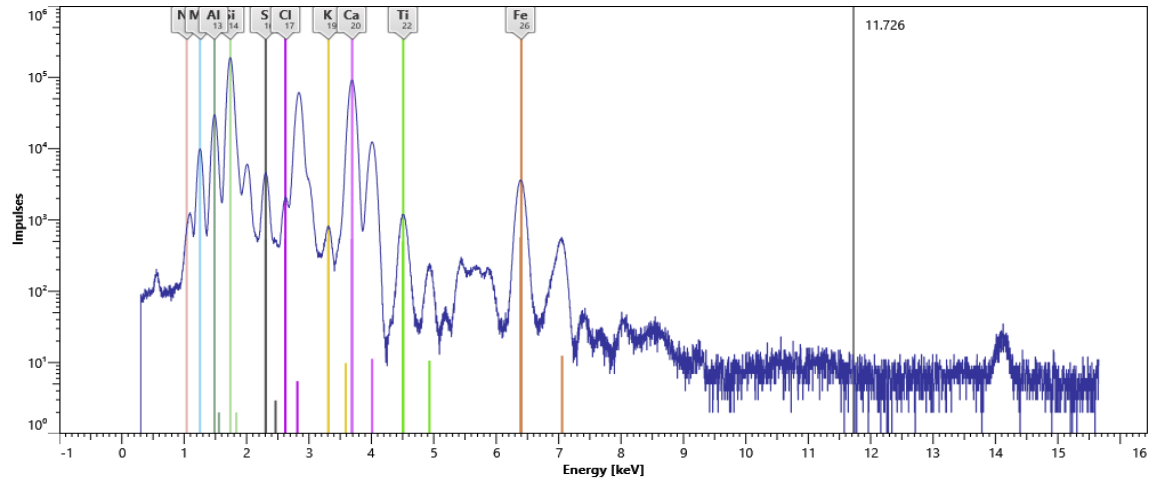


Şekil 3.10. Tunceli ili Ovacık ilçesi kum ocağından numune alımı

Tablo 3.6.'da Ovacık ilçesi inşaat kumu analizi yapılmış ve spektrumu Şekil 2.11.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Tunceli ili Ovacık ilçesi inşaat kumu analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	3.09000	3.09300	3.09100	MgO	5.12400
Al	2.00100	2.00000	2.00000	Al ₂ O ₃	3.78200
Si	3.51700	3.51600	3.51700	SiO ₂	7.52300
P	0.07642	0.07640	0.07641	P ₂ O ₅	0.17510
S	0.02952	0.02950	0.02951	SO ₃	0.07373
Cl	0.00410	0.00410	0.00410	Cl	0.00410
K	0.26270	0.26300	0.26280	K ₂ O	0.31640
Ca	27.44000	27.43000	27.44000	CaO	38.39000
Ti	0.38320	0.38310	0.38310	TiO ₂	0.63930
V	0.01055	0.01054	0.01055	V ₂ O ₅	0.01884
Cr	0.01228	0.01229	0.01228	Cr ₂ O ₃	0.01794
Mn	0.06164	0.06163	0.06164	MnO	0.07960
Fe	2.15700	2.15600	2.15700	Fe ₂ O ₃	3.08400
Co	<0.0010	<0.0010	<0.0010	CoO	<0.0013
Ni	0.00270	0.00270	0.00270	NiO	0.00340
Cu	0.00119	0.00121	0.00120	CuO	0.00149
Zn	0.00310	0.00311	0.00311	ZnO	0.00380

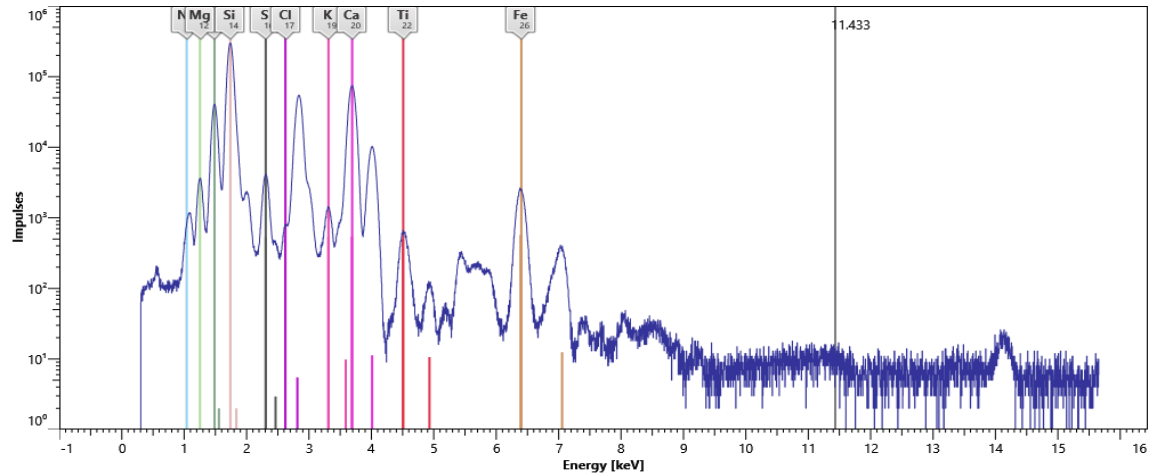


Şekil 3.11. Tunceli ili Ovacık ilçesi inşaat kumu analiz spektrumu

Tablo 3.7.'de Ovacık ilçesi kırma kum 1 analizi yapılmış ve spektrumu Şekil 3.12.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 1 analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	1.20300	1.20000	1.20100	MgO	1.99400
Al	3.37000	3.37300	3.37200	Al ₂ O ₃	6.36800
Si	6.78100	6.78000	6.78000	SiO ₂	14.51000
P	0.03453	0.03455	0.03454	P ₂ O ₅	0.07912
S	0.03345	0.03342	0.03344	SO ₃	0.08352
Cl	0.00056	0.00055	0.00056	Cl	0.00560
K	0.53890	0.53900	0.53900	K ₂ O	0.64920
Ca	25.52000	25.51000	25.52000	CaO	35.71000
Ti	0.17830	0.17850	0.17840	TiO ₂	0.29740
V	0.00700	0.00700	0.00700	V ₂ O ₅	0.01257
Cr	0.01170	0.01172	0.01171	Cr ₂ O ₃	0.01709
Mn	0.04931	0.04932	0.04932	MnO	0.06367
Fe	1.51400	1.51300	1.51400	Fe ₂ O ₃	2.16500
Co	<0.0010	<0.0010	<0.0010	CoO	<0.0013
Ni	0.00250	0.00250	0.00250	NiO	0.00320
Cu	0.00146	0.00145	0.00145	CuO	0.00183
Zn	0.00236	0.00240	0.00238	ZnO	0.00294

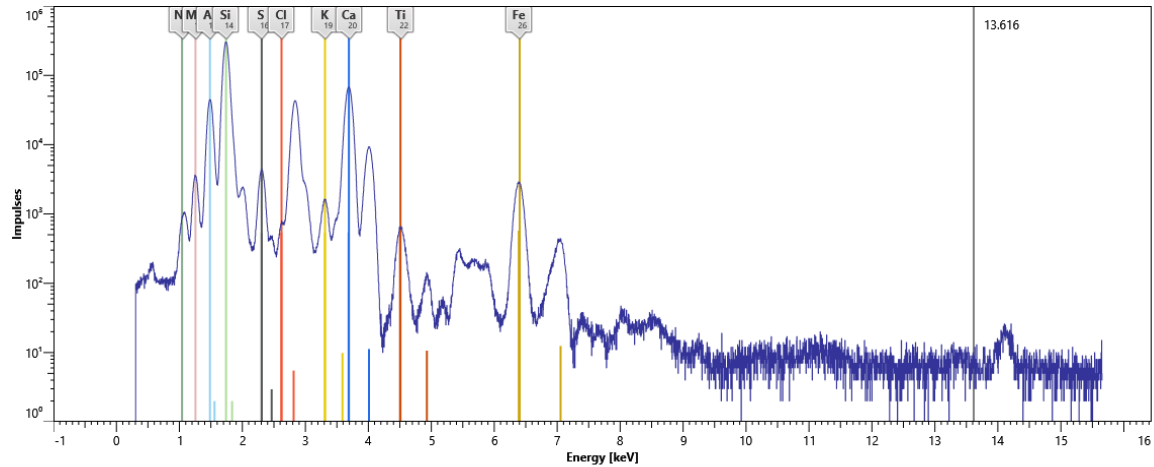


Şekil 3.12. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 1 analiz spektrumu

Tablo 3.8.'de Ovacık ilçesi kırma kum 2 analizi yapılmış ve spektrumu Şekil 2.13.'te gösterilmiştir.

Tablo 3.8. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 2 analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	1.18800	1.19000	1.18900	MgO	1.97100
Al	3.73900	3.74000	3.74000	Al ₂ O ₃	7.06400
Si	6.90500	6.90600	6.90500	SiO ₂	14.77000
P	0.03701	0.03702	0.03701	P ₂ O ₅	0.08482
S	0.03560	0.03562	0.03561	SO ₃	0.08890
Cl	0.00035	0.00035	0.00035	Cl	0.00035
K	0.65160	0.65170	0.65160	K ₂ O	0.78500
Ca	24.30000	24.32000	24.31000	CaO	34.00000
Ti	0.17330	0.17350	0.17340	TiO ₂	0.28920
V	0.00710	0.00710	0.00710	V ₂ O ₅	0.01268
Cr	0.00710	0.00730	0.00720	Cr ₂ O ₃	0.01436
Mn	0.04794	0.04790	0.04792	MnO	0.06191
Fe	1.52300	1.52400	1.52300	Fe ₂ O ₃	2.17800
Co	<0.0010	<0.0010	<0.0010	CoO	<0.0013
Ni	0.00150	0.00150	0.00150	NiO	0.00191
Cu	0.00137	0.00138	0.00138	CuO	0.00172
Zn	0.00260	0.00250	0.00260	ZnO	0.00324

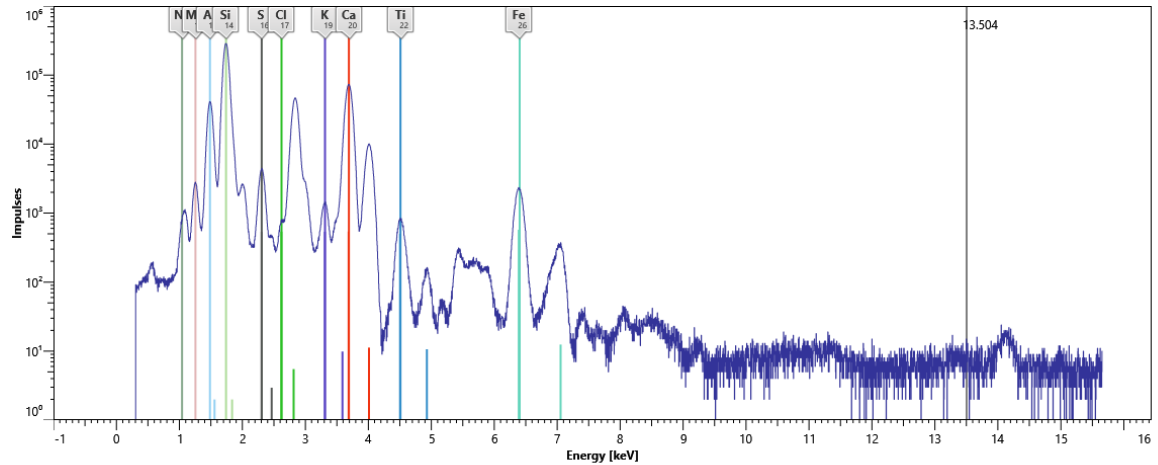


Şekil 3.13. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 2 analiz spektrumu

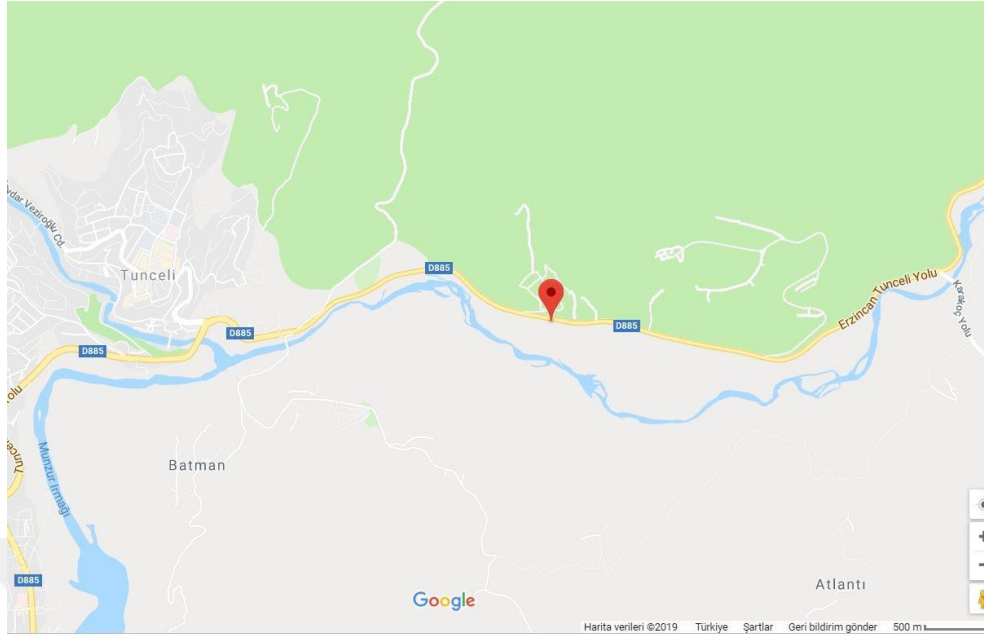
Tablo 3.9.'da Ovacık ilçesi kırma kum 3 analizi yapılmış ve spektrumu Şekil 3.14.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.9. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 3 analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	0.88750	0.88770	0.88760	MgO	1.47200
Al	3.46000	3.46100	3.46100	Al ₂ O ₃	6.53700
Si	6.56800	6.57000	6.56900	SiO ₂	14.05000
P	0.03951	0.03952	0.03951	P ₂ O ₅	0.09053
S	0.03541	0.03540	0.03540	SO ₃	0.08842
Cl	0.00051	0.00051	0.00051	Cl	0.00051
K	0.55560	0.55570	0.55560	K ₂ O	0.66930
Ca	24.20000	24.21000	24.20000	CaO	35.26000
Ti	0.19740	0.19720	0.19730	TiO ₂	0.32930
V	0.00750	0.00750	0.00750	V ₂ O ₅	0.01348
Cr	0.00980	0.00980	0.00980	Cr ₂ O ₃	0.01439
Mn	0.04281	0.04284	0.04282	MnO	0.05527
Fe	1.41400	1.41500	1.41500	Fe ₂ O ₃	2.02200
Co	<0.0010	<0.0010	<0.0010	CoO	<0.0013
Ni	0.00170	0.00170	0.00170	NiO	0.00223
Cu	0.00118	0.00120	0.00119	CuO	0.00148
Zn	0.00240	0.00250	0.00240	ZnO	0.00299

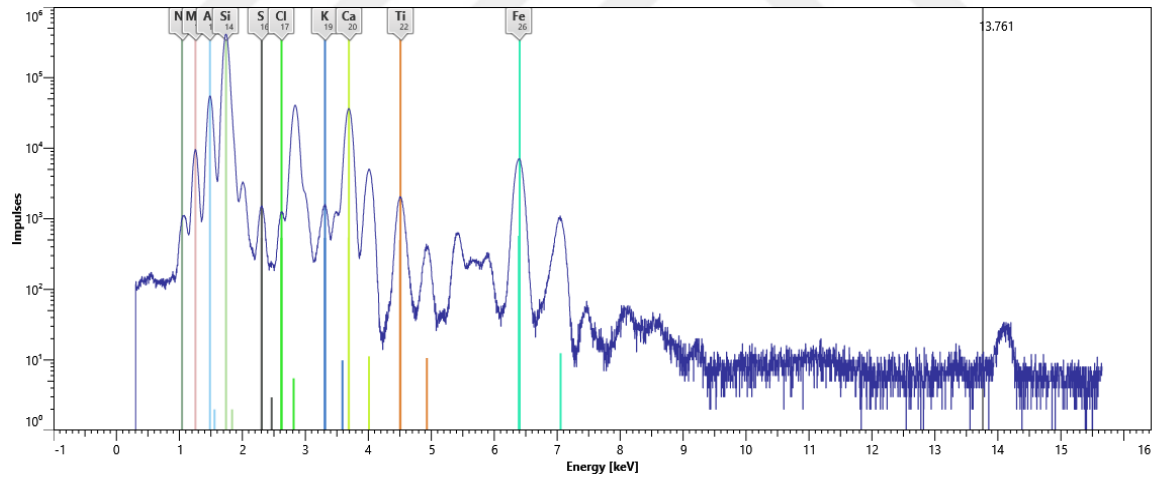


Şekil 3.14. Tunceli ili Ovacık ilçesi kırma kum 3 analiz spektrumu



Şekil 3.15. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden alınan kum numunesi lokasyonu

Şekil 3.15.'de görülen lokasyondan alınan numunelerin Şekil 3.16.'da spektrumu verilmiştir.



Şekil 3.16. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 1 analiz spektrumu

Tablo 3.10.'da Merkez ilçe Harçık bölgesi dere kumu 1 kimyasal analizi yapılmıştır.

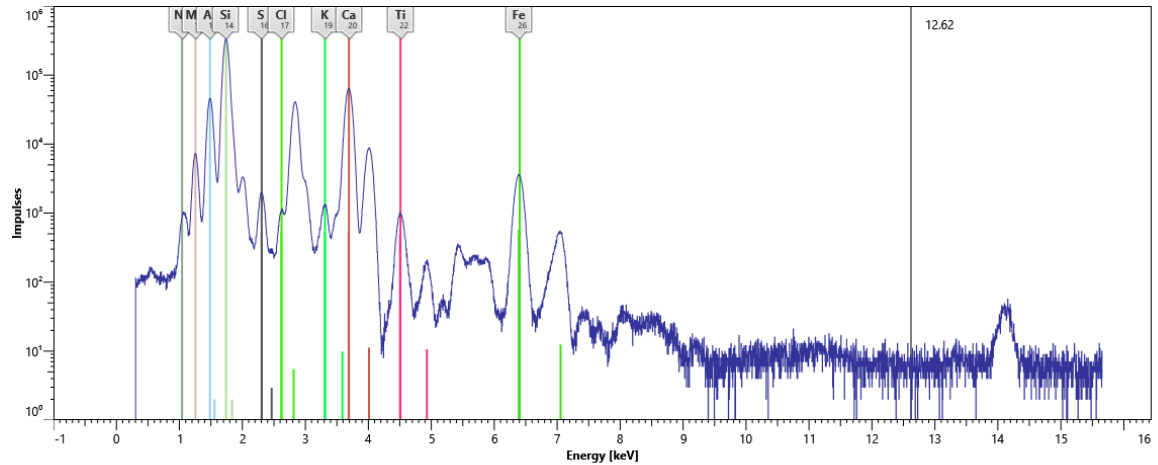
Tablo 3.10. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 1 analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	3.58200	3.58300	3.58300	MgO	5.94000
Al	5.08600	5.08800	5.08700	Al ₂ O ₃	9.60900
Si	10.53000	10.55000	10.54000	SiO ₂	22.52000
P	0.06033	0.06035	0.06034	P ₂ O ₅	0.13820
S	0.01309	0.01311	0.01310	SO ₃	0.03268
Cl	0.00283	0.00281	0.00282	Cl	0.00283
K	0.69110	0.69120	0.69120	K ₂ O	0.83250
Ca	13.49000	13.50000	13.50000	CaO	18.87000
Ti	0.50940	0.50960	0.50950	TiO ₂	0.84980
V	0.02054	0.02050	0.02052	V ₂ O ₅	0.03651
Cr	0.20820	0.20810	0.20810	Cr ₂ O ₃	0.30420
Mn	0.07200	0.07205	0.07202	MnO	0.09296
Fe	4.54800	4.54900	4.54900	Fe ₂ O ₃	6.5020
Co	0.00310	0.00310	0.00310	CoO	0.00400
Ni	0.00240	0.00250	0.00240	NiO	0.03116
Cu	0.00190	0.00190	0.00190	CuO	0.00240
Zn	0.00540	0.00550	0.00550	ZnO	0.00670

Tablo 3.11.'de Harçık dere kumu 2 analizi yapılmış ve spektrumu Şekil 3.17.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.11. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 2 analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	2.44700	2.44600	2.44700	MgO	4.05800
Al	3.68200	3.68000	3.68100	Al ₂ O ₃	6.95700
Si	7.29200	7.29000	7.29100	SiO ₂	15.60000
P	0.05005	0.05001	0.05003	P ₂ O ₅	0.11470
S	0.01424	0.01423	0.01424	SO ₃	0.03555
Cl	0.00176	0.00176	0.00176	Cl	0.00176
K	0.50680	0.50690	0.50690	K ₂ O	0.61040
Ca	21.98000	21.97000	21.98000	CaO	30.75000
Ti	0.24600	0.24610	0.24610	TiO ₂	0.41040
V	0.00959	0.00960	0.00960	V ₂ O ₅	0.01711
Cr	0.03690	0.03700	0.03700	Cr ₂ O ₃	0.05403
Mn	0.06421	0.06423	0.06422	MnO	0.08291
Fe	1.96200	1.96300	1.96300	Fe ₂ O ₃	2.80600
Co	<0.0008	<0.0008	<0.0008	CoO	<0.0010
Ni	0.00740	0.00740	0.00740	NiO	0.00945
Cu	0.00160	0.00160	0.00160	CuO	0.00206
Zn	0.00290	0.00300	0.00300	ZnO	0.00371

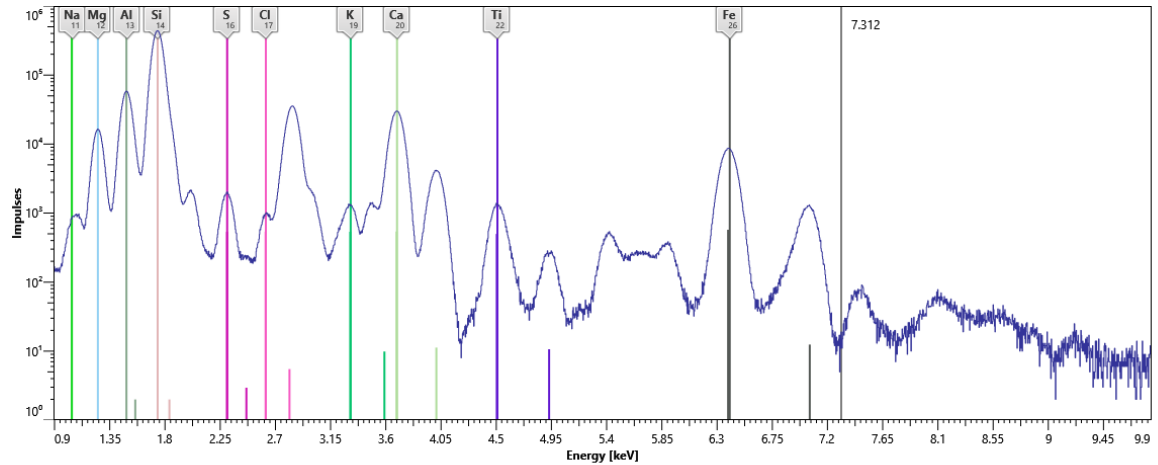


Şekil 3.17. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 2 analiz spektrumu

Tablo 3.12.'de Harçık dere kumu 3 analizi yapılmış ve spektrumu Şekil 3.18.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.12. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 3 analizi

Element İçeriği	Kimyasal Ölçüm 1	Kimyasal Ölçüm 2	Ortalama %	Oksit İçeriği	Değer %
Mg	6.57000	6.57300	6.57100	MgO	10.89000
Al	5.46200	5.46000	5.46100	Al ₂ O ₃	10.32000
Si	11.39000	11.40000	11.40000	SiO ₂	24.36000
P	0.03937	0.03940	0.03939	P ₂ O ₅	0.09020
S	0.01859	0.01862	0.01860	SO ₃	0.04640
Cl	0.00167	0.00167	0.00167	Cl	0.00167
K	0.64020	0.64060	0.64040	K ₂ O	0.77120
Ca	10.84000	10.83000	10.83000	CaO	15.16000
Ti	0.36040	0.36000	0.36020	TiO ₂	0.60120
V	0.01582	0.01584	0.01583	V ₂ O ₅	0.02826
Cr	0.16580	0.16600	0.16590	Cr ₂ O ₃	0.24230
Mn	0.09616	0.09617	0.09617	MnO	0.12410
Fe	5.02900	5.03200	5.03100	Fe ₂ O ₃	7.19000
Co	0.00410	0.00410	0.00410	CoO	0.00510
Ni	0.00390	0.00390	0.00390	NiO	0.00490
Cu	0.00280	0.00290	0.00280	CuO	0.00350
Zn	0.00510	0.00520	0.00510	ZnO	0.00630



Şekil 3.18. Tunceli ili Merkez ilçe Harçık bölgesinden dere kum 3 analiz spektrumu

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

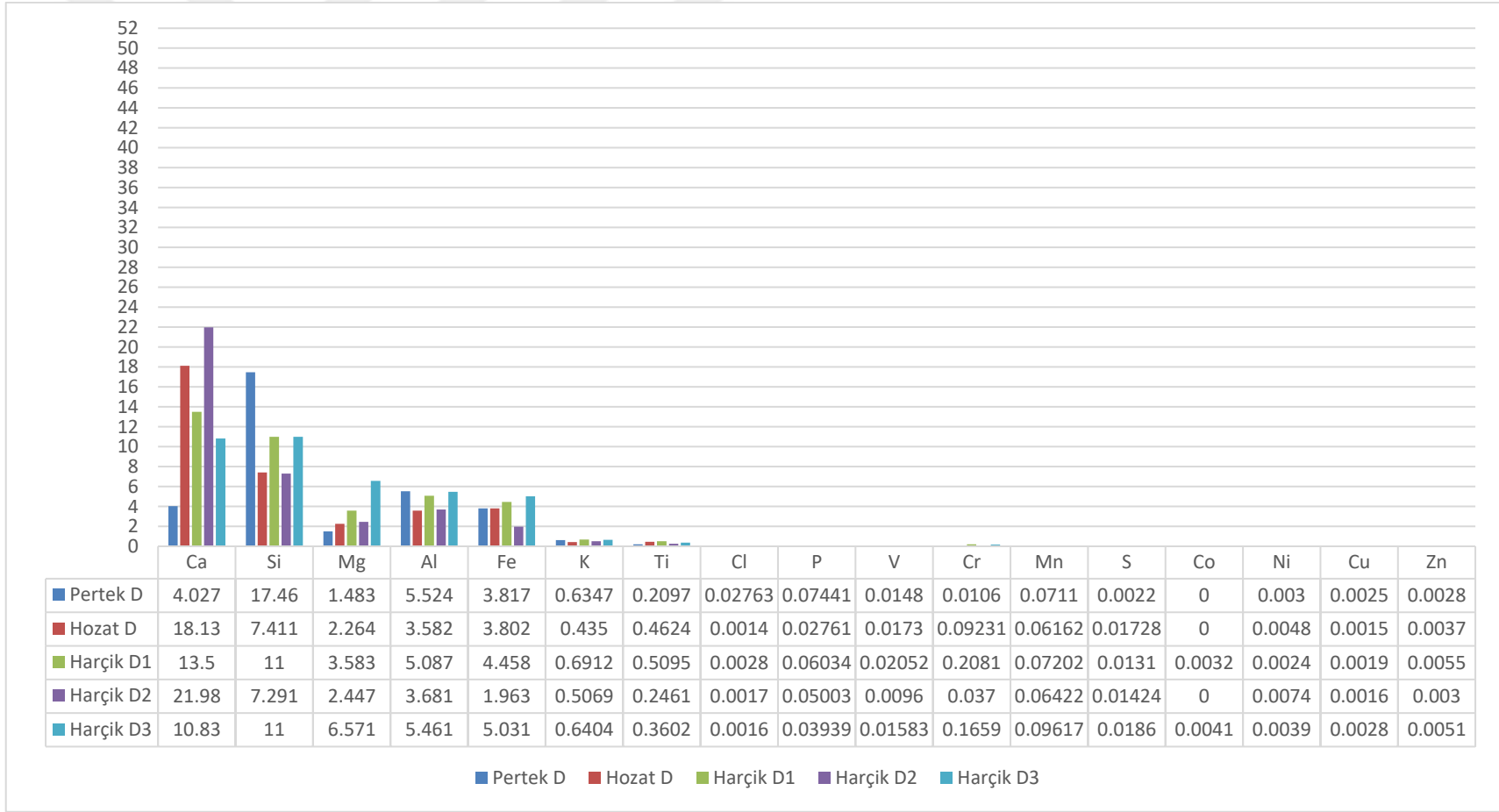
Tunceli ilinin farklı noktalarından alınan dere ve kırma kum örneklerinin analiz sonuçları Tablo 4.1.'de ve Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Dere kumlarının elementel karşılaştırılması

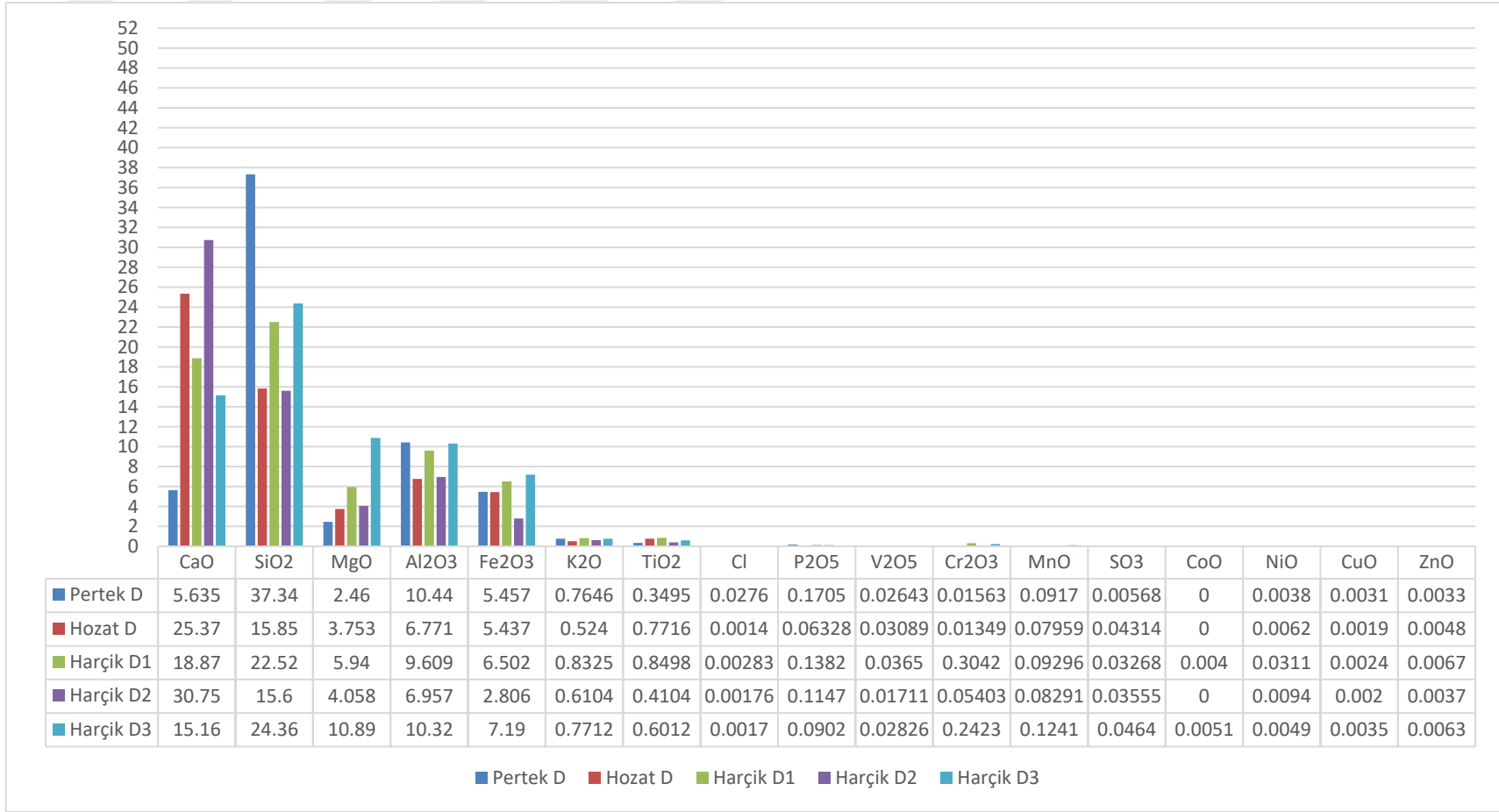
Element	Pertek DK %	Hozat DK %	Harçık DK 1 %	Harçık DK 2 %	Harçık DK 3 %
Mg	1.48300	2.26400	3.58300	2.44700	6.57100
Al	5.52400	3.58200	5.08700	3.68100	5.46100
Si	17.46000	7.41100	10.54000	7.29100	11.40000
P	0.07441	0.02761	0.06034	0.05003	0.03939
S	0.00220	0.01728	0.01310	0.01424	0.01860
Cl	0.02763	0.0014	0.00282	0.00176	0.00167
K	0.63470	0.43500	0.69120	0.50690	0.64040
Ca	4.02700	18.13000	13.50000	21.98000	10.83000
Ti	0.20970	0.46240	0.50950	0.24610	0.36020
V	0.01480	0.01730	0.02052	0.00960	0.01583
Cr	0.01060	0.09231	0.20810	0.03700	0.1659
Mn	0.07110	0.06163	0.07202	0.06422	0.09617
Fe	3.81700	3.80200	4.54900	1.96300	5.03100
Co	<0.0009	<0.0010	0.0031	<0.0008	0.0041
Ni	0.00300	0.00480	0.00240	0.00740	0.00390
Cu	0.00251	0.00156	0.00190	0.00160	0.00280
Zn	0.00280	0.00370	0.00550	0.00300	0.00510

Tablo 4.1.'den görüleceği gibi dere kumları içinde en yüksek Ca değerine Harçık dere 2 numunesi sahiptir. Ayrıca Pertek'ten alınan dere kumu numunesindeki Ca değeri diğerlerine oranla oldukça düşük miktardadır. Al, P ve Si değeri en yüksek olan numune Pertek dere kumudur. Ayrıca Cl bakımından en yüksek numune yine Pertek dere kumudur.

Dere kumları; doğal kum, tane yüzeyleri temiz, yer yer limonit sıvımalı, serbestleşme kum boyutu sedimanlarda iyi, köşeli-yarı köşeli, yarı yuvarlak tane şekilli, koyu renkli minerallerce zengin, amorf madde içermeyen, çok az oranda manyetik eleman içeren numunelerdir.



Şekil 4.1. Dere kumlarının elementel olarak karşılaştırılması



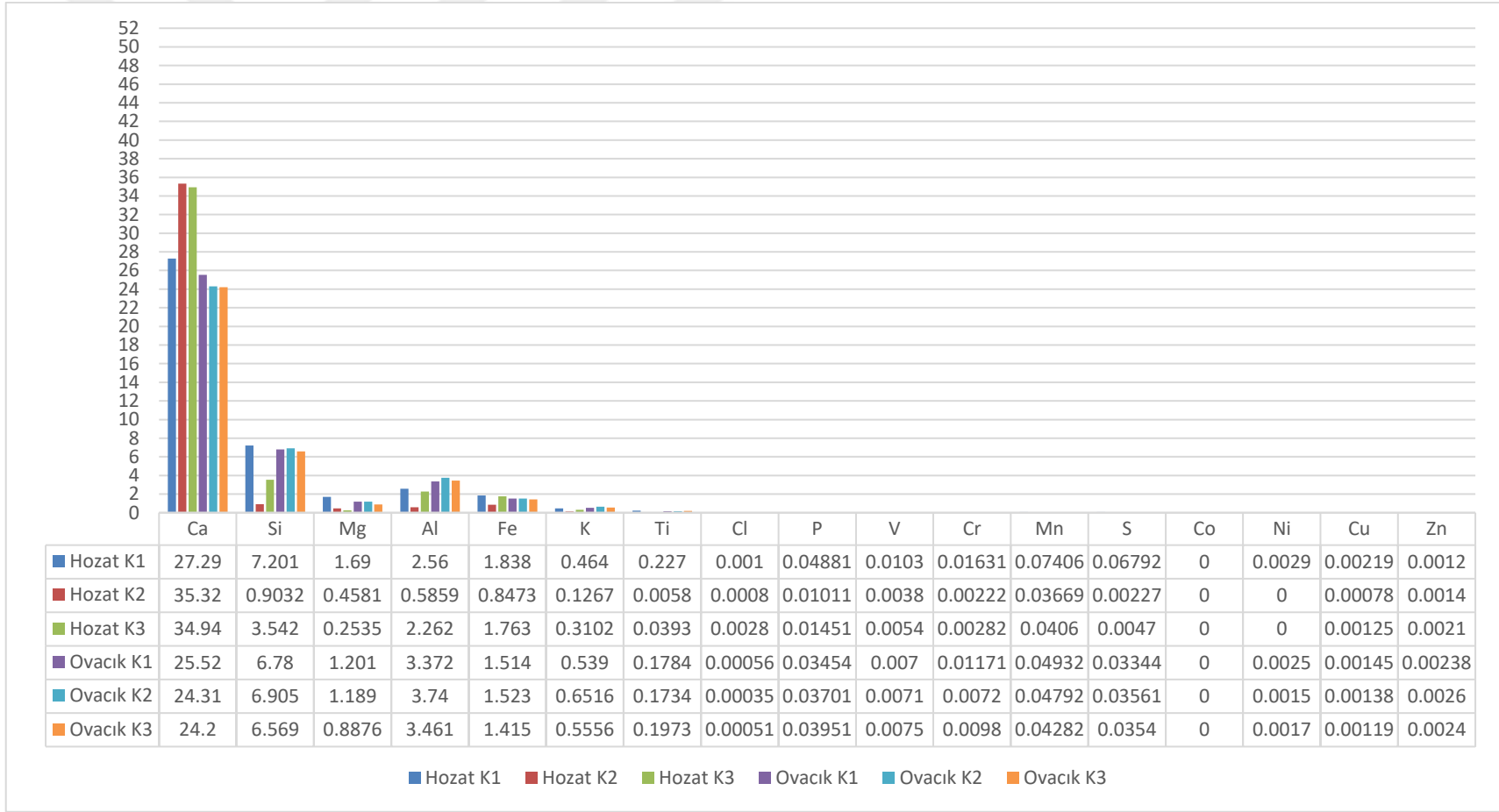
Şekil 4.2. Dere kumlarının oksit olarak karşılaştırılması

Ayrıca Pertek dere kumunda; kuvars, feldispat, amfibol, piroksen, klorit, mika, gröna, manyetit ve diğer demir mineralleri gözlemlenmiştir. Hozat dere kumlarında; kuvars, feldispat, kalsit, mika, amfibol, piroksen, gröna, klorit, < % 1manyetit ve limonit yapılar gözlemlenmiştir.

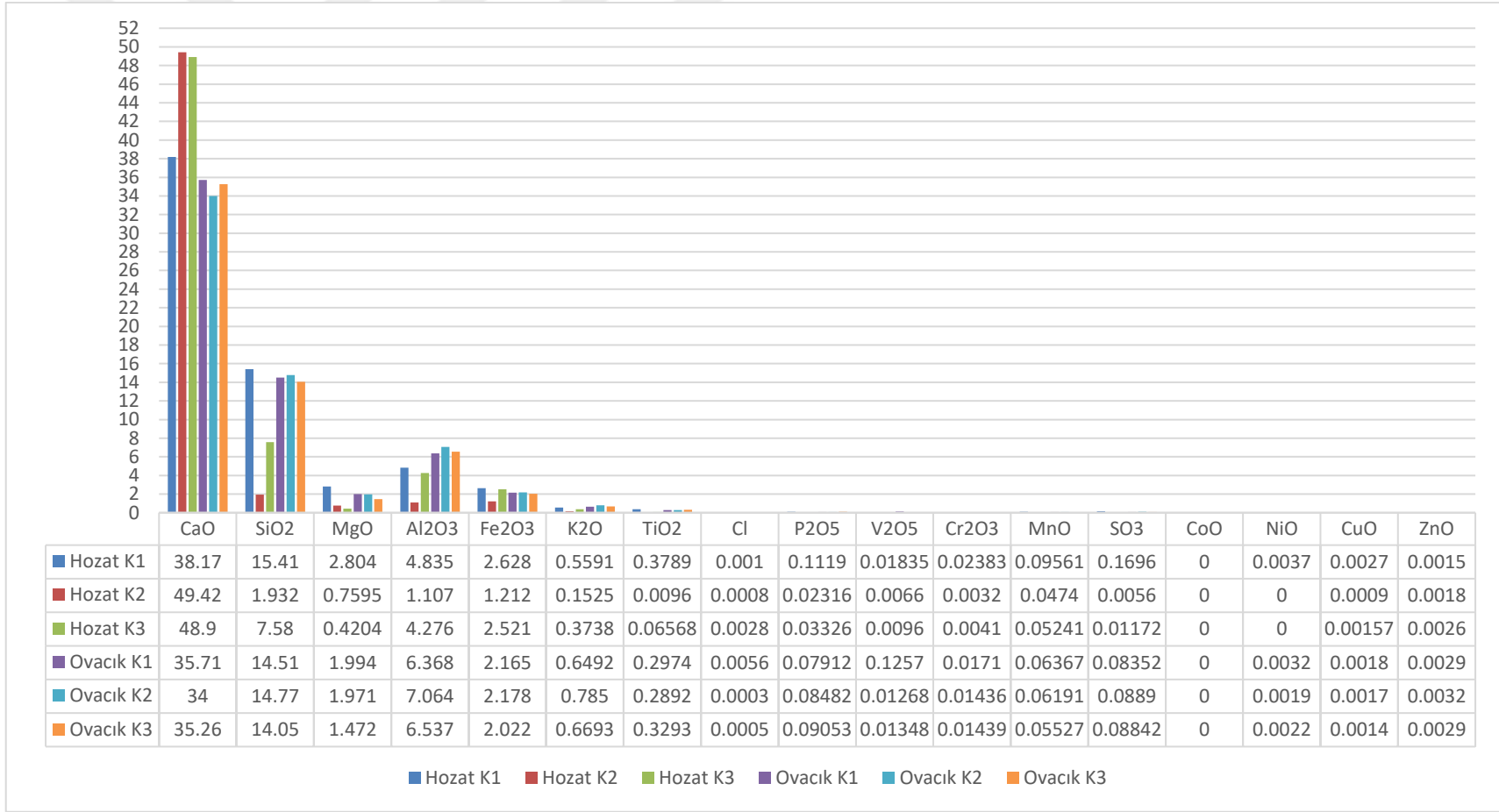
Tablo 4.2. Kırma kumların elementel karşılaştırılması

Element	Hozat Kırma 1	Hozat Kırma 2	Hozat Kırma 3	Ovacık Kırma 1	Ovacık Kırma 2	Ovacık Kırma 3
Mg	1.69000	0.45810	0.25350	1.20100	1.18900	0.88760
Al	2.56000	0.58590	2.26200	3.37200	3.74000	3.46100
Si	7.20100	0.90320	3.54200	6.78000	6.90500	6.56900
P	0.04881	0.01011	0.01451	0.03454	0.03701	0.03951
S	0.06792	0.00227	0.00470	0.03344	0.03561	0.03540
Cl	0.00100	0.00080	0.00280	0.00056	0.00035	0.00051
K	0.46400	0.12670	0.31020	0.53900	0.65160	0.55560
Ca	27.29000	35.32000	34.94000	25.52000	24.31000	24.20000
Ti	0.22700	0.00580	0.03930	0.17840	0.17340	0.19730
V	0.01030	0.00380	0.00540	0.00700	0.00710	0.00750
Cr	0.01631	0.00222	0.00282	0.01171	0.00720	0.00980
Mn	0.07406	0.03669	0.04060	0.04932	0.04792	0.04282
Fe	1.83800	0.84730	1.76300	1.51400	1.52300	1.41500
Co	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Ni	0.00290	<0.0002	<0.0002	0.00250	0.00150	0.00170
Cu	0.00219	0.00078	0.00125	0.00145	0.00138	0.00119
Zn	0.00120	0.00140	0.00210	0.00238	0.00260	0.00240

Tablo 4.2.'de Tunceli ilinin farklı noktalarından alınan kırma kumlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu tabloya göre Ca değeri en yüksek numune Hozat kırma kum 2' dir ama Si değeri en düşük numunede bu numunedir. Hozat kırma kumlarındaki Ca değeri Ovacık'tan alınan değerlerden daha fazladır. Mg, P, Ti ve Si değerleri en fazla olan numune Hozat kırma 1'dir. K bakımından Ovacık kırma kumları Hozat kırma kumlarından daha yüksek değere sahiptir.



Şekil 4.3. Kırma kumların elementel olarak karşılaştırılması



Şekil 4.4. Kırma kumların oksit olarak karşılaştırılması

Dere kumları karbonat silisli iken, kırma kumlar karbonat içerikli örneklerdir. Mohs sertlik skalasına göre kuvarsın sertliği 7 iken, karbonatlı kalkerlerin sertliği 3 olduğu için silis içerikli kumlar atmosferik hava koşullarına daha dayanıklıdır ve mukavemetleri daha yüksektir. Hem dere kumları hem de kırma kumları beton agregasına uygun yapıya sahiptir.

Dere kumlarının yüzeyleri pürüzsüz ve düz yapıya sahiptir ancak kırma kumlar pürüzlü yapıya sahiptirler. Kırma kumlar beton aderansında yüzeylerinin pürüzlü yapısından dolayı tercih edilir fakat yüzeyler yıkanmalıdır. Yoğun silis içeriğinden dolayı dere kumları tercih edilir. Alki-silika açısından beton için karbonat önemlidir. Bu yüzden kırma kumlar tercih edilir.

Kırma kumlar; tane yüzeyleri kirli, ince boyutlu ve büyük boyutlu sedimanlarla kaplı, endüstriyel kullanımda direkt kullanılamayan elemanlar içeren örneklerdir. Endüstriyel kullanımdan önce yıkanmaları gerekmektedir.

Petrografik ve jeokimyasal bakımdan kumlardaki Fe_2O_3 , TiO_2 , Na_2O , K_2O ve Al_2O_3 bileşiklerinin zengin olması gerekmektedir. Ancak incelenen numunelerde bu bileşikler eser miktarda bulunmaktadır.

Kum numunelerinin cam üretiminde kullanımı için SiO_2 bileşik değerinin %50 değerlerin üzerinde olması gerekmektedir. Ancak analizi yapılan numunelerde bu değerler oldukça düşük olduğu ve cam üretiminde kullanılamayacakları ortaya çıkmıştır.

Yine seramik ve döküm sanayide kullanılması için SiO_2 değerinin %90 bandının üzerinde olması gerekmektedir. Ancak incelenen numunelerin bu alanlarda kullanıma uygun olmadığı görülmüştür.

Alınan kum numunelerinde değerli element veya bileşiklere rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada Tunceli ilinin farklı noktalarından alınan dere ve kırma kum numunelerinin kimyasal özellikleri XRF spektrometresi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlardan dere ve kırma kumları benzer veya farklı noktalardan alınmış olsalar bile farklı karakteristik özellikler taşımaktadır.

İnceleme sonucu Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn gibi elementleri ve MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , P_2O_5 , SO_3 , Cl, K_2O , CaO , TiO_2 , V_2O_5 , Cr_2O_3 , MnO , Fe_2O_3 , CoO , NiO , CuO , ZnO gibi oksit değerleri tespit edilmiştir. Ancak farklı spektrometre veya farklı spektroskopik yöntemler ile incelemeler yapılabilir. Çünkü XRF spektrometresinde tüm elementler incelenemez. Numune hazırlama bu tür cihazlarda önemlidir ve kızdırma kayıpları girilmediğinden farklılık gösterebilir.

KAYNAKLAR

Angı S., 2010. İstanbul tarihi yarımada'daki antik yapılarda ve anıtlarda kullanılan doğal taşların özellikleri ve korunmuşluk durumları, Restorasyon konservasyon çalışmaları, Sayı 6, s.31-42, İBB KUDEB, İstanbul.

Arkalı, G.B., 2010. WD-XRF Spektrometreyle Jeolojik Numunelerdeki Ana Oksitler Üzerine Matris Etkisinin Belirlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Altınışık, M., 2004. Spektroskopik analiz yöntemleri ders notu, Biyokimya, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Bagnold, R.A., 1954. The Physics of Blown Sand and Desert Dunes, <https://www.amazon.com/Physics-Blown-Desert-Dunes-Science/dp/0486439313>, 4 Haziran 2019.

Bayraktar, S., 2011. Çatalca (İstanbul) Batısı Kuvarsit Ve Kuvars Kumu Yataklarının Jeokimyasal Mineralojik İncelenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Bertin, E.P., 1975. "Principles and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis", New York Handbook of Synchrotron Radiation, 730: 45-100 , USA.

Brouwer, P., 2003. "Theory of XRF. Panalytical B.V.", Edition Ten Product Catalog. Canberra Endustries, Inc. Connecticut, USA, Netherlands .

Bökü, A., 2013. Kırmataş agregalı betonların basınç ve yarmada çekme dayanımlarının sınırlı oranda dere kumu karıştırılmasıyla dengelenmesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane.

Coll, R., ve Treagust, D., 2001. Learners mental models of chemical bonding, *Research in Science Education*, 357-382.

Çelik, H., 2003. Master Dağı (Elazığ GD'su) çevresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi (yayımlanmamış), Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Dal, M., Umaroğulları, G., 2014. "A Petrographic and Chemical Analysis of the Degree of Deformation in Historical Building Stones in Edirne" *International Journal of Scientific Research*, 3(3); 392-395.

Dal, M., 2007. Sedimanter Kayaçların Bileşimsel Adlandırılması-Alterasyon Etkileri, 15. Yıl Mühendislik-Mimarlık Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Cilt-IV, 14-16 Kasım 2007 133-137, Süleyman Demirel Üniversitesi Matbaası, Isparta.

Dal, M., 2005. Edirne’de Dolomitik Yapı Kayaçlarının Tahrip Şekilleri ve Restorasyon Yöntemleri, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.

Dal, M., Malak T. A., 2012. “Effects of SiO₂ in Turkish Natural Stones on Cancer Development”, *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 13(10):4883-4888.

Eren, Y., 2011. Mühendislere Jeoloji Ders Notları, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Pavia, D. L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., Vyvyan, J.A., 2009. Introduction to Spectroscopy, <https://epdf.pub/introduction-to-spectroscopyf3a486cea2988aaca2576cd7ff2d96f198638.html>, 4 Haziran 2019.

Fageria, N. K., Baligar, V. C., ve Clark, R. B. 2002. Micronutrient in crop production. *Adv. Agron.* 77, 185– 268.

Falk, H. & Anal, J., 1992. Atomic Spectrom 7, 255, <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/1992/ja/ja9920700255#!divAbstract>, 5 Haziran 2019.

Grieken, R.E, Markowicz, A.A., 1992. "Handbook of X-ray Spectrometry ", Marcell Decker, Inc., 9-1, New York, USA.

Grieken, R.E., Markowicz, A. A., 1993. "Handbook of X-ray Spectrometry ", Marcel Dekker Inc., 14: 1-173, 127-134, 151-180, 359-395, 411-452, New York, USA.

Güzelçiçek, A., Dal, M., Zengin, B., 2017. “Betonarme Yapılardaki Donatı Korozyonunun Kimyasal Analizi”, *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 5(1):52-61.

HARTGE, K. H., 1978. Einführung in die Bodenphysik, Enke, Stuttgart, Almanya

Harvey, E., 1934. Introduction to atomic spectra, Mcgraw hill, New York, USA, <https://archive.org/details/IntroductionToAtomicSpectra>, 5 Haziran 2019.

Herzberg, G., 1944. Atomic spectra and atomic structure, New York, USA, <https://www.pdfdrive.com/herzberg-atomic-spectra-and-atomic-structure-dover-1944pdf-e34324803.html>, 5 Haziran 2019.

Horoz, E. M., 2018. Çıtak (Bigadiç-Balıkesir) çevresi dere kumu ve dere sularının metal içeriği ve dağılımı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Judd, B.R., 1920. Operator techniques in atomic spectroscopy, <https://www.amazon.com/Operator-Techniques-Atomic-Spectroscopy-B-R/dp/B0000CLR23>, 7 Haziran 2019.

Kantarıcı, M. D., 2000. Toprak İlmi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Orman Fakültesi Yayın No. 462, 420 s., İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Kuhn, H.G., 1969. Atomic spectra, https://archive.org/details/AtomicSpectra_369/page/n1, 8 Haziran 2019.

Lakowicz, J.R., 1999. Principles of Fluorescence Spectroscopy, https://www.researchgate.net/publication/36884827_Principles_of_Fluorescence_Spectroscopy, 8 Haziran 2019.

McCauley, A., Jones, C., ve Jacobsen, J., 2009. Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. Publication, 4449-9, p.1–16.

Metcalf, E., 1987. “Atomic Absorption and Emission Spectrometry,” John Wiley & Sons, Chichester, İngiltere

Öcal, A.D., Dal, M., 2012. Doğal Taşlardaki Bozunmalar, Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi, İstanbul.

Pettijohn, F. J., Potter, P. E. & Siever, R., (1973). Sand and Sandstone, <https://www.springer.com/gp/book/9781461599746>, 8 Haziran 2019.

Polat, A., 2014. Alacakaya (Guleman, Elazığ) Cr yatakları ve Koçali (Adıyaman) Cu cevherleşmeleri yakınında dere kumu jeokimyası, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Pye K., Tsoar H., 2009. Aeolian Sand and Sand Dunes, <https://www.springer.com/gp/book/9789401159883>, 8 Haziran 2019

Sarıkaya Y., 2011. Fizikokimya/Spektroskopi, Gazi Kitapevi, Baskı yılı 2011, Ankara

Sharp, T., 2017. What is an Atom?, article of <https://www.livescience.com/37206-atom-definition.html>, 3 Haziran 2019

Skoog, D.A., 1981. Principles of Instrumental Analysis, West, II. Ed

Siever, R. (1988). Sand, <https://www.amazon.com/Scientific-American-Library-Raymond-Siever/dp/071675021X>, 2 Haziran 2019

Sür, A., Sür, Ö., Yiğitbaşıoğlu, H., 2001. Mineraller ve Kayaçlar, Özkan Matbaacılık, Ankara.

Taşkın, G. B., 2018. Aşağımusalar (Dursunbey-Balıkesir) çevresi dere kumu ve dere sularının metal içeriği ve dağılımı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Taymaz H., 1995. Yapı Bilgisi I-II-III, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.

Uçar, S. Ç., 2012. Geli Dere (Baskil-Elazığ) civarında dere kumu jeokimyası, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Yazgan, E. ve Asutay, H.J., 1987. Malatya Güneydoğusunun Jeolojisi ve Doğu Toroslar'ın Jeodinamik Evrimi. MTA Enst. Rap. No: 297, Ankara

Woodgate, G.K., 1970. Elementary atomic structure, Clarendon Press, Oxford, İngiltere.

URL - 1, 2019. <https://agub.org.tr/agrega-nedir/>

URL – 2, 2019. <http://eng.harran.edu.tr/moodle/moodledata/55/Agregalar.pdf>

URL – 3, 2019. http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/programlar/insaat/tasrestorator_moduller/MODUL%203_DOGAL%20TASLARI%20SINIFLANDIRMA%20VE%20TESPIT%20ETME.pdf

URL - 4, 2019. <https://www.nedir-tr.com/nedir-3854-anlam%C4%B1-kum>

URL – 5, 2019. <https://www.nkfu.com/kum-nedir-ozellikleri-nelerdir/>

URL – 6, 2019. <https://www.britannica.com/science/sand>

URL - 7, 2019. <https://www.makaleler.com/spektroskopi-nedir>

URL – 8, 2019. <http://www.yildiz.edu.tr/~oscg/dersnotlari/spektroskopi/D1.pdf>

URL - 9, 2019. <http://metalurji.kocaeli.edu.tr/files/DersNotlari/metlab2-xrf.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ali GÜZELÇİÇEK

Doğum Yeri ve Tarihi : Elazığ – 15/06/1991

Eğitim Durumu

Lise : Elazığ Anadolu Lisesi, Elazığ

Lisans Öğrenimi : Elektrik Elektronik Mühendisliği, Munzur Üniversitesi, Tunceli

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İş Deneyimi

Stajlar : Aksa Elektrik, Tunceli;

Munzur Üniversitesi, Tunceli.

Çalıştığı Kurumlar : Hazar Elektrik Elektronik Bilişim San. ve Tic. Ltd. Şti. (2015 – 2016)

BES Mühendislik San ve Tic. A.Ş. (2016 – çalışıyor) / İstanbul

İletişim

E-Posta Adresi : ali.guzelcicek@hotmail.com

Akademik Çalışmaları

- “Betonarme Yapılardaki Donatı Korozyonunun Kimyasal Analizi”, Bilim ve Gençlik Dergisi, 5(1):52-61, 2017.