



T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI
KİM-YL-2009-0001

X-IŞINI FLORESANS SPEKTROMETRİSİ TEKNİĞİ
İLE MENDERES MASİFİ ÜZERİNDE ÜRETİLEN
FELDSPAT CEVHERLERİNİN ESER ELEMENT
ANALİZLERİ

Mustafa KARAMAN

DANIŞMAN
Prof. Dr. A. Ersin KARAGÖZLER

AYDIN-2009

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI
KİM-YL-2009-0001

X-IŞINI FLORESANS SPEKTROMETRİSİ TEKNİĞİ
İLE MENDERES MASİFİ ÜZERİNDE ÜRETİLEN
FELDSPAT CEVHERLERİNİN ESER ELEMENT
ANALİZLERİ

Mustafa KARAMAN

DANIŞMAN
Prof. Dr. A. Ersin KARAGÖZLER

AYDIN-2009

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Kimya Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Mustafa KARAMAN tarafından hazırlanan “X-ışını Floresans Spektrometrisi Tekniği İle Menderes Masifi Üzerinde Üretilen Feldspat Cevherlerinin Eser Element Analizleri” başlıklı tez, 26.01.2008 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Unvanı Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan: Prof. Dr. A. Ersin Karagözler	ADÜ-FEF, Kimya Böl.	
Üye : Prof. Dr. Mustafa Demir	ADÜ-FEF, Kimya Böl.	
Üye : Prof. Dr. Gönül Aydın	ADÜ-Ziraat Fak., Toprak Böl.	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulununsayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Serap AÇIKGÖZ
Enstitü Müdürü

İntihal (Aşırma) Beyan Sayfası

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Adı Soyadı: Mustafa KARAMAN

İmza :

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

X-IŞINI FLORESANS SPEKTROMETRİSİ TEKNİĞİ İLE MENDERES MASİFİ ÜZERİNDE ÜRETİLEN FELDSPAT CEVHERLERİNİN ESER ELEMENT ANALİZLERİ

Mustafa KARAMAN

Adnan Menderes Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Ersin KARAGÖZLER

Ülkemizin en önemli ve kaliteli feldspat yatakları Batı Anadolu’da, Çine-Milas-Yatağan-Bozdoğan yöresinde bulunan ve üretim yapılan yataklardır.

Bu çalışmada, Menderes Masifinin değişik noktalarından alınan örneklerle yapılan analizler neticesinde bölgedeki feldspat kalitesi, eser element derişimleriyle birlikte ortaya konulmuştur.

Bu amaçla bölgedeki 20 farklı noktadan feldspat numuneleri alınmış, öğütülerek homojenize edildikten sonra belli bir miktar bağlayıcı ile karıştırılıp preslenerek pelet haline getirilmiş ve enerji ayırmalı X-ışınları floresans (XRF) spektrometresi ile analizlenmiştir. Her numune için üç ölçüm yapılmıştır.

Tüm numunelerde olamasa bile numunelerin çoğunda 41 element/bileşik kütle yüzdeleri, Fundamental Parameter algoritmasını kullanan özel bir yazılım ile matriks etkileri düzeltildikten sonra, hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar görsel ve ileri çok değişkenli istatistiksel metotlarla incelenmiştir. Hangi elementlerin hangi numune bölgelerinde bulunduğu veya bulunmadığı, hangi bölgelerde derişiminin çok yüksek veya çok düşük olduğu; hangi elementlerin bölgeler itibarıyla miktar derişimlerinin paralellik gösterdiği grafikler ve çizelgeler yardımıyla ortaya konulmuştur.

Sonuçları içeren veri seti Başlıca Bileşen Analizi istatistiksel metoduyla da incelenerek element dağılımı ve miktarları ile numunelerin alındığı bölgeler arasındaki ilişkiler ortaya konmuş daha sonra uygulanan Hiyerarşik Kümeleme Analizi ile numune bölgeleri ve bölgeleri karakterize eden elementler arasındaki benzerlikler vurgulanmıştır.

2009, 98 Sayfa

Anahtar Sözcükler

Albit, PEDXRF, jeolojik örnekler, fundamental parameter, matriks etkileri, Başlıca Bileşen analizi, Hiyerarşik Kümeleme Analizi

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

**X-RAY FLUORESCENCE TRACE ANALYSIS OF FELDSPAR ORES
PRODUCED IN MENDERES MASSIVE**

Mustafa KARAMAN

Adnan Menderes University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Chemistry

Supervisor: Prof. Dr. A. Ersin KARAGÖZLER

The most important and high-quality feldspar deposits are found in western Anatolia, especially in Çine-Milas-Yatağan-Bozdoğan district.

In this study, the composition together with the trace element content of the samples of feldspar deposits taken from different sites in Menderes Massive are documented.

For this purpose, feldspar samples collected from 20 different sites were grinded for homogenization and mixed with a certain amount of binder prior to pressing to obtain pellets. Pellets were analyzed with energy dispersive X-ray fluorescence spectrometers. Three measurements were made for each sample.

The mass percent of 41 elements/compounds found in samples, although all of which were not found in all of the samples analyzed, were quantified with the use of a dedicated software known as fundamental parameter, which corrects individual peak intensities for matrix effects.

The results were analyzed with the use of advanced multivariate statistical methods, as well as with relatively simple exploratory data analysis of various tables and graph constructed from original data sets. Thus, which elements are present or absent and which elements are of high concentrations with respect to sample sites were explored.

The data set were then statistically analyzed by principal component analysis method to characterize the relations between element concentrations and distributions of elements in sampling regions. The similarities between sampling sites and also of various elements were then demonstrated through hierarchical clustering.

2009, 98 Pages

Key Words:

Albite, PEDXRF, geological samples, fundamental parameter, matrix effect, principal component analysis, hierarchical cluster analysis

ÖNSÖZ

Ülkemizin en önemli ve kaliteli Feldspat yatakları Batı Anadolu’da, Çine-Milas-Yatağan-Bozdoğan yöresinde bulunan ve üretim yapılan yataklardır. Bu yatakların önemi: rezerv açısından zenginliği, kalitesi, limana ve tüketim alanlarına olan yakınlığından kaynaklanmaktadır. Ülkemiz feldspat üretimi, seramik ve cam sektörü açısından yeterli düzeydedir. Üretim, seramik ve cam sanayinin tüm feldspat ihtiyacını karşılamakta ve ayrıca ihracat yapmaktadır. Seramik sektörü istenilen kaliteyi yakalamış, feldspat üretimi kalite bakımından Avrupa standartlarına ulaşmıştır. Albit üretimi 2006 yılında yaklaşık 6.000.000 tona ulaşmıştır. Ancak, feldspat sahalarında rezerv ve kalite tespitine yönelik yeterli araştırmaların olduğu söylenemez. Bu çalışmanın amacı, Menderes masifi üzerinde yılda altı milyon ton üretilen ve neredeyse tamamı ihraç edilen feldspat cevherinin, ED(P)XRF Spektrometresi yardımıyla kalitatif ve kantitatif açıdan incelenmesidir. Bu incelenme neticesinde bölgenin feldspat profilinin çıkartılması ve eser element miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Tezin deneysel çalışmaları Yavuzlar Madencilik San. Tic. Ltd. Şirketine ait laboratuarlarda gerçekleştirilmiştir.

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca her türlü olanak ve imkanı sağlayan, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, bu tezin geniş kapsamlı bir içeriğe sahip olmasında yoğun emeğini ve desteğini gördüğüm sayın hocam Prof. Dr. A. Ersin KARAGÖZLER’e, yüksek lisans öğretimimi yapmamda bana her türlü desteği veren Yavuzlar Madencilik San. Tic. Ltd. Şirketi yönetim kurulu başkanı Melih YAVUZ’a, deneysel verilerin istatistiksel analizi için uygun yöntemi önerip, bu yöntemi kendi bilgisayarında uygulayan, çıkan sonuçları değerlendirmemizde yorumlarıyla büyük katkı yapan İYTE Kimya Bölümü öğretim üyesi sayın Doç. Dr. Durmuş ÖZDEMİR’e, tüm mesai ve öğrenci arkadaşlarıma ve, ayrıca, aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Mustafa KARAMAN

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
İNTİHAL BEYAN SAYFASI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
EKLER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Feldspat: Önemi, Kullanım Alanları, Türkiye ve Dünyada Üretimi ...	1
1.1.1. Tanım ve Sınıflandırma.....	1
1.1.1.1. Alkali Feldspatlar.....	1
1.1.1.2 Plajioloklaslar.....	1
1.1.2. Önemi ve Kullanım Alanları.....	3
1.1.2.1. Seramik Sanayi.....	3
1.1.2.2. Cam Sektörü.....	4
1.1.2.3. Kaynak Elektrotu Üretimi.....	5
1.1.2.4. Boya Sanayi.....	5
1.1.2.5. Plastik Sanayi.....	6
1.1.3. Türkiye ve Dünyada Üretimi.....	6
1.1.3.1. Dünyada Durum.....	6
1.1.3.2. Türkiye’de Durum.....	7
2. KURAMSAL TEMELLER.....	9

2.1. X-Işınları Floresans Spektrometri (XRF)	9
2.1.1. Temel İlkeler.....	9
2.1.1.1. X-Işınları Emisyonu.....	9
2.1.2. Spektrometre.....	14
2.1.2.1. Enerji Ayırmalı Cihazlar.....	15
2.1.2.2. Dalga Boyu Ayırmalı Cihazlar.....	16
2.1.2.3. Polarize Enerji Ayırmalı Cihazlar.....	18
2.1.3 Spektrometre ile Analiz.....	19
2.1.3.1. Nitel ve Yarı Nicel Analiz.....	19
2.1.3.2. Nicel Analiz.....	21
2.1.3.3. Matriks Etkileri.....	21
2.1.3.4. Fundamental Parameter (FP)	24
2.2. İstatistik.....	34
2.2.1. Temel Kavramlar.....	34
2.2.1.1. Ortalama Değer.....	34
2.2.1.2. Orta Değer (Medyan)	35
2.2.1.3. Kesinlik ve Doğruluk.....	35
2.2.1.4. Sapma.....	35
2.2.1.5. Varyans.....	36
2.2.1.6. Standart Sapma.....	36
2.2.1.7. Güven Aralığı ve Güven Seviyesi.....	37
2.2.1.8. Normal Dağılım.....	37
2.2.1.9. t-Testi (Öğrenci testi)	38
2.2.2. Çok Değişkenli Analiz.....	38
2.2.2.1 Başlıca Bileşen Analizi.....	39

2.2.2.2 Kümeleme Analizi.....	41
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	42
3.1. Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Cihazlar.....	42
3.2. Numunelerin Alınması ve Hazırlanması.....	42
3.2.1. Numunelerin Alınması.....	42
3.2.2. Numunelerin Hazırlanması.....	45
3.3. Numunelerin Analizi.....	45
3.3.1. Spektrometre ile Analiz.....	45
3.3.2. Kızdırma Kaybı Miktarı Tayini.....	46
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	47
4.1. Analiz Sonuçları.....	47
4.2. Veri Analizi.....	51
4.2.1. Görsel Veri Analizi.....	51
4.2.2 İstatistiksel Veri Analizi.....	60
5. SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR.....	76
EKLER.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	98

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Tungsten bir hedefle X-ışınları tüpünden oluşturulan sürekli ışının dağılımı. Eğrilerin üzerindeki sayılar hızlandırma potansiyellerini göstermektedir.....	10
Şekil 2.2 Molibden bir hedefle oluşturulan X-ışını çizgi spektrumu.....	10
Şekil 2.3 $K\alpha_1$ ve $L\alpha_1$ çizgileri için X-ışınları emisyon frekansı ve atom numarası arasındaki ilişki.....	12
Şekil 2.4 X-ışınlarından oluşan en yaygın geçişleri gösteren enerji seviyeleri diyagramı.....	13
Şekil 2.5 Enerji ayırmalı X-ışını floresans spektrometre.....	15
Şekil 2.6 Dalga boyu ayırmalı X-ışını floresans spektrometre.....	16
Şekil 2.7 Bir kristal tarafından oluşturulan X-ışınları kırınımı.....	17
Şekil 2.8 Polarize enerji ayırmalı X-ışını floresans spektrometre	18
Şekil 2.9 Kartezyen geometri	19
Şekil 2.10 Bir dalga boyu ayırmalı cihazla kaydedilmiş pirincin X-ışını floresans spektrumu.	20
Şekil 2.11 Enerji ayırmalı bir cihazla Rh anotlu X-ışını tüpü kullanılarak elde edilen bir demir numunesinin spektrumu. Piklerin üzerindeki rakamlar keV cinsinden enerjilerdir.	21
Şekil 2.12 Matriks etkisi	23
Şekil 2.13 “ <i>i</i> ” Analitin birincil uyarımı ve bir <i>i-j</i> numunesinde “ <i>j</i> ” nin, “ <i>i</i> ” üzerindeki arttırma etkisini gösterir. Bu Fe-Ni alaşımında <i>i</i> =Fe ve <i>j</i> =Ni gibi bir örnek olabilir	25
Şekil 2.14 Normal dağılım eğrisi (veya Gauss eğrisi)	38
Şekil 2.15 Veri Vektörü	39
Şekil 3.1 Numunelerin alındıkları noktaları gösteren harita	44
Şekil 4.1 Bölge adı Çilek Deresi-1 olan 01 no’lu numuneye ait birinci ölçüm spektrumu	47

Şekil 4.2 Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi	51
Şekil 4.3 MgO , P_2O_5 , TiO_2 , Fe_2O_3 bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi	52
Şekil 4.4 Cl , La , Ce , Ta_2O_5 element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi	52
Şekil 4.5 BaO , Te , SrO , Cr_2O_3 , ZrO_2 element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi	53
Şekil 4.6 Cs , I , Sb_2O_5 , Rb_2O , CuO element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi	53
Şekil 4.7 Hf , SnO_2 , CoO element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi	54
Şekil 4.8 SO_3 , ZnO , Y , Th element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi	54
Şekil 4.9 V_2O_5 , Nb_2O_5 , Mo , Ag , PbO , U element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi	55
Şekil 4.10 NiO , Br , Cd , Tl element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi	55
Şekil 4.11 Bölgelere göre Temel Bileşen 1 (PC1) ve Temel Bileşen 2 (PC2) analizi	66
Şekil 4.12 Elementlere göre Temel Bileşen 1 (PC1) ve Temel Bileşen 2 (PC2) analizi.....	66
Şekil 4.13 Element ve bölgelerin aynı skalada temel Bileşen 1 ve Temel Bileşen2 analizi.....	67
Şekil 4.14 Numune bölgelerine göre hazırlanan dendrogram.....	68
Şekil 4.15 Elementlere göre hazırlanan dendrogram.....	68
Şekil 5.1 U/Pb oranının bölge numaraları itibarıyla değişimi.....	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Feldspat mineralleri fiziksel özellikleri.....	2
Çizelge 1.2 Bazı saf feldspat minerallerinin yüzde kimyasal bileşimi.....	3
Çizelge 2.1 Başlıca bileşen analizi için veri seti.....	40
Çizelge 3.1 Deneylerde kullanılan cihazlar.....	42
Çizelge 3.2 Numunelerin alındığı bölgelerin koordinatları.....	43
Çizelge 3.3 Spektrometrenin özellikleri.....	46
Çizelge 4.1 Bölge adı Çilek Deresi-1 olan 01 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	48
Çizelge 4.2 Bölge numaraları itibarıyla element/bileşiklerin kütle yüzde ortalamaları.....	49
Çizelge 4.3 Bölge numaraları itibarıyla bileşiğe ait kütle yüzde ortalamaları çizelgesinin renklerle işaretlenmiş hali.....	57
Çizelge 4.4 Çizelge 4.3'deki kırmızı, mavi, sarı ve yeşil renklerin bölge numaraları itibarıyla sayıları ve grupları.....	59
Çizelge 4.5 Her bir eser element için en yüksek derişimli numune numaraları...	60
Çizelge 4.6 Normalizasyon işleminden sonra elde edilen sayısal değerlerin bileşiklere karşı bölge adı çizelgesi.....	61
Çizelge 4.7 Hesaplanan kümülatif varyanslar.....	64
Çizelge 4.8 Bölgelere ve elementlere verilen kodlar.....	65

EKLER DİZİNİ

Ek 1 Bölge adı Çilek Deresi-2 olan 02 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	79
Ek 2 Bölge adı Asar Tepe olan 03 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	80
Ek 3 Bölge adı Baraj olan 04 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	81
Ek 4 Bölge adı Gamarlar-1 olan 05 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	82
Ek 5 Bölge adı Gamarlar-2 olan 06 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	83
Ek 6 Bölge adı Ketendere-1 olan 07 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	84
Ek 7 Bölge adı Ketendere-2 olan 08 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	85
Ek 8 Bölge adı Çine-1 olan 09 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	86
Ek 9 Bölge adı Çine-2 olan 10 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	87
Ek 10 Bölge adı Çine-3 olan 11 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	88
Ek 11 Bölge adı Turgutlar olan 12 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	89
Ek 12 Bölge adı Oğlan kayası olan 13 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	90
Ek 13 Bölge adı Sarıkısık olan 14 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	91
Ek 14 Bölge adı Akkovanlık-1 olan 15 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	92
Ek 15 Bölge adı Akkovanlık-2 olan 16 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	93
Ek 16 Bölge adı Akkovanlık-3 olan 17 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	94
Ek 17 Bölge adı Eti-1 olan 18 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	95
Ek 18 Bölge adı Eti-2 olan 19 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	96
Ek 19 Bölge adı Eti-3 olan 20 no'lu numuneye ait sonuçlar.....	97

1. GİRİŞ

1.1. FELDSPAT: ÖNEMİ, KULLANIM ALANLARI, TÜRKİYE VE DÜNYADA ÜRETİMİ

1.1.1. Tanım ve Sınıflandırma

Yeryüzünü oluşturan minerallerden en önemlilerinden biri olan feldspatlar, bir mineral grubunun genel adıdır. Feldspatlar, izomorf karışımları ve oluşum özellikleri bakımından 2 gruba ayrılırlar.

1.1.1.1. Alkali Feldspatlar

Ortoklaz	$KAlSi_3O_8$
Sanidin	"
Mikroklin	"
Anortoz	$NaAlSi_3O_8$
Albit	"

Bu mineraller arasında kristolografik yapı değişiklikleri vardır. Büyük çaplı bir kation olan K^+ un bulunduğu veya derişiminin yüksek olduğu yapılar monoklinik, Na^+ bakımından zengin olanlar triklinikdir. Alkali feldspatlarda K ile Na feldspatlar arasında katı çözelti oluşum alanları çok dar olup, potasyumun yerini belirli ölçülerde ve bazı fiziki şartlarda sodyum alabilir. Tabiatta K-Feldspatlar çoğunlukla Na-Feldspatlarla birlikte ve daha tali olarak da Ca-feldspatlarla birlikte bulunur. Bu grup içerisinde gerek oluşum gerekse seramik sektörü için en önemli olanı “ortoklas”tır.

1.1.1.2 Plajioklaslar

Sodyumlu feldspatlardan, plajioklas grubunun kalsiyum içermeyen üyesi albit olup, formülü $NaAlSi_3O_8$ 'dir. Doğada albit, K-feldspat ile katı çözelti oluşturmayıp ancak bir miktar K-feldspat ile birlikte bulunur. Albitlerin seramik ve cam hammaddesi olarak önemi çok fazladır.

Çizelge 1.1 Feldspat minerallerinin fiziksel özellikleri

Adı	Formülü	Renk Parlaklık	Yoğunluk (g/cm ³)	Sertlik (mohs)	OLUŞUM
ALBİT	NaAlSi ₃ O ₈	Renksiz, beyaz, akçıl; saydam, yarısaydam; camsı, inci	2.6 - 2.62	6 - 6.5	Asit ve ortaç mağmasal kayalar; pegmatitler, albitler, albitize granit, alkalın kayalar, gnays, kristalize şist, andezit, siyenit
ANORTİT	CaAlSi ₃ O ₈	Renksiz, beyaz, akçıl, pembemsi; kırmızı; saydam; yarısaydam; camsı	2.74 - 2.76	6 - 6.5	Bazik sokulum ve volkanik kayaçlarda, gabro anortozit, norit, bazik lavlar
MİKROKLİN	KAlSi ₃ O ₈	Beyaz, akçıl, gri, pembemsi; saydam; yarısaydam; camsı	2.56	6 - 6.5	Asit mağmasal kayalar, pegmatitler, granit, siyenit, kristalin şistler, dokanak kuşakları, hidrotermal aralıklar
ORTOZ	KAlSi ₃ O ₈	Renksiz beyaz, gri, sarı, kırmızımsı, yeşilimsi, saydam, yarısaydam, camsı, inci	2.55	6 - 6.5	Asit mağmasal kayalar, granit, siyenit, felsit, pegmatit, cevherli aralıklar, feldspatik kumtaşı, arkoz, başkalaşım kayaları

Çizelge 1.2 Bazı saf feldspat minerallerinin yüzde kimyasal bileşimi (Anonim, 2001)

	Na₂O	K₂O	CaO	Al₂O₃	SiO₂
ALBİT	11.8			19.4	68.8
ORTOKLAS		16.9		18.4	69.7
ANORTİT			20.1	28.6	43.3

Ticari önemi olan feldspatlardan potasyum feldspat ve albit, birkaç cins feldspat mineralini içinde bulundurur. Bu nedenlerle teorik formüllere ulaşmak mümkün değildir. Ayrıca bu sektörde hiç istenmeyen mika (muskovit ve biyotit), turmalin, granat vb. mineraller kaliteyi etkileyen en önemli unsurlar olup, ekonomik bir şekilde flotasyon ve manyetik ayırma suretiyle bunları azaltmak mümkündür (Anonim, 2001).

1.1.2. Önemi ve Kullanım Alanları

1.1.2.1. Seramik Sanayi

Feldspatik mineraller, yüzyıllardan beri seramik çamurunda yer almaktadır. Yakın gelecekte de feldspat ve nefelinli siyenit¹ için son kullanım alanı olarak en önemli pazarlardan biri olma özelliğini devam ettirecektir.

Seramik pişirildiğinde sıvı oluşumunu sağlama ve sıcaklığın düşürülmesi amacıyla seramik reçetesine alkali eritici (flakslar) katılır. Böylece kil, feldspat ve kuvarstan oluşan tipik seramik reçetesinde feldspat yumuşar, camsı veya sıvı hale geçer. Buna karşılık kil ve kuvars katı halde kalır ve gözenekler arasında dağıtıldıkça, yüzey gerilimi taneleri birbirine çeker. Belirli bir mineralojik bileşime sahip her seramik çamuru, mukavemet kazanma ve yoğunlaşma işlemlerinin gerçekleştiği sabit bir

¹ Nefelinli Siyenit ; Silisçe fakir kristalin bir kayaç olup albit ve mikroklin türü feldspat ile nefelinden oluşur. Kayaç endüstriyel özelliklerini temin eden nefelin minerali Na₃KAl₄Si₄O₁₆ kimyasal bileşimine sahiptir.

pişirme sıcaklığına sahiptir. Bu sıcaklık genellikle 1.100-1.300°C'ler arasındadır. Örneğin porselen, yarı camsı porselen ve sıhhi tesisatta bu sıcaklık yaklaşık 1.300°C, buna karşılık sert porselen imalatında pişirme sıcaklığı yaklaşık, 1.400°C civarındadır.

Eritici (flaks), pişirme sırasında seramik bünyenin camlaşma derecesini kontrol eder ve ürün fırından istenen camlaşma derecesinde çıkar. Farklı seramik bünyeler değişik camlaşma derecesi gerektirdiğinden belirli bünyelerde kullanılacak flaks miktarı da değişkendir. Düşük ısıda pişirilmiş yumuşak porselenlerde feldspat, reçete bileşiminin %25-40'ını, sofr eşyasında %18-30'unu, elektro porselende %20-28'ini ve kimyasal amaçlı porselende %17-30'unu oluşturmaktadır. Sodyum ve potasyum feldspat ya da nefelinli siyenit gibi flakslardan hangisinin ne miktarda kullanılacağına, çok sayıda teknik kriter etki eder ve bu kriterler belirli bir flaksın ilavesiyle kazanılacak özellikleri de kapsar. Bunlara örnek olarak, son üründe aranan beyazlık derecesi, kopma mukavemeti, sır tutma veya reddetme, sır dekorasyonları üzerine metal işleme etkisi ve imalatçının geleneksel alışkanlığı gösterilebilir. Beyaz ürün, fayans, sıhhi tesisat ve diğer seramik ürünlerde feldspat, bünye malzemelerinin %15-35'ini, porselen yer karosunda %50-55'ini, sır malzemelerinin %30-50'sini teşkil eder. Feldspat gibi seramik kalitesinde flakslar, diğer bünye bileşenleri ile daha iyi karışabilmeleri için 200-300 mesh civarına öğütülürler.

Kural olarak, sofr eşyası, elektro porselende potasyum feldspat daha yaygındır. Potasyum feldspatın avantajı, yüksek viskoziteye sahip bir eriyik oluşturması ve bu eriyiğin sonucu olarak, pişirme sırasında seramiğin şekil bozulmalarına karşı mukavemet sağlamasıdır (Anonim, 2007).

1.1.2.2. Cam Sektörü

Cam sanayi, seramik sanayinden sonra en önemli feldspat ve nefelinli siyenit tüketicisi olma durumunu korumaktadır. Feldspatik mineraller, cam reçetesinde esas olarak alümina kaynağı şeklinde yer alırlar. Bununla birlikte eritici (flaks) özellikleri vardır. Feldspat bünyesindeki alkaliler, erime sıcaklığını düşürerek flaks görevi yapmaktadırlar. Alümina ise kararlılık sağlar ve çarpma, bükülme ve termal şoklara karşı mukavemet kazandırır. Camın saydamlığını kaybetmesini engelleyen üretim

sırasında viskozitesini de arttıran alümina içeriği, konteyner ve düz cam ürünlerde de %1,5-2 oranında kullanılmaktadır. Bu alümina değeri yaklaşık %8 feldspata eşdeğerdir. Cam elyafında ise, kullanım amacına bağlı olarak %15'e kadar çıkabilen oranda kullanılabilir.

1.1.2.3. Kaynak Elektrotu Üretimi

Kaynak elektrotları, feldspatlar için geleneksel kullanım alanlarından biridir. Çünkü bunların eritici özellikleri, elektrot kaplama malzemesi yapımında ideal bir bileşen olma özelliği kazandırır.

Karışıma ilave edilen feldspatın iki önemli fonksiyonu vardır. Ark stabilizörü olarak davranır ve kaynak çukurunu korur. Ark stabilizörü olarak kullanılan malzemeler, feldspat yanında potasyum ve sodyum silikat, kil, talk, nikel ve demir tozları gibi metalik katkı maddelerini içerir. Bunlar, düşük iyonlaşma potansiyeline sahip elementler oluşturarak arkı stabilize ederler.

1.1.2.4. Boya Sanayi

Boyalar genellikle bir pigment olarak isimlendirilen renk verici, bağlayıcı ve inceltici olarak isimlendirilen çözücünden oluşur. Pigmentlere katkı olarak, birçok boyaya, üretim maliyetini düşürmek veya daha pahalı pigmentlerin kısmen yerine kullanılmak üzere dolgu maddeleri veya ekstenderler² ilave edilir. Bunun ötesinde söz konusu katkıları, boyaya parklık ve akma özelliği gibi çeşitli fonksiyonel özelliklerde kazandırılabilir. Ekstender olarak feldspat veya nefelinli siyenit kullanılmaktadır.

Günümüzde boya üretiminde daha fazla feldspat ve nefelinli siyenit kullanılmaktadır. Yağ, su, emülsiyon ve toz kaplama tipi boyalarda, 20-30 mikron boyutunda feldspat kullanılır. Feldspatlar, barit ve kalsiyum karbonat gibi geleneksel boya dolguları ve ekstenderleri karşısında daha yaygın olarak kullanılan alternatiftir. Özellikle dış cephe boyaları, anti-korozif boyalar, sıva ve plaster gibi özellikle asite dirençli

² Ekstender; çoğaltıcı, ucuz katkı maddesi anlamındadır.

ürünlerde kalsiyum karbonat yerine kullanılır. Dış etkenlere karşı renk stabilitesinde avantaj sağlar.

1.1.2.5. Plastik Sanayi

Plastik sektörü; katkı, dolgu, ekstender, renk verici ve yanmayı geciktirici katkı maddeleri olarak kullandıkları endüstriyel mineraller için önemli bir pazardır. Dolgu malzemesi veya mukavemet kazandırıcı dolgu maddesi olarak mineral kullanımı, önemli araştırmalara konu olmuştur.

Plastikler, polimer yapısına sahip, yumuşak halde döküm yapılabilen ve sertleştiğinde katı ürün veren, katkı maddesi içeren veya içermeyen malzemeler şeklinde genel bir tanım altında toplanabilirler.

Dolgu maddeleri plastik reçetelerinde maliyet düşürücü veya mukavemet kazandırıcı olarak kullanılır. Plastiklerde dolgu ve mukavemet kazandırıcı olarak kullanılacak minerallerin önemli özellikleri; düşük yoğunluk, tane boyutunda düzenli dağılım için ince öğütülmüş olması, daha iyi mukavemet özelliği kazandırdığından lifsi veya levhamsı yapı, sertlik, absorpsiyon, serbest nem içeriği olmaması, beyazlık ve iyi dağılım özellikleridir (Anonim, 2007).

1.1.3. Türkiye ve Dünyada Üretimi

1.1.3.1. Dünyada Durum

Dünya toplam feldspat rezervi 1740 milyon ton olup bu rezervin büyük bir bölümü Asya kıtasında yer almaktadır. Türkiye 400 milyon tonluk rezerv ile dünya feldspat rezervinin %20'sini oluşturmakta ve ülke bazında en büyük sodyum feldspat rezervine sahip durumdadır. Dünya feldspat kaynağı olarak üretilen granitik kayalar, nefelinli siyenitler, altere granitler³, granit kumları ve pegmatit damarları v.b. açık işletme metodu ile üretilmektedir. Tüvenan⁴ olarak üretilen cevherler kırıcılardan geçirilerek manyetik temizleme suretiyle içinde istenmeyen Fe₂O₃ ve

³ Altere granitler; granitik kayaların atmosferik şartlar altında veya hidrotermal etkilerle başkalaşmasıyla oluşur.

⁴ Tüvenan; üzerinde herhangi bir işlem yapılmamış ham maden cevheridir.

TiO₂'li minerallerinden ayrılır. Özellikle albit bakımından zengin aplitler⁵ ise flotasyon yöntemi ile içinde istenmeyen mika ve demirli safsızlıklardan temizlenir

Feldspat grubu minerallerinin seramik ve cam endüstrilerinde belli kalite sınırları içinde yaygın kullanılan bir hammadde olması nedeniyle önemli bir pazarı vardır. Ülkelerin son yıllarda feldspat üretim sıralamasında; Türkiye, İtalya, ABD, Tayland ve diğer Avrupa ülkeleri gelmektedir. Dışsatım ve üretimde Türkiye ilk sırayı almaktadır.

İtalya, Türkiye'den sonra en çok feldspat üreten ülke olmasına karşın ülkemizden de en fazla ithalat yapan ülkedir. Örneğin İtalya'ya, 2004 yılında 2,7 milyon ton, 2005 yılında 2,3 milyon ton sodyum feldspat ihracatı gerçekleştirilmiştir.

Kuzey ve Güney Amerika çok az ithalat ve ihracat yapmaktadır. Neredeyse üretimleri kadar tüketmektedirler.

Feldspat ticaretinde en hareketli bölge Avrupa Birliği olup dünya feldspat üretiminin %40-45'ini gerçekleştirmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinin dış ticaret hacmi oldukça büyük olup toplam üretimlerinin yaklaşık %20'sini ithal, %10 kadarını da ihraç etmektedirler. Bu ülkelerden özellikle İtalya en hareketli ülkedir.

Avustralya ve Asya ülkeleri, ithalatları ihracatlarından yüksek ülkelerdir. Bu ülkelerin ithalat kapasiteleri son krizde düşmüştür. Ortadoğu ve Afrika ülkeleri ithalat yapan ülkeler olmakla beraber ithalat kapasiteleri düşüktür (Anonim, 2007).

1.1.3.2. Türkiye'de Durum

Dünya kaliteli feldspat rezervinin yaklaşık %20'üne sahip olduğumuz dikkate alındığında Türkiye'nin maden rezervlerinin zenginlik sınıflandırılmasında, feldspat açısından "çok zengin" kategorisinde yer almaktadır.

Türkiye'de feldspat rezervleri konusunda kesin rakamlar vermek mümkün değildir. Bu konuda çalışma yapan MTA Genel Müdürlüğü'nce yapılan değerlendirmelerde

⁵ Aplitler, mineralojik olarak, damar kayacı şeklinde ve granit bileşiminde bir kayaç dokusunu; ticari olarak ise, büyük ölçüde albitten oluşan feldspatik bir damar veya dayk kayacını ifade eder.

granit, nefelinli siyenit ve feldspatik kum rezervleri verilmektedir. Ancak cevher kalitesi, nihai kullanım amacına bağılı olduğundan, bu kaynaklar üzerinde daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulabilmektedir. Ülkemizin en önemli ve kaliteli albit (Na-Feldspat) yatakları Batı Anadolu'da, Çine-Milas-Yatağan-Bozdoğan yöresinde bulunan ve üretim yapılan yataklardır. Bu yatakların önemi; rezerv açısından zenginliği, kalitesi, limana ve tüketim alanlarına olan yakınlığından kaynaklanmaktadır. Bu bölgede faaliyet gösteren büyük şirketlerin (Esan, Kaltun ve Çine Akmaden) yaptığı sondaj çalışmalarına göre 2005 yılı itibarıyla, albit rezervleri 400 milyon tonun üzerindedir.

MTA'nın resmi kayıtları, 2000 yılı öncesine ait olup, güncel durumu yansıtmamaktadır. Çine-Yatağan-Milas bölgesindeki büyük sodyum feldspat rezervleri ve potansiyeli dışında, Uşak'ta da albit rezervleri mevcuttur. Sodyum-Potasyumlu karışık (mix) feldspat rezervleri de Bilecik-Söğüt, Manisa-Demirci-Gördes ve Kırşehir Masifi'nde bulunmaktadır. Kırşehir Masifi, ayrıca çok önemli bir potasyum feldspat potansiyeline sahiptir.

Türkiye feldspat üretimi, seramik ve cam sektörü açısından yeterli düzeydedir. Türkiye, kendi seramik ve cam sanayinin tüm feldspat ihtiyacını karşılamakta ve ayrıca ihracat yapmaktadır. Seramik sektörü istenilen kaliteyi yakalamış, feldspat üretimi kalite bakımından Avrupa standartlarına ulaşmıştır. Albit üretimi 2006 yılında yaklaşık 6.000.000 tona ulaşmıştır (Anonim, 2007).

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. X-IŞINLARI FLORESANS SPEKTROMETRİ (XRF)

2.1.1. Temel İlkeler

X-ışınları, yüksek enerjili elektronların yavaşlamasıyla veya atomun iç yörüngelerindeki elektronların elektronik geçişleriyle oluşturulan kısa dalga boylu elektromanyetik ışınlardır. X-ışınlarının dalga boyu aralığı 0.01 nm'den 10 nm'ye kadardır. Enerjisi, 0.125 - 125 keV arasındadır.

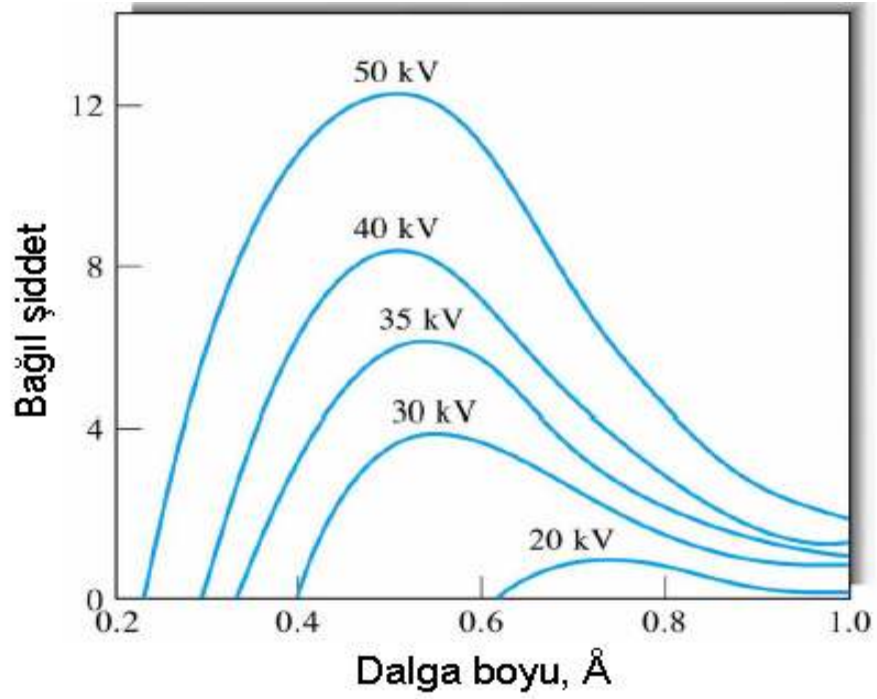
2.1.1.1. X-Işınları Emisyonu

X-ışınları analitik amaçlar için dört yöntemle elde edilir:

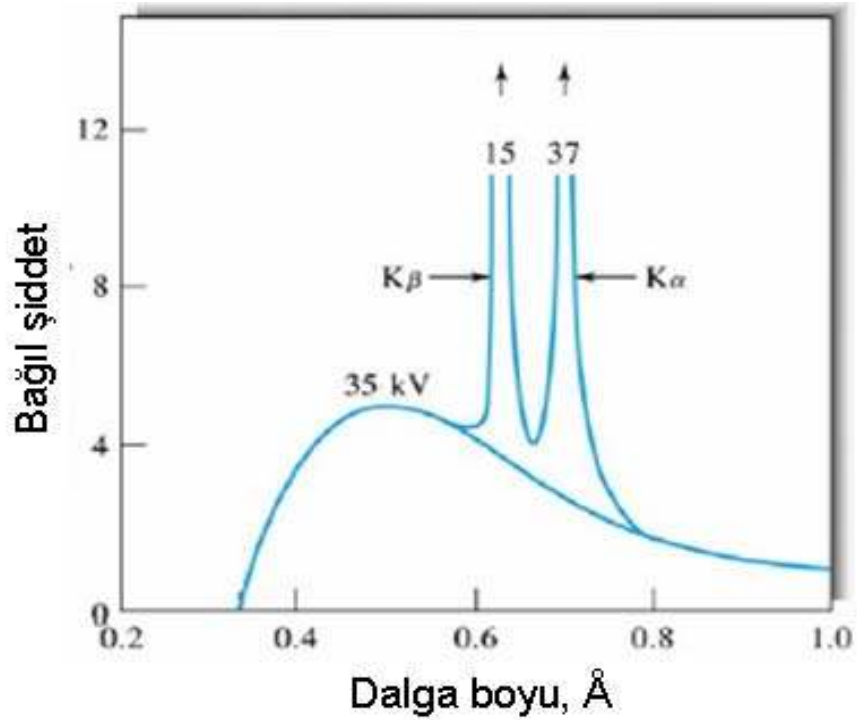
- 1) Bir metal hedefin yüksek enerjili elektron demetiyle bombardımanı,
- 2) İkincil bir X-ışınları demeti floresansı elde etmek için bir maddenin birincil X-ışınlarına maruz bırakılması,
- 3) Bozunması sonucu X-ışınları emisyonu oluşturan bir radyoaktif kaynağın kullanılması,
- 4) Bir sinkrotron radyoaktif kaynaktan.

Bir X-ışınları tüpünde, ısıtılan bir katotta oluşturulan elektronlar 100 kV'luk bir potansiyelle metal bir anoda doğru hızlandırılır; çarpışma sonucu elektron demeti enerjisinin bir kısmı, X-ışınlarına çevrilir. Bazı şartlarda şekil 2.1'deki gibi sadece sürekli spektrum elde edilirken, bazı durumlarda sürekli spektrum bir çizgi spektrumu ile çakışır (Şekil 2.2).

Bir elektron demeti kaynağıyla oluşturulan sürekli ışın, demetteki elektronlarla hedef maddesinin atomları arasındaki çarpışmadan meydana gelir.



Şekil 2.1. Tungsten bir hedefle X-ışınları tüpünden oluşturulan sürekli ışının dağılımı. Eğrilerin üzerindeki sayılar hızlandırma potansiyellerini göstermektedir

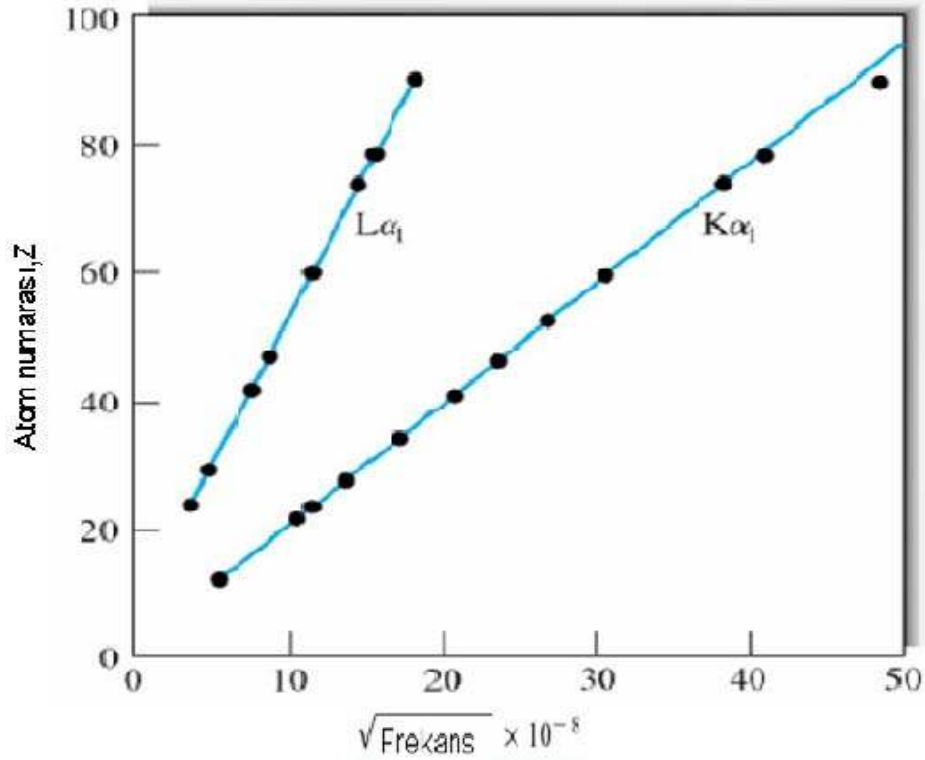


Şekil 2.2 Molibden bir hedefle oluşturulan X-ışını çizgi spektrumu

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, Molibden bir hedefin bombardımanı yaklaşık 0.63 ve 0.71 Å dalga boylarında şiddetli emisyon çizgileri oluşturur. Molibdenin emisyon davranışı atom numarası 23’den büyük bütün elementler için tipiktir; yani X-ışınları spektrumu ultraviyole emisyonuna göre çok daha basittir ve iki çizgi serisinden oluşur. Daha kısa dalga boylu grup K serisi adını alır; diğer grup L serisidir.

X-ışınları spektrumunun ikinci bir karakteristik özelliği ise her elementin çizgilerinin uyarılması için gerekli hızlandırma potansiyelinin atom numarası ile artmasıdır. Buna göre uyarma potansiyeli 20 kV’un altına düşerse molibdenin ($Z = 42$) çizgi spektrumu kaybolur. Şekil 2.1.’de görüldüğü gibi tungsten’in ($Z=74$) 40kV’da bile bombardımanı 0.1 ile 1.0 Å arasında hiçbir çizgi oluşturmaz. Ancak potansiyel 70 kV’a yükseltildiğinde 0.18 ve 0.21 Å’da karakteristik çizgileri ortaya çıkar.

Şekil 2.3, belli bir çizgi için (K veya L) frekansın karekökü ile ışımayı yapan elementin atom numarası arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu özellik, 1914’de H.G.J. Moseley tarafından bulunmuştur (Skoog *et al.*, 1998).



Şekil 2.3 $K\alpha_1$ ve $L\alpha_1$ çizgileri için X-ışınları emisyon frekansı ve atom numarası arasındaki ilişki.

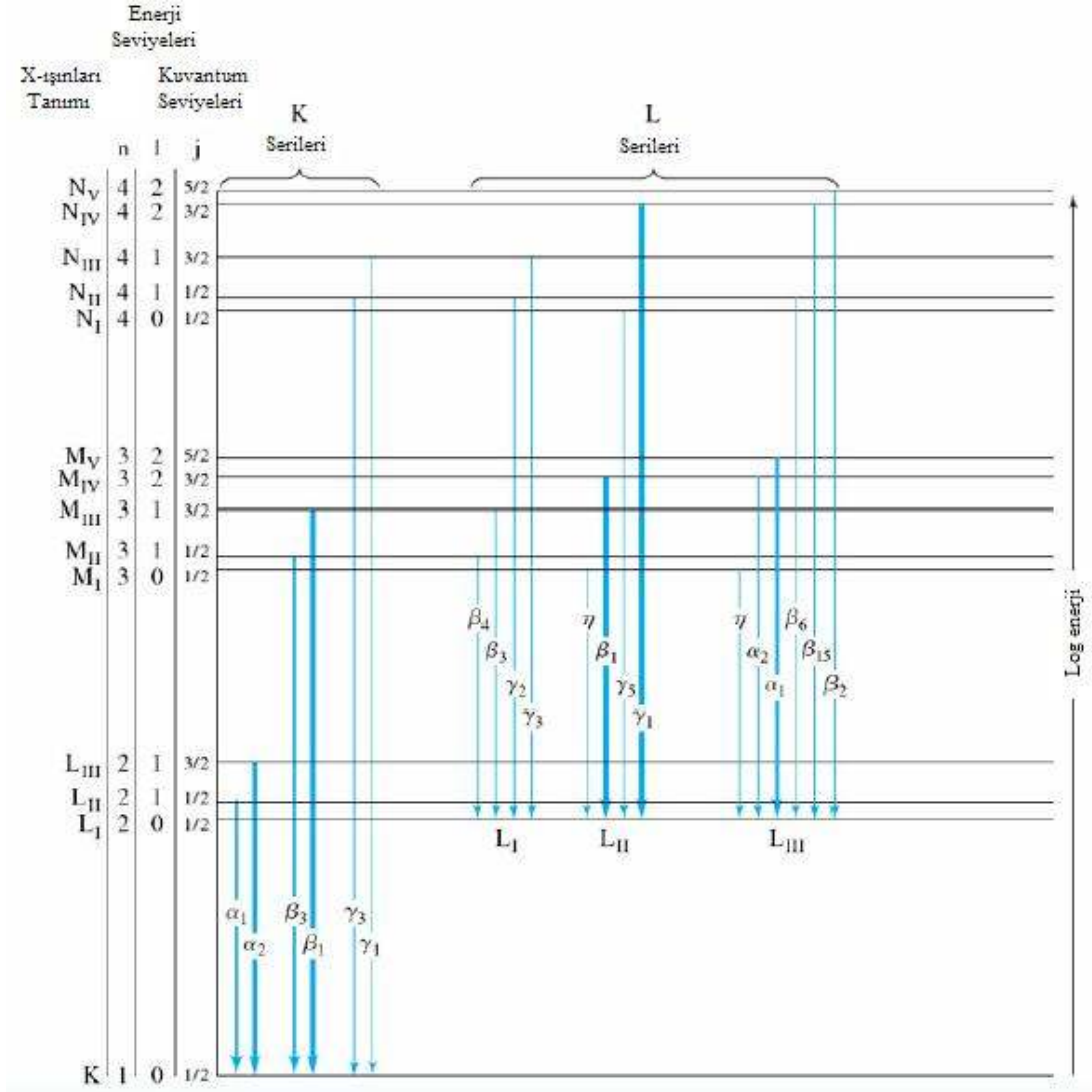
X-ışınları çizgi spektrumu atomdaki iç yörünge elektronlarının elektronik geçişleri sonucu meydana gelir. Katottan gelen yüksek enerjili elektronlar hedef atomun çekirdeğe en yakın yörüngelerindeki elektronları kopararak bir iyon oluşturur. İyonun dış yörüngesindeki elektronlar boş yörüngeye geçerken X-ışını yayınlanır (Şekil 2.4).

K serisindeki çizgiler,

- Daha yüksek enerji seviyeleri ve K kabuğu arasındaki elektronik geçişler sonucu meydana gelir.

L serisi çizgileri,

- Katottan gelen elektronların ikincil kabuktan (L kabuğu) elektron fırlatması
- K veya K ışınının yayınlanmasına neden olan bir L elektronunun K seviyesine geçmesi ile ikincil kuantum seviyesinden bir elektron kaybedildiği zaman ortaya çıkar.



Şekil 2. 4 X-ışınlarından oluşan en yaygın geçişleri gösteren enerji seviyeleri diyagramı

1914' de geliştirilen Moseley kuramına göre;

- Bir element tarafından yayılan X-ışınının dalga boyu elemente özgüdür ve bununla element tanımlanabilir.
- Moseley ayrıca spektrumdaki elemente özgü çizgilerin şiddetlerinin, uyarılan element miktarı ile orantılı olduğunu göstermiştir.

Bu İlkelere Göre;

X-Işınlarnın analitik amaçla kullanılmasında benimsenen yol şöyledir:

1. Numune uygun bir şekilde uyarılarak içindeki elementlerin özgün yayınım çizgilerini içeren bir X-ışınları spektrumu elde edilir.

2. Spektrumda elementlere ait özgün çizgiler tanımlanarak numunenin nitel analizi yapılabilir.
3. Belirli özgün çizgilerin şiddetleri ile ait oldukları elementin derişimleri, bilinen derişimdeki örneklerin, şiddetleri arasındaki ilişkiden yararlanılarak bulunabilir.

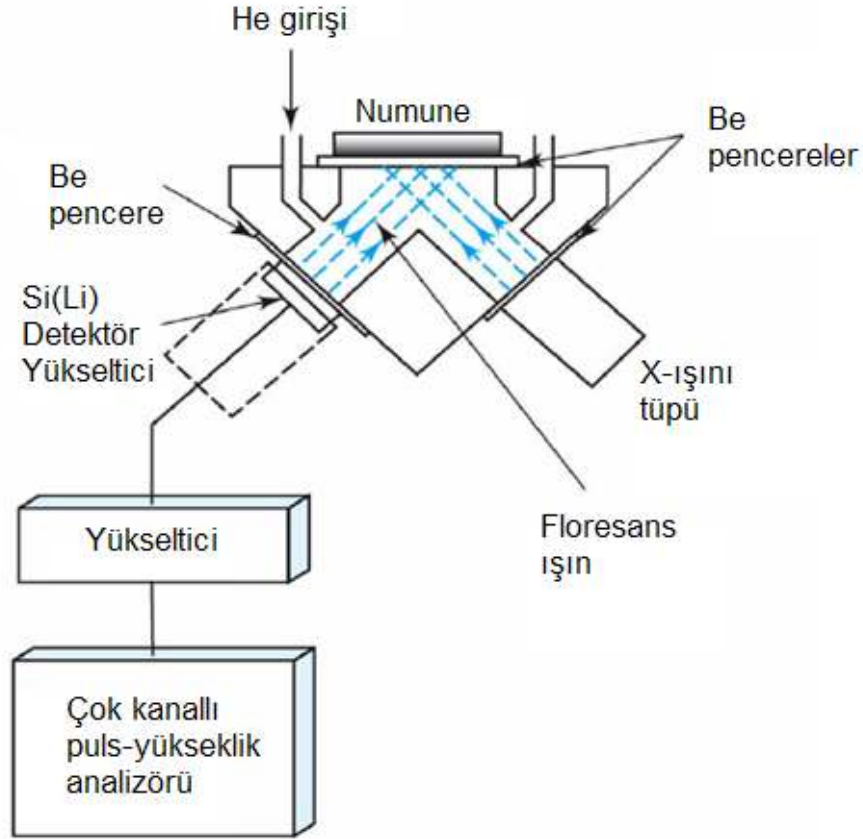
2.1.2. Spektrometre

Spektrometre şu kısımlardan oluşur:

- Kaynak
- Gelen ışının dalga boyu aralığını ayıran bir düzenek
- Bir numune tutucusu
- Bir ışın detektörü
- Bir sinyal işlemcisi ve okuma düzeneği

X-Işını cihazları genellikle, spektrumu çözümlemek için kullanılan yönteme bağlı olarak, dalga boyu ayırmalı veya enerji ayırmalı cihazlar olarak tanımlanır.

2.1.2.1. Enerji Ayırmalı Cihazlar



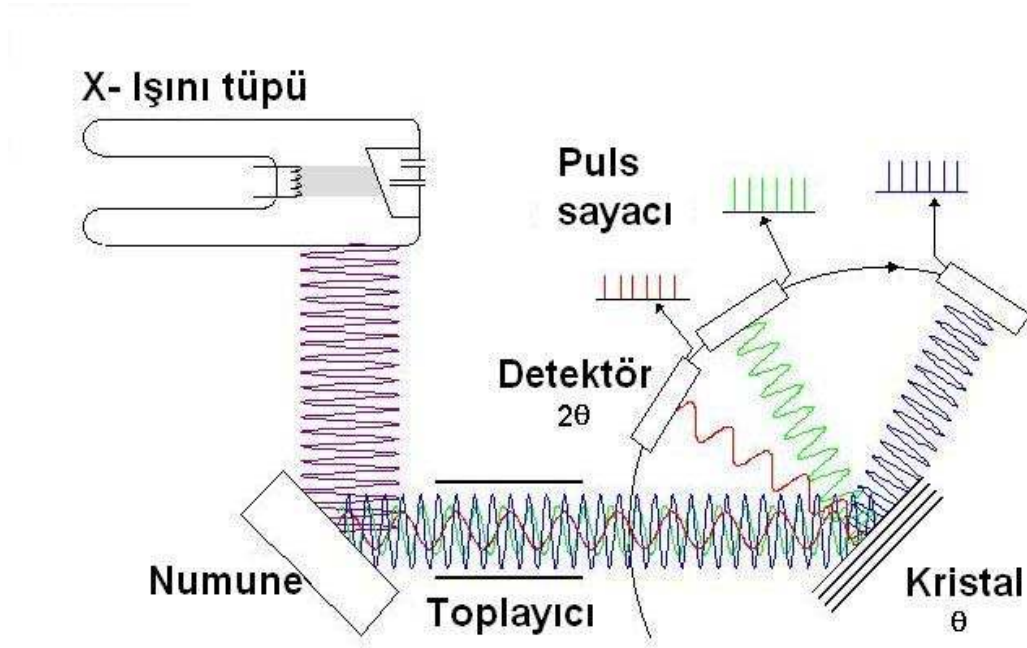
Şekil 2.5 Enerji ayırmalı X-ışını floresans spektrometre

Enerji ayırmalı cihazlarda, gelen ışının dalga boyu aralığını sınırlamak amacıyla filtreler kullanılmıştır. Bir X-ışınları tüpünden elde edilen sürekli spektrumun ince metal levhalarla yok edilmesi mümkündür. Görünür bölgedeki cam filtrelerde olduğu gibi, arzu edilen dalga boylarını içeren geniş bantlar geçirir.

Enerji ayırmalı sistemlerin önemli bir avantajı, spektrometrenin uyarma ve alıcı kısmındaki parçaların basitliği ve hareketsiz oluşudur. Ayrıca, detektörün numuneye yakın olması nedeniyle detektöre ulaşan enerjide yüz katlık veya daha fazla bir artış olur. Bu özellikler daha ucuz ve numuneyi ışınlı daha az tahrip eden radyoaktif malzeme veya düşük güçlü X-ışını tüpleri gibi daha zayıf kaynakların

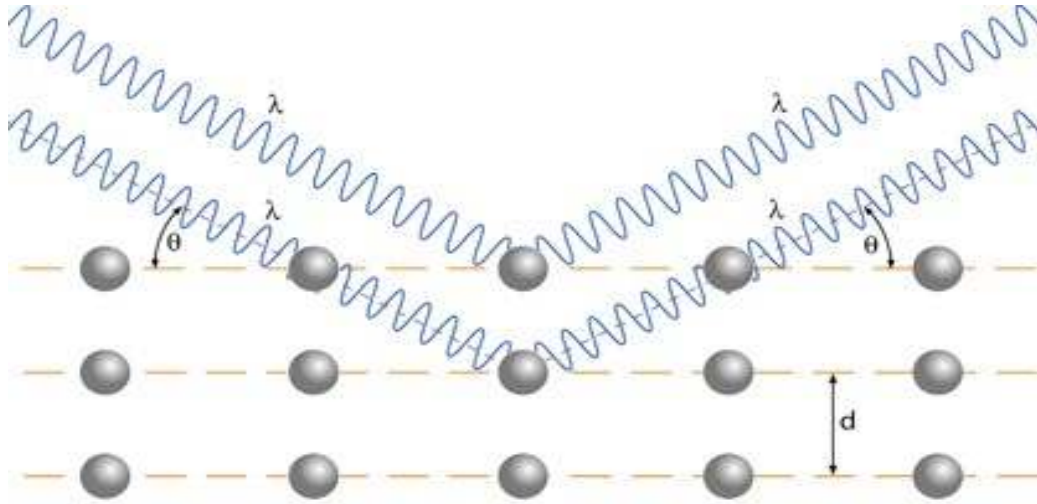
kullanılabilmesini mümkün kılar. Enerji ayırmalı sistemlerin, kristal spektrometrelere göre en belli başlı dezavantajı $1\text{\AA}$ 'dan daha büyük dalga boylarında daha düşük ayırıcılık elde edilmesidir. Öte yandan daha kısa dalga boylarında enerji ayırmalı sistemlerin ayırma gücü çok daha iyidir (Woldseth, 1973).

2.1.2.2. Dalga Boyu Ayırmalı Cihazlar



Şekil 2.6 Dalga boyu ayırmalı X-ışını floresans spektrometre

Bragg Yasası; Bir X-ışını demeti bir kristal yüzeyine θ açısıyla çarptığında, bir kısmı yüzeydeki atom tabakası tarafından saçılır. Işın demetinin saçılmayan kısmı ikinci atom tabakasına ulaşır. Bu tabakada yine bir kısmı saçılırken, geriye kalan ışın üçüncü tabakaya geçer (Şekil-2-7).



Şekil 2.7 Bir kristal tarafından oluşturulan X-ışınları kırınımı

X-ışını kırınımı için:

- Atom tabakaları arasındaki mesafe yaklaşık olarak ışın dalga boyu ile aynı olmalıdır.
- Saçılma yapan merkezler çok düzgün ve tekrarlanır bir düzende bulunmalıdırlar.

Kristal yüzeyine θ açısı ile gelen ışın demeti için olumlu girişim şartı:

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

λ : X-ışınlarının dalga boyu

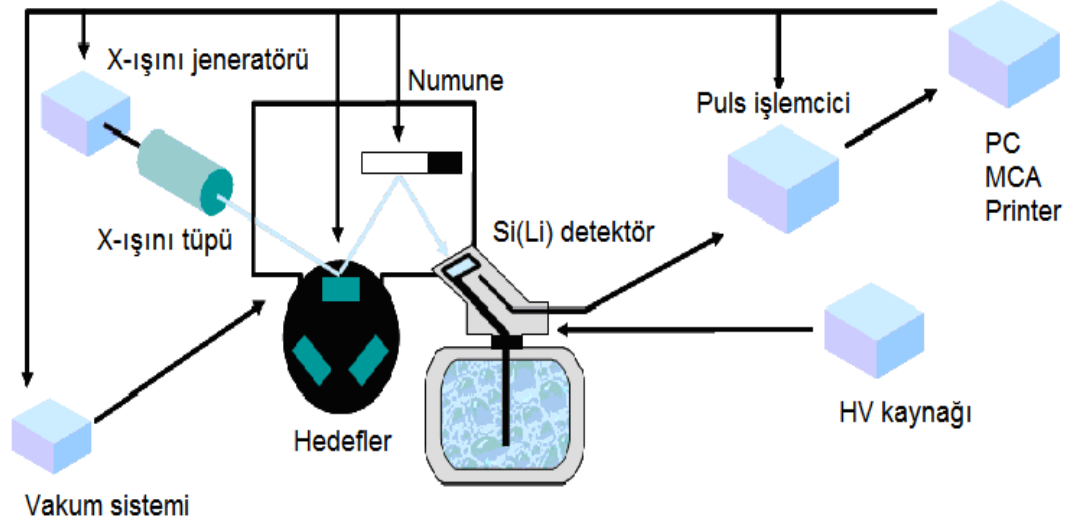
d : Kristaldeki tabakalar arası mesafe

θ : Işın demetinin geliş açısı

Dalga boylarını ayırma düzeneği, gonyometre merkezine yerleştirilmiş bir tek kristaldir. Gonyometre dönebilen bir tabla olup, toplayıcıdan çıkan ve kristale gelen ışınla kristal yüzeyi arasındaki θ açısının değiştirilmesini ve kesin olarak ölçülmesini sağlar. Gonyometreyi döndürerek, belirli yansıma açısı ayarlanınca istenilen dalga boyundaki X-ışını ölçüm sistemine düşürülür. Tüm elementlerin özgün X-ışınlarının dalga boylarına karşın gelen 2θ yansıma açıları çizelgeler şeklinde literatürde vardır. Çizelgeden analiz edilecek elementin seçilen özgün X-ışını dalga boyuna uygun

kristale karşı gelen 2θ açısı bulunur. Gonyometre bu açığa ayarlanınca elementin seçilen özgül X-ışını detektöre düşürülür (Skoog *et al.*, 1998).

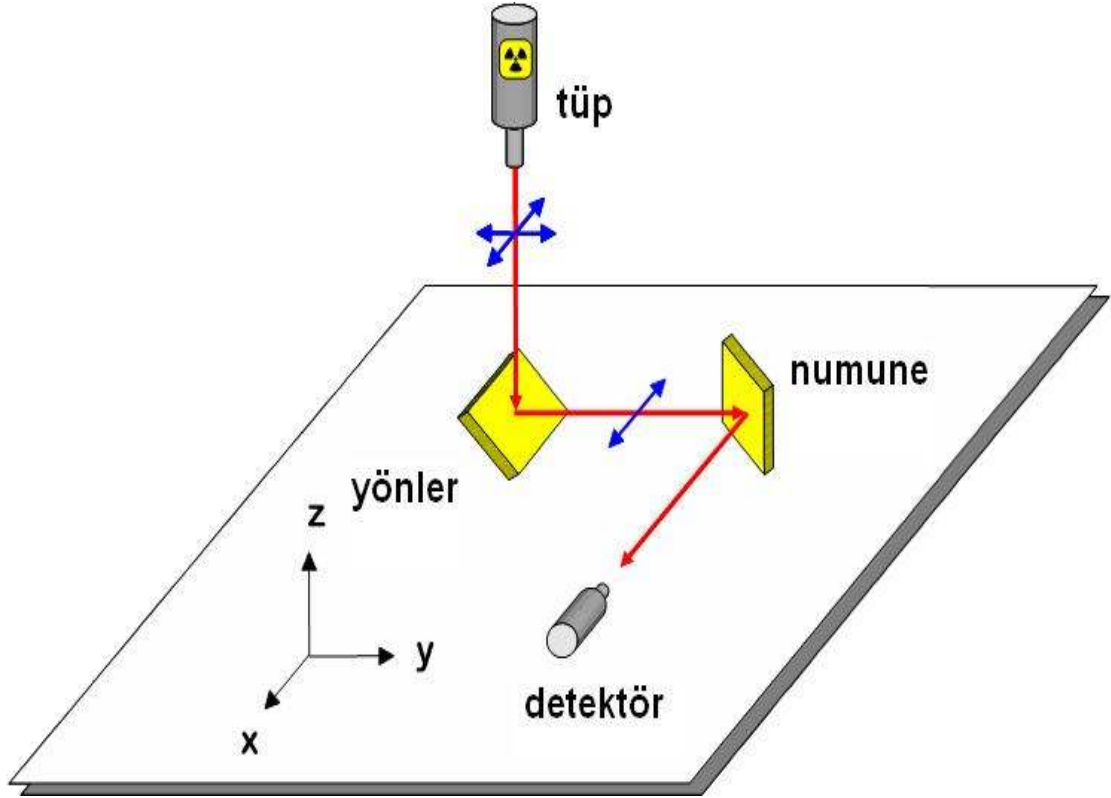
2.1.2.3. Polarize Enerji Ayırmalı Cihazlar



Şekil 2.8 Polarize enerji ayırmalı X-ışını floresans spektrometre

Polarize enerji ayırmalı spektrometrelerde üç boyutlu bir optik düzen bulunmaktadır. Tüpten çıkan X-ışınları, kendine ait karakteristik X-ışınları yayan ve gelen X-ışınlarının bir bölümünü saçan hedef olarak adlandırdığımız bölüme gelir. Hedeften çıkan ışınlar numuneyi uyarır, bu durumda hedef kaynak gibi davranmış olur. Numune, gelen ışınla etkileşimi sonucunda karakteristik X-ışınları yayar, bu ışınlar detektöre ulaşarak sinyale dönüştürülür.

Bu geometrinin avantajları şudur: Tüpten saçılan ışınlar detektöre ulaşamamaktadır; böylece, spektrumun zemin sinyali oldukça düşüktür. Bu durum sayesinde çok zayıf pikler belirlenebilir, düşük derişimler tespit edebilir. (Brouwer, 2003).

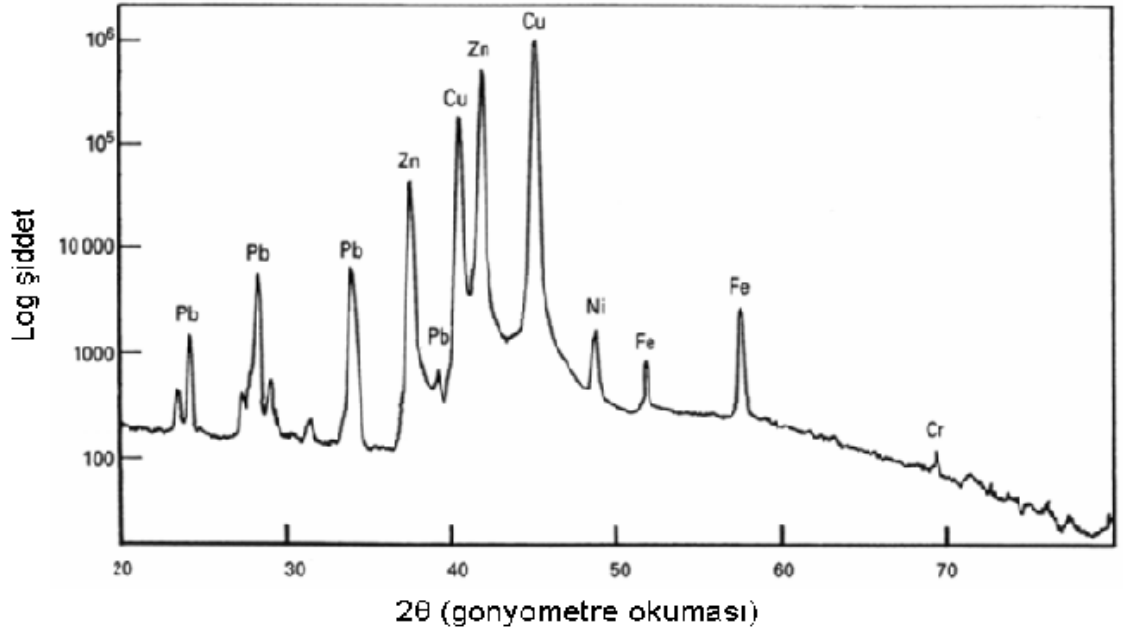


Şekil 2.9 Kartezyen geometri

2.1.3 Spektrometre ile Analiz

2.1.3.1. Nitel ve Yarı Nicel Analiz

Dalga boyu ayırmalı bir cihaza ait spektrumda, yatay eksen genellikle 2θ cinsinden verilmekte olup, bu değer monokromatörün kristal açıklığı (tabakalar arası mesafe) bilindiği takdirde $n\lambda = 2d\sin\theta$ eşitliği kullanılarak kolayca dalga boyuna çevrilebilir. Daha sonra elementlerin emisyon çizgilerini içeren çizelgedeki değerlerle karşılaştırılarak pikler belirlenir.

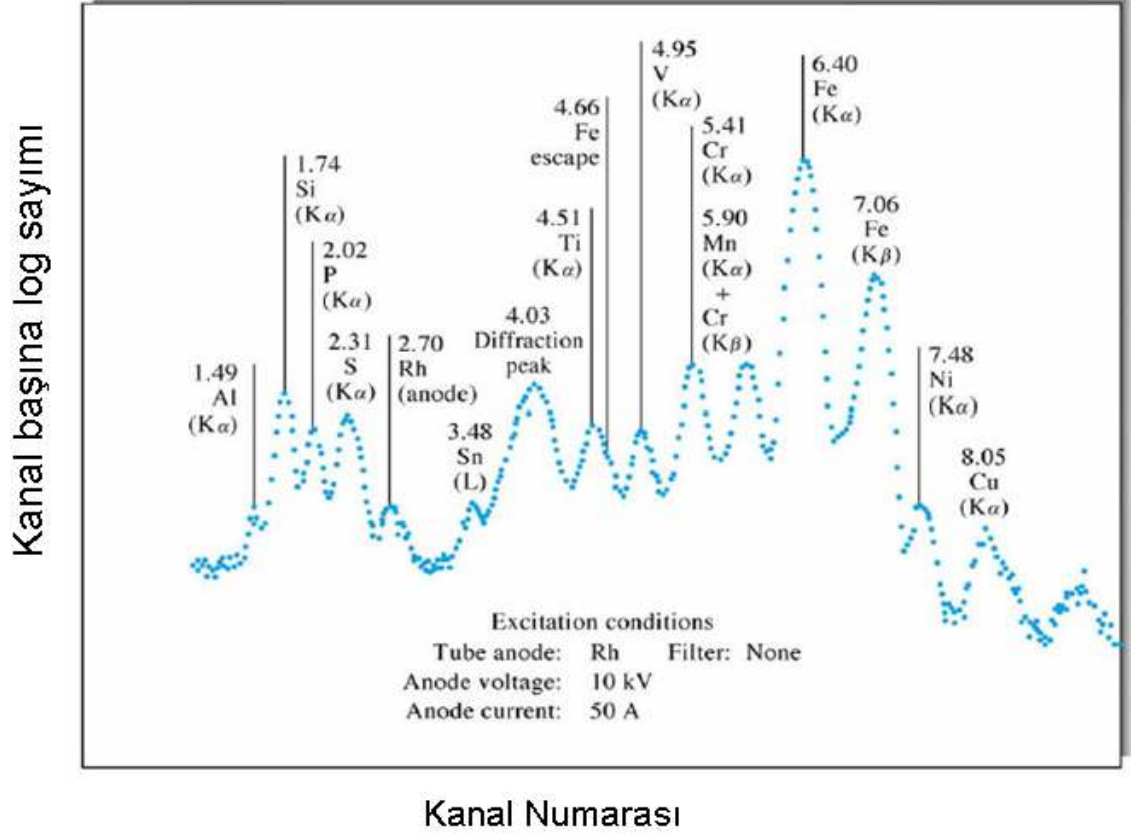


Şekil 2.10 Bir dalga boyu ayırmalı cihazla kaydedilmiş pirincin X-ışını floresans spektrumu.

Enerji ayırmalı bir cihazla elde edilen spektrumda, yatay eksen genellikle kanal numarası veya keV cinsinden enerji olarak verilir. Her kanal yüzlerce noktadan birinde biriktirilmiş sayım değerini göstermektedir. Spektrumlardaki nitel bilgi pik yüksekliklerinin dikkatlice ölçümüyle yarı nicel verilere dönüştürülebilir. Yaklaşık bir derişim elde etmek için aşağıdaki bağıntı kullanılır:

$$P_x = P_s W_x$$

Burada P_x , belli bir süre içinde sayım sayısı cinsinden bağıl çizgi şiddeti; W_x , numunedeki tayin edilen elementin ağırlık kesridir. P_s faktörü aynı sayım koşullarında $W_x = 1$ olduğunda gözlenecek çizginin bağıl şiddetidir. P_s değeri, bilinen bileşimdeki bir standart numune ile tayin edilir (Skoog *et al.*, 1998).



Şekil 2.11 Enerji ayırmalı bir cihazla Rh anotlu X-ışını tüpü kullanılarak elde edilen bir demir numunesinin spektrumu. Piklerin üzerindeki rakamlar keV cinsinden enerjilerdir.

2.1.3.2. Nicel Analiz

Modern X-ışını floresans cihazlarla karmaşık malzemelerin nicel analizleri, klasik yaş kimyasal yöntemler veya diğer aletli yöntemler kadar veya onlardan daha iyi kesinlikle yapılabilir. Ancak bu tip analizlerin doğruluğunun diğerleriyle aynı mertebede olabilmesi için ya kimyasal ve fiziksel bileşimi numuneninkine benzer kalibrasyon standartları bulmak veya matriks etkisini telafi edecek uygun yöntemler uygulamak gerekir.

2.1.3.3. Matriks Etkileri

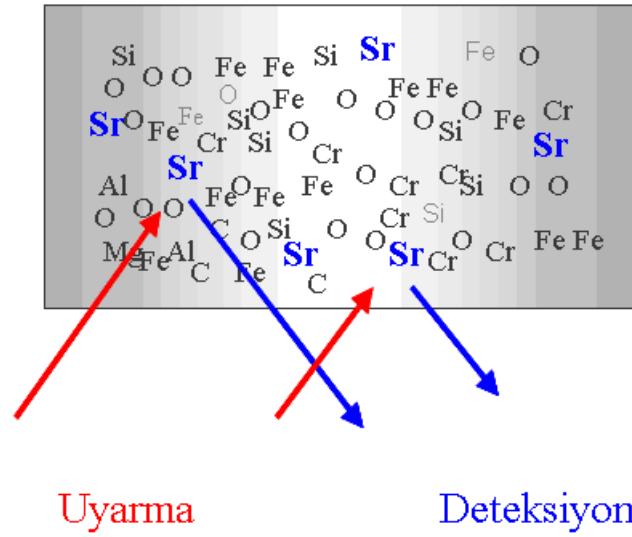
Floresans sonucu oluşan X-ışınları sadece numune yüzeyindeki değil, aynı zamanda yüzeyin oldukça altındaki atomlardan kaynaklanır. Böylece gelen ve floresans

sonucu oluşan ışınların bir kısmı numune içinde derinliğine önemli bir kalınlıkta yol alırken, absorpsiyon ve saçılma meydana gelir. Her iki ışın demetindeki azalma miktarı ortamın kütle absorpsiyon katsayısına bağlı olup bu değer numunedeki bütün elementlerin kütle absorpsiyon katsayıları tarafından belirlenir. Bu nedenle bir X-ışını floresans ölçümünde detektöre ulaşan net bir çizgi şiddeti, çizgiyi oluşturan elementin derişimine bağlı olduğu kadar, aynı zamanda matriks elementlerinin kütle absorpsiyon katsayılarından ve derişimlerinden de etkilenir.

Matriksin neden olduğu absorpsiyon etkileri $P_x = P_s W_x$ eşitliğine göre hesaplanan sonuçların ya yüksek ya da düşük çıkmasına neden olur. Eğer matriks, gelen veya yayınlanan ışın demetini, tayin elementinden daha kuvvetli olarak absorplayan bir elementin oldukça önemli miktarını içeriyorsa, bu durumda, absorpsiyonun daha az olduğu standartla hesaplanan P_s daha küçük olduğundan, W_x düşük çıkacaktır. Öte yandan, numunenin matriks elementleri standartlardaki elementlerden ışını daha az absorplarsa yüksek W_x değeri bulunacaktır.

İkinci bir matriks etkisi, arttırıcı etki olarak adlandırılır ve sonuçların daha yüksek çıkmasına neden olur. Bu etkinin kaynağı gelen ışının numunede bulunan başka bir matriks elementini uyarması sonucu elde edilen karakteristik emisyon spektrumunun analiz çizgisinde ikincil bir uyardıya neden olmasıdır.

X-ışını floresans analizlerinde absorpsiyon ve arttırıcı etkileri düzeltmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir.



Şekil 2.12 Matriks etkisi

Standart İle Kalibrasyon:

Bu teknikte analitik çizgi şiddetiyle derişim arasındaki ilişki, bileşimi numuneninkine çok yakın bir seri standart kullanılarak ampirik olarak tayin edilir. Daha sonra numune ve standartlarda absorpsiyon ve arttırıcı etkilerin aynı olduğu kabul edilir ve ampirik veriler emisyon değerlerini derişime çevirmek için kullanılır. Yöntemin başarısı, numune ve standartların birbirine benzerliğine bağlıdır.

İç Standart Kullanımı:

Bu işlemde numuneye ve kalibrasyon standartlarına numunede bulunmadığı kesinlikle bilinen bir element belli bir derişimde katılır; analitin ve iç standardın şiddetlerinin oranı analitik değişken olarak kullanılır. Burada, absorpsiyon ve arttırıcı etkilerin her iki çizgi (analit ve iç standart) için aynı olduğu ve şiddet oranlarının bu etkileri ortadan kaldırdığı varsayılmaktadır.

Numune ve Standartların Seyreltilmesi:

Bu yöntemde numune ve standartlar X-ışınlarını zayıf bir şekilde absorplayan, yani düşük atom numaralı elementler içeren bir maddeyle seyreltilir. Bu tür çözücüler arasında su, sadece karbon, oksijen, hidrojen ve azot içeren organik çözücüler, nişasta, lityum karbonat, alumina, borik asit ve borat camı sayılabilir. Aşırı seyreltici katılmasıyla matriks etkileri, seyreltilmiş numune ve standartlarda sabit bir değere getirilmiş olur ve böylece uygun bir düzeltme sağlanır. Bu işlemin özellikle mineral analizlerinde yararlı olduğu gösterilmiştir. Mineral analizinde numune ve standartlar boraks eritilişle çözülür; soğutma işleminden sonra normal yolla uyarılarak analiz yapılır (Jenkins *et al.*, 1995).

2.1.3.4. Fundamental Parameter (FP)

XRF analizcilerinin ihtiyacı olan modern analitiğe dayanan fundamental-parameters metodu 50 yıl öncesinde başlayan birçok çalışmanın sonucudur (Rousseau, 2006). XRF analizlerinde, numune bileşimlerinin hesaplanması i analitinin konsantrasyonu (C_i) ve net şiddet (I_i) arasındaki ilişki temeline dayanır.

$$C_i = K_i \cdot I_i \cdot M_{is} \quad (1)$$

$C_i = i$ analitinin konsantrasyonu, $K_i = i$ kalibrasyon sabit faktörü, $I_i = i$ 'nin ölçülen net şiddeti ve $M_{is} = i$ üzerinde, numunenin ("s"= sample) matriks için düzeltme faktörüdür.

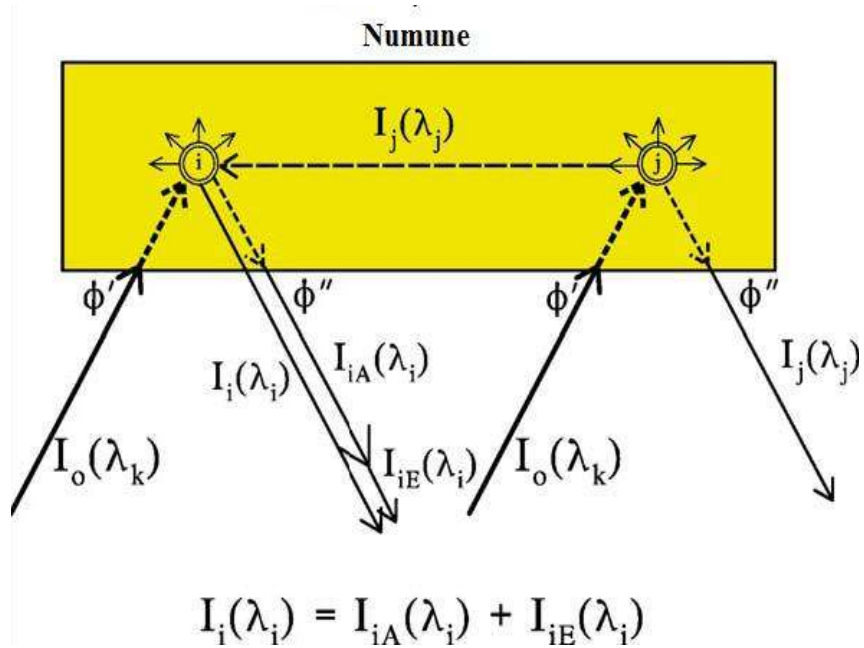
Böylece XRF analizlerinde analit konsantrasyonu, yukarıdaki eşitlik göz önüne alındığında, üç terimin ürünüdür. Bunlar kalibrasyon sabiti, ölçülen net şiddet ve analit üzerindeki matriks kompozisyon etkisi için düzeltme faktörüdür. Bu etkiler başlıca azaltıcı (absorpsiyon) ve artırıcı olarak isimlendirilen elementler arası matriks etkileri veya basitçe matriks etkileridir (Rousseau, 2001).

C_i , orijinal örnek içerisindeki i elementinin ağırlıkça fraksiyonudur. Verilen bir örnek için her zaman aşağıdaki eşitlik geçerlidir.

$$\sum_{n=1}^N C_n = C_i + C_j + C_k + \dots + C_N = 1.0 \quad (2)$$

i) Matriks etkisinin, monokromatik uyarım kaynağı bağlamında düzeltilmesi.

Bu bölüm, monokromatik uyarım kaynağı olan analitik içerik ile ilgilidir. Her ne kadar bu yaklaşım en yaygın olarak kullanılan cihazlara dayanmasa da, düzeltme faktörü içeriği matematiksel modeller tarafından anlatılmıştır. Bu matematiksel modellerin anlaşılması sadece basit ve kolay değil, aynı zamanda daha açıktır. Bu kolay yaklaşım sayesinde analizci monokromatik uyarım kaynaklarından polikromatik uyarım kaynaklarına geçişteki değişimi daha rahat anlayabileceklerdir.



Şekil 2.13 “i” Analitinin birincil uyarımı ve bir *i-j* numunesinde “j” nin, “i” üzerindeki artırma etkisini gösterir. Bu Fe-Ni alaşımında *i*=Fe ve *j*=Ni gibi bir örnek olabilir

Dalga boyu λ_k ve şiddeti I_o olan monokromatik ışının numuneye Φ' açısıyla yaklaşıp çarptığı varsayalım. $I_o(\lambda_k)$ ışını, *i* atomuna ulaşmadan önce numune tarafından

absorplanır, yani şiddeti azalır. Uyarılan i atomu, $I_{iA}(\lambda_i)$ şiddetinde floresans yapar (Birincil floresans). Aynı uyarma ışını numune bileşimindeki j atomunu da uyatarak onun da $I_j(\lambda_j)$ şiddetinde emisyon yapmasına neden olur. j atomunun emisyon enerjisi yeterince büyükse ($\lambda_j < \lambda_i$) bu enerji i atomunun uyarılmasına ve bunun sonucunda $I_{iE}(\lambda_i)$ şiddetinde ikincil floresans yapmasına neden olur. i atomunun ikincil floresans şiddeti $I_{iE}(\lambda_i)$, birincil floresans şiddetini, $I_{iA}(\lambda_i)$ 'yi %30 kadar arttırabilir. Yani, i elementi tarafından yayılan şiddetin $I_i(\lambda_i)$ ölçüsü iki bileşenin toplamıdır:

I_{iA} , sadece doğrudan uyarım yoluyla elde edilen birincil X-ışını floresans emisyonu.

I_{iE} , dolaylı uyarımdan kaynaklanan ilave karakteristik X-ışını radyasyonudur. Buna ikincil X-ışını floresans emisyonu veya arttırıcı da denir.

İki tip uyarımı açıkça tanımlamak yerine I_{iA} sembolünü sadece absorpsiyon içeren emisyon ve I_{iE} sembolünü arttırıcı emisyon olarak kullanarak toplam emisyon için;

$$I_i = I_{iA} + I_{iE} \quad (3)$$

yazılır. Eğer artma yoksa $I_i = I_{iA}$ 'dır.

1955 yılında Sherman, uyarım kaynağı monokromatik olduğunda birincil ve ikincil kaynaklardan meydana gelen floresans şiddetinin aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabileceğini gösterdi (Sherman, 1955).

$$I_i(\lambda_i) = g_i C_i \frac{\mu_i(\lambda_k) \cdot I_0(\lambda_k) \cdot \Delta\lambda_k}{\mu'_s(\lambda_k) + \mu''_s(\lambda_i)} \left[1 + \sum_j \delta_{ij} C_j \right] \quad (4)$$

Orantı sabiti g_i kullanılan cihaza bağlıdır. λ_k ve λ_i için numune kütle absorpsiyon katsayıları (μ_s) aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır.

$$\mu'_s(\lambda_k) = \sum_{n=1}^N \mu_n(\lambda_k) \cdot C_n \cdot \csc \phi' \quad (5)$$

$$\mu_s''(\lambda_i) = \sum_{n=1}^N \mu_n(\lambda_i) \cdot C_n \cdot \csc \phi'' \quad (6)$$

N , numunedeki element sayısı ve her j matriks elementi için artış katkısı δ_{ij} olmak üzere C_j konsantrasyonu aşağıdaki eşitliklerden hesaplanır.

$$\delta_{ij}(\lambda_k) = \frac{1}{2} D_j(\lambda_k) \cdot D_j(\lambda_k) \cdot k_j \mu_j(\lambda_k) \frac{\mu_i(\lambda_j)}{\mu_i(\lambda_k)} P_{ij}(\lambda_k) \quad (7)$$

$$k_j = \frac{r_j - 1}{r_j} \cdot \omega_j \cdot p_j \quad (8)$$

$$P_{ij}(\lambda_k) = \frac{1}{\mu_s'(\lambda_k)} \ln \left[1 + \frac{\mu_s'(\lambda_k)}{\mu_s(\lambda_j)} \right] + \frac{1}{\mu_s''(\lambda_i)} \ln \left[1 + \frac{\mu_s''(\lambda_i)}{\mu_s(\lambda_j)} \right] \quad (9)$$

ve

$D_j(\lambda_k)$ = 1; eğer j elementinden gelen radyasyon $\lambda_k \leq \lambda_{abs.sınır}$ ise,

= 0; diğer tüm durumlarda

$D_i(\lambda_i)$ = 1; eğer i elementinin floresans radyasyonu $\lambda_j \leq \lambda_{abs.sınır}$ ise

= 0; diğer tüm durumlarda

r_j ; mevcut hattın alt sınırı için j elementinin yükselme oranı

ω_j ; j elementinin mevcut hat için floresans verimi

p_j ; karakteristik λ_j hattının yayılma olasılığı

Yukarıdaki anlatımın kilit noktası δ_{ij} katsayısının numunenin tüm kompozisyonuna ve fundamental parametrelere (μ_s , ω_j ve p_j) dayanmasıdır. Eşitlik (4)'ü sadeleştirmek için, etkin kütle absorpsiyon katsayıları tanımlanmıştır.

$$\mu_s^* = \mu_s'(\lambda_k) + \mu_s''(\lambda_i) \quad (10)$$

$$\mu_n^* = \mu_n'(\lambda_k) + \mu_n''(\lambda_i) \quad (11)$$

$$\mu_s^* = \sum_{n=1}^N \mu_n^* \cdot C_n \quad (12)$$

“Etkin” sözcüğü verilen bir analitik yapıdaki bir tür veya elementin spesifik (λ_k ve λ_i) dalga boylarını absorptiyonunu vurgulamaktadır. Eşitlik (12)’deki etkin kütle absorpsiyon katsayısı aşağıdaki gibidir:

$$\mu_s^* = C_i \mu_i^* + C_j \mu_j^* + C_k \mu_k^* + \dots + C_N \mu_N^* = \mu_i^* \left[C_i + C_j \frac{\mu_j^*}{\mu_i^*} + C_k \frac{\mu_k^*}{\mu_i^*} + \dots + C_N \frac{\mu_N^*}{\mu_i^*} \right]$$

N element içeren bir numune için

$$\sum_{n=i}^N C_n = 1$$

olduğu dikkate alınarak

$$C_i = 1 - C_j - C_k - \dots - C_N$$

ve

$$\mu_s^* = \mu_i^* \left[1 + C_j \left(\frac{\mu_j^*}{\mu_i^*} - 1 \right) + C_k \left(\frac{\mu_k^*}{\mu_i^*} - 1 \right) + \dots + C_N \left(\frac{\mu_N^*}{\mu_i^*} - 1 \right) \right]$$

elde edilir.

$$\beta_{ij}(\lambda_k) = \frac{\mu_j^*}{\mu_i^*} - 1 \quad (13)$$

olacak şekilde tanımlanırsa-ki burada-

$$\mu_i^* = \mu_i(\lambda_k) \cdot \csc \phi' + \mu_i(\lambda_i) \cdot \csc \phi''$$

$$\mu_j^* = \mu_j(\lambda_k) \cdot \csc \phi' + \mu_j(\lambda_i) \cdot \csc \phi''$$

aşağıdaki eşitlik

$$\mu_s^* = \mu_i^* \left[1 + \sum_j \beta_{ij} C_j \right] \quad (14)$$

elde edilir.

Eşitlik 13’deki $\beta_{ij}(\lambda_k)$ katsayısı, j ve i elementlerinin kütle absorpsiyon katsayıları farkının i elementinin kütle absorpsiyon katsayısına oranıdır.

Başka bir değişle, $\beta_{ij}(\lambda_k)$ katsayısı λ_k dalga boyunda bağıl olarak j elementinin absorpsiyonunun i elementine göre ne kadar büyük veya küçük olduğunu gösterir. $\beta_{ij}(\lambda_k)$ katsayısı, i analiti üzerindeki j matriks elementinin absorpsiyon etkisini düzeltir, pozitif veya negatif olabilir. Eşitlik (13) aşağıdaki şekilde de yazılabilir.

$$\beta_{ij}(\lambda_k) = \frac{\mu_j^* - \mu_i^*}{\mu_i^*}$$

$\beta_{ij}(\lambda_k)$ katsayısının ne zaman pozitif veya negatif olacağını kestirmek oldukça kolaydır. $\beta_{ij}(\lambda_k)$ değerleri, i ve j elementlerine bağlıdır. Örneğin, Fe, Mg (daha hafif matriks elementi) varlığında tayin ediliyorsa $\mu_i^* > \mu_j^*$ olur; bu durumda $\beta_{ij}(\lambda_k)$ negatiftir. Eğer Fe, Ni (daha ağır matriks elementi) varlığında tayin ediliyorsa $\mu_i^* < \mu_j^*$ ve $\beta_{ij}(\lambda_k)$ pozitifdir.

Sherman eşitliğinin daha kolay anlaşılır ve manipüle edilebilir hale getirmek için

$$W_i'(\lambda_k) = \frac{\mu_i(\lambda_k)}{\mu_i^*} \cdot I_0(\lambda_k) \cdot \Delta\lambda_k \quad (15)$$

yukarıdaki eşitlik tanımlanmıştır. Eşitlik (4), (14) ve (15) birleştirilerek .

$$I_i(\lambda_i) = g_i \cdot C_i \cdot W_i' \cdot \frac{1 + \sum_j \delta_{ij} C_j}{1 + \sum_j \beta_{ij} C_j} \quad (16)$$

elde edilir.

Bu eşitlikte şiddet hala C_i derişimi ile ve eşitliğin sağındaki oran ile orantılıdır. Eşitliğin payı her bir j elementinin arttırma katsayılarını (δ_{ij}), eşitliğin paydası ise absorpsiyon katsayılarını (β_{ij}) içermektedir. Böylece, eğer β_{ij} pozitif ise arttırma etkileri şiddeti artıracak, absorpsiyon etkileri ise şiddeti azaltacaktır. Ayrıca, tüm matriks etkileri gelen ışının polikromatositesini dikkate almak üzere W_i' faktörüyle ağırlıklanmıştır.

Deneyssel bir sabit olan g_i 'in belirlenmesindeki zorluk nedeniyle ve ayrıca ölçülen şiddetleri cihazdan bağımsız kılmak amacıyla yukarıdaki eşitlikteki i elementinin mutlak şiddeti olan I_i , bağıl X-ışını (R_i) ile yer değiştirilmiştir.

$$R_i = \frac{I_i(\lambda_i)}{I_{(i)}(\lambda_i)} \quad (17)$$

Burada $I_{(i)}$ saf i elementinden yayılan ışının şiddetidir. Numune tümüyle saf i analitinden oluşuyorsa, $C_i=1$ ve $C_j=0$ olur. Böylece,

$$I_{(i)}(\lambda_i) = g_i \cdot W_i' \quad (18)$$

elde edilir.

Eşitlik (16),(17) ve (18) birleştirilerek

$$R_i = C_i \cdot \frac{1 + \sum_j \delta_{ij} C_j}{1 + \sum_j \beta_{ij} C_j} \quad (19)$$

elde edilir.

Eşitlik (19), (4) no'lu eşitlikle aynı olmakla birlikte mutlak I_i şiddeti yerine bağıl R_i şiddetini hesaplamaya yarar. R_i şiddeti hala hem derişimle olduğu gibi hem de eşitliğin sağındaki oran ile orantılıdır. Eşitliğin payı matriksteki her j elementinin arttırıcı katsayıları (δ_{ij}), eşitliğin paydası ise her j elementinin absorpsiyon katsayılarını (β_{ij}) içerir. Böylece, eğer β_{ij} pozitif ise R_i bağıl şiddeti arttırıcı etkiler ile artacak, absorpsiyon etkileriyle azalacaktır.

Analizci ölçülen şiddetler yerine derişimlerle ilgilendiğinden yukarıdaki eşitlik

$$C_i = R_i \cdot \frac{1 + \sum_j \beta_{ij} C_j}{1 + \sum_j \delta_{ij} C_j} \quad (20)$$

haline dönüştürülür. Bu eşitlik monokromatik uyarma kaynakları kullanılması halinde temel algoritmadır (Rousseau ve Boivin, 1998).

ii) Matriks etkisinin polikromatik uyarım kaynağı bağlamında düzeltilmesi

XRF cihazlarının çoğunda X-ışınları tüpü polikromatik ışın üretir. Bu nedenle polikromatik kaynak tarafından yayılan toplam ışın şiddeti $\lambda_{\min} - \lambda_{\max}$ aralığındaki bireysel şiddetler olarak düşünülmelidir.

(3) no'lu eşitliğe benzer şekilde polikromatik ışın için

$$I_i = \sum_{\lambda_k=\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \{I_{iA} + I_{iE}\}_{\lambda_k} \quad (22)$$

yazılır. (16), (22) no'lu eşitlikler birleştirilerek

$$I_i = g_i C_i \sum_{\lambda_k=\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \left\{ W'_i(\lambda_k) \cdot \frac{1 + \sum_j C_j \delta_{ij}(\lambda_k)}{1 + \sum_j C_j \beta_{ij}(\lambda_k)} \right\}_{\lambda_k} \quad (23)$$

elde edilir.

Burada $W'_i(\lambda_k)$ eşitlik (15), artırıcı katsayısı $\delta_{ij}(\lambda_k)$ eşitlik (7), (8) ve (9) ile, $\beta_{ij}(\lambda_k)$ absorpsiyon katsayısı ise eşitlik (13) ile daha önce verilmiştir.

Sadece saf i elementinden oluşan numuneler için $C_i=1$ ve $C_j=0$ olduğundan eşitlik (23);

$$I_{(i)} = g_i \sum_{\lambda_k=\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \left\{ W'_i(\lambda_k) \right\}_{\lambda_k} \quad (24)$$

haline gelir.

Burada $I_{(i)}$, saf i elementinden yayılan şiddettir. (17), (23) ve (24) no'lu eşitliklerinin birleştirilmesi ile eşitlik (25)'e ulaşılır.

$$R_i = C_i \frac{\sum_{\lambda_k=\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \left\{ W'_i(\lambda_k) \cdot \frac{1 + \sum_j C_j \delta_{ij}(\lambda_k)}{1 + \sum_j C_j \beta_{ij}(\lambda_k)} \right\}}{\sum_{\lambda_k=\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \left\{ W'_i(\lambda_k) \right\}_{\lambda_k}} \quad (25)$$

Eşitliğin ters çevrilmesi ve bazı cebirsel işlemlerden sonra polikromatik uyarım kaynağı için elde edildi.

$$C_i = R_i \frac{1 + \sum_j \alpha_{ij} C_j}{1 + \sum_j \varepsilon_{ij} C_j} \quad (26)$$

fundamental algoritma elde edilir. (26) no'lu eşitlik, monokromatik kaynak için geliştirilen (20), (27) ve (28) no'lu eşitliklerin genelleştirilmiş halidir. Burada;

$$\alpha_{ij} = \frac{\sum_k W_i(\lambda_k) \beta_{ij}(\lambda_k)}{\sum_k W_i(\lambda_k)} \quad (27)$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\sum_k W_i(\lambda_k) \delta_{ij}(\lambda_k)}{\sum_k W_i(\lambda_k)} \quad (28)$$

Yukarıdaki iki eşitlikte var olan yeni ağırlık faktörü $W_i'(\lambda_k)$,

$$W_i(\lambda) = \frac{\mu_i(\lambda_k) \cdot I_0(\lambda_k) \cdot \Delta(\lambda_k)}{\mu_i^* \cdot \left[1 + \sum_j C_j \cdot \beta_{ij}(\lambda_k) \right]} \quad (29)$$

şeklinde tanımlanmıştır.

Eşitlik 26 ile verilen fundamental algoritma (FA) (Rousseau, 1984), verilen numune içindeki i analitinden yayılan net şiddeti değiştiren tüm elementler arası etkileri düzeltmek için önerilen bir algoritmadır (Rousseau, 1984). Rousseau bu eşitlikte, polikromatik ışın bağlamında, α_{ij} ve ε_{ij} çoklu element etki katsayılarını tanımlamıştır (eşitlik 27 ve 28). α_{ij} olarak isimlendirilen çoklu element absorpsiyon etki katsayısı, her gelen dalga boyunun λ_k , $W_i'(\lambda_k)$ tarafından ağırlıklandırıldığı, verilen numune içinde i analiti üzerinde j elementinin neden olduğu tüm absorpsiyon etkilerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Benzer olarak ε_{ij} şeklinde isimlendirilen artıcı etki katsayısı, her gelen dalga boyunun λ_k , $W_i'(\lambda_k)$ tarafından ağırlıklandırıldığı, verilen numune içinde i analiti üzerinde j elementinin sebep olduğu tüm artırıcı etkilerinin ağırlıklı ortalamasıdır.

Ağırlıklandırılmış dalga boyu iki terimin çarpımı olarak ifade edilebilir.

$$W_i(\lambda_k) = \left[\frac{\mu_i(\lambda_k)}{\mu_i^*} I_0(\lambda_k) \Delta\lambda_k \right] \cdot \left[\frac{1}{1 + \sum_j C_j \beta_{ij}(\lambda_k)} \right]$$

Burada birinci terim numune üzerine gelen ışının polikromatisitesini hesaba katan, ikinci terim ise j elementinin i elementi üzerindeki absorpsiyon etkisini, toplam matriks bağlamında hesaba katan terimdir.

İki önemli sonuç:

- α_{ij} ve ε_{ij} katsayıları, i - j ikili sistemi için sabit değildir ve sadece j elementi konsantrasyonu ile değil, matriksin yapısı ve matriksteki diğer tüm elementlerin derişimleri ile değişmektedir.
- i analiti üzerindeki toplam matriks etkisi, matriksin her j elementinin ikili etkilerinin toplamına eşit değildir, her etki birbirinden bağımsız olarak hesaplanır. Başka bir deyişle her j elementi, matriksin i analiti üzerine toplam etkisine katkı yapar; Fakat her j elementinin bireysel katkısı izole edilmez ve tüm diğer matriks etkileride bağımsız olarak hesaplanamaz.

α_{ij} ve ε_{ij} katsayıları toplam matriks bileşimine bağlı olduğundan ve analiz öncesinde numune bileşimi bilinmediğinden, bu katsayılar bileşimi ikili ve üçlü etki katsayıları bilinen elementleri içeren numunelerin ilk hesaplama ile tahmin edilen bileşimleri dikkate alınarak, hesaplanmalıdır. Numune bileşimi hesabı Claisse Quintin algoritması kullanılarak yapılabilir (Rousseau, 2001).

$$C_i = R_i \left[1 + \sum_j (a_{ij} + a_{ijj} C_M) \cdot C_j + \sum_j \sum_{k>j} a_{ijk} C_j C_k \right] \quad (30)$$

Burada C_M toplam matriks konsantrasyonudur. a_{ij} , a_{ijj} ve a_{ijk} , ikili (a_{ij} ve a_{ijj}) ve üçlü a_{ijk} etki katsayılarıdır. Sonra tahmin edilen numune bileşimi ve tüm α_{ij} ve ε_{ij} katsayıları yardımı ile Sherman eşitliğinin karmaşık bir bölümü, sadece bir kez

hesaplanır. Bu hesaplanan katsayılar şimdi sabit olarak kullanılır ve numunenin son ve doğru bileşimi iterasyonla hesaplanır..

Fundamental algoritma geniş konsantrasyon aralığında (0-100%) alaşım veya buna benzer örnekler içindeki elementler için CQ algoritması ile bağlantılı bir şekilde uygulanabilir (Rousseau, 1989; Rousseau, 2001). Rousseau ve Bouchard, 28 standart numunedeki geniş konsantrasyon aralığındaki 15 elementi analizleyerek fundamental algoritma metodunun deneysel geçerliliği göstermişlerdir. (Rousseau ve Bouchard, 1986).

2.2. İSTATİSTİK

2.2.1. Temel Kavramlar (Gündüz, 1998).

2.2.1.1. Ortalama Değer

Bir analizde alınan ölçüm sonuçlarının toplamının analiz sayısına (n) bölünmesiyle elde edilen sayıya ortalama değer denir ve $\bar{x}$ ile gösterilir. Alınan sonuçlar $x_1, x_2, \dots, x_n$ ile gösterilecek olursa ortalama:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

dır.

Ortalama değer kendisinin hesaplanmasında kullanılan her hangi bir değer veya sonuçtan daha güven vericidir. Çünkü, ortalama değere bütün değerlerin katkısı vardır. Bir analizde çok sayıda (sonsuz) sonuç alınmışsa ve analizde sistematik bir hata (bias) yoksa istatistik olarak bunların yarısı (n/2) ortalama değerden büyük yarısı da ortalama değerden küçüktür. Ayrıca, ortalamada artı ve eksi yönde sapan değerlerin toplamı da sıfırdır.

Analiz (ölçüm) sayısı arttıkça ortalama değer doğru veya gerçek değere yaklaşır. Analiz sayısı sonsuz olduğu zaman, doğru değere (μ) eşit olur. Doğru değere, “en olası değer” de denir.

2.2.1.2. Orta Değer (Medyan)

Bir ölçüm setinin sonucu orta değer olarak da verilebilir ve M ile gösterilir. Orta değer M’yi bulmak için, analiz sonuçları, en küçükten en büyüğe doğru sıraya konur ve sıranın ortasına düşen sonuç “orta değer” olarak alınır. Ölçüm sayısı tek sayıda ise orta değer bir tanedir; çift sayıda ise ortadaki iki değer ortalama, orta değer olarak alınır.

2.2.1.3. Kesinlik ve Doğruluk

Kesinlik ve doğruluk farklı iki kavramdır. Bir analizde bulunan sonuçların birbirine yakınlığına “kesinlik” denir. Kesinliğin ölçüsü, bir analizde alınan sonuçların, ortalama değerden (orta değerden) farklarıdır. Bu farklar ne kadar küçükse, analizin kesinliği o kadar iyidir . Doğruluğu benzer şekilde tarif etmek mümkün değildir. Çünkü, doğruluğu tarif etmek için her şeyden önce, elde doğru değer veya doğru kabul edilen değer bulunması gerekir. Doğruluk, doğru değerle bir analizde bulunan ortalama değer arasındaki farktır. Kesinlikle doğruluk arasında direkt bir bağlantı yoktur. Bir analizde sonuçların kesinliğine bakarak analizin doğruluğu hakkında bir şeyler söylemek genelde doğru değildir. Çünkü bir analizde kesin sonuçlar alınabilir, ama bunlarla hesaplanan ortalama değer, doğru değerden çok farklı olabilir.

2.2.1.4. Sapma

Analizde elde edilen sonuçlardan her birinin ortalama değerden farkına (mutlak olarak) sapma denir ve d ile gösterilir.

$$d = |x - \bar{x}|$$

2.2.1.5. Varyans

Varyans sigma kareyle (σ^2) gösterilir. σ^2 bir analizdeki sapmaların kareleri toplamının analiz sayısına bölünmesiyle,

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \mu)}{n}$$

elde edilir.

Varyans, yapılan bir analizin kesinliğini belirtmek için çok iyi bir kriter olmasına rağmen kimyacılar bunu değil, standart sapmayı tercih ederler. Çünkü hesaplanmak istenen sonuç ve standart sapma aynı boyuttandır.

2.2.1.6. Standart Sapma

Standart sapma, bir metodun kesinliğini belirtmeye yarayan göstergeler arasında en önemlisi olup σ (sigma) ile gösterilir ve varyansın kareköküne eşittir.

$$\sigma = \left(\frac{\sum (x - \mu)^2}{n} \right)^{1/2}$$

σ ile verilen standart sapma çok sayıda (sonsuz) ölçüm sonucundan (n) elde edilen bir değerdir. Ancak, rutin işlerde standart sapma az sayıda ölçüm sonucundan elde edilir ve “s” ile gösterilir. Buna göre standart sapma;

$$s = \left(\frac{\sum (\chi - \bar{\chi})^2}{n-1} \right)^{1/2}$$

dır. Standart sapma, ortalama değere ($\bar{x}$) bölünürse, bulunan değere “bağıl standart sapma” denir ve RSD ile gösterilir. Bağıl standart sapma 100 ile çarpılırsa buna da “varyasyon katsayısı” denir (VK). Bağıl standart sapma veya varyasyon katsayısı boyutsuzdur.

2.2.1.7. Güven Aralığı ve Güven Seviyesi

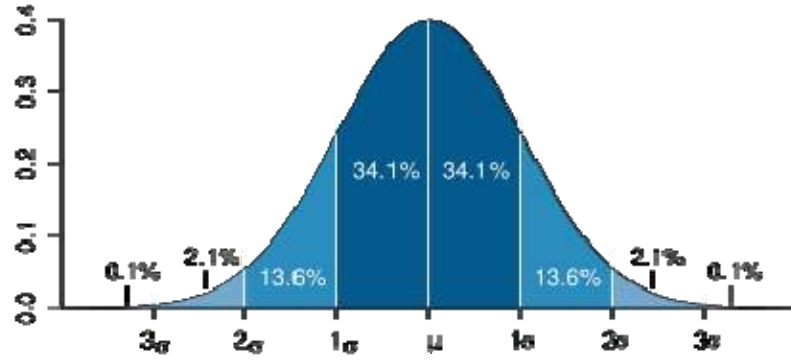
Pek çok sayıda analiz yapıp bunların sonuçlarının ortalaması ve standart sapması hesaplanırsa μ ve σ değerleri bulunur. Bu şekilde bulunan doğru değer ve standart sapma en güvenilir değerlerdir. Çünkü, yapılması gereken sayıda deney yapılmıştır. Aynı metotla bir analiz yapılırsa bu deneyle bulunan sonucun, doğru değer μ den artı ve eksi yönde ne kadar uzakta olduğu, standart sapmadan yararlanarak bulunur: İstatistik biliminde ölçülen bu tek sonucun, doğru değer μ den % 68,3 ihtimalle en çok $\pm 1\sigma$ kadar uzakta, % 96 ihtimalle en çok $\pm 2\sigma$ kadar uzakta, %99,7 ihtimalle en çok $\pm 3\sigma$ kadar uzakta ve %99,9 ihtimalle de $3,29\sigma$ kadar uzakta olduğu gösterilmiştir.

$$\mu = \bar{x} \pm ts/\sqrt{n}$$

Yukarıdaki bağıntı ise n tane analiz yapılmışsa, doğru değer, ortalama değerden en çok $\pm ts/\sqrt{n}$ kadar farklı olacağını ifade etmektedir. Bu terimdeki $+ts/\sqrt{n}$ ve $-ts/\sqrt{n}$ değerlerine güven sınırları, bunların arasında kalan aralığa da güven aralığı denir. Doğru değer belirli bir olasılıkla bu aralıkta bulunur. Bu olasılığa da güven seviyesi denir. Eşitlikteki t, t-değeridir. t-değerleri, belli güven seviyelerinde ölçüm sayısına bağlı olarak tablolarda verilmektedir.

2.2.1.8. Normal Dağılım

Bir analizde elde edilen çok sayıda (sonsuz) ölçümüm sayısal büyüklükleri x eksenine, sayısal değerlerin görülme sıklığı (frekansları) y eksenine yerleştirdiğinde aşağıdaki gibi bir eğri elde edilir. Bu eğriye “Gauss eğrisi”, veya daha çok kullanıldığı şekliyle, “normal dağılım eğrisi” denir.



Şekil 2.14 Normal dağılım eğrisi (veya Gauss eğrisi)

2.2.1.9. t-Testi (Öğrenci testi)

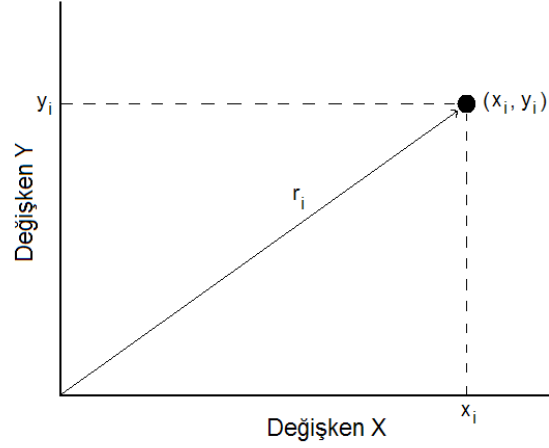
t-Testi az sayıda tayin (deney, analiz, ölçüm) yapıldığı zaman uygulanan bir testtir. Az sayıda tayinden, hem ortalama değer, hem de standart sapma hesaplanır. Bu nedenle de “s” değeri kullanılarak yapılan işlemlerdeki hatalar büyük olur. t-değerleri böyle hataları en aza indirmek amacıyla geliştirilmiştir. t-değerleriyle yapılan testlere “standart test” veya “öğrenci testi” denir. t-değerleri analiz sayısının artmasıyla küçülür ve sonunda z değerleri haline döner, t-Testi tek ve çift yönlü olmak üzere iki türlü uygulanır. Çift yönlü t-testine daha çok artı veya eksi sistematik hatalar (biaslar) yapılması söz konusu olduğu zaman başvurulur. İki şeyin karşılaştırılması gerektiği hallerde tek yönlü t testi kullanılır

2.2.2. ÇOK DEĞİŞKENLİ ANALİZ (Miller and Miller, 2000)

Kimyasal analizlerde kullanılan kromatografik ve spektroskopik yöntemlerde bir numunede çok sayıda bileşen bulunduğu için analitik veri “çok değişkenli” dir.

Sadece iki değişkenin söz konusu olduğu durumlarda numunedeki bileşenlerden birine ait veri, iki değişkenin (x,y) eksenler olarak kullanıldığı bir grafikte bir nokta

olarak temsil edilebilir. Bu nokta, orijinden bu noktaya çizilen bir vektörle de temsil edilebilir. Bu vektöre veri vektörü denir(şekil 2.15).



Şekil 2.15 Veri vektörü

Benzer özellikte olan bileşenler (genel olarak objeler) değişkenlerin oluşturduğu grafik alanında birbirine yakın vektörler şeklinde temsil edilecekler; böylece, bir küme (cluster) oluşturacaklardır. (modern enstrümantal analiz verisi çok değişkenli olduğu için değişkenler arasındaki ilişkiler uygun istatistik yöntemler ile ortaya konabilir) çok değişkenli istatistik analiz metotları matematiksel olarak matris cebiri ile anlaşılabilir.

2.2.2.1 Başlıca Bileşen Analizi

Başlıca bileşen analizi ((Principal Component Analysis) aralarında ilişki olan değişkenlere ait veriyi indirgeyen bir tekniktir. Aşağıdaki çizelgede (çizelge 2.1) gösterilen bir veri setini ele alalım.

Çizelge 2.1 Başlıca bileşen analizi için veri seti

Değişken Numune	X_1	X_2	...	X_p
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1p}
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2p}
.	.	.		.
.	.	.		.
.	.	.		.
n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{np}

Bu çizelgede “p” adet değişken “n” adet numune bulunmaktadır. Çizelgedeki veri setinden kovaryans matrisi için aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

$$Cov(X_j, X_k) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)(X_{ik} - \bar{X}_k)}{(n-1)}$$

$$\text{burada } \bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n}, \text{ ve } j, k=1,2,\dots,p$$

Kovaryans matrisi aşağıdaki şekilde gösterilebilir

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} & s_{2p} \\ . & . & . & . \\ s_{p1} & s_{p2} & s_{p3} & s_{pp} \end{bmatrix}$$

Burada S kovaryans matrisi, s_{jk} ise $j \neq k$ iken X_j ve X_k değişkenlerinin kovaryansı ve s_{jj} ise $j=k$ olduğunda X_j değişkeninin varyansıdır.

Ölçülen değişkenlerin büyüklükleri karşılaştırılabilir düzeyde ise kovaryans matrisi doğrudan kullanılabilir. Ancak, ölçülen büyüklükler birbirinden çok farklı ise veri, işlenmeden önce normalize edilmelidir.

Analizde amaç $x_1, x_2, \dots, x_p$ değişkenlerini kombine ederek veri setini daha az boyutla (değişkenle) temsil edecek başlıca bileşenleri bulmaktır. Başlıca bileşenler (PC'ler) gerçekte özdeğerlerdir(eigen vektör) Başlıca bileşenler varyansı en yüksekten başlamak üzere kendi aralarında sıralanırlar.

Başlıca bileşen analizinde hesaplanan başlıca bileşen sayısı orijinal verideki bileşen sayısı kadardır. Ancak, orijinal veriyi temsil edecek başlıca bileşen sayısı bileşenlerin kümülatif varyansı dikkate alınarak seçilir.

2.2.2.2 Kümeleme Analizi

Başlıca bileşen analizi benzer objelerin oluşturduğu grupları göstermekle birlikte sınıflandırmada çok da başarılı olmayabilir. Bu nedenle, amacı tamamen gruplandırma olan istatistiksel yöntemler kullanılır.

Kümeleme analizi bir objeler grubunun sınıflara bölen ve benzer objeleri aynı sınıfta kümeleyen bir, çok değişkenli analiz tekniğidir. Değişkenlerin oluşturduğu alan veya uzayda objelerin birbirine olan yakınlığı itibarıyla gruplandıran bir tekniktir. En yakın iki nokta bir küme olarak sınıflandırılır. Daha sonra oluşturulan bu kümeye en yakın olan bir başka nokta birleştirilerek yeni bir küme oluşturulur. Bu şekilde ardışık olarak yapılan gruplandırma bir dendrogram ile gösterilir. Dendrogramdaki düşey eksen objeler arasındaki uzaklığı veya benzerliği (similarity) göstermektedir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. DENEYSEL ÇALIŞMALARDA KULLANILAN CİHAZLAR

Deneysel çalışmalarda kullanılan cihazlar çizelge 3.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1 Deneylerde kullanılan cihazlar

Cihaz	Marka, model
Analitik Terazî	Sartorius, BL 150
Öğütücü	Breitlander, HK 40
Elektro Hidrolik Pres	Breitlander, PE-EL
Spektrometre	Spectro, IQ
Kül Fırını	Nüve, MF 140

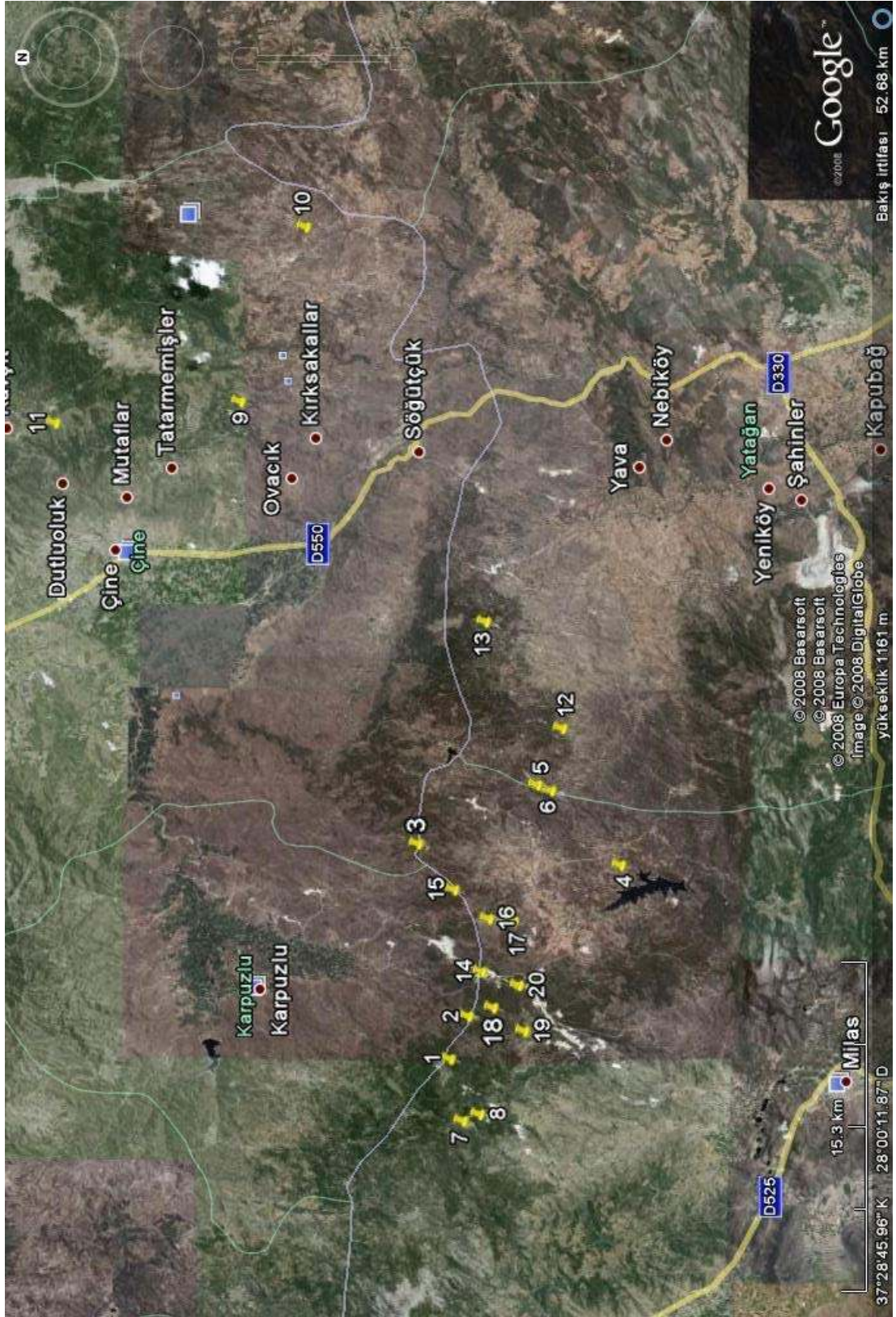
3.2. NUMUNELERİN ALINMASI VE HAZIRLANMASI

3.2.1. Numunelerin Alınması

Numuneler, Aydın (Çine-Karpuzlu) ile Muğla (Milas-Yatağan) bölgesi arasında bulunan çizelge 3.2’de koordinatları açık bir şekilde verilmiş yirmi farklı noktadan alınmıştır. Bu koordinatlar Garmin marka GPS kullanılarak belirlenmiştir. Alınan numunelerin bir kısmı (2, 3, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 16’nolu numuneler) açık (hali hazırda üretimi devam eden) feldspat ocaklarından, bir kısmı da (1, 4, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20’nolu numuneler) mostra üzerinden tüvenan olarak alınmıştır.

Çizelge 3.2 Numunelerin alındığı bölgelerin koordinatları

Numune No	Bölge Adı	Enlem	Boylam
1	Çilek Deresi-1	37°28'28.06"K	27°47'43.18"E
2	Çilek Deresi-2	37°28'1.47"K	27°49'1.15"E
3	Asar Tepe	37°29'15.93"K	27°54'22.71"E
4	Baraj	37°24'16.09"K	27°53'41.96"E
5	Gamarlar -1	37°26'19.95"K	27°56'12.45"E
6	Gamarlar-2	37°25'59.63"K	27°56'1.70"E
7	Ketendere-1	37°28'9.32"K	27°45'52.23"E
8	Ketendere-2	37°27'44.74"K	27°46'3.78"E
9	Çine-1	37°33'38.18"K	28° 8'7.03"E
10	Çine-2	37°32'0.90"K	28°13'32.12"E
11	Çine-3	37°38'10.09"K	28° 7'26.20"E
12	Turgutlar	37°25'43.32"K	27°57'57.30"E
13	Oğlan kayası	37°27'36.67"K	28° 1'15.12"E
14	Sarıkısıık	37°27'41.52"K	27°50'23.31"E
15	Akkovanlık-1	37°28'22.59"K	27°52'56.73"E
16	Akkovanlık-2	37°27'31.23"K	27°52'2.29"E
17	Akkovanlık-3	37°26'54.45"K	27°51'56.81"E
18	Eti-1	37°27'25.02"K	27°49'16.66"E
19	Eti-2	37°26'39.40"K	27°48'38.24"E
20	Eti-3	37°26'46.99"K	27°49'58.00"E



Şekil 3.1 Numunelerin alındıkları noktaları gösteren harita

3.2.2. Numunelerin Hazırlanması

Tüm numuneler güneşte kurutuldu, havan yardımıyla boyutları küçültülerek 2.36 mm altına indirildi, daha sonra iyice karıştırıldı. 12 g tartılarak, dakikada 1400 devir dönebilen ve 100 mL hacminde tungsten-karbid diskli öğütme kabı bulunan öğütücüde 4 dakika süreyle öğütüldü. Elek açıklığı 40 µm olan elekten geçirildi. Öğütülen numuneden 4 g ve bağlayıcı olarak kullanılan Hoechstwax (N,N'-Bisstearoiletildiamid)'tan 0.9 g hassas terazi yardımıyla tartılarak iyice karıştırıldı. Pellet hazırlamada kullanılan 32 mm çapında kalıba boşaltılan karışım, elektro hidrolik pres kullanılarak 15 ton yükü bir dakika süreyle preslendi. Böylece, her bir numunenin 32 mm çapında kararlı bir pelleti hazırlanmış oldu.

3.3. NUMUNELERİN ANALİZİ

3.3.1. Spektrometre ile Analiz

Pellet haline getirilen numunelerin analizlerinde çizelge 3.3'de özellikleri belirtilen polarize enerji ayırmalı X-ışını floresans spektrometresi (PEDXRF) kullanılmıştır. Analiz esnasında numunenin konulduğu cihaz içindeki bölümün havası, cihaza bağlı bir vakum pompası yardımıyla boşaltıldı. Cihaz her bir okuma işlemini 360 saniyede tamamlamıştır. Spektrometre, numune içindeki elementlerin konsantrasyonlarını belirlemede, bölüm 2.1.3.4'de kuramsal temellerini ayrıntılarıyla açıklanan Fundamental parameter yöntemini kullanmıştır. Yöntemin doğruluğu ve kesinliği sertifikalı standartlar GSR-07 ile BCR-176 analizlenerek gösterilmiştir (Schramm, 2000). Her bir numune için üç okuma yapılmıştır.

Çizelge 3.3 Spektrometrenin özellikleri

UYARMA	• X-Işını Tüpü (Pd anotlu) • Hava Soğutmalı • Maks. Güç, 50W • Maks. Gerilim 48kV • HOPG Kristalli Hedef
DEDEKSİYON	• Si-drift Dedektör (Peltier Soğutmalı) • Enerji Çözünürlüğü FWHM<145eV
YAZILIM	• X-LAB Pro • Fundamental Parameter Metot

3.3.2. Kızdırma Kaybı Miktarı Tayini

Sabit tartıma getirilen platin kroze 10 g öğütülmüş numuneden konuldu. Kroze, 1000 °C sıcaklıktaki kül fırınına yerleştirilerek sabit tartıma gelinceye kadar kızdırıldı. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutularak tartıldı. Kızdırma kaybı;

$$\%KK = \frac{m - (m_2 - m_1)}{m} \times 100 \text{ eşitliği kullanılarak hesaplandı.}$$

Burada;

m : Numune kütlesi,

m_1 : Boş kroze kütlesi,

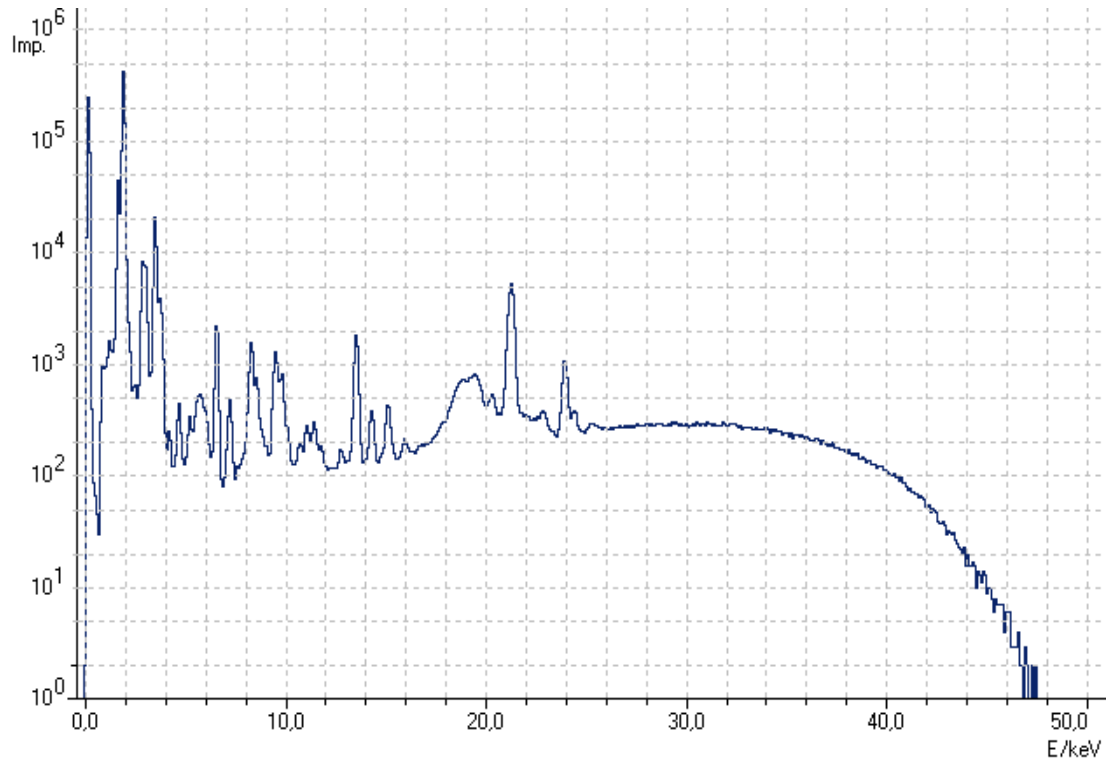
m_2 : Kroze ile numunenin kızdırma işleminden sonraki toplam kütlesidir.

Bu tayin her bir numune için yapıldı.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. ANALİZ SONUÇLARI

Materyal ve metot bölümünde anlatıldığı gibi hazırlanan yirmi ayrı bölgeden alınmış numunelere ait pelletlerin, yine materyal ve metot bölümünde belirtilen koşullarda alınan spektrumlarından biri örnek olmak üzere aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Bölge adı Çilek Deresi-1 olan 01 no'lu numuneye ait birinci ölçüm spektrumu

Spektrumda her bir elemente ait pik konum ve şiddetleri dikkate alınarak spektrometreye bağlı olan bilgisayara yüklenmiş olan özel yazılım (X-Lab Pro) marifetiyle hesaplanan element/bileşiklerin kütle yüzdeleri tablolanmış, bölge adı Çilek Deresi-1 olan 01 no'lu numuneye ilişkin sonuçlar örnek olmak üzere aşağıdaki çizelgede (Çizelge 4.1) gösterilmiştir. Diğer numune bölgelerine ait çizelgeler eklerde verilmiştir. Çizelgelerdeki ölçümler kütle yüzdeleri, olup numunelerdeki kızdırma kaybı dikkate alınarak düzeltilmiş olan numune kütle yüzdeleridir. Çizelgelerde ayrıca üç ölçümün ortalaması, ölçümlerin standart sapmaları (ss) ve bağıl standart sapmaları (% ss) verilmiştir.

Çizelge 4.1 Bölge adı Çilek Deresi-1 olan 01 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	0.8681	1.0744	0.9265	0.9563	0.1063	11.1154
2	MgO	Magnesium	0.0000	0.0000	0.0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	14.5460	14.5359	14.5158	14.5326	0.0154	0.1057
4	SiO ₂	Silicon	67.3683	67.3984	67.4387	67.4018	0.0353	0.0524
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0.3082	0.3053	0.3092	0.3076	0.0020	0.6625
6	SO ₃	Sulfur	0.0044	0.0067	0.0078	0.0063	0.0017	27.6250
7	Cl	Chlorine	0.3219	0.3320	0.3219	0.3253	0.0058	1.7856
8	K ₂ O	Potassium	13.4495	13.2986	13.4696	13.4059	0.0935	0.6972
9	CaO	Calcium	0.3460	0.3450	0.3561	0.3491	0.0061	1.7530
10	TiO ₂	Titanium	0.0886	0.0874	0.0851	0.0870	0.0018	2.0554
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0.0173	0.0174	0.0161	0.0169	0.0007	4.2975
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0.1296	0.1233	0.1303	0.1277	0.0038	2.9912
13	MnO	Manganese	0.0000	0.0000	0.0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0.5229	0.5139	0.5221	0.5196	0.0050	0.9532
15	CoO	Cobalt	0.0305	0.0354	0.0304	0.0321	0.0029	8.9603
16	NiO	Nickel	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
17	CuO	Copper	0.0654	0.0673	0.0649	0.0659	0.0013	1.9342
18	ZnO	Zinc	0.0180	0.0192	0.0167	0.0180	0.0013	7.1129
19	Ga	Gallium	0.0000	0.0000	0.0000			
20	Ge	Germanium	0.0000	0.0000	0.0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0.0000	0.0000	0.0000			
22	Se	Selenium	0.0000	0.0000	0.0000			
23	Br	Bromine	0.0022	0.0029	0.0023	0.0024	0.0004	15.6195
24	Rb ₂ O	Rubidium	0.0870	0.0863	0.0862	0.0865	0.0004	0.5056
25	SrO	Strontium	0.0163	0.0163	0.0157	0.0161	0.0004	2.2719
26	Y	Yttrium	0.0032	0.0032	0.0029	0.0031	0.0002	5.1500
27	ZrO ₂	Zirconium	0.0000	0.0000	0.0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0.0073	0.0073	0.0073	0.0073	0.0000	0.2106
29	Mo	Molybdenum	0.0071	0.0079	0.0072	0.0074	0.0004	5.8052
30	Ag	Silver	0.0110	0.0107	0.0122	0.0113	0.0008	7.3327
31	Cd	Cadmium	0.0019	0.0028	0.0025	0.0024	0.0005	19.3571
32	In	Indium	0.0000	0.0000	0.0000			
33	SnO ₂	Tin	0.0223	0.0225	0.0219	0.0222	0.0003	1.4309
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0.0432	0.0416	0.0429	0.0426	0.0008	1.8764
35	Te	Tellurium	0.2016	0.1916	0.1889	0.1940	0.0067	3.4391
36	I	Iodine	0.0474	0.0493	0.0488	0.0485	0.0010	2.0433
37	Cs	Cesium	0.0674	0.0521	0.0604	0.0600	0.0077	12.7649
38	BaO	Barium	0.1697	0.1330	0.1717	0.1581	0.0218	13.7874
39	La	Lanthanum	0.1801	0.1610	0.1992	0.1801	0.0191	10.6145
40	Ce	Cerium	0.2515	0.2324	0.2766	0.2535	0.0222	8.7572
41	Hf	Hafnium	0.0218	0.0233	0.0280	0.0244	0.0032	13.1415
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0.5080	0.5311	0.3580	0.4657	0.0940	20.1813
43	WO ₃	Tungsten	0.2308	0.2277	0.2178	0.2254	0.0068	3.0123
44	Hg	Mercury	0.0000	0.0000	0.0000			
45	Tl	Thallium	0.0042	0.0044	0.0050	0.0046	0.0004	8.9872
46	PbO	Lead	0.0119	0.0119	0.0111	0.0116	0.0005	3.8975
47	Bi	Bismuth	0.0000	0.0000	0.0000			
48	Th	Thorium	0.0133	0.0132	0.0140	0.0135	0.0004	3.2709
49	U	Uranium	0.0080	0.0074	0.0061	0.0072	0.0010	13.9351
		TOPLAM	100.0019	100.0003	99.9979	100.0000		
		Kızdırma kaybı: % 0.59117						

Aygıtın kantitasyon programında adı olduğu halde bizim numunelerimizde bulunmayan veya derişimi tayin sınırı altında olduğu için ölçümü yapılamayan 8 element dışında kalan 41 element/bileşiğe ait kütle yüzde ortalamaları, bölge numaraları itibarıyla aşağıda tek bir çizelgede (Çizelge 4.2) gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Bölge numaraları itibarıyla element/bileşiklerin kütle yüzde ortalamaları

		Bölge Numaraları									
	Sembol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Na ₂ O	0,9563	8,5974	9,4585	9,7668	7,0621	10,8154	6,1261	9,7599	11,1981	9,0763
2	MgO	0,0000	0,0727	0,0000	0,0000	0,7294	0,0000	0,0232	0,0000	0,0000	0,8131
3	Al ₂ O ₃	14,5326	18,4609	19,2696	18,0866	15,2674	20,1914	15,7628	20,5558	19,8773	19,1178
4	SiO ₂	67,4018	66,0729	63,5863	66,4223	71,7727	63,8478	71,7319	64,8976	63,8659	63,7968
5	P ₂ O ₅	0,3076	0,7365	0,4228	0,6933	0,2372	0,3710	0,4454	0,3750	0,2461	0,2579
6	SO ₃	0,0063	0,0000	0,0000	0,0000	0,0138	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	Cl	0,3253	0,3229	0,3540	0,3410	0,3224	0,3314	0,3257	0,3439	0,3216	0,3233
8	K ₂ O	13,4059	0,2662	0,2060	0,3032	0,5132	0,2373	0,6122	0,5566	0,1734	0,6740
9	CaO	0,3491	2,5962	2,9943	1,7752	1,1267	1,6201	2,3184	1,0969	1,4672	1,2045
10	TiO ₂	0,0870	0,7076	0,8229	0,4051	0,4444	0,4204	0,2383	0,1316	0,9025	0,3013
11	V ₂ O ₅	0,0169	0,0126	0,0174	0,0097	0,0131	0,0108	0,0090	0,0105	0,0127	0,0119
12	Cr ₂ O ₃	0,1277	0,1161	0,1392	0,1180	0,1127	0,1166	0,1354	0,1182	0,1084	0,0978
13	Fe ₂ O ₃	0,5196	0,2904	0,2650	0,0897	0,4931	0,1051	0,2824	0,3649	0,3068	2,7663
14	CoO	0,0321	0,0211	0,0298	0,0306	0,0297	0,0231	0,0312	0,0171	0,0225	0,0000
15	NiO	0,0000	0,0028	0,0029	0,0018	0,0045	0,0000	0,0016	0,0022	0,0021	0,0081
16	CuO	0,0659	0,0529	0,0586	0,0521	0,0536	0,0567	0,0597	0,0616	0,0462	0,0551
17	ZnO	0,0180	0,0156	0,0180	0,0168	0,0176	0,0162	0,0159	0,0171	0,0147	0,0214
18	Br	0,0024	0,0020	0,0028	0,0026	0,0023	0,0022	0,0026	0,0024	0,0021	0,0020
19	Rb ₂ O	0,0865	0,0063	0,0054	0,0052	0,0123	0,0043	0,0148	0,0076	0,0035	0,0142
20	SrO	0,0161	0,0585	0,1385	0,0360	0,0568	0,0598	0,0758	0,0170	0,0399	0,0299
21	Y	0,0031	0,0177	0,0251	0,0070	0,0117	0,0063	0,0048	0,0051	0,0095	0,0074
22	ZrO ₂	0,0000	0,0762	0,1042	0,0000	0,0000	0,0736	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
23	Nb ₂ O ₅	0,0073	0,0125	0,0157	0,0145	0,0103	0,0119	0,0129	0,0107	0,0118	0,0078
24	Mo	0,0074	0,0065	0,0100	0,0091	0,0079	0,0077	0,0085	0,0089	0,0058	0,0069
25	Ag	0,0113	0,0117	0,0147	0,0132	0,0118	0,0125	0,0136	0,0134	0,0104	0,0108
26	Cd	0,0024	0,0047	0,0055	0,0047	0,0037	0,0048	0,0044	0,0050	0,0045	0,0032
27	SnO ₂	0,0222	0,0229	0,0321	0,0261	0,0220	0,0253	0,0266	0,0278	0,0198	0,0206
28	Sb ₂ O ₅	0,0426	0,0413	0,0591	0,0515	0,0415	0,0489	0,0484	0,0537	0,0372	0,0397
29	Te	0,1940	0,2199	0,2603	0,2267	0,2050	0,2139	0,2340	0,2311	0,1972	0,1868
30	I	0,0485	0,0468	0,0708	0,0622	0,0480	0,0539	0,0536	0,0659	0,0449	0,0468
31	Cs	0,0600	0,0639	0,0955	0,0741	0,0649	0,0597	0,0768	0,0774	0,0640	0,0538
32	BaO	0,1581	0,1528	0,2094	0,1735	0,1346	0,1690	0,1757	0,1675	0,1236	0,1329
33	La	0,1801	0,1663	0,3006	0,2173	0,2448	0,2323	0,2018	0,2016	0,1429	0,1549
34	Ce	0,2535	0,2398	0,3657	0,3400	0,2660	0,2909	0,3217	0,2806	0,2161	0,2449
35	Hf	0,0244	0,0278	0,0377	0,0293	0,0257	0,0301	0,0335	0,0312	0,0239	0,0328
36	Ta ₂ O ₅	0,4657	0,3121	0,3474	0,3557	0,3950	0,3735	0,3270	0,3374	0,3016	0,3429
37	WO ₃	0,2254	0,1323	0,2053	0,2023	0,1907	0,1199	0,2087	0,1130	0,1453	0,1107
38	Tl	0,0046	0,0054	0,0069	0,0065	0,0057	0,0062	0,0065	0,0063	0,0048	0,0051
39	PbO	0,0116	0,0051	0,0052	0,0060	0,0042	0,0054	0,0042	0,0056	0,0058	0,0040
40	Th	0,0135	0,0158	0,0245	0,0173	0,0150	0,0165	0,0171	0,0147	0,0140	0,0125
41	U	0,0072	0,0067	0,0126	0,0069	0,0062	0,0081	0,0074	0,0073	0,0059	0,0039

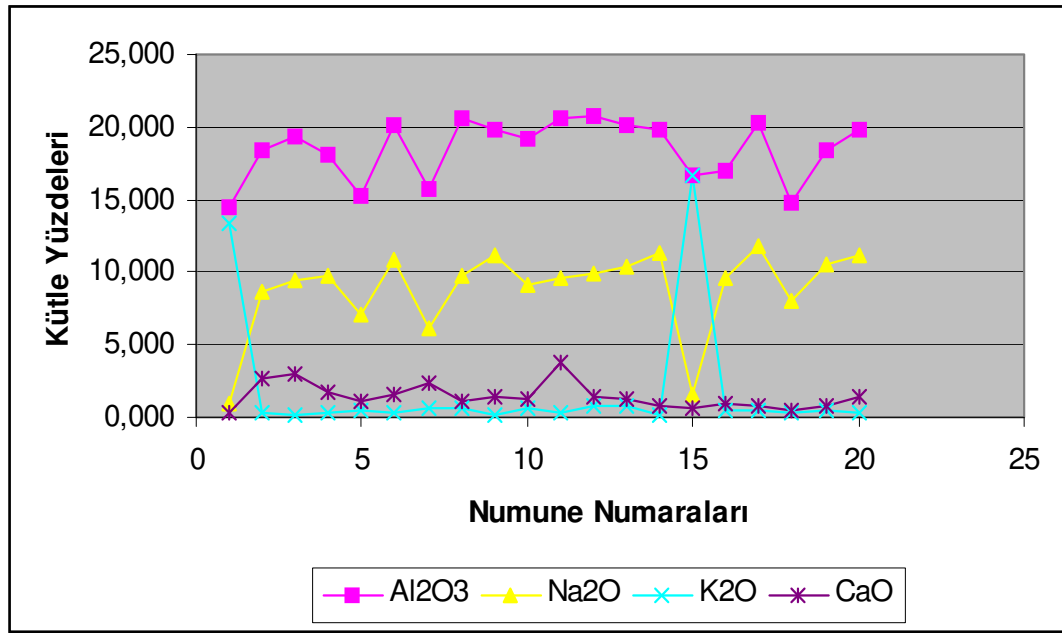
Çizelge 4.2 Bölge numaraları itibarıyla bileşiğe ait kütle yüzde ortalamaları (Devam)

Bölge Numaraları											
	Sembol	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Na ₂ O	9,6252	9,8300	10,3830	11,3015	1,5168	9,6292	11,7666	8,0151	10,6079	11,1371
2	MgO	0,2381	0,0000	0,1233	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2721
3	Al ₂ O ₃	20,5772	20,7385	20,1765	19,8395	16,6285	17,0402	20,2629	14,8392	18,3398	19,7509
4	SiO ₂	60,7890	63,4718	63,4970	64,8750	61,8363	69,0910	64,3844	73,2116	67,4429	63,5796
5	P ₂ O ₅	0,3184	0,1382	0,3608	0,2101	0,3387	0,3036	0,1619	0,0607	0,2486	0,4644
6	SO ₃	0,0000	0,0217	0,0000	0,0000	0,0086	0,0000	0,0059	0,0000	0,0033	0,0038
7	Cl	0,3388	0,3537	0,3282	0,3279	0,2938	0,3112	0,3287	0,3214	0,3222	0,3413
8	K ₂ O	0,3850	0,8458	0,7496	0,1642	16,7191	0,4700	0,4553	0,3267	0,4051	0,2577
9	CaO	3,7495	1,4554	1,1800	0,7896	0,6074	0,9253	0,8578	0,4186	0,7542	1,4611
10	TiO ₂	1,0995	0,4136	0,5686	0,4221	0,0390	0,3192	0,0705	0,5775	0,1973	0,4233
11	V ₂ O ₅	0,0192	0,0109	0,0117	0,0077	0,0000	0,0092	0,0073	0,0119	0,0087	0,0121
12	Cr ₂ O ₃	0,1298	0,1204	0,1131	0,1113	0,1004	0,1046	0,1017	0,1089	0,0986	0,1147
13	Fe ₂ O ₃	0,5678	0,6516	0,6632	0,0835	0,3442	0,1970	0,0763	0,3053	0,1994	0,3346
14	CoO	0,0188	0,0172	0,0200	0,0294	0,0299	0,0256	0,0233	0,0323	0,0241	0,0215
15	NiO	0,0024	0,0024	0,0026	0,0000	0,0000	0,0020	0,0021	0,0029	0,0022	0,0023
16	CuO	0,0531	0,0587	0,0527	0,0519	0,0583	0,0424	0,0455	0,0462	0,0445	0,0473
17	ZnO	0,0185	0,0176	0,0172	0,0157	0,0161	0,0147	0,0137	0,0158	0,0137	0,0157
18	Br	0,0025	0,0026	0,0024	0,0022	0,0030	0,0020	0,0020	0,0024	0,0021	0,0025
19	Rb ₂ O	0,0075	0,0081	0,0106	0,0034	0,0604	0,0052	0,0045	0,0048	0,0041	0,0062
20	SrO	0,2258	0,0226	0,0316	0,0269	0,0302	0,0235	0,0246	0,0149	0,0167	0,0357
21	Y	0,0131	0,0179	0,0133	0,0062	0,0027	0,0048	0,0030	0,0081	0,0036	0,0154
22	ZrO ₂	0,1306	0,0000	0,0000	0,0694	0,0000	0,0000	0,0000	0,0788	0,0000	0,0000
23	Nb ₂ O ₅	0,0141	0,0122	0,0124	0,0116	0,0054	0,0096	0,0067	0,0126	0,0074	0,0127
24	Mo	0,0076	0,0094	0,0088	0,0073	0,0048	0,0067	0,0060	0,0066	0,0057	0,0084
25	Ag	0,0122	0,0141	0,0127	0,0125	0,0081	0,0114	0,0113	0,0103	0,0097	0,0130
26	Cd	0,0044	0,0052	0,0040	0,0041	0,0019	0,0043	0,0045	0,0036	0,0037	0,0051
27	SnO ₂	0,0239	0,0276	0,0248	0,0251	0,0135	0,0219	0,0211	0,0206	0,0185	0,0254
28	Sb ₂ O ₃	0,0461	0,0504	0,0464	0,0446	0,0286	0,0395	0,0382	0,0383	0,0349	0,0475
29	Te	0,2299	0,2396	0,2098	0,2176	0,1712	0,2128	0,2087	0,1981	0,1729	0,2275
30	I	0,0523	0,0633	0,0536	0,0505	0,0364	0,0468	0,0430	0,0450	0,0371	0,0562
31	Cs	0,0598	0,0752	0,0665	0,0678	0,0373	0,0563	0,0548	0,0534	0,0415	0,0720
32	BaO	0,1599	0,1873	0,1740	0,1523	0,1524	0,1325	0,1354	0,1229	0,1144	0,1621
33	La	0,1898	0,2536	0,2043	0,2101	0,1273	0,1794	0,1813	0,1755	0,1442	0,2098
34	Ce	0,3096	0,3200	0,2666	0,2446	0,1565	0,2382	0,2331	0,2631	0,1852	0,2978
35	Hf	0,0312	0,0326	0,0285	0,0250	0,0167	0,0251	0,0239	0,0266	0,0233	0,0281
36	Ta ₂ O ₅	0,3746	0,3509	0,3850	0,3713	0,3987	0,3131	0,2730	0,3671	0,2850	0,3338
37	WO ₃	0,1239	0,1220	0,1641	0,1829	0,1805	0,1540	0,1377	0,2253	0,1549	0,1670
38	Tl	0,0053	0,0067	0,0055	0,0057	0,0029	0,0047	0,0051	0,0051	0,0046	0,0058
39	PbO	0,0098	0,0069	0,0049	0,0067	0,0109	0,0036	0,0041	0,0041	0,0037	0,0043
40	Th	0,0237	0,0170	0,0166	0,0157	0,0088	0,0135	0,0094	0,0133	0,0097	0,0172
41	U	0,0122	0,0074	0,0061	0,0073	0,0050	0,0058	0,0047	0,0054	0,0044	0,0070

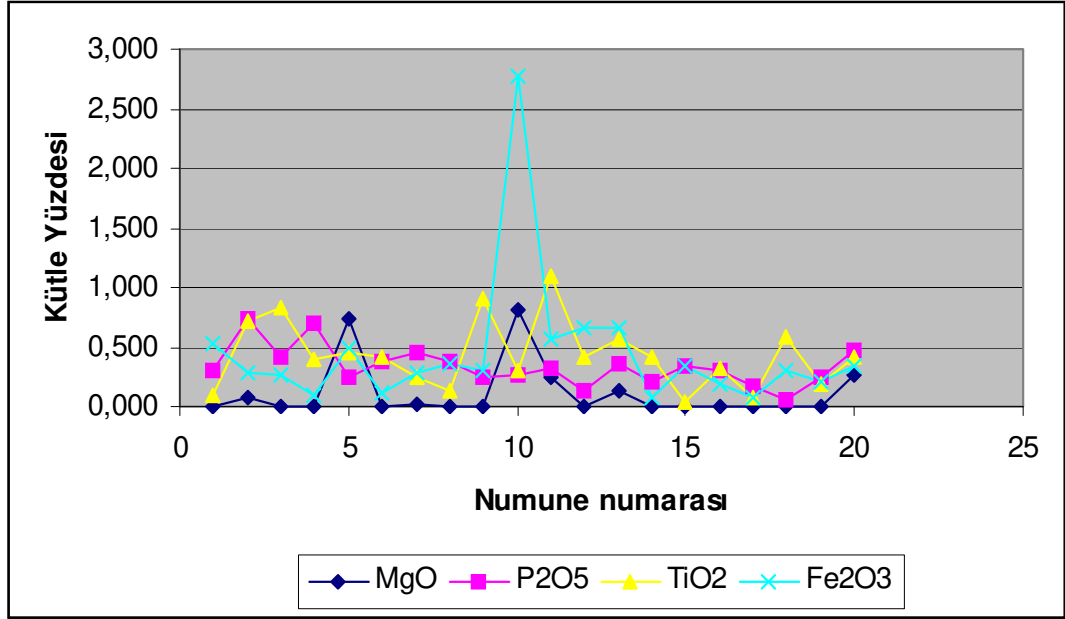
4.2. VERİ ANALİZİ

4.2.1. Görsel Veri Analizi

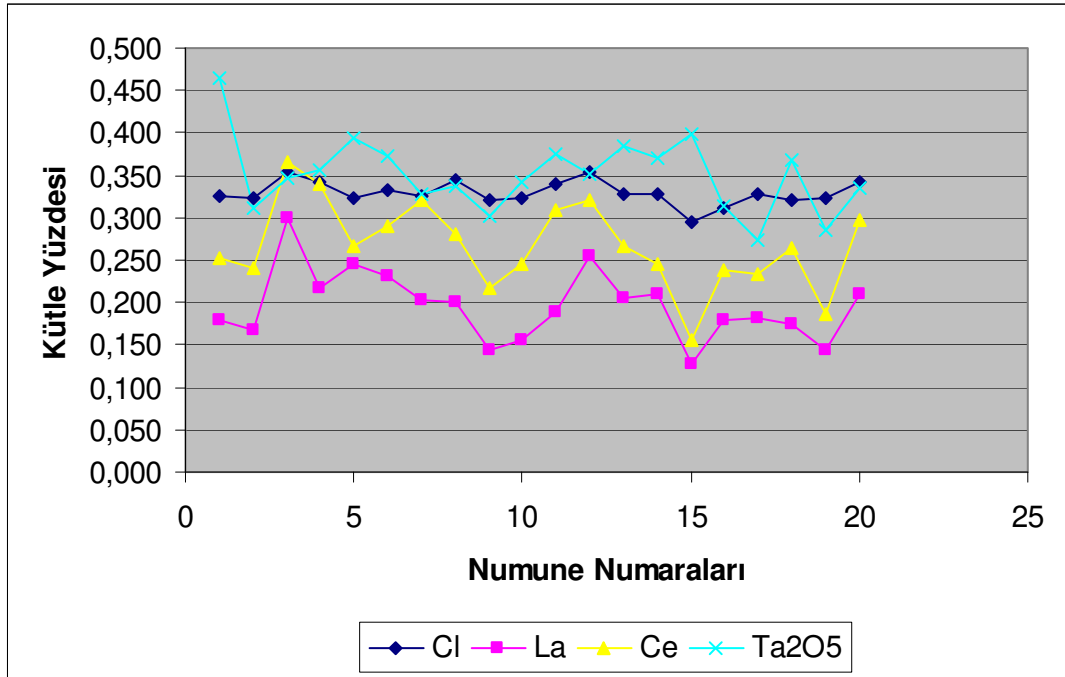
Elementlerin miktarları veya miktarları arasındaki oranlar dikkate alınarak numunelerin alındığı bölgeleri gruplandırmak için elementler, derişimleri en yüksekten başlamak ve gittikçe azalacak şekilde sıralamak suretiyle, dokuz farklı grupta toplanmıştır. SiO_2 yüzdesi dikkate alınmamıştır. Çünkü, feldspat esas olarak bir silikat minareli olup bütün numunelerde silikat miktarı çok yüksektir bu nedenle, bazı elementlerin miktarlarının bölgelere göre değişiminin SiO_2 miktarıyla karşılaştırmalı olarak izlenmesi anlamsız olacaktır. Aşağıdaki grafiklerde dokuz element grubunun bölgeler itibarıyla değişimleri gösterilmiştir Şekil (4.2-4.10).



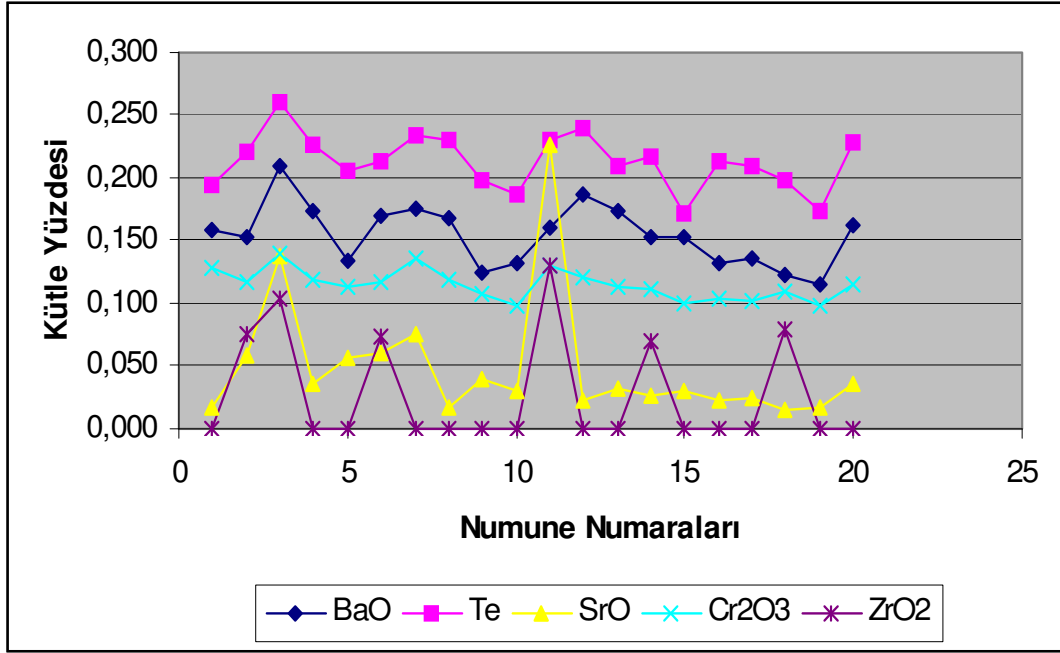
Şekil 4.2 Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi



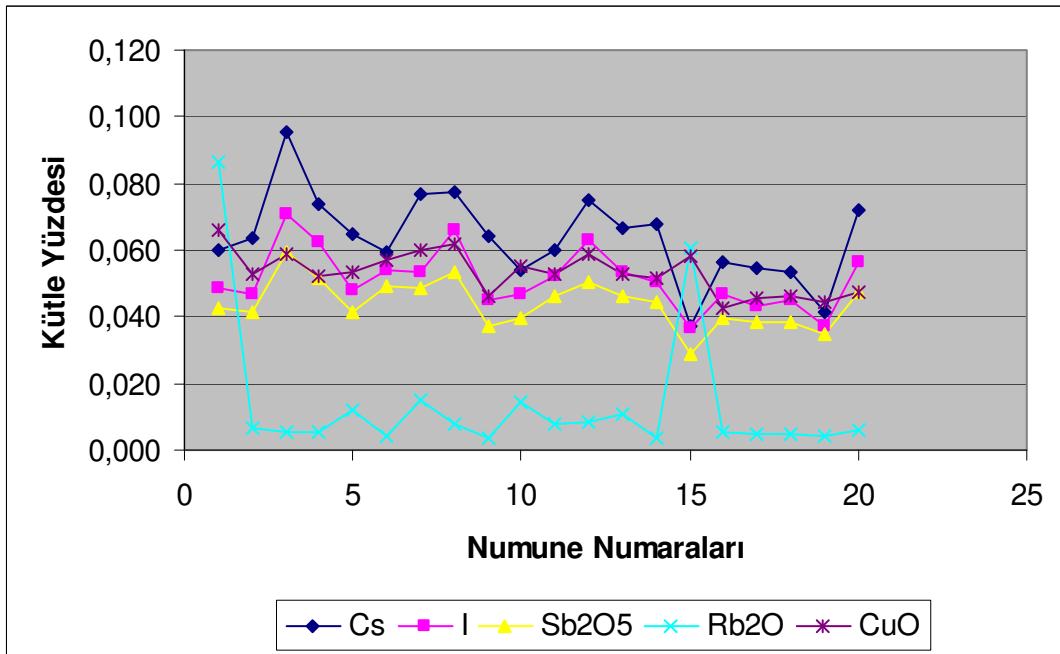
Şekil 4.3 MgO, P₂O₅, TiO₂, Fe₂O₃ bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi



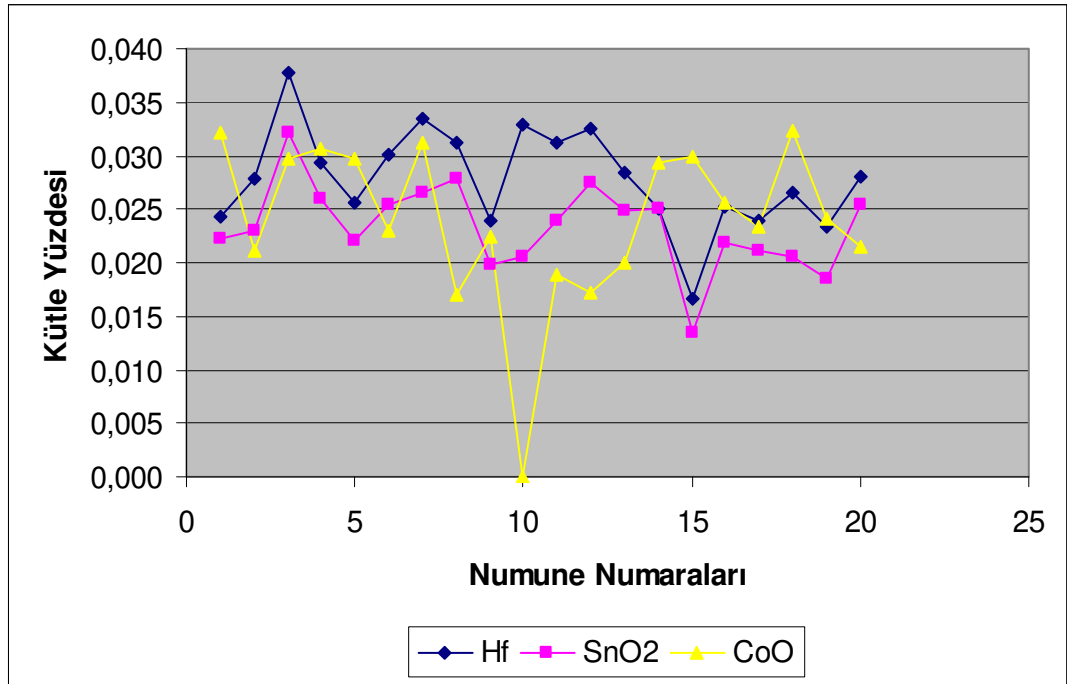
Şekil 4.4 Cl, La, Ce, Ta₂O₅ element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi



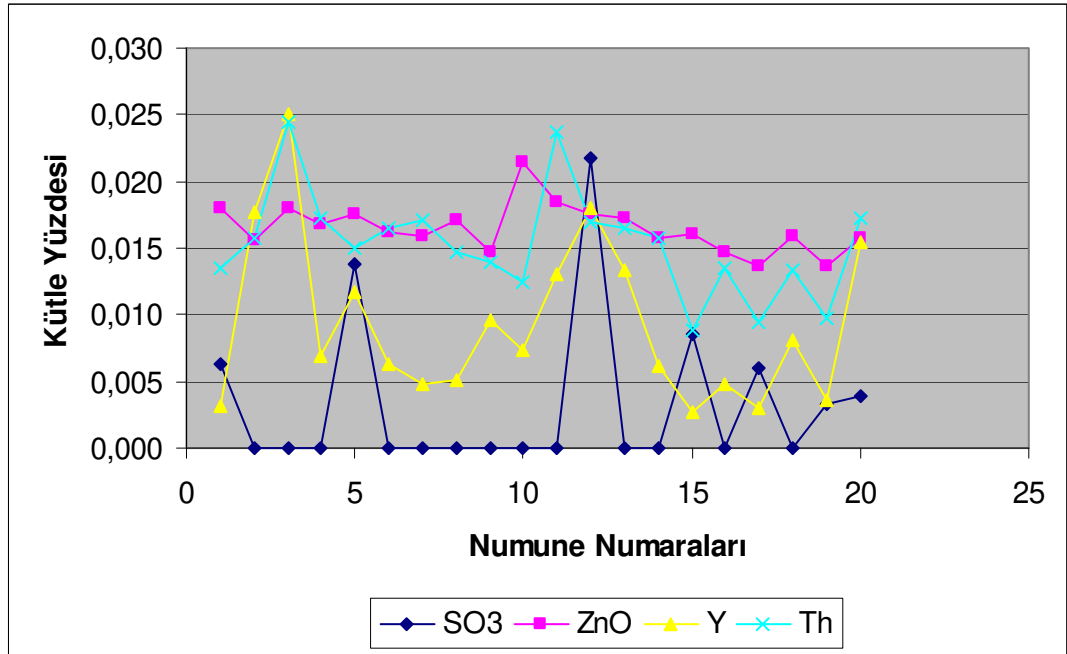
Şekil 4.5 BaO, Te, SrO, Cr₂O₃, ZrO₂ element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi



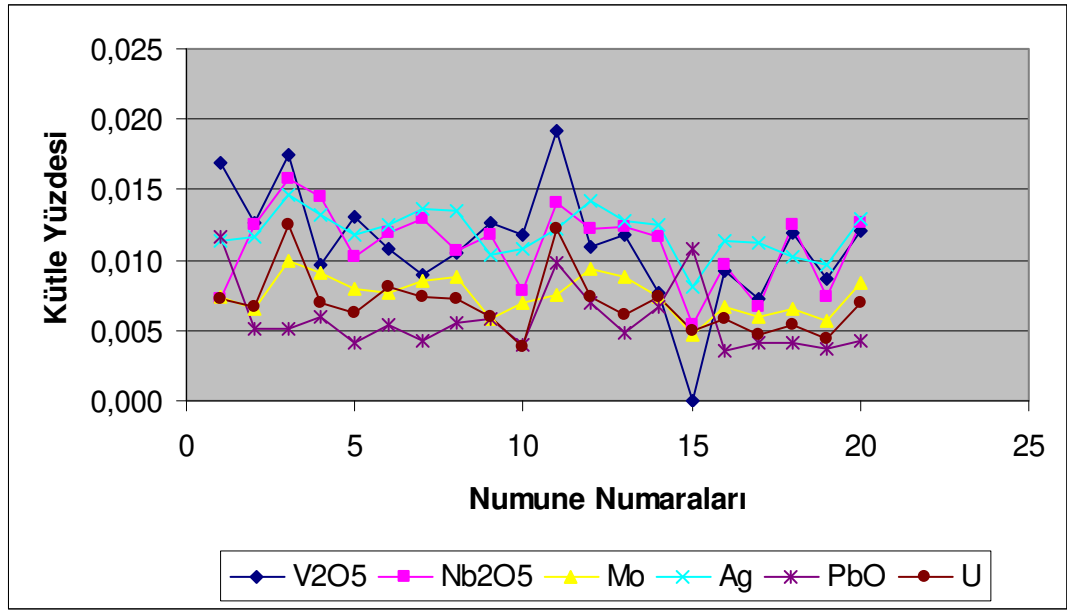
Şekil 4.6 Cs, I, Sb₂O₅, Rb₂O, CuO element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi



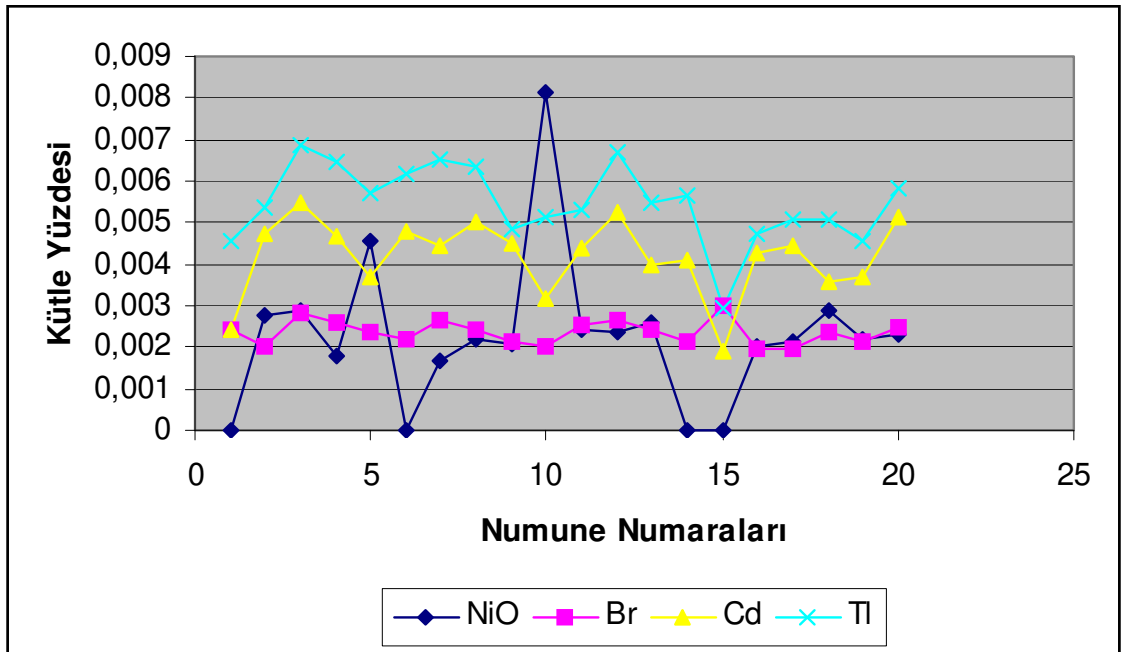
Şekil 4.7 Hf, SnO₂, CoO element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi



Şekil 4.8 SO₃, ZnO, Y, Th, element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi



Şekil 4.9 V₂O₅, Nb₂O₅, Mo, Ag, PbO, U element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi



Şekil 4.10 NiO, Br, Cd, Tl element ve bileşiklerinin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdeleri değişimi

Grafikler incelendiğinde aşağıdaki hususlar dikkati çekmektedir.

1. “1” ve “15” no’lu numunelerde K_2O yüzdelerinin oldukça yüksek, aynı numunelerde Na_2O yüzdelerinin ise düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4.2).
2. “10” no’lu numunede Fe_2O_3 yüzdesinin, numunelerdeki ortalama Fe_2O_3 yüzdesine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.3).
3. Te, BaO ve Cr_2O_3 derişimlerinin numune bölgeleri itibarıyla değişimi adeta paralellik gösterirken SrO ve ZrO_2 yüzdelerinde bu paralellik gözlenmemekte; ancak, “3” ve “11” no’lu numunelerde hem SrO hem de ZrO_2 derişimlerinin, diğer bölgelerden daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 4.5).
4. CoO miktarının tüm bölgelerdeki kütle yüzdesi % 0.015 - % 0.035 arasında değişmekteyken sadece “10” no’lu numunede CoO’ye rastlanmamıştır (Şekil 4.7).
5. SO_3 , 20 numuneden sadece 7’sinde (1. 5, 12, 15, 17, 19 ve 20) vardır. “Y” yüzdesi genel olarak çok düşük olmakla birlikte sadece 4 bölgede (2, 3, 12, ve 20) ortalamadan oldukça yüksektir (Şekil 4.8).
6. V_2O_5 sadece “15” no’lu bölgede bulunmamaktadır (Şekil 4.9).
7. NiO’in bölgeler itibarıyla dağılımı dikkati çekmektedir. 1, 6, 14 ve 15 no’lu numunelerde NiO bulunmazken 5 ve 10 no’lu numunelerde NiO yüzdesi, dikkati çekecek ölçüde, ortalamadan yüksektir (Şekil 4.10).

Yukarıdaki 4.2 no’lu çizelgede, her bir numune bölgesindeki derişimi en yüksek üç element (kırmızı), derişimi en düşük olan üç element (mavi), başka bölgede bulunabilse bile o bölgede bulunmayan veya kullanılan cihazın gözlenebilme sınırı altında kalan elementler (yeşil), bu üç grubun dışında kalan elementler ise (sarı) olmak üzere farklı renklerde işaretlenerek çizelge 4.3 hazırlanmıştır. Çizelgedeki kırmızı, mavi, sarı ve yeşil renklerin bölge numaraları itibarıyla sayıları çizelge 4.4 de verilmiştir. Aynı renklerin sayıları itibarıyla birbirine yakın olan bölgelerin aynı grupta olacağı düşünülmüş ve bu şekilde tüm bölgeler 6 farklı grupta toplanmıştır. Örneğin, 1, 4, 5 ve 8 no’lu bölgelerin oluşturduğu A grubunda kırmızı renkle işaretlenen yüksek derişimli element sayısı 6-7, sarı renkle işaretlenen orta derişimli elementlerin sayısı 21-32 adettir. 3 no’lu bölgedeki kırmızı ile işaretlenen yüksek

derişimli elementlerin sayısı dikkati çekecek kadar yüksektir: 25 adet. Bu nedenle bu numune bölgesinin, diğerlerinden farklı olarak, yalnız başına bir grup olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Çizelge 4.3 Bölge numaraları itibarıyla bileşiğe ait kütle yüzde ortalamaları çizelgesinin renklerle işaretlenmiş hali

		Bölge Numaraları									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Na ₂ O	0,9563	8,5974	9,4585	9,7668	7,0621	10,8154	6,1261	9,7599	11,1981	9,0763
2	MgO	0,0000	0,0727	0,0000	0,0000	0,7294	0,0000	0,0232	0,0000	0,0000	0,8131
3	Al ₂ O ₃	14,5326	18,4609	19,2696	18,0866	15,2674	20,1914	15,7628	20,5558	19,8773	19,1178
4	SiO ₂	67,4018	66,0729	63,5863	66,4223	71,7727	63,8478	71,7319	64,8976	63,8659	63,7968
5	P ₂ O ₅	0,3076	0,7365	0,4228	0,6933	0,2372	0,3710	0,4454	0,3750	0,2461	0,2579
6	SO ₃	0,0063	0,0000	0,0000	0,0000	0,0138	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	Cl	0,3253	0,3229	0,3540	0,3410	0,3224	0,3314	0,3257	0,3439	0,3216	0,3233
8	K ₂ O	13,4059	0,2662	0,2060	0,3032	0,5132	0,2373	0,6122	0,5566	0,1734	0,6740
9	CaO	0,3491	2,5962	2,9943	1,7752	1,1267	1,6201	2,3184	1,0969	1,4672	1,2045
10	TiO ₂	0,0870	0,7076	0,8229	0,4051	0,4444	0,4204	0,2383	0,1316	0,9025	0,3013
11	V ₂ O ₅	0,0169	0,0126	0,0174	0,0097	0,0131	0,0108	0,0090	0,0105	0,0127	0,0119
12	Cr ₂ O ₃	0,1277	0,1161	0,1392	0,1180	0,1127	0,1166	0,1354	0,1182	0,1084	0,0978
14	Fe ₂ O ₃	0,5196	0,2904	0,2650	0,0897	0,4931	0,1051	0,2824	0,3649	0,3068	2,7663
15	CoO	0,0321	0,0211	0,0298	0,0306	0,0297	0,0231	0,0312	0,0171	0,0225	0,0000
16	NiO	0,0000	0,0028	0,0029	0,0018	0,0045	0,0000	0,0016	0,0022	0,0021	0,0081
17	CuO	0,0659	0,0529	0,0586	0,0521	0,0536	0,0567	0,0597	0,0616	0,0462	0,0551
18	ZnO	0,0180	0,0156	0,0180	0,0168	0,0176	0,0162	0,0159	0,0171	0,0147	0,0214
23	Br	0,0024	0,0020	0,0028	0,0026	0,0023	0,0022	0,0026	0,0024	0,0021	0,0020
24	Rb ₂ O	0,0865	0,0063	0,0054	0,0052	0,0123	0,0043	0,0148	0,0076	0,0035	0,0142
25	SrO	0,0161	0,0585	0,1385	0,0360	0,0568	0,0598	0,0758	0,0170	0,0399	0,0299
26	Y	0,0031	0,0177	0,0251	0,0070	0,0117	0,0063	0,0048	0,0051	0,0095	0,0074
27	ZrO ₂	0,0000	0,0762	0,1042	0,0000	0,0000	0,0736	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
28	Nb ₂ O ₅	0,0073	0,0125	0,0157	0,0145	0,0103	0,0119	0,0129	0,0107	0,0118	0,0078
29	Mo	0,0074	0,0065	0,0100	0,0091	0,0079	0,0077	0,0085	0,0089	0,0058	0,0069
30	Ag	0,0113	0,0117	0,0147	0,0132	0,0118	0,0125	0,0136	0,0134	0,0104	0,0108
31	Cd	0,0024	0,0047	0,0055	0,0047	0,0037	0,0048	0,0044	0,0050	0,0045	0,0032
33	SnO ₂	0,0222	0,0229	0,0321	0,0261	0,0220	0,0253	0,0266	0,0278	0,0198	0,0206
34	Sb ₂ O ₅	0,0426	0,0413	0,0591	0,0515	0,0415	0,0489	0,0484	0,0537	0,0372	0,0397
35	Te	0,1940	0,2199	0,2603	0,2267	0,2050	0,2139	0,2340	0,2311	0,1972	0,1868
36	I	0,0485	0,0468	0,0708	0,0622	0,0480	0,0539	0,0536	0,0659	0,0449	0,0468
37	Cs	0,0600	0,0639	0,0955	0,0741	0,0649	0,0597	0,0768	0,0774	0,0640	0,0538
38	BaO	0,1581	0,1528	0,2094	0,1735	0,1346	0,1690	0,1757	0,1675	0,1236	0,1329
39	La	0,1801	0,1663	0,3006	0,2173	0,2448	0,2323	0,2018	0,2016	0,1429	0,1549
40	Ce	0,2535	0,2398	0,3657	0,3400	0,2660	0,2909	0,3217	0,2806	0,2161	0,2449
41	Hf	0,0244	0,0278	0,0377	0,0293	0,0257	0,0301	0,0335	0,0312	0,0239	0,0328
42	Ta ₂ O ₅	0,4657	0,3121	0,3474	0,3557	0,3950	0,3735	0,3270	0,3374	0,3016	0,3429
45	Tl	0,0046	0,0054	0,0069	0,0065	0,0057	0,0062	0,0065	0,0063	0,0048	0,0051
46	PbO	0,0116	0,0051	0,0052	0,0060	0,0042	0,0054	0,0042	0,0056	0,0058	0,0040
48	Th	0,0135	0,0158	0,0245	0,0173	0,0150	0,0165	0,0171	0,0147	0,0140	0,0125
49	U	0,0072	0,0067	0,0126	0,0069	0,0062	0,0081	0,0074	0,0073	0,0059	0,0039

Çizelge 4.3 Bölge numaraları itibarıyla bileşiğe ait kütle yüzde ortalamaları çizelgesinin renklerle işaretlenmiş hali (Devam)

		Bölge Numaraları									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Na ₂ O	9,6252	9,8300	10,3830	11,3015	1,5168	9,6292	11,7666	8,0151	10,6079	11,1371
2	MgO	0,2381	0,0000	0,1233	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2721
3	Al ₂ O ₃	20,5772	20,7385	20,1765	19,8395	16,6285	17,0402	20,2629	14,8392	18,3398	19,7509
4	SiO ₂	60,7890	63,4718	63,4970	64,8750	61,8363	69,0910	64,3844	73,2116	67,4429	63,5796
5	P ₂ O ₅	0,3184	0,1382	0,3608	0,2101	0,3387	0,3036	0,1619	0,0607	0,2486	0,4644
6	SO ₃	0,0000	0,0217	0,0000	0,0000	0,0086	0,0000	0,0059	0,0000	0,0033	0,0038
7	Cl	0,3388	0,3537	0,3282	0,3279	0,2938	0,3112	0,3287	0,3214	0,3222	0,3413
8	K ₂ O	0,3850	0,8458	0,7496	0,1642	16,7191	0,4700	0,4553	0,3267	0,4051	0,2577
9	CaO	3,7495	1,4554	1,1800	0,7896	0,6074	0,9253	0,8578	0,4186	0,7542	1,4611
10	TiO ₂	1,0995	0,4136	0,5686	0,4221	0,0390	0,3192	0,0705	0,5775	0,1973	0,4233
11	V ₂ O ₅	0,0192	0,0109	0,0117	0,0077	0,0000	0,0092	0,0073	0,0119	0,0087	0,0121
12	Cr ₂ O ₃	0,1298	0,1204	0,1131	0,1113	0,1004	0,1046	0,1017	0,1089	0,0986	0,1147
14	Fe ₂ O ₃	0,5678	0,6516	0,6632	0,0835	0,3442	0,1970	0,0763	0,3053	0,1994	0,3346
15	CoO	0,0188	0,0172	0,0200	0,0294	0,0299	0,0256	0,0233	0,0323	0,0241	0,0215
16	NiO	0,0024	0,0024	0,0026	0,0000	0,0000	0,0020	0,0021	0,0029	0,0022	0,0023
17	CuO	0,0531	0,0587	0,0527	0,0519	0,0583	0,0424	0,0455	0,0462	0,0445	0,0473
18	ZnO	0,0185	0,0176	0,0172	0,0157	0,0161	0,0147	0,0137	0,0158	0,0137	0,0157
23	Br	0,0025	0,0026	0,0024	0,0022	0,0030	0,0020	0,0020	0,0024	0,0021	0,0025
24	Rb ₂ O	0,0075	0,0081	0,0106	0,0034	0,0604	0,0052	0,0045	0,0048	0,0041	0,0062
25	SrO	0,2258	0,0226	0,0316	0,0269	0,0302	0,0235	0,0246	0,0149	0,0167	0,0357
26	Y	0,0131	0,0179	0,0133	0,0062	0,0027	0,0048	0,0030	0,0081	0,0036	0,0154
27	ZrO ₂	0,1306	0,0000	0,0000	0,0694	0,0000	0,0000	0,0000	0,0788	0,0000	0,0000
28	Nb ₂ O ₅	0,0141	0,0122	0,0124	0,0116	0,0054	0,0096	0,0067	0,0126	0,0074	0,0127
29	Mo	0,0076	0,0094	0,0088	0,0073	0,0048	0,0067	0,0060	0,0066	0,0057	0,0084
30	Ag	0,0122	0,0141	0,0127	0,0125	0,0081	0,0114	0,0113	0,0103	0,0097	0,0130
31	Cd	0,0044	0,0052	0,0040	0,0041	0,0019	0,0043	0,0045	0,0036	0,0037	0,0051
33	SnO ₂	0,0239	0,0276	0,0248	0,0251	0,0135	0,0219	0,0211	0,0206	0,0185	0,0254
34	Sb ₂ O ₅	0,0461	0,0504	0,0464	0,0446	0,0286	0,0395	0,0382	0,0383	0,0349	0,0475
35	Te	0,2299	0,2396	0,2098	0,2176	0,1712	0,2128	0,2087	0,1981	0,1729	0,2275
36	I	0,0523	0,0633	0,0536	0,0505	0,0364	0,0468	0,0430	0,0450	0,0371	0,0562
37	Cs	0,0598	0,0752	0,0665	0,0678	0,0373	0,0563	0,0548	0,0534	0,0415	0,0720
38	BaO	0,1599	0,1873	0,1740	0,1523	0,1524	0,1325	0,1354	0,1229	0,1144	0,1621
39	La	0,1898	0,2536	0,2043	0,2101	0,1273	0,1794	0,1813	0,1755	0,1442	0,2098
40	Ce	0,3096	0,3200	0,2666	0,2446	0,1565	0,2382	0,2331	0,2631	0,1852	0,2978
41	Hf	0,0312	0,0326	0,0285	0,0250	0,0167	0,0251	0,0239	0,0266	0,0233	0,0281
42	Ta ₂ O ₅	0,3746	0,3509	0,3850	0,3713	0,3987	0,3131	0,2730	0,3671	0,2850	0,3338
45	Tl	0,0053	0,0067	0,0055	0,0057	0,0029	0,0047	0,0051	0,0051	0,0046	0,0058
46	PbO	0,0098	0,0069	0,0049	0,0067	0,0109	0,0036	0,0041	0,0041	0,0037	0,0043
48	Th	0,0237	0,0170	0,0166	0,0157	0,0088	0,0135	0,0094	0,0133	0,0097	0,0172
49	U	0,0122	0,0074	0,0061	0,0073	0,0050	0,0058	0,0047	0,0054	0,0044	0,0070

Çizelge 4.4 Çizelge 4.3'deki kırmızı, mavi, sarı ve yeşil renklerin bölge numaraları itibarıyla sayıları ve grupları

Bölge No	Grup				
4	A	6	2	29	3
5	A	6	1	32	1
8	A	7	1	29	3
1	A	7	9	21	3
3	B	25	1	12	2
7	C	14	3	21	2
11	C	12	2	25	1
12	C	15	3	20	2
2	D	3	2	34	1
20	D	2	1	36	1
14	D	1	5	31	3
16	D	0	5	32	3
10	D	5	5	28	2
18	D	3	8	27	2
15	E	5	22	10	3
19	E	0	22	16	2
9	E	2	11	24	3
17	E	1	13	24	2
6	F	1	0	36	3
13	F	1	0	37	2

Çizelge 4.4'ten farklı olarak; her bir elementin derişiminin en yüksek olduğu üç bölge numaraları, o elementinin azalan derişimi sırasıyla aşağıda çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Her bir eser element için en yüksek derişimli numune numaraları

Element	En Yüksek Derişimli Numune Numaraları	Element	En Yüksek Derişimli Numune Numaraları
TiO ₂	11, 9, 3	Cd	3, 12, 20
V ₂ O ₅	11, 3, 1	SnO ₂	3, 8, 12
Cr ₂ O ₃	3, 7, 11	Sb ₂ O ₅	3, 8, 4
Fe ₂ O ₃	10, 13, 12	Te	3, 12, 7
CoO	18, 1, 7	I	3, 8, 12
NiO	10, 5, 18	Cs	3, 8, 7
CuO	1, 8, 7	BaO	3, 12, 7
ZnO	10, 11, 3	La	3, 12, 5
Br	15, 3, 7	Ce	3, 4, 7
Rb ₂ O	1, 15, 7	Hf	3, 7, 10
SrO	11, 3, 7	Ta ₂ O ₅	1, 15, 5
Y	3, 12, 2	Tl	3, 12, 7
ZrO ₂	11, 3, 18	PbO	1, 15, 11
Nb ₂ O ₅	3, 4, 11	Th	3, 11, 4
Mo	3, 12, 4	U	3, 11, 6
Ag	3, 12, 7		

4.2.2 İstatistiksel Veri Analizi

20 adet numune bölgesini yukarıdaki tablolarda yer alan 41 adet element/bileşik derişimi dikkate alarak, bundan önceki bölümde yapıldığı gibi, gruplandırmaya çalışmak, gruplandırmada kaçınılmaz olarak keyfiliği getirmektedir. Bu nedenle, çok değişkenli istatistiksel analiz metotlarına başvurulmalıdır. Başlıca bileşen analizi (Principal Component Analysis) bu amaçla kullanılabilecek en etkili yöntemdir. Çizelge 4.2’de yer alan 41 adet elementten 4’ünün pek çok numune bölgelerinde bulunmadığı dikkate alınarak istatistik analizde değişken olarak 41 element yerine 37 element kullanılmıştır. Dikkate alınmayan elementler: MgO, SO₃, NiO, ZrO₂

Başlıca bileşen analizinde veri seti önce normalize edilir. Veri seti, elementleri içeren 37 sütun ve numune bölgelerini içeren 20 satırdan oluşmuştur. Normalizasyon işleminde her sütunun ortalaması o sütundaki bütün değerlerden çıkarılır ve böylece elde edilen değerler orijinal sütunun standart sapmasına bölünerek elde edilen

değerlerden yeni bir veri seti oluşturur. Bu yeni veri setinin ortalaması 0, standart sapması ve varyansı 1'dir.

Normalizasyon işleminden sonra 37 sütun ve 20 satırdan oluşmuş veri seti çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Normalizasyon işleminden sonra elde edilen sayısal değerlerin bileşiklere karşı bölge adı çizelgesidir

Bölge No	Bölge Adı	Kod	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
1	Çilek Deresi-1	CD1	0.956	14.53	67.4	0.308	0.325	13.41	0.349	0.087	0.017	0.128
2	Çilek Deresi-2	CD2	8.597	18.46	66.07	0.736	0.323	0.266	2.596	0.708	0.013	0.116
3	Asar tepe	AT	9.458	19.27	63.59	0.423	0.354	0.206	2.994	0.823	0.017	0.139
4	Baraj	BR	9.767	18.09	66.42	0.693	0.341	0.303	1.775	0.405	0.01	0.118
5	Gamarlar -1	G1	7.062	15.27	71.77	0.237	0.322	0.513	1.127	0.444	0.013	0.113
6	Gamarlar-2	G2	10.82	20.19	63.85	0.371	0.331	0.237	1.62	0.42	0.011	0.117
7	Ketendere-1	K1	6.126	15.76	71.73	0.445	0.326	0.612	2.318	0.238	0.009	0.135
8	Ketendere-2	K2	9.76	20.56	64.9	0.375	0.344	0.557	1.097	0.132	0.01	0.118
9	Çine-1	C1	11.2	19.88	63.87	0.246	0.322	0.173	1.467	0.903	0.013	0.108
10	Çine-2	C2	9.076	19.12	63.8	0.258	0.323	0.674	1.204	0.301	0.012	0.098
11	Çine-3	C3	9.625	20.58	60.79	0.318	0.339	0.385	3.75	1.099	0.019	0.13
12	Turgutlar	T	9.83	20.74	63.47	0.138	0.354	0.846	1.455	0.414	0.011	0.12
13	Oğlan kayası	OK	10.38	20.18	63.5	0.361	0.328	0.75	1.18	0.569	0.012	0.113
14	Sarıksık	S	11.3	19.84	64.87	0.21	0.328	0.164	0.79	0.422	0.008	0.111
15	Akkovanlık-1	A1	1.517	16.63	61.84	0.339	0.294	16.72	0.607	0.039	0	0.1
16	Akkovanlık-2	A2	9.629	17.04	69.09	0.304	0.311	0.47	0.925	0.319	0.009	0.105
17	Akkovanlık-3	A3	11.77	20.26	64.38	0.162	0.329	0.455	0.858	0.071	0.007	0.102
18	Eti-1	E1	8.015	14.84	73.21	0.061	0.321	0.327	0.419	0.577	0.012	0.109
19	Eti-2	E2	10.61	18.34	67.44	0.249	0.322	0.405	0.754	0.197	0.009	0.099
20	Eti-3	E3	11.14	19.75	63.58	0.464	0.341	0.258	1.461	0.423	0.012	0.115

Çizelge 4.6 Normalizasyon işleminden sonra elde edilen sayısal değerlerin bileşiklere karşı bölge adı çizelgesidir (**Devamı**)

Bölge No	Bölge Adı	Kod	Fe ₂ O ₃	CoO	CuO	ZnO	Br	Rb ₂ O	SrO	Y	Nb ₂ O ₅	Mo
1	Çilek Deresi-1	CD1	0.52	0.032	0.066	0.018	0.002	0.087	0.016	0.003	0.007	0.007
2	Çilek Deresi-2	CD2	0.29	0.021	0.053	0.016	0.002	0.006	0.059	0.018	0.013	0.007
3	Asar tepe	AT	0.265	0.03	0.059	0.018	0.003	0.005	0.139	0.025	0.016	0.01
4	Baraj	BR	0.09	0.031	0.052	0.017	0.003	0.005	0.036	0.007	0.015	0.009
5	Gamarlar -1	G1	0.493	0.03	0.054	0.018	0.002	0.012	0.057	0.012	0.01	0.008
6	Gamarlar-2	G2	0.105	0.023	0.057	0.016	0.002	0.004	0.06	0.006	0.012	0.008
7	Ketendere-1	K1	0.282	0.031	0.06	0.016	0.003	0.015	0.076	0.005	0.013	0.009
8	Ketendere-2	K2	0.365	0.017	0.062	0.017	0.002	0.008	0.017	0.005	0.011	0.009
9	Çine-1	C1	0.307	0.022	0.046	0.015	0.002	0.004	0.04	0.01	0.012	0.006
10	Çine-2	C2	2.766	0	0.055	0.021	0.002	0.014	0.03	0.007	0.008	0.007
11	Çine-3	C3	0.568	0.019	0.053	0.018	0.003	0.008	0.226	0.013	0.014	0.008
12	Turgutlar	T	0.652	0.017	0.059	0.018	0.003	0.008	0.023	0.018	0.012	0.009
13	Oğlan kayası	OK	0.663	0.02	0.053	0.017	0.002	0.011	0.032	0.013	0.012	0.009
14	Sarıksık	S	0.084	0.029	0.052	0.016	0.002	0.003	0.027	0.006	0.012	0.007
15	Akkovanlık-1	A1	0.344	0.03	0.058	0.016	0.003	0.06	0.03	0.003	0.005	0.005
16	Akkovanlık-2	A2	0.197	0.026	0.042	0.015	0.002	0.005	0.023	0.005	0.01	0.007
17	Akkovanlık-3	A3	0.076	0.023	0.046	0.014	0.002	0.005	0.025	0.003	0.007	0.006
18	Eti-1	E1	0.305	0.032	0.046	0.016	0.002	0.005	0.015	0.008	0.013	0.007
19	Eti-2	E2	0.199	0.024	0.044	0.014	0.002	0.004	0.017	0.004	0.007	0.006
20	Eti-3	E3	0.335	0.022	0.047	0.016	0.002	0.006	0.036	0.015	0.013	0.008

Çizelge 4.6 Normalizasyon işleminden sonra elde edilen sayısal değerlerin bileşiklere karşı bölge adı çizelgesidir (**Devamı**)

Bölge No	Bölge Adı	Kod	Ag	Cd	SnO ₂	Sb ₂ O ₅	Te	I	Cs	BaO	La	Ce
1	Çilek Deresi-1	CD1	0.011	0.002	0.022	0.043	0.194	0.048	0.06	0.158	0.18	0.254
2	Çilek Deresi-2	CD2	0.012	0.005	0.023	0.041	0.22	0.047	0.064	0.153	0.166	0.24
3	Asar tepe	AT	0.015	0.005	0.032	0.059	0.26	0.071	0.096	0.209	0.301	0.366
4	Baraj	BR	0.013	0.005	0.026	0.051	0.227	0.062	0.074	0.173	0.217	0.34
5	Gamarlar -1	G1	0.012	0.004	0.022	0.041	0.205	0.048	0.065	0.135	0.245	0.266
6	Gamarlar-2	G2	0.013	0.005	0.025	0.049	0.214	0.054	0.06	0.169	0.232	0.291
7	Ketendere-1	K1	0.014	0.004	0.027	0.048	0.234	0.054	0.077	0.176	0.202	0.322
8	Ketendere-2	K2	0.013	0.005	0.028	0.054	0.231	0.066	0.077	0.167	0.202	0.281
9	Çine-1	C1	0.01	0.005	0.02	0.037	0.197	0.045	0.064	0.124	0.143	0.216
10	Çine-2	C2	0.011	0.003	0.021	0.04	0.187	0.047	0.054	0.133	0.155	0.245
11	Çine-3	C3	0.012	0.004	0.024	0.046	0.23	0.052	0.06	0.16	0.19	0.31
12	Turgutlar	T	0.014	0.005	0.028	0.05	0.24	0.063	0.075	0.187	0.254	0.32
13	Oğlan kayası	OK	0.013	0.004	0.025	0.046	0.21	0.054	0.067	0.174	0.204	0.267
14	Sarıksık	S	0.012	0.004	0.025	0.045	0.218	0.05	0.068	0.152	0.21	0.245
15	Akkovanlık-1	A1	0.008	0.002	0.013	0.029	0.171	0.036	0.037	0.152	0.127	0.156
16	Akkovanlık-2	A2	0.011	0.004	0.022	0.039	0.213	0.047	0.056	0.132	0.179	0.238
17	Akkovanlık-3	A3	0.011	0.004	0.021	0.038	0.209	0.043	0.055	0.135	0.181	0.233
18	Eti-1	E1	0.01	0.004	0.021	0.038	0.198	0.045	0.053	0.123	0.176	0.263
19	Eti-2	E2	0.01	0.004	0.019	0.035	0.173	0.037	0.042	0.114	0.144	0.185
20	Eti-3	E3	0.013	0.005	0.025	0.048	0.228	0.056	0.072	0.162	0.21	0.298

Çizelge 4.6 Normalizasyon işleminden sonra elde edilen sayısal değerlerin bileşiklere karşı bölge adı çizelgesidir (**Devamı**)

Bölge No	Bölge Adı	Kod	Hf	Ta ₂ O ₅	WO ₃	Tl	PbO	Th	U
1	Çilek Deresi-1	CD1	0.024	0.466	0.225	0.005	0.012	0.013	0.007
2	Çilek Deresi-2	CD2	0.028	0.312	0.132	0.005	0.005	0.016	0.007
3	Asar tepe	AT	0.038	0.347	0.205	0.007	0.005	0.024	0.013
4	Baraj	BR	0.029	0.356	0.202	0.006	0.006	0.017	0.007
5	Gamarlar -1	G1	0.026	0.395	0.191	0.006	0.004	0.015	0.006
6	Gamarlar-2	G2	0.03	0.374	0.12	0.006	0.005	0.017	0.008
7	Ketendere-1	K1	0.034	0.327	0.209	0.007	0.004	0.017	0.007
8	Ketendere-2	K2	0.031	0.337	0.113	0.006	0.006	0.015	0.007
9	Çine-1	C1	0.024	0.302	0.145	0.005	0.006	0.014	0.006
10	Çine-2	C2	0.033	0.343	0.111	0.005	0.004	0.012	0.004
11	Çine-3	C3	0.031	0.375	0.124	0.005	0.01	0.024	0.012
12	Turgutlar	T	0.033	0.351	0.122	0.007	0.007	0.017	0.007
13	Oğlan kayası	OK	0.028	0.385	0.164	0.006	0.005	0.017	0.006
14	Sarıksık	S	0.025	0.371	0.183	0.006	0.007	0.016	0.007
15	Akkovanlık-1	A1	0.017	0.399	0.181	0.003	0.011	0.009	0.005
16	Akkovanlık-2	A2	0.025	0.313	0.154	0.005	0.004	0.014	0.006
17	Akkovanlık-3	A3	0.024	0.273	0.138	0.005	0.004	0.009	0.005
18	Eti-1	E1	0.027	0.367	0.225	0.005	0.004	0.013	0.005
19	Eti-2	E2	0.023	0.285	0.155	0.005	0.004	0.01	0.004
20	Eti-3	E3	0.028	0.334	0.167	0.006	0.004	0.017	0.007

Başlıca bileşen analizinin amacı, 37 değişkeni olan bu veri setini daha az sayıda temel bileşen ile temsil edilebilir hale getirmektedir. Böylece, verideki maksimum varyansı açıklayabilecek en az sayıdaki temel bileşenler tespit edilmektedir. Örneğin, çizelge 4.6'daki veri için temel bileşen sayısı itibarıyla hesaplanan kümülatif varyanslar aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Hesaplanan kümülatif varyanslar

Temel Bileşen Sayısı	Kümülatif Varyans
1	46.5198
2	63.914
3	73.7332
4	81.5065
5	87.2589
6	90.4565
7	92.7266
8	94.6309
9	95.9704
10	96.9349

görüldüğü gibi ilk altı temel bileşen toplam varyansın % 90 'ını açıklamaktadır.

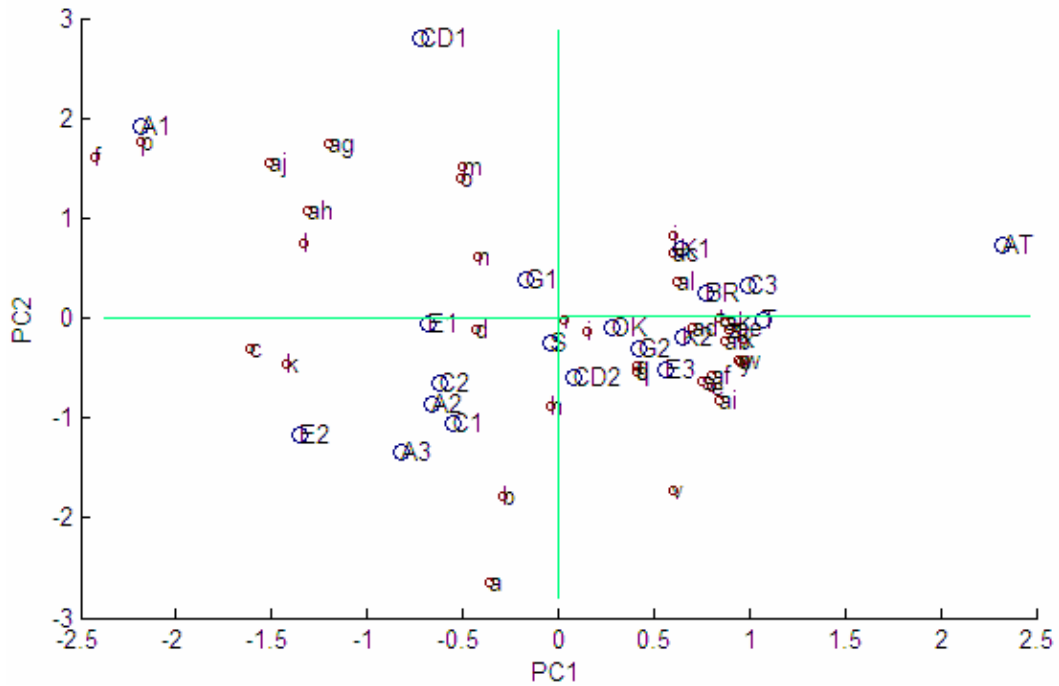
Toplam varyansın yaklaşık %64 'ünü açıklayan ilk iki bileşen itibarıyla örneklerin alındığı yerlere göre ve analizi yapılan değişkenlere (elementlere) göre çizilmiş olan grafikler aşağıda gösterilmiştir (Şekil 4.11 ve 4.12). Ancak, şekillerde ve daha sonra verilecek olan dendogramlarda çok sayıda bölge ve element bulunduğu için bunları temsil etmek üzere bölgeler ve elementler kodlanmıştır. Aşağıdaki çizelgede bölgelere ve elementlere verilen kodlar gösterilmiştir (Çizelge 4.8)

Çizelge 4.8 Bölgelere ve elementlere verilen kodlar

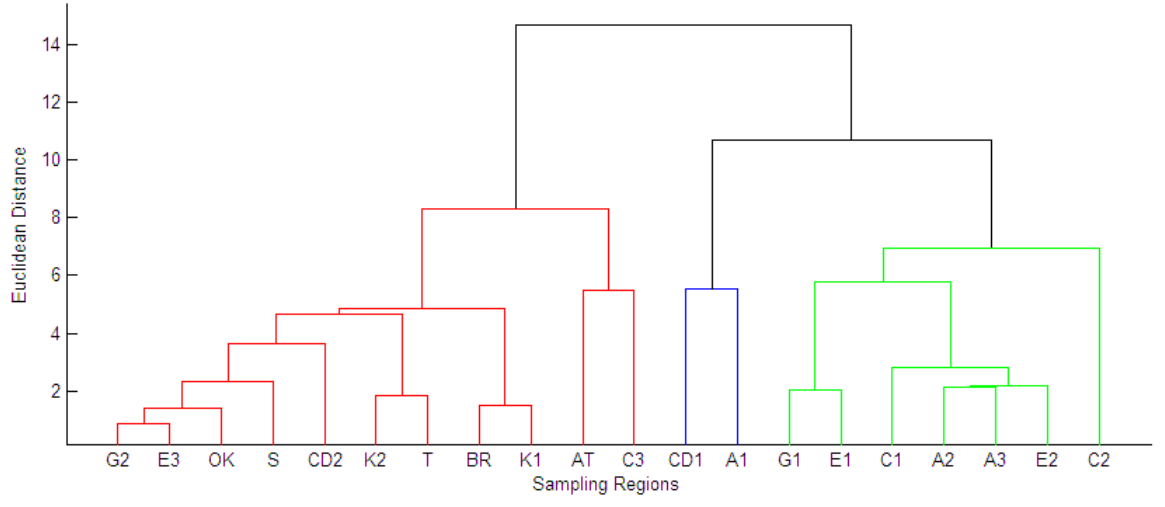
Bölge No	Adı	Kod		Adı	Kod		Adı	Kod
1	Çilek Deresi-1	CD1	1	Na ₂ O	a	21	Ag	u
2	Çilek Deresi-2	CD2	2	Al ₂ O ₃	b	22	Cd	v
3	Asar tepe	AT	3	SiO ₂	c	23	SnO ₂	w
4	Baraj	BR	4	P ₂ O ₅	d	24	Sb ₂ O ₅	x
5	Gamarlar -1	G1	5	Cl	e	25	Te	y
6	Gamarlar-2	G2	6	K ₂ O	f	26	I	z
7	Ketendere-1	K1	7	CaO	g	27	Cs	ab
8	Ketendere-2	K2	8	TiO ₂	h	28	BaO	ac
9	Çine-1	C1	9	V ₂ O ₅	i	29	La	ad
10	Çine-2	C2	10	Cr ₂ O ₃	j	30	Ce	ae
11	Çine-3	C3	11	Fe ₂ O ₃	k	31	Hf	af
12	Turgutlar	T	12	CoO	l	32	Ta ₂ O ₅	ag
13	Oğlan kayası	OK	13	CuO	m	33	WO ₃	ah
14	Sarıkısık	S	14	ZnO	n	34	Tl	ai
15	Akkovanlık-1	A1	15	Br	o	35	PbO	aj
16	Akkovanlık-2	A2	16	Rb ₂ O	p	36	Th	ak
17	Akkovanlık-3	A3	17	SrO	q	37	U	al
18	Eti-1	E1	18	Y	r			
19	Eti-2	E2	19	Nb ₂ O ₅	s			
20	Eti-3	E3	20	Mo	t			

Şekil 4.11 ve 4.12’de gösterilen iki grafik aynı skalaya getirilmiş olarak şekil 4.13’te tek bir grafik olarak yeniden çizilmiştir. Böylece, bölgeleri karakterize eden değişkenlerin, yani elementlerin hangi elementler olduğu görülebilmektedir. Örneğin, grafiğin sol-alt çeyreğinde bulunan A2, A3, C1, C2 ve E2 kodlarıyla gösterilen Akkovanlık-2, Akkovanlık-3, Çine-1, Çine-2, Eti-2 bölgeleri Na_2O (kod:a), Al_2O_3 (kod b), SiO_2 (kod:c), Fe_2O_3 (kod:k) ile karakterize edilebilir. Öte yandan, Akkovanlık-1 (A1), Çilek Deresi-1 (CD-1) bölgeleri PbO , Ta_2O_5 , V_2O_5 , CuO , Rb_2O ile karakterize edilebilir (grafiğin sol üst çeyreği).

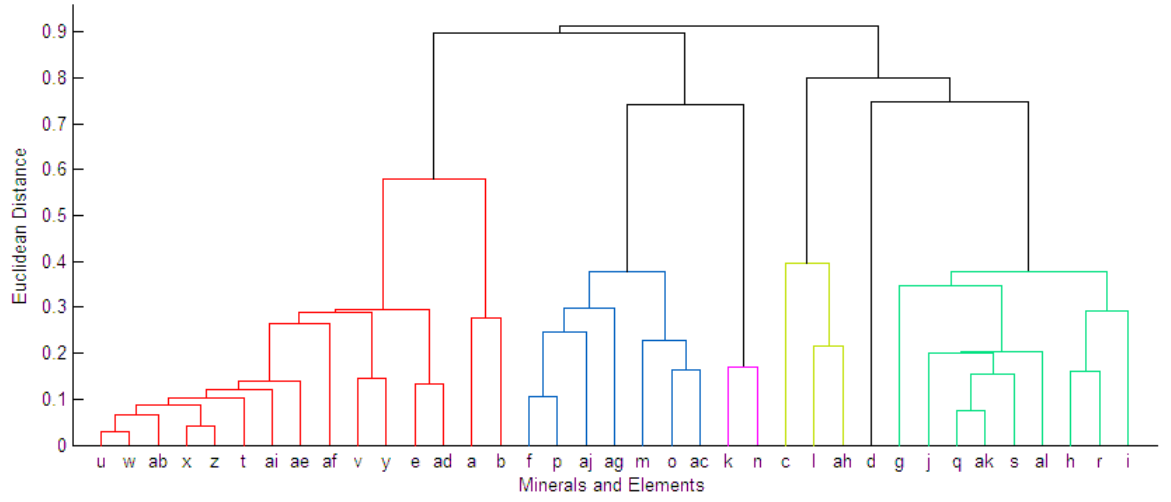
Başlıca bileşen analizinden sonra aynı veri seti hiyerarşik kümeleme analizi ile değerlendirilmiş ve numune bölgeleri ile elementlere göre iki ayrı dendrogram elde edilmiştir (şekil 4.14 ve 4.15).



Şekil 4.13 Element ve bölgelerin aynı skalada temel Bileşen 1 ve Temel Bileşen 2 analizi



Şekil 4.14 Numune bölgelerine göre hazırlanan dendrogram



Şekil 4.15 Elementlere göre hazırlanan dendrogram

Şekil 4.14 incelendiğinde numune bölgelerinin farklı renklerle gösterilmiş üç ana grupta kümelenebileceği görülmektedir. Burada şekil dikkatle incelendiğinde G-2 ve E-3 kodlarıyla gösterilen Gamarlar-2 ve Eti-3 bölgelerinin birbirine çok yakın benzerliği olduğu görülmektedir. Çok yakın benzerlik gösteren diğer bölgeler (bölge kodları itibarıyla): Kırmızıyla işaretli kümede K-2 ve T, BR ve K-1, AT ve C-3; Mavi ile işaretli kümede CD-1 ve A-1; yeşil ile işaretli kümede G-1 ve E-1; A-2, A-3 ve E-2

Şekil 4.15’de gösterilen dendrogramda elementlerin büyük çoğunluğunun üç farklı renkle gösterilen (Kırmızı, Mavi, yeşil) üç grupta kümelenebileceği görülmektedir. Sadece sarı renkle gösterilen üç element CoO (kod:l), SiO₂ (kod:c) ve WO₃ (kod:ah) ayrı bir grupta yer almaktadır. Bu dendrogramda Ag-SnO₂ (u-w), Sb₂O₅-I (x-z), Cd-Te (v-y), Cl-La (e-ad) ve Na₂O-Al₂O₃ (a-b) K₂O-Rb₂O (f-p), Br-BaO (o-ac), SrO-Th (q-ak), TiO₂-Y (h-r) element çiftlerinin aynı alt kümelerde bulunduğu görülmektedir.

5. SONUÇ

X-ışınları floresans spektrometresi çoğunlukla elementel kantitatif analiz tekniği olarak kullanılır. Ölçüm için spektral piklerin dalga boyu ve şiddeti tayin edilmelidir. Bu tezde kullanılan enerji ayırmalı XRF spektrofotometresi ile Na (en hafif)-U (en ağır) aralığındaki tüm elementler tayin edilebilmektedir.

X ışınları spektrometrik ölçümlerinin avantajları:

- 1-) Spektrumlar çok karmaşık değildir.
- 2-) Spektrumdaki çizgilerin sayısı ve bağıl şiddetleri uyarma koşullarından bağımsızdır.
- 3-) Spektrumlar analitin kimyasal halinden bağımsızdır.
- 4-) Örnek hazırlaması çok az işlem gerektirir.
- 5-) Metot yıkıcı (Nondestructive) değildir; aynı numune ölçüm için defalarca kullanılabilir
- 6-) Tayin derişim aralığı çok geniştir.
- 7-) Kesinlik ve doğruluk tatmin edici düzeydedir.

Dezavantajları ise:

- 1-) gözlenebilme sınırı, diğer bazı atomik tekniklerde olduğu kadar düşük değildir.
- 2-) Matriks, başka bir ifadeyle interelement etkileri çok yoğundur, Ancak, genellikle aygıtla birlikte satın alınan yazılım, bölüm 2.1.3.4. da ayrıntılı olarak anlatıldığı gibi “Fundamental Parameter” algoritmasını kullanarak matriks etkileri minimize etmektedir.

Giriş bölümünde de değinildiği gibi Feldspat bir silikat mineralidir. Cevherdeki Na, K ve Ca oranlarına bağlı olarak feldspat cevherleri farklı isimler almaktadır. Bunlar:

- 1- Na bakımından zengin olanlar: ALBİT,
- 2- K bakımından zengin olanlar: ORTOZ, ve
- 3- Ca bakımından zengin onlalar: ANORTİT.

Numuneleri bu elementlerin derişimleri bakımından incelediğimizde:

1- Sodyum derişimi itibarıyla en zengin olan numune numaraları:

6, 9, 13, 14, 17, 19 ve 20 no'lu numuneler. Bu nedenle bu numunelerin ALBİT cevheri ağırlıklı olduğunu söylemek mümkündür.

Sodyum oksit miktarları bakımından numuneleri daha ayrıntılı olarak aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz:

<u>% derişim</u>	<u>Numune numaraları</u>
> 10	6, 9,13, 14, 17, 19, 20
9-10	3, 4, 8, 10, 11, 12, 16
6-9	2, 5, 7, 18
< 5	1, 15

2- Potasyum derişimi itibarıyla en zengin olan numune numaraları:

1 ve 15 no'lu numuneler. Bu nedenle bu numunelerin ORTOZ cevheri ağırlıklı olduğunu söylemek mümkündür.

Potasyum oksit miktarları bakımından numuneleri daha ayrıntılı olarak aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz:

<u>% derişim</u>	<u>Numune numaraları</u>
> 1	1, 15
0.75-1	12, 13
0.5-0.75	5, 7, 8, 10
0.25-0.50	2, 4, 11, 16, 17, 18, 19, 20
0.0-0.25	3, 6, 9, 14

3- Kalsiyum derişimi itibarıyla en zengin olan numune numaraları:

2, 3, 7 ve 11 no'lu numuneler. Bu nedenle bu numunelerin ANORTİT cevheri ağırlıklı olduğunu söylemek mümkündür.

CaO miktarları bakımından numuneleri daha ayrıntılı olarak aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz:

<u>% derişim</u>	<u>Numune numaraları</u>
> 2	2, 3, 7, 11
1-2	4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 20
0.5-1.0	5, 7, 8, 10
0.0-0.50	1, 18

Ayrıca, ağır element miktarları açısından bakıldığında 1, 3, 4, 5, 7, 8, 11 ve 12 no'lu numunelerde ağır element miktarlarının diğerlerinden dikkati çekecek oranda yüksek olduğu görülmektedir. Burada 3, 7 ve 12 no'lu numuneler özellikle dikkati çekmektedir. Çünkü bunlardaki ağır element sayısı diğerlerinden daha yüksektir.

Hiyerarşik kümeleme analizi ile elde edilen dendrogramlar incelendiğinde bazı ilginç sonuçlara ulaşılabilmektedir. Şekil 4.14'deki dendrogram incelendiğinde:

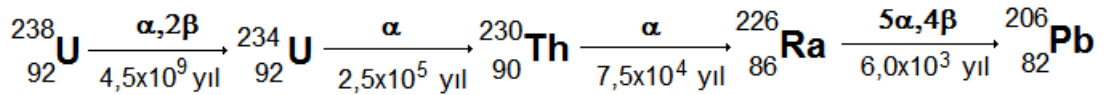
- 1) 1 ve 15 no'lu numune bölgelerinin (CD1 (Çilek deresi-1) A1 (akkovanlık1) bir küme oluşturduğu görülmektedir (mavi renk ile gösterilmiş). Bu sonuca, yukarıda numuneleri K_2O derişimleri itibarıyla değerlendirilirken de ulaşılmıştır.
- 2) 3 ve 11 no'lu numuneler (Asartepe ve Çine-3) ikili bir küme oluşturmaktadır. Bu bölgelerin CaO derişimi en yüksek olan numune bölgeleri olduğu daha önce vurgulanmıştı.
- 3) İstatistiksel analizde değişkenler (bölge numaraları) arasındaki mesafenin kısa olması değişkenlerin yani bölgelerin birbirine benzerliğini göstermektedir. Bu değerlendirme ile bakıldığında 6-20, 8-12, 4-7 no'lu bölgeler birbirine çok benzer bölgeler olup aynı zamanda daha büyük bir kümenin (kırmızı ile gösterilen) alt kümeleridir. Keza, 5-18 ile 16-17-19 no'lu bölgeler, benzerlikleri yüksek olan aynı büyük kümenin (yeşil ile gösterilen) alt kümeleridir.

Şekil 4.15'deki dendrogram incelendiğinde:

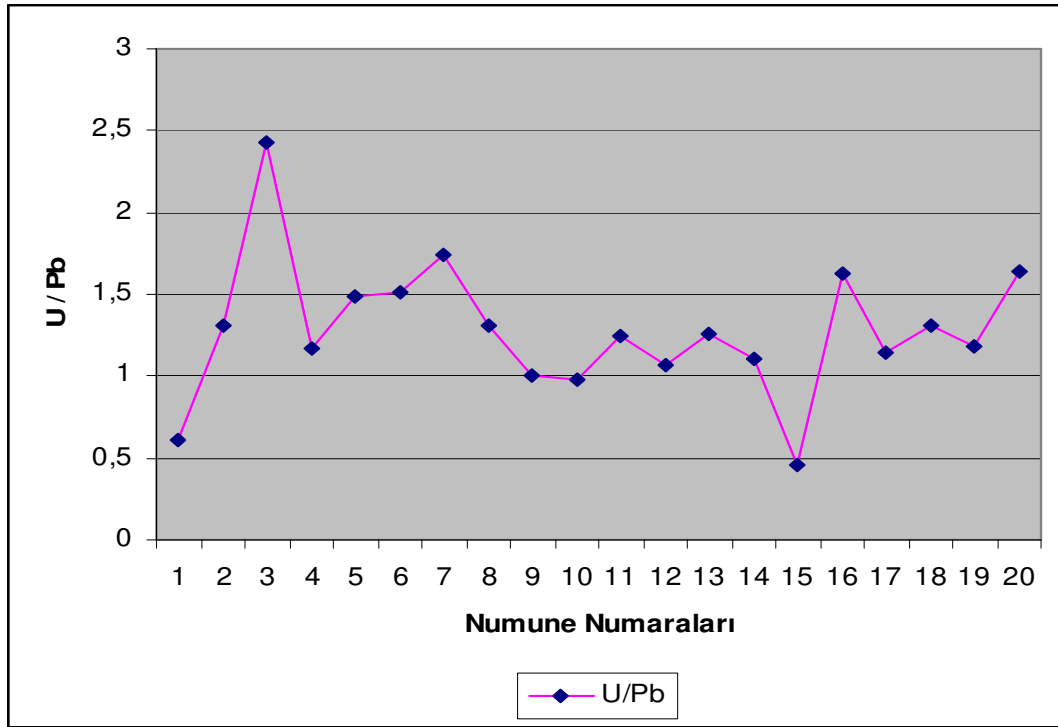
- 1) $Ag-SnO_2$ (u-w), Sb_2O_5-I (x-z), $Cd-Te$ (v-y), $Cl-La$ (e-ad) ve $Na_2O-Al_2O_3$ (a-b) ikili elementlerinin benzerliklerinin çok yüksek olduğu ve ayrı kümeler

oluşturdukları görülmektedir. Ancak, sayılan tüm bu element/bileşiklerin kırmızı ile gösterilen daha büyük bir kümenin alt kümelerini oluşturduğuna da dikkat edilmelidir. Burada bir başka ilginç nokta $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 'ün bir küme oluşturulacak kadar benzerliklerinin yüksek olmasıdır. Bu durum bileşiklerin numune numaraları itibarıyla kütle yüzdelerinin değişiminin verildiği şekil 4.2'de açıkça görülmektedir. Anılan şekilde iki bileşiğin kütle yüzdelerinin bölgeler itibarıyla değişimlerinin birbirine benzerliği çok yüksektir.

- 2) K_2O ve Na_2O 'un ayrı büyük kümelerde yer aldığı görülmektedir. Bu, doğal olarak böyle olmalıdır. Her iki element tüm numunelerde bulunmakla birlikte birinin derişiminin yüksek olduğu bir numunede diğerininki düşük olmalıdır. Daha önce de söylendiği gibi Feldspat cevherleri Na_2O bakımından zengin olanlar (Albit) ve K_2O bakımından zengin olanlar (Ortoz) olarak sınıflandırılmaktadır.
- 3) Doğada radyoaktif bozulma serileri vardır bunlardan en önemlisi Uranyum serisidir.



Görüldüğü gibi bağıl olarak genç jeolojik oluşumlarda uranyum miktarının yüksek, kurşun miktarının düşük olması beklenir. Uranyum ve kurşun mutlak miktarları yerine uranyum/kurşun miktarını incelemek jeolojik oluşumların yaşını tahmin etmekte daha anlamlı olacaktır. Bu oranın yüksek olduğu jeolojik oluşumların bağıl olarak daha genç olduğu ileri sürülebilir. Aşağıdaki şekilde (Şekil 5.1) U/Pb oranı bölge numaraları itibarıyla grafiğe geçilmiştir.



Şekil 5.1 U/Pb oranının bölge numaraları itibarıyla değişimi

Grafikte görüldüğü gibi incelenilen coğrafi bölgede 3'nolu bölgenin bağıl olarak en genç, 1 ve 15'nolu bölgelerin ise bağıl olarak en yaşlı oldukları söylenebilir. Öte yandan, Şekil 4.14 ile verilen dendrogramda 1 ve 15 no'lu bölgelerin birbirine benzeyerek bir küme oluşturdukları, 3 no'lu bölgenin ise ayrı bir kümede yer aldığı görülmektedir. Şekil 3.1'de verilen haritada çok açıkça görülmemekle birlikte topografik olarak bakıldığında 3 no'lu numune bölgesi, numunelerin alındığı alanda yükseltisi bağıl olarak fazla olan bir tepecikte bulunmaktadır. Bu tepeciğin tektonik hareketler neticesinde daha geç bir zamanda yükselerek oluştuğu öne sürülebilir.

Şekil 4.14'deki dendrogram ile şekil 3.1'deki harita birlikte incelendiğinde dendrogramda benzerliği yakın olan bazı numune bölgelerinin coğrafi konum olarak yakın olmadıkları görülmektedir. Benzerlik ile coğrafi konum farklılığı şöyle açıklanabilir:

Bu farklılığın iki temel nedeni olabilir. Bunlardan ilki bölgedeki tektonik hareketler, ikincisi de metamorfik kayaç oluşumu esnasındaki etkilerdir. Faylanma olduğu noktalarda fay istikametleri boyunca sıcaklık ve basınç etkileriyle, mineral alış

verişleri (yer değiştirmeleri) gerçekleşmiştir. Bölgedeki tektonik hareketlerin şiddeti kimyasal değişikliklere sebep olmuştur. Ana faylanmadan sonra oluşan, ilk Albit zuhurlarının kimyasal bileşimi ve yerleri daha sonraki tali faylanmalar ile değişebilir. Bu bölgedeki feldspat örneklerinin eser element içerikleri kayaçların yaşları ve bu kayaçların oluşması esnasındaki etkilere bağlı olarak benzerlik veya farklılık arz edebilir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Toprak Sanayi Hammaddeleri. Devlet Planlama Teşkilatı, 86 s., Ankara.
- Anonim, (12.06.2007). Stratejik Araştırma Merkezi Feldspat Raporu. TMMOB, Maden Mühendisleri Odası Genel Merkezi, [http://www.maden.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=2074&tipi=48&sube=0] Erişim Tarihi: 10.09.2008.
- Brouwer, P. 2003. Theory of XRF. PANalytical B.V., p.28, Netherlands.
- Gündüz, T. 1998. Kimyacılar İçin İstatistik. Gazi Kitabevi, pp. 3-21, Ankara
- Jenkins, R., Gould, R.W., and Gedcke, D. 1995. Quantitative X-Ray Spectrometry, 2nd ed. Marcel Dekker, New York.
- Miller, J.N. and Miller, J.C. 2000. Statistics and chemometrics for analytical chemistry forth edition. Prentice Hall, p. 214-225, New York.
- Rousseau, R.M. 1984. Fundamental algorithm between concentration and intensity in XRF analysis. 1: theory. **X-ray Spectrom.** 13 (3); 115–120.
- Rousseau, R.M., Bouchard, M. 1986. Fundamental algorithm between concentration and intensity in XRF analysis: 3. Experimental verification. **X-ray Spectrom.** 15; 207–215.
- Rousseau, R.M. 1989. Concepts of influence coefficients in XRF analysis and calibration. **GAC-MAC Annual Meeting**, X-ray Fluorescence Analysis in the Geological Sciences, Advances in Methodology, Short Course, vol. 7, pp. 141–156, Montreal, QC, Canada.
- Rousseau, R.M., Boivin, J.A. 1998. The fundamental algorithm: a natural extension of the Sherman equation. Part I: theory. **Rigaku J.** 15 (1); 13–27.

- Rousseau, R.M. 2001. Concept of the influence coefficient. **Rigaku J.**, 18 (1); 8-21.
- Rousseau, R.M. 2006. Corrections for matrix effects in X-ray fluorescence analysis- A tutorial. **Spectrochimica Acta Part B**, 61; 759-777.
- Schramm, R. 2000. Why using XRF for analysis? Spectro Analytical Instruments, p. 31, Germany.
- Sherman, J. 1955. The theoretical derivation of fluorescent X-ray intensities from Mixtures. **Spectrochim. Acta** 7; 283–306.
- Skoog, D.A., Holler, F.J., Nieman, T.A., 1998. Principles of Instrumental Analysis. Harcourt Brace & Company, pp. 273-292, U.S.A.
- Woldseth, R. 1973. All You Want To Know About XES. Kevex Corporation, Foster City.

EKLER

Ek 1 Bölge adı Çilek Deresi-2 olan 02 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na₂O	Sodium	8,5102	8,6767	8,6051	8,5974	0,0835	1,0848
2	MgO	Magnesium	0,0595	0,0797	0,0787	0,0727	0,0114	14,9654
3	Al₂O₃	Aluminum	18,4676	18,4777	18,4373	18,4609	0,0210	0,5432
4	SiO₂	Silicon	66,1907	66,0292	65,9989	66,0729	0,1031	0,5508
5	P₂O₅	Phosphorus	0,7385	0,7320	0,7389	0,7365	0,0039	0,6350
6	SO₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3229	0,3229	0,3229	0,3229	0,0000	0,5016
8	K₂O	Potassium	0,2486	0,2440	0,3060	0,2662	0,0345	9,8857
9	CaO	Calcium	2,6087	2,5703	2,6097	2,5962	0,0224	0,8830
10	TiO₂	Titanium	0,7080	0,6978	0,7169	0,7076	0,0095	1,0921
11	V₂O₅	Vanadium	0,0106	0,0176	0,0097	0,0126	0,0043	31,9124
12	Cr₂O₃	Chromium	0,1206	0,1139	0,1138	0,1161	0,0039	3,2939
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe₂O₃	Iron	0,2986	0,2889	0,2838	0,2904	0,0075	2,4634
15	CoO	Cobalt	0,0197	0,0212	0,0225	0,0211	0,0014	5,5349
16	NiO	Nickel	0,0028	0,0032	0,0023	0,0028	0,0005	14,2426
17	CuO	Copper	0,0550	0,0495	0,0541	0,0529	0,0029	5,3645
18	ZnO	Zinc	0,0153	0,0165	0,0149	0,0156	0,0008	4,8612
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As₂O₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0019	0,0018	0,0023	0,0020	0,0003	10,1525
24	Rb₂O	Rubidium	0,0064	0,0063	0,0063	0,0063	0,0001	0,9872
25	SrO	Strontium	0,0589	0,0572	0,0595	0,0585	0,0012	1,7867
26	Y	Yttrium	0,0178	0,0172	0,0181	0,0177	0,0005	2,1616
27	ZrO₂	Zirconium	0,0776	0,0742	0,0769	0,0762	0,0018	2,3236
28	Nb₂O₅	Niobium	0,0124	0,0126	0,0125	0,0125	0,0001	1,0815
29	Mo	Molybdenum	0,0066	0,0065	0,0064	0,0065	0,0001	1,2295
30	Ag	Silver	0,0114	0,0121	0,0115	0,0117	0,0004	3,2640
31	Cd	Cadmium	0,0041	0,0057	0,0044	0,0047	0,0009	17,6728
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO₂	Tin	0,0213	0,0225	0,0249	0,0229	0,0018	6,3131
34	Sb₂O₅	Antimony	0,0408	0,0412	0,0419	0,0413	0,0006	1,0284
35	Te	Tellurium	0,2100	0,2235	0,2262	0,2199	0,0087	3,5579
36	I	Iodine	0,0423	0,0512	0,0469	0,0468	0,0044	9,5441
37	Cs	Cesium	0,0532	0,0633	0,0752	0,0639	0,0110	14,1288
38	BaO	Barium	0,1411	0,1627	0,1547	0,1528	0,0109	7,1401
39	La	Lanthanum	0,1574	0,1565	0,1851	0,1663	0,0162	7,3806
40	Ce	Cerium	0,2230	0,2311	0,2654	0,2398	0,0225	7,1722
41	Hf	Hafnium	0,0285	0,0280	0,0270	0,0278	0,0008	2,4279
42	Ta₂O₅	Tantalum	0,3377	0,3250	0,2737	0,3121	0,0339	8,7338
43	WO₃	Tungsten	0,1341	0,1294	0,1335	0,1323	0,0026	1,8982
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0049	0,0059	0,0053	0,0054	0,0005	9,6154
46	PbO	Lead	0,0049	0,0050	0,0054	0,0051	0,0003	3,8849
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0158	0,0153	0,0162	0,0158	0,0004	2,1318
49	U	Uranium	0,0065	0,0064	0,0072	0,0067	0,0004	4,7114
		TOPLAM	99,9959	100,0021	100,0020	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0.60704						

Ek 2 Bölge adı Asar Tepe olan 03 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	9,5750	9,5029	9,2975	9,4585	0,1440	1,5224
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	19,2362	19,2763	19,2963	19,2696	0,0306	0,1588
4	SiO ₂	Silicon	63,5195	63,6798	63,5596	63,5863	0,0834	0,1312
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,4235	0,4259	0,4189	0,4228	0,0036	0,8430
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3607	0,3507	0,3507	0,3540	0,0058	1,6340
8	K ₂ O	Potassium	0,1937	0,1983	0,2260	0,2060	0,0175	8,4983
9	CaO	Calcium	2,9986	2,9946	2,9896	2,9943	0,0045	0,1509
10	TiO ₂	Titanium	0,8287	0,8224	0,8177	0,8229	0,0055	0,6656
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0181	0,0140	0,0201	0,0174	0,0031	17,8716
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1344	0,1407	0,1426	0,1392	0,0043	3,0894
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,2633	0,2603	0,2713	0,2650	0,0057	2,1501
15	CoO	Cobalt	0,0309	0,0288	0,0298	0,0298	0,0011	3,5327
16	NiO	Nickel	0,0022	0,0037	0,0027	0,0029	0,0008	27,0833
17	CuO	Copper	0,0543	0,0610	0,0605	0,0586	0,0037	6,3800
18	ZnO	Zinc	0,0192	0,0177	0,0173	0,0180	0,0010	5,4909
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0032	0,0022	0,0030	0,0028	0,0005	18,9884
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0055	0,0054	0,0052	0,0054	0,0001	2,1996
25	SrO	Strontium	0,1385	0,1381	0,1391	0,1385	0,0005	0,3640
26	Y	Yttrium	0,0252	0,0247	0,0254	0,0251	0,0004	1,5917
27	ZrO ₂	Zirconium	0,1071	0,1020	0,1036	0,1042	0,0026	2,5041
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0160	0,0159	0,0153	0,0157	0,0004	2,2915
29	Mo	Molybdenum	0,0105	0,0099	0,0096	0,0100	0,0004	4,4168
30	Ag	Silver	0,0139	0,0148	0,0154	0,0147	0,0008	5,1307
31	Cd	Cadmium	0,0067	0,0053	0,0044	0,0055	0,0011	20,6222
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0318	0,0321	0,0323	0,0321	0,0003	0,8128
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0584	0,0581	0,0608	0,0591	0,0015	2,5082
35	Te	Tellurium	0,2418	0,2572	0,2819	0,2603	0,0203	7,7864
36	I	Iodine	0,0663	0,0706	0,0753	0,0708	0,0045	6,3730
37	Cs	Cesium	0,1048	0,0912	0,0907	0,0955	0,0080	8,3889
38	BaO	Barium	0,2004	0,2064	0,2214	0,2094	0,0108	5,1754
39	La	Lanthanum	0,2705	0,2515	0,3797	0,3006	0,0692	23,0241
40	Ce	Cerium	0,3346	0,3286	0,4338	0,3657	0,0591	16,1551
41	Hf	Hafnium	0,0345	0,0397	0,0390	0,0377	0,0028	7,4985
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,4110	0,3235	0,3076	0,3474	0,0557	16,0266
43	WO ₃	Tungsten	0,2122	0,1979	0,2057	0,2053	0,0072	3,4949
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0074	0,0067	0,0065	0,0069	0,0005	6,7848
46	PbO	Lead	0,0058	0,0047	0,0050	0,0052	0,0005	10,4685
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0250	0,0241	0,0244	0,0245	0,0005	1,8705
49	U	Uranium	0,0130	0,0128	0,0119	0,0126	0,0006	4,6560
		TOPLAM	100,0020	100,0002	99,9978	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0.188148						

Ek 3 Bölge adı Baraj olan 04 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	9,6755	9,7718	9,8530	9,7668	0,0889	0,9099
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	18,0532	18,1033	18,1033	18,0866	0,0290	0,1601
4	SiO ₂	Silicon	66,3153	66,5560	66,3955	66,4223	0,1226	0,1845
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,6948	0,6973	0,6879	0,6933	0,0048	0,6984
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3410	0,3410	0,3410	0,3410	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,2999	0,3092	0,3006	0,3032	0,0052	1,7131
9	CaO	Calcium	1,7822	1,7742	1,7692	1,7752	0,0066	0,3705
10	TiO ₂	Titanium	0,4038	0,4058	0,4056	0,4051	0,0011	0,2727
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0100	0,0063	0,0127	0,0097	0,0032	33,2379
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1209	0,1180	0,1152	0,1180	0,0028	2,3789
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,0900	0,0881	0,0912	0,0897	0,0016	1,7471
15	CoO	Cobalt	0,0312	0,0302	0,0305	0,0306	0,0005	1,6591
16	NiO	Nickel	0,0005	0,0022	0,0027	0,0018	0,0012	66,1111
17	CuO	Copper	0,0544	0,0548	0,0472	0,0521	0,0042	8,1194
18	ZnO	Zinc	0,0186	0,0152	0,0166	0,0168	0,0017	10,1061
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0029	0,0023	0,0025	0,0026	0,0003	12,6028
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0054	0,0051	0,0052	0,0052	0,0002	3,3487
25	SrO	Strontium	0,0363	0,0353	0,0365	0,0360	0,0006	1,7827
26	Y	Yttrium	0,0072	0,0068	0,0069	0,0070	0,0002	2,3950
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0148	0,0145	0,0142	0,0145	0,0003	2,1775
29	Mo	Molybdenum	0,0092	0,0091	0,0091	0,0091	0,0001	0,8985
30	Ag	Silver	0,0133	0,0124	0,0140	0,0132	0,0008	5,9863
31	Cd	Cadmium	0,0049	0,0041	0,0050	0,0047	0,0005	11,0071
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0277	0,0245	0,0260	0,0261	0,0016	6,2570
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0536	0,0478	0,0531	0,0515	0,0032	6,1490
35	Te	Tellurium	0,2399	0,2265	0,2137	0,2267	0,0131	5,7742
36	I	Iodine	0,0664	0,0610	0,0592	0,0622	0,0038	6,0435
37	Cs	Cesium	0,0774	0,0690	0,0758	0,0741	0,0045	6,0382
38	BaO	Barium	0,1857	0,1604	0,1743	0,1735	0,0127	7,3254
39	La	Lanthanum	0,2297	0,2106	0,2116	0,2173	0,0107	4,9351
40	Ce	Cerium	0,4042	0,3069	0,3089	0,3400	0,0556	16,3524
41	Hf	Hafnium	0,0297	0,0313	0,0269	0,0293	0,0022	7,5499
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,4453	0,2700	0,3518	0,3557	0,0877	24,6609
43	WO ₃	Tungsten	0,2142	0,1944	0,1983	0,2023	0,0105	5,2001
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0065	0,0062	0,0066	0,0065	0,0002	3,4633
46	PbO	Lead	0,0064	0,0055	0,0059	0,0060	0,0004	7,3394
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0175	0,0165	0,0178	0,0173	0,0007	3,9679
49	U	Uranium	0,0075	0,0063	0,0069	0,0069	0,0006	8,6216
		TOPLAM	99,9971	100,0000	100,0029	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,29451						

Ek 4 Bölge adı Gamarlar-1 olan 05 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	7,1292	7,1131	6,9439	7,0621	0,1027	1,4542
2	MgO	Magnesium	0,7577	0,7063	0,7244	0,7294	0,0261	3,5726
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	15,2640	15,2539	15,2842	15,2674	0,0154	0,1008
4	SiO ₂	Silicon	71,7257	71,6753	71,9171	71,7727	0,1276	0,1777
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,2361	0,2367	0,2389	0,2372	0,0015	0,6262
6	SO ₃	Sulfur	0,0127	0,0132	0,0154	0,0138	0,0015	10,5622
7	Cl	Chlorine	0,3224	0,3224	0,3224	0,3224	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,4796	0,5189	0,5410	0,5132	0,0311	6,0652
9	CaO	Calcium	1,1284	1,1375	1,1143	1,1267	0,0117	1,0364
10	TiO ₂	Titanium	0,4417	0,4420	0,4496	0,4444	0,0045	1,0019
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0149	0,0140	0,0104	0,0131	0,0024	18,3167
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1111	0,1128	0,1143	0,1127	0,0016	1,3873
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,4985	0,4939	0,4870	0,4931	0,0058	1,1717
15	CoO	Cobalt	0,0298	0,0295	0,0298	0,0297	0,0002	0,5871
16	NiO	Nickel	0,0049	0,0043	0,0044	0,0045	0,0003	
17	CuO	Copper	0,0548	0,0528	0,0533	0,0536	0,0010	1,9552
18	ZnO	Zinc	0,0182	0,0174	0,0171	0,0176	0,0006	3,2132
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0025	0,0025	0,0020	0,0023	0,0003	11,2246
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0122	0,0125	0,0122	0,0123	0,0002	1,5334
25	SrO	Strontium	0,0570	0,0568	0,0566	0,0568	0,0002	0,3813
26	Y	Yttrium	0,0118	0,0117	0,0117	0,0117	0,0001	0,7020
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0100	0,0107	0,0101	0,0103	0,0003	3,3732
29	Mo	Molybdenum	0,0081	0,0076	0,0081	0,0079	0,0003	3,3317
30	Ag	Silver	0,0107	0,0129	0,0119	0,0118	0,0011	9,2188
31	Cd	Cadmium	0,0037	0,0045	0,0029	0,0037	0,0008	22,0514
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0218	0,0226	0,0216	0,0220	0,0006	2,5205
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0386	0,0463	0,0395	0,0415	0,0042	10,2265
35	Te	Tellurium	0,2021	0,2168	0,1961	0,2050	0,0107	5,2072
36	I	Iodine	0,0474	0,0539	0,0426	0,0480	0,0057	11,8152
37	Cs	Cesium	0,0913	0,0551	0,0484	0,0649	0,0231	35,5519
38	BaO	Barium	0,1313	0,1288	0,1438	0,1346	0,0080	5,9726
39	La	Lanthanum	0,2093	0,2700	0,2552	0,2448	0,0317	12,9390
40	Ce	Cerium	0,2368	0,2871	0,2740	0,2660	0,0261	9,8266
41	Hf	Hafnium	0,0258	0,0259	0,0254	0,0257	0,0003	1,1346
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,4221	0,4019	0,3610	0,3950	0,0311	7,8764
43	WO ₃	Tungsten	0,1916	0,1927	0,1878	0,1907	0,0026	1,3582
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0059	0,0059	0,0053	0,0057	0,0004	6,7228
46	PbO	Lead	0,0040	0,0044	0,0041	0,0042	0,0002	5,0646
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0152	0,0148	0,0151	0,0150	0,0002	1,4004
49	U	Uranium	0,0069	0,0065	0,0052	0,0062	0,0009	14,2586
		TOPLAM	99,9959	99,9962	100,0079	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,74686						

Ek 5 Bölge adı Gamarlar-2 olan 06 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	10,7451	11,0062	10,6949	10,8154	0,1671	1,5453
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	20,1847	20,2048	20,1847	20,1914	0,0116	0,0574
4	SiO ₂	Silicon	63,8780	63,7073	63,9583	63,8478	0,1282	0,2008
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,3688	0,3739	0,3702	0,3710	0,0026	0,7023
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3314	0,3314	0,3314	0,3314	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,2519	0,2454	0,2146	0,2373	0,0199	8,3927
9	CaO	Calcium	1,6499	1,5776	1,6328	1,6201	0,0378	2,3327
10	TiO ₂	Titanium	0,4297	0,4101	0,4214	0,4204	0,0098	2,3376
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0141	0,0094	0,0089	0,0108	0,0028	26,1110
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1184	0,1137	0,1178	0,1166	0,0026	2,2026
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,1032	0,1024	0,1098	0,1051	0,0040	3,8240
15	CoO	Cobalt	0,0234	0,0224	0,0234	0,0231	0,0005	2,3743
16	NiO	Nickel	0,0000	0,0000	0,0000			
17	CuO	Copper	0,0635	0,0540	0,0527	0,0567	0,0059	10,3339
18	ZnO	Zinc	0,0171	0,0158	0,0157	0,0162	0,0008	4,8906
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0024	0,0021	0,0020	0,0022	0,0002	9,3636
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0042	0,0043	0,0045	0,0043	0,0002	3,6081
25	SrO	Strontium	0,0611	0,0577	0,0605	0,0598	0,0018	3,0407
26	Y	Yttrium	0,0064	0,0063	0,0062	0,0063	0,0001	1,6744
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0747	0,0720	0,0740	0,0736	0,0014	1,9032
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0121	0,0120	0,0118	0,0119	0,0001	1,2016
29	Mo	Molybdenum	0,0078	0,0075	0,0078	0,0077	0,0002	2,6805
30	Ag	Silver	0,0125	0,0122	0,0130	0,0125	0,0004	3,5212
31	Cd	Cadmium	0,0053	0,0042	0,0049	0,0048	0,0005	11,1771
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0251	0,0250	0,0260	0,0253	0,0005	2,1341
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0517	0,0461	0,0489	0,0489	0,0028	5,7495
35	Te	Tellurium	0,2163	0,2230	0,2022	0,2139	0,0106	4,9596
36	I	Iodine	0,0578	0,0492	0,0545	0,0539	0,0044	8,0893
37	Cs	Cesium	0,0579	0,0557	0,0653	0,0597	0,0050	8,3719
38	BaO	Barium	0,1661	0,1711	0,1697	0,1690	0,0026	1,5329
39	La	Lanthanum	0,2270	0,2320	0,2380	0,2323	0,0055	2,3808
40	Ce	Cerium	0,2511	0,2792	0,3424	0,2909	0,0468	16,0903
41	Hf	Hafnium	0,0305	0,0309	0,0290	0,0301	0,0010	3,4506
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,3926	0,3789	0,3490	0,3735	0,0223	5,9798
43	WO ₃	Tungsten	0,1209	0,1176	0,1213	0,1199	0,0020	1,7002
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0063	0,0063	0,0060	0,0062	0,0002	3,1891
46	PbO	Lead	0,0053	0,0052	0,0055	0,0054	0,0002	3,1562
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0163	0,0164	0,0168	0,0165	0,0002	1,4493
49	U	Uranium	0,0084	0,0080	0,0080	0,0081	0,0002	3,0349
		TOPLAM	99,9988	99,9973	100,0039	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,41951						

Ek 6 Bölge adı Ketendere-1 olan 07 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	6,0546	6,1201	6,2037	6,1261	0,0747	1,2199
2	MgO	Magnesium	0,0292	0,0282	0,0121	0,0232	0,0096	41,4761
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	15,7360	15,7662	15,7863	15,7628	0,0254	0,1608
4	SiO ₂	Silicon	71,8595	71,6681	71,6681	71,7319	0,1105	0,1541
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,4461	0,4428	0,4474	0,4454	0,0024	0,5363
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3224	0,3224	0,3324	0,3257	0,0058	1,7856
8	K ₂ O	Potassium	0,6135	0,5783	0,6448	0,6122	0,0333	5,4339
9	CaO	Calcium	2,3352	2,3010	2,3191	2,3184	0,0171	0,7391
10	TiO ₂	Titanium	0,2405	0,2349	0,2394	0,2383	0,0029	1,2306
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0097	0,0078	0,0095	0,0090	0,0011	11,7307
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1390	0,1356	0,1317	0,1354	0,0037	2,7172
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,2875	0,2770	0,2826	0,2824	0,0052	1,8562
15	CoO	Cobalt	0,0312	0,0318	0,0305	0,0312	0,0007	2,1011
16	NiO	Nickel	0,0000	0,0022	0,0027	0,0016	0,0014	87,2727
17	CuO	Copper	0,0600	0,0632	0,0559	0,0597	0,0036	6,0937
18	ZnO	Zinc	0,0154	0,0175	0,0149	0,0159	0,0014	8,5459
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0027	0,0029	0,0023	0,0026	0,0003	12,1233
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0149	0,0150	0,0145	0,0148	0,0003	1,7712
25	SrO	Strontium	0,0751	0,0765	0,0757	0,0758	0,0007	0,9713
26	Y	Yttrium	0,0047	0,0049	0,0049	0,0048	0,0001	2,0206
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0129	0,0132	0,0126	0,0129	0,0003	2,1616
29	Mo	Molybdenum	0,0086	0,0087	0,0083	0,0085	0,0002	2,6968
30	Ag	Silver	0,0132	0,0148	0,0129	0,0136	0,0010	7,5831
31	Cd	Cadmium	0,0042	0,0058	0,0033	0,0044	0,0013	28,8462
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0266	0,0272	0,0259	0,0266	0,0007	2,4830
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0454	0,0516	0,0482	0,0484	0,0031	6,3637
35	Te	Tellurium	0,2246	0,2488	0,2287	0,2340	0,0130	5,5508
36	I	Iodine	0,0510	0,0578	0,0521	0,0536	0,0037	6,8568
37	Cs	Cesium	0,0748	0,0896	0,0661	0,0768	0,0119	15,4556
38	BaO	Barium	0,1665	0,1991	0,1616	0,1757	0,0204	11,5872
39	La	Lanthanum	0,1844	0,2196	0,2015	0,2018	0,0176	8,7366
40	Ce	Cerium	0,3022	0,3526	0,3103	0,3217	0,0271	8,4105
41	Hf	Hafnium	0,0343	0,0315	0,0348	0,0335	0,0017	5,1746
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,3308	0,3279	0,3224	0,3270	0,0043	1,3143
43	WO ₃	Tungsten	0,2055	0,2153	0,2052	0,2087	0,0057	2,7465
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0062	0,0072	0,0062	0,0065	0,0006	9,2296
46	PbO	Lead	0,0042	0,0047	0,0038	0,0042	0,0005	10,7263
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0175	0,0171	0,0167	0,0171	0,0004	2,3329
49	U	Uranium	0,0074	0,0080	0,0067	0,0074	0,0007	9,0288
		TOPLAM	99,9974	99,9970	100,0056	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,73688						

Ek 7 Bölge adı Ketendere-2 olan 08 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	9,7903	9,7296	9,7599	9,7599	0,0303	0,3109
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	20,5456	20,5760	20,5456	20,5558	0,0175	0,0852
4	SiO ₂	Silicon	64,8235	65,0258	64,8437	64,8976	0,1114	0,1717
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,3769	0,3760	0,3721	0,3750	0,0026	0,6883
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3439	0,3439	0,3439	0,3439	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,5861	0,5420	0,5416	0,5566	0,0256	4,5963
9	CaO	Calcium	1,0905	1,0885	1,1118	1,0969	0,0129	1,1750
10	TiO ₂	Titanium	0,1303	0,1318	0,1326	0,1316	0,0012	0,8977
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0106	0,0119	0,0089	0,0105	0,0015	14,5123
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1178	0,1179	0,1189	0,1182	0,0006	0,5208
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,3614	0,3657	0,3674	0,3649	0,0031	0,8421
15	CoO	Cobalt	0,0179	0,0171	0,0163	0,0171	0,0008	4,7337
16	NiO	Nickel	0,0018	0,0025	0,0023	0,0022	0,0004	
17	CuO	Copper	0,0657	0,0575	0,0617	0,0616	0,0041	6,6518
18	ZnO	Zinc	0,0189	0,0158	0,0167	0,0171	0,0016	9,3772
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0027	0,0024	0,0021	0,0024	0,0003	11,4640
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0077	0,0075	0,0077	0,0076	0,0001	1,6341
25	SrO	Strontium	0,0171	0,0166	0,0174	0,0170	0,0004	2,3780
26	Y	Yttrium	0,0051	0,0049	0,0052	0,0051	0,0001	2,8101
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0111	0,0103	0,0107	0,0107	0,0004	4,0813
29	Mo	Molybdenum	0,0090	0,0086	0,0089	0,0089	0,0002	2,5244
30	Ag	Silver	0,0131	0,0133	0,0140	0,0134	0,0005	3,7825
31	Cd	Cadmium	0,0050	0,0039	0,0061	0,0050	0,0011	22,1548
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0282	0,0253	0,0298	0,0278	0,0023	8,1625
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0572	0,0512	0,0527	0,0537	0,0031	5,7786
35	Te	Tellurium	0,2221	0,2326	0,2386	0,2311	0,0083	3,6084
36	I	Iodine	0,0621	0,0662	0,0695	0,0659	0,0037	5,6096
37	Cs	Cesium	0,0673	0,0803	0,0847	0,0774	0,0091	11,6958
38	BaO	Barium	0,1532	0,1730	0,1762	0,1675	0,0125	7,4571
39	La	Lanthanum	0,1791	0,1811	0,2448	0,2016	0,0374	18,5438
40	Ce	Cerium	0,2640	0,2731	0,3045	0,2806	0,0212	7,5664
41	Hf	Hafnium	0,0301	0,0309	0,0325	0,0312	0,0012	3,8279
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,4284	0,2773	0,3065	0,3374	0,0802	23,7584
43	WO ₃	Tungsten	0,1165	0,1119	0,1107	0,1130	0,0031	2,7401
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0061	0,0064	0,0065	0,0063	0,0002	3,6190
46	PbO	Lead	0,0052	0,0059	0,0057	0,0056	0,0003	6,2408
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0146	0,0140	0,0153	0,0147	0,0006	4,3465
49	U	Uranium	0,0078	0,0064	0,0076	0,0073	0,0008	10,7849
		TOPLAM	99,9939	100,0049	100,0012	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 1,14689						

Ek 8 Bölge adı Çine-1 olan 09 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	11,0340	11,2852	11,2752	11,1981	0,1422	1,2702
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	19,8773	19,8873	19,8672	19,8773	0,0100	0,0506
4	SiO ₂	Silicon	64,0334	63,8927	63,6716	63,8659	0,1824	0,2855
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,2492	0,2446	0,2446	0,2461	0,0027	1,0843
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3216	0,3216	0,3216	0,3216	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,1629	0,1676	0,1896	0,1734	0,0143	8,2283
9	CaO	Calcium	1,4692	1,4581	1,4742	1,4672	0,0082	0,5606
10	TiO ₂	Titanium	0,9090	0,8939	0,9046	0,9025	0,0078	0,8647
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0133	0,0111	0,0137	0,0127	0,0014	11,1111
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1063	0,1139	0,1051	0,1084	0,0047	4,3697
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,2954	0,3131	0,3117	0,3068	0,0098	3,2045
15	CoO	Cobalt	0,0235	0,0223	0,0216	0,0225	0,0010	4,2961
16	NiO	Nickel	0,0019	0,0022	0,0020			
17	CuO	Copper	0,0449	0,0474	0,0462	0,0462	0,0013	2,7201
18	ZnO	Zinc	0,0156	0,0133	0,0153	0,0147	0,0013	8,5867
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0021	0,0019	0,0024	0,0021	0,0002	10,0060
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0035	0,0035	0,0036	0,0035	0,0001	2,5729
25	SrO	Strontium	0,0409	0,0389	0,0398	0,0399	0,0010	2,4580
26	Y	Yttrium	0,0098	0,0091	0,0096	0,0095	0,0004	3,6950
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0122	0,0115	0,0118	0,0118	0,0004	3,0145
29	Mo	Molybdenum	0,0059	0,0058	0,0057	0,0058	0,0001	1,5666
30	Ag	Silver	0,0100	0,0102	0,0110	0,0104	0,0005	4,8490
31	Cd	Cadmium	0,0034	0,0044	0,0057	0,0045	0,0012	25,8528
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0186	0,0192	0,0216	0,0198	0,0016	8,1913
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0375	0,0365	0,0375	0,0372	0,0006	1,4937
35	Te	Tellurium	0,1833	0,1932	0,2152	0,1972	0,0163	8,2632
36	I	Iodine	0,0458	0,0391	0,0496	0,0449	0,0053	11,9111
37	Cs	Cesium	0,0611	0,0721	0,0589	0,0640	0,0070	11,0125
38	BaO	Barium	0,1155	0,1176	0,1378	0,1236	0,0123	9,9642
39	La	Lanthanum	0,1372	0,1531	0,1384	0,1429	0,0089	6,2263
40	Ce	Cerium	0,1879	0,2070	0,2532	0,2161	0,0336	15,5449
41	Hf	Hafnium	0,0242	0,0249	0,0226	0,0239	0,0012	4,9402
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,3596	0,2135	0,3317	0,3016	0,0775	25,7039
43	WO ₃	Tungsten	0,1488	0,1387	0,1484	0,1453	0,0057	3,9552
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0050	0,0045	0,0050	0,0048	0,0003	6,6096
46	PbO	Lead	0,0062	0,0055	0,0059	0,0058	0,0003	5,9323
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0141	0,0132	0,0147	0,0140	0,0008	5,4801
49	U	Uranium	0,0058	0,0053	0,0066	0,0059	0,0006	10,7607
		TOPLAM	99,9958	100,0030	100,0012	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,48946						

Ek 9 Bölge adı Çine-2 olan 10 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	9,0648	9,1628	9,0011	9,0763	0,0814	0,8973
2	MgO	Magnesium	0,8326	0,8114	0,7952	0,8131	0,0188	2,3061
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	19,0976	19,1178	19,1380	19,1178	0,0202	0,1057
4	SiO ₂	Silicon	63,8204	63,6587	63,9113	63,7968	0,1279	0,2006
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,2552	0,2584	0,2601	0,2579	0,0025	0,9536
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3233	0,3233	0,3233	0,3233	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,6952	0,6800	0,6467	0,6740	0,0248	3,6816
9	CaO	Calcium	1,2085	1,1944	1,2105	1,2045	0,0088	0,7314
10	TiO ₂	Titanium	0,3057	0,2964	0,3019	0,3013	0,0047	1,5524
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0129	0,0124	0,0102	0,0119	0,0015	12,2423
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,0956	0,0988	0,0989	0,0978	0,0019	1,9398
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	2,7818	2,7656	2,7515	2,7663	0,0152	0,5483
15	CoO	Cobalt	0,0000	0,0000	0,0000			
16	NiO	Nickel	0,0079	0,0093	0,0072	0,0081	0,0010	12,7607
17	CuO	Copper	0,0507	0,0575	0,0570	0,0551	0,0038	6,8482
18	ZnO	Zinc	0,0212	0,0220	0,0210	0,0214	0,0005	2,5615
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0021	0,0019	0,0021	0,0020	0,0001	5,2760
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0144	0,0142	0,0140	0,0142	0,0002	1,4644
25	SrO	Strontium	0,0301	0,0300	0,0297	0,0299	0,0002	0,6615
26	Y	Yttrium	0,0075	0,0073	0,0073	0,0074	0,0001	1,2648
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0080	0,0076	0,0079	0,0078	0,0002	2,9547
29	Mo	Molybdenum	0,0073	0,0067	0,0068	0,0069	0,0003	4,3293
30	Ag	Silver	0,0108	0,0114	0,0101	0,0108	0,0007	6,3927
31	Cd	Cadmium	0,0030	0,0038	0,0028	0,0032	0,0005	16,0906
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0203	0,0223	0,0193	0,0206	0,0015	7,3060
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0402	0,0403	0,0386	0,0397	0,0010	2,4119
35	Te	Tellurium	0,1761	0,1897	0,1945	0,1868	0,0095	5,1033
36	I	Iodine	0,0436	0,0491	0,0478	0,0468	0,0029	6,2042
37	Cs	Cesium	0,0491	0,0588	0,0534	0,0538	0,0049	9,0460
38	BaO	Barium	0,1155	0,1430	0,1403	0,1329	0,0151	11,3929
39	La	Lanthanum	0,1439	0,1705	0,1503	0,1549	0,0139	8,9594
40	Ce	Cerium	0,2263	0,2829	0,2253	0,2449	0,0330	13,4625
41	Hf	Hafnium	0,0354	0,0309	0,0321	0,0328	0,0023	7,0056
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,3520	0,3329	0,3438	0,3429	0,0096	2,7927
43	WO ₃	Tungsten	0,1132	0,1092	0,1098	0,1107	0,0021	1,9161
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0053	0,0054	0,0047	0,0051	0,0004	7,8450
46	PbO	Lead	0,0039	0,0045	0,0035	0,0040	0,0005	12,9805
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0129	0,0122	0,0123	0,0125	0,0004	3,0592
49	U	Uranium	0,0027	0,0044	0,0045	0,0039	0,0010	25,6447
		TOPLAM	99,9972	100,0079	99,9949	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 1,03477						

Ek 10 Bölge adı Çine-3 olan 11 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	9,5168	9,8167	9,5420	9,6252	0,1663	1,7281
2	MgO	Magnesium	0,2274	0,2495	0,2375	0,2381	0,0111	4,6527
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	20,5470	20,5470	20,6375	20,5772	0,0523	0,2541
4	SiO ₂	Silicon	60,7052	60,6951	60,9668	60,7890	0,1540	0,2534
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,3121	0,3245	0,3186	0,3184	0,0062	1,9441
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3421	0,3321	0,3421	0,3388	0,0058	1,7149
8	K ₂ O	Potassium	0,3934	0,3894	0,3723	0,3850	0,0112	2,9139
9	CaO	Calcium	3,7884	3,7039	3,7562	3,7495	0,0427	1,1377
10	TiO ₂	Titanium	1,1089	1,0928	1,0968	1,0995	0,0084	0,7620
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0253	0,0180	0,0144	0,0192	0,0055	28,7911
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1349	0,1256	0,1288	0,1298	0,0048	3,6635
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,5886	0,5555	0,5593	0,5678	0,0181	3,1937
15	CoO	Cobalt	0,0200	0,0178	0,0187	0,0188	0,0011	5,9041
16	NiO	Nickel	0,0027	0,0019	0,0027	0,0024	0,0005	19,8347
17	CuO	Copper	0,0610	0,0467	0,0515	0,0531	0,0073	13,6974
18	ZnO	Zinc	0,0195	0,0182	0,0178	0,0185	0,0009	4,9528
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0024	0,0025	0,0026	0,0025	0,0001	3,9526
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0078	0,0074	0,0075	0,0075	0,0002	2,4477
25	SrO	Strontium	0,2334	0,2203	0,2236	0,2258	0,0069	3,0368
26	Y	Yttrium	0,0134	0,0128	0,0131	0,0131	0,0003	2,3875
27	ZrO ₂	Zirconium	0,1340	0,1279	0,1298	0,1306	0,0031	2,4048
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0146	0,0137	0,0141	0,0141	0,0004	3,1733
29	Mo	Molybdenum	0,0079	0,0072	0,0077	0,0076	0,0003	4,3674
30	Ag	Silver	0,0128	0,0120	0,0120	0,0122	0,0005	3,8677
31	Cd	Cadmium	0,0043	0,0034	0,0054	0,0044	0,0010	22,7879
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0231	0,0251	0,0235	0,0239	0,0010	4,2900
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0469	0,0464	0,0450	0,0461	0,0010	2,1504
35	Te	Tellurium	0,2317	0,2325	0,2254	0,2299	0,0039	1,7022
36	I	Iodine	0,0567	0,0509	0,0493	0,0523	0,0039	7,3838
37	Cs	Cesium	0,0726	0,0476	0,0591	0,0598	0,0125	20,9844
38	BaO	Barium	0,1660	0,1608	0,1528	0,1599	0,0066	4,1512
39	La	Lanthanum	0,2304	0,1640	0,1751	0,1898	0,0356	18,7421
40	Ce	Cerium	0,3019	0,3834	0,2435	0,3096	0,0703	22,6922
41	Hf	Hafnium	0,0344	0,0302	0,0290	0,0312	0,0029	9,1467
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,4335	0,3451	0,3452	0,3746	0,0510	13,6080
43	WO ₃	Tungsten	0,1260	0,1220	0,1237	0,1239	0,0020	1,6308
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0055	0,0055	0,0049	0,0053	0,0003	5,9964
46	PbO	Lead	0,0101	0,0098	0,0095	0,0098	0,0003	3,2887
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0244	0,0233	0,0235	0,0237	0,0006	2,5241
49	U	Uranium	0,0135	0,0119	0,0110	0,0122	0,0013	10,2979
		TOPLAM	100,0008	100,0002	99,9991	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,61803						

Ek 11 Bölge adı Turgutlar olan 12 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama	ss	% ss
1	Na₂O	Sodium	9,6845	9,8997	9,9058	9,8300	0,1261	1,2823
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al₂O₃	Aluminum	20,7856	20,7351	20,6947	20,7385	0,0456	0,2197
4	SiO₂	Silicon	63,6504	63,3573	63,4079	63,4718	0,1567	0,2468
5	P₂O₅	Phosphorus	0,1372	0,1390	0,1382	0,1382	0,0009	0,6596
6	SO₃	Sulfur	0,0209	0,0227	0,0216	0,0217	0,0009	4,2961
7	Cl	Chlorine	0,3537	0,3537	0,3537	0,3537	0,0000	0,0000
8	K₂O	Potassium	0,8488	0,8205	0,8680	0,8458	0,0239	2,8248
9	CaO	Calcium	1,4682	1,4571	1,4409	1,4554	0,0137	0,9426
10	TiO₂	Titanium	0,4168	0,4051	0,4189	0,4136	0,0075	1,8026
11	V₂O₅	Vanadium	0,0105	0,0095	0,0126	0,0109	0,0016	14,6953
12	Cr₂O₃	Chromium	0,1228	0,1223	0,1163	0,1204	0,0036	2,9862
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe₂O₃	Iron	0,6552	0,6421	0,6574	0,6516	0,0083	1,2740
15	CoO	Cobalt	0,0161	0,0188	0,0168	0,0172	0,0014	8,2262
16	NiO	Nickel	0,0024	0,0023	0,0024	0,0024	0,0001	2,9536
17	CuO	Copper	0,0570	0,0638	0,0555	0,0587	0,0044	7,5106
18	ZnO	Zinc	0,0175	0,0188	0,0163	0,0176	0,0012	6,9904
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As₂O₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0029	0,0028	0,0022	0,0026	0,0004	15,7128
24	Rb₂O	Rubidium	0,0082	0,0078	0,0082	0,0081	0,0002	3,0235
25	SrO	Strontium	0,0236	0,0221	0,0220	0,0226	0,0009	3,8418
26	Y	Yttrium	0,0183	0,0178	0,0176	0,0179	0,0003	1,9008
27	ZrO₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb₂O₅	Niobium	0,0124	0,0124	0,0117	0,0122	0,0004	3,5306
29	Mo	Molybdenum	0,0097	0,0091	0,0092	0,0094	0,0003	3,5907
30	Ag	Silver	0,0145	0,0147	0,0132	0,0141	0,0008	5,8775
31	Cd	Cadmium	0,0043	0,0058	0,0056	0,0052	0,0008	14,8662
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO₂	Tin	0,0290	0,0275	0,0262	0,0276	0,0014	5,0779
34	Sb₂O₅	Antimony	0,0502	0,0526	0,0482	0,0504	0,0022	4,4208
35	Te	Tellurium	0,2254	0,2442	0,2490	0,2396	0,0125	5,1976
36	I	Iodine	0,0642	0,0617	0,0639	0,0633	0,0013	2,0889
37	Cs	Cesium	0,0686	0,0783	0,0786	0,0752	0,0057	7,5688
38	BaO	Barium	0,1884	0,1969	0,1767	0,1873	0,0101	5,4139
39	La	Lanthanum	0,2102	0,2698	0,2809	0,2536	0,0380	14,9972
40	Ce	Cerium	0,2860	0,2789	0,3951	0,3200	0,0651	20,3588
41	Hf	Hafnium	0,0344	0,0317	0,0316	0,0326	0,0015	4,7491
42	Ta₂O₅	Tantalum	0,3377	0,4378	0,2772	0,3509	0,0811	23,1238
43	WO₃	Tungsten	0,1271	0,1214	0,1175	0,1220	0,0048	3,9604
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0070	0,0069	0,0062	0,0067	0,0004	6,4942
46	PbO	Lead	0,0063	0,0071	0,0073	0,0069	0,0005	7,0592
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0173	0,0166	0,0171	0,0170	0,0003	2,0010
49	U	Uranium	0,0067	0,0085	0,0070	0,0074	0,0010	13,1097
		TOPLAM	100,0001	100,0005	99,9994	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 1,03749						

Ek 12 Bölge adı Oğlan kayası olan 13 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	ölçüm 1	ölçüm 2	ölçüm 3	ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	10,3595	10,4399	10,3495	10,3830	0,0496	0,4774
2	MgO	Magnesium	0,1356	0,1226	0,1115	0,1233	0,0121	
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	20,1363	20,2066	20,1865	20,1765	0,0362	0,1796
4	SiO ₂	Silicon	63,3731	63,5439	63,5741	63,4970	0,1084	0,1707
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,3619	0,3582	0,3622	0,3608	0,0022	0,6205
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3316	0,3316	0,3215	0,3282	0,0058	1,7674
8	K ₂ O	Potassium	0,7395	0,7184	0,7908	0,7496	0,0372	4,9634
9	CaO	Calcium	1,1987	1,1606	1,1806	1,1800	0,0191	1,6187
10	TiO ₂	Titanium	0,5767	0,5612	0,5680	0,5686	0,0078	1,3638
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0108	0,0111	0,0134	0,0117	0,0014	12,1923
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1126	0,1179	0,1088	0,1131	0,0045	4,0137
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,6728	0,6558	0,6609	0,6632	0,0087	1,3154
15	CoO	Cobalt	0,0211	0,0194	0,0195	0,0200	0,0010	4,7937
16	NiO	Nickel	0,0032	0,0024	0,0023	0,0026	0,0005	
17	CuO	Copper	0,0568	0,0516	0,0495	0,0527	0,0037	7,0662
18	ZnO	Zinc	0,0179	0,0169	0,0168	0,0172	0,0007	3,7942
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0025	0,0023	0,0024	0,0024	0,0001	2,9289
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0107	0,0107	0,0105	0,0106	0,0001	0,9859
25	SrO	Strontium	0,0318	0,0312	0,0319	0,0316	0,0004	1,1594
26	Y	Yttrium	0,0135	0,0133	0,0133	0,0133	0,0001	0,7969
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0126	0,0127	0,0120	0,0124	0,0003	2,7472
29	Mo	Molybdenum	0,0090	0,0086	0,0087	0,0088	0,0002	2,6487
30	Ag	Silver	0,0134	0,0119	0,0129	0,0127	0,0007	5,7568
31	Cd	Cadmium	0,0051	0,0029	0,0040	0,0040	0,0011	28,2862
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0258	0,0235	0,0252	0,0248	0,0012	4,8409
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0482	0,0461	0,0448	0,0464	0,0017	3,7161
35	Te	Tellurium	0,2264	0,2001	0,2031	0,2098	0,0144	6,8663
36	I	Iodine	0,0587	0,0524	0,0496	0,0536	0,0046	8,6650
37	Cs	Cesium	0,0690	0,0628	0,0677	0,0665	0,0033	4,9389
38	BaO	Barium	0,1792	0,1702	0,1725	0,1740	0,0046	2,6684
39	La	Lanthanum	0,2201	0,1939	0,1990	0,2043	0,0139	6,7850
40	Ce	Cerium	0,3276	0,2321	0,2401	0,2666	0,0529	19,8584
41	Hf	Hafnium	0,0276	0,0299	0,0279	0,0285	0,0013	4,4693
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,4212	0,3792	0,3545	0,3850	0,0337	8,7618
43	WO ₃	Tungsten	0,1621	0,1629	0,1674	0,1641	0,0029	1,7493
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0058	0,0052	0,0056	0,0055	0,0003	5,6746
46	PbO	Lead	0,0052	0,0043	0,0052	0,0049	0,0005	10,7755
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0165	0,0167	0,0165	0,0166	0,0001	0,7034
49	U	Uranium	0,0066	0,0057	0,0061	0,0061	0,0005	7,4546
		TOPLAM	100,0066	99,9965	99,9969	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,47828						

Ek 13 Bölge adı Sarıkısık olan 14 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	ölçüm 1	ölçüm 2	ölçüm 3	ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	11,2614	11,3617	11,2814	11,3015	0,0531	0,4699
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	19,8429	19,8429	19,8329	19,8395	0,0058	0,0292
4	SiO ₂	Silicon	64,9486	64,8583	64,8181	64,8750	0,0668	0,1030
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,2124	0,2099	0,2082	0,2101	0,0021	1,0091
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3312	0,3212	0,3312	0,3279	0,0058	1,7674
8	K ₂ O	Potassium	0,1504	0,1601	0,1822	0,1642	0,0163	9,9284
9	CaO	Calcium	0,7881	0,7859	0,7948	0,7896	0,0047	0,5893
10	TiO ₂	Titanium	0,4274	0,4180	0,4208	0,4221	0,0048	1,1345
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0064	0,0090	0,0076	0,0077	0,0013	16,9732
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1112	0,1085	0,1141	0,1113	0,0028	2,5261
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,0819	0,0840	0,0846	0,0835	0,0014	1,7040
15	CoO	Cobalt	0,0294	0,0298	0,0290	0,0294	0,0004	1,3503
16	NiO	Nickel	0,0000	0,0000	0,0000			
17	CuO	Copper	0,0537	0,0515	0,0505	0,0519	0,0016	3,1665
18	ZnO	Zinc	0,0152	0,0159	0,0159	0,0157	0,0004	2,4886
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0024	0,0018	0,0023	0,0022	0,0003	15,1292
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0032	0,0036	0,0033	0,0034	0,0002	5,8450
25	SrO	Strontium	0,0272	0,0263	0,0273	0,0269	0,0005	2,0400
26	Y	Yttrium	0,0063	0,0061	0,0061	0,0062	0,0001	1,7872
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0700	0,0687	0,0695	0,0694	0,0006	
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0114	0,0118	0,0116	0,0116	0,0002	1,9548
29	Mo	Molybdenum	0,0073	0,0073	0,0074	0,0073	0,0000	0,3158
30	Ag	Silver	0,0120	0,0132	0,0123	0,0125	0,0006	4,8917
31	Cd	Cadmium	0,0030	0,0052	0,0041	0,0041	0,0011	26,9843
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0251	0,0253	0,0248	0,0251	0,0002	0,9621
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0425	0,0453	0,0461	0,0446	0,0019	4,2543
35	Te	Tellurium	0,2258	0,2118	0,2152	0,2176	0,0073	3,3681
36	I	Iodine	0,0416	0,0566	0,0532	0,0505	0,0079	15,6459
37	Cs	Cesium	0,0695	0,0658	0,0680	0,0678	0,0018	2,6872
38	BaO	Barium	0,1510	0,1555	0,1504	0,1523	0,0028	1,8375
39	La	Lanthanum	0,2248	0,1957	0,2098	0,2101	0,0146	6,9281
40	Ce	Cerium	0,2188	0,2549	0,2600	0,2446	0,0225	9,1798
41	Hf	Hafnium	0,0249	0,0251	0,0252	0,0250	0,0001	0,5256
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,3534	0,3450	0,4154	0,3713	0,0385	10,3639
43	WO ₃	Tungsten	0,1869	0,1768	0,1850	0,1829	0,0053	2,9142
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0055	0,0058	0,0057	0,0057	0,0002	3,2149
46	PbO	Lead	0,0069	0,0066	0,0064	0,0067	0,0003	3,9129
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0153	0,0161	0,0158	0,0157	0,0004	2,6798
49	U	Uranium	0,0074	0,0071	0,0076	0,0073	0,0002	3,2872
		TOPLAM	100,0021	99,9940	100,0038	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,36736						

Ek 14 Bölge adı Akkovanlık-1 olan 15 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	ölçüm 1	ölçüm 2	ölçüm 3	ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	1,3690	1,5967	1,5846	1,5168	0,1281	8,4453
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	16,6016	16,6923	16,5915	16,6285	0,0555	0,3337
4	SiO ₂	Silicon	61,9035	61,9236	61,6818	61,8363	0,1341	0,2169
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,3435	0,3375	0,3351	0,3387	0,0044	1,2869
6	SO ₃	Sulfur	0,0079	0,0091	0,0086	0,0086	0,0006	7,2640
7	Cl	Chlorine	0,2930	0,2940	0,2945	0,2938	0,0007	0,2432
8	K ₂ O	Potassium	16,7426	16,6318	16,7829	16,7191	0,0782	0,4680
9	CaO	Calcium	0,6064	0,6165	0,5994	0,6074	0,0086	1,4169
10	TiO ₂	Titanium	0,0396	0,0386	0,0388	0,0390	0,0005	1,3673
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0000	0,0000	0,0000			
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1003	0,1001	0,1006	0,1004	0,0003	0,2526
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,3441	0,3435	0,3449	0,3442	0,0007	0,2056
15	CoO	Cobalt	0,0310	0,0284	0,0301	0,0299	0,0013	4,4556
16	NiO	Nickel	0,0000	0,0000	0,0000			
17	CuO	Copper	0,0559	0,0616	0,0573	0,0583	0,0029	5,0392
18	ZnO	Zinc	0,0164	0,0139	0,0179	0,0161	0,0020	12,5965
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0032	0,0027	0,0030	0,0030	0,0003	8,5172
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0614	0,0600	0,0600	0,0604	0,0008	1,3181
25	SrO	Strontium	0,0307	0,0293	0,0305	0,0302	0,0008	2,6361
26	Y	Yttrium	0,0026	0,0029	0,0027	0,0027	0,0001	3,6964
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0055	0,0051	0,0056	0,0054	0,0002	4,0661
29	Mo	Molybdenum	0,0048	0,0046	0,0049	0,0048	0,0002	3,6012
30	Ag	Silver	0,0080	0,0080	0,0082	0,0081	0,0001	1,4728
31	Cd	Cadmium	0,0019	0,0018	0,0020	0,0019	0,0001	4,6805
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0154	0,0133	0,0117	0,0135	0,0018	13,6741
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0299	0,0260	0,0298	0,0286	0,0022	7,6838
35	Te	Tellurium	0,1722	0,1687	0,1728	0,1712	0,0022	1,2692
36	I	Iodine	0,0392	0,0338	0,0362	0,0364	0,0027	7,3552
37	Cs	Cesium	0,0334	0,0342	0,0442	0,0373	0,0060	16,1779
38	BaO	Barium	0,1531	0,1400	0,1640	0,1524	0,0120	7,8781
39	La	Lanthanum	0,1434	0,1093	0,1293	0,1273	0,0171	13,4403
40	Ce	Cerium	0,1682	0,1350	0,1662	0,1565	0,0186	11,9113
41	Hf	Hafnium	0,0148	0,0163	0,0190	0,0167	0,0022	12,9162
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,4445	0,3095	0,4420	0,3987	0,0772	19,3771
43	WO ₃	Tungsten	0,1871	0,1749	0,1796	0,1805	0,0061	3,4040
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0034	0,0024	0,0029	0,0029	0,0005	16,2491
46	PbO	Lead	0,0113	0,0109	0,0104	0,0109	0,0004	4,1439
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0087	0,0084	0,0093	0,0088	0,0004	4,9876
49	U	Uranium	0,0055	0,0045	0,0049	0,0050	0,0005	9,9944
		TOPLAM	100,0032	99,9893	100,0075	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,73253						

Ek 15 Bölge adı Akkovanlık-2 olan 16 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	ölçüm 1	ölçüm 2	ölçüm 3	ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	9,7353	9,6921	9,4603	9,6292	0,1479	1,5360
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	17,0436	17,0436	17,0335	17,0402	0,0058	0,0340
4	SiO ₂	Silicon	68,9873	69,1579	69,1278	69,0910	0,0911	0,1318
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,3042	0,3071	0,2995	0,3036	0,0038	1,2679
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3112	0,3112	0,3112	0,3112	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,4520	0,4687	0,4893	0,4700	0,0187	3,9790
9	CaO	Calcium	0,9264	0,9281	0,9214	0,9253	0,0034	0,3717
10	TiO ₂	Titanium	0,3165	0,3202	0,3209	0,3192	0,0024	0,7435
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0098	0,0088	0,0089	0,0092	0,0006	6,0083
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,0993	0,1062	0,1084	0,1046	0,0048	4,5551
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,1993	0,1890	0,2027	0,1970	0,0071	3,6144
15	CoO	Cobalt	0,0255	0,0249	0,0263	0,0256	0,0007	2,8142
16	NiO	Nickel	0,0022	0,0018	0,0021	0,0020	0,0002	
17	CuO	Copper	0,0484	0,0357	0,0431	0,0424	0,0064	14,9796
18	ZnO	Zinc	0,0149	0,0135	0,0158	0,0147	0,0012	7,8930
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0017	0,0020	0,0023	0,0020	0,0003	15,4598
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0051	0,0052	0,0054	0,0052	0,0002	3,1008
25	SrO	Strontium	0,0237	0,0232	0,0236	0,0235	0,0002	1,0581
26	Y	Yttrium	0,0049	0,0045	0,0050	0,0048	0,0002	4,7944
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0096	0,0093	0,0099	0,0096	0,0003	3,1397
29	Mo	Molybdenum	0,0066	0,0065	0,0071	0,0067	0,0003	4,6775
30	Ag	Silver	0,0104	0,0115	0,0124	0,0114	0,0010	8,6343
31	Cd	Cadmium	0,0032	0,0037	0,0058	0,0043	0,0014	31,8187
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0213	0,0208	0,0236	0,0219	0,0015	6,7423
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0395	0,0372	0,0416	0,0395	0,0022	5,5499
35	Te	Tellurium	0,1999	0,2055	0,2329	0,2128	0,0176	8,2871
36	I	Iodine	0,0454	0,0454	0,0497	0,0468	0,0025	5,3237
37	Cs	Cesium	0,0552	0,0577	0,0560	0,0563	0,0013	2,2758
38	BaO	Barium	0,1411	0,0961	0,1602	0,1325	0,0329	24,8647
39	La	Lanthanum	0,1696	0,1854	0,1831	0,1794	0,0085	4,7447
40	Ce	Cerium	0,2439	0,1847	0,2861	0,2382	0,0509	21,3783
41	Hf	Hafnium	0,0248	0,0253	0,0254	0,0251	0,0003	1,3062
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,3306	0,2906	0,3180	0,3131	0,0205	6,5394
43	WO ₃	Tungsten	0,1547	0,1519	0,1556	0,1540	0,0019	1,2573
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0046	0,0045	0,0051	0,0047	0,0003	6,7580
46	PbO	Lead	0,0032	0,0037	0,0039	0,0036	0,0004	9,9352
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0138	0,0130	0,0137	0,0135	0,0004	3,1720
49	U	Uranium	0,0049	0,0060	0,0065	0,0058	0,0008	13,6156
		TOPLAM	99,9937	100,0025	100,0038	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,37295						

Ek 16 Bölge adı Akkovanlık-3 olan 17 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	ölçüm 1	ölçüm 2	ölçüm 3	ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	11,7834	11,7029	11,8136	11,7666	0,0572	0,4863
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	20,2361	20,2864	20,2663	20,2629	0,0253	0,1250
4	SiO ₂	Silicon	64,4515	64,4616	64,2402	64,3844	0,1250	0,1942
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,1618	0,1622	0,1616	0,1619	0,0003	0,1899
6	SO ₃	Sulfur	0,0071	0,0064	0,0043	0,0059	0,0014	24,3585
7	Cl	Chlorine	0,3321	0,3321	0,3220	0,3287	0,0058	1,7674
8	K ₂ O	Potassium	0,4334	0,5030	0,4294	0,4553	0,0414	9,0966
9	CaO	Calcium	0,8688	0,8612	0,8436	0,8578	0,0130	1,5098
10	TiO ₂	Titanium	0,0707	0,0716	0,0692	0,0705	0,0012	1,7296
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0070	0,0073	0,0074	0,0073	0,0002	2,8779
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1031	0,0998	0,1021	0,1017	0,0017	1,6743
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,0804	0,0742	0,0744	0,0763	0,0035	4,6461
15	CoO	Cobalt	0,0239	0,0231	0,0229	0,0233	0,0006	2,3696
16	NiO	Nickel	0,0017	0,0019	0,0028	0,0021	0,0006	
17	CuO	Copper	0,0518	0,0367	0,0480	0,0455	0,0078	17,2401
18	ZnO	Zinc	0,0131	0,0133	0,0146	0,0137	0,0008	5,9245
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0020	0,0023	0,0015	0,0020	0,0004	19,6642
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0046	0,0041	0,0048	0,0045	0,0004	7,7795
25	SrO	Strontium	0,0249	0,0245	0,0244	0,0246	0,0003	1,1781
26	Y	Yttrium	0,0029	0,0029	0,0031	0,0030	0,0001	3,2447
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0070	0,0063	0,0067	0,0067	0,0004	5,9254
29	Mo	Molybdenum	0,0061	0,0057	0,0061	0,0060	0,0003	4,3140
30	Ag	Silver	0,0110	0,0099	0,0129	0,0113	0,0015	13,6229
31	Cd	Cadmium	0,0035	0,0033	0,0066	0,0045	0,0019	41,9660
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0200	0,0191	0,0242	0,0211	0,0027	12,8176
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0366	0,0367	0,0413	0,0382	0,0026	6,9265
35	Te	Tellurium	0,2058	0,1894	0,2308	0,2087	0,0209	10,0060
36	I	Iodine	0,0424	0,0376	0,0490	0,0430	0,0057	13,2837
37	Cs	Cesium	0,0581	0,0485	0,0579	0,0548	0,0055	9,9658
38	BaO	Barium	0,1245	0,1135	0,1682	0,1354	0,0290	21,3887
39	La	Lanthanum	0,1797	0,1624	0,2018	0,1813	0,0197	10,8772
40	Ce	Cerium	0,2053	0,2335	0,2606	0,2331	0,0277	11,8712
41	Hf	Hafnium	0,0259	0,0218	0,0239	0,0239	0,0020	8,4933
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,2510	0,2725	0,2954	0,2730	0,0222	8,1483
43	WO ₃	Tungsten	0,1361	0,1403	0,1366	0,1377	0,0023	1,6524
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0048	0,0049	0,0056	0,0051	0,0004	8,1012
46	PbO	Lead	0,0037	0,0036	0,0051	0,0041	0,0008	19,7871
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0095	0,0091	0,0097	0,0094	0,0003	3,4830
49	U	Uranium	0,0042	0,0051	0,0049	0,0047	0,0005	9,7649
		TOPLAM	99,9956	100,0009	100,0035	100,0000		
		Kızdırma kaybı: %0,62296						

Ek 17 Bölge adı Eti-1 olan 18 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	ölçüm 1	ölçüm 2	ölçüm 3	ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	8,0057	8,0158	8,0238	8,0151	0,0091	0,1130
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	14,7923	14,8626	14,8626	14,8392	0,0406	0,2735
4	SiO ₂	Silicon	73,2384	73,1480	73,2484	73,2116	0,0553	0,0755
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,0639	0,0577	0,0605	0,0607	0,0031	5,0579
6	SO ₃	Sulfur	0,0000	0,0000	0,0000			
7	Cl	Chlorine	0,3214	0,3214	0,3214	0,3214	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,2975	0,3585	0,3243	0,3267	0,0306	9,3663
9	CaO	Calcium	0,4112	0,4225	0,4221	0,4186	0,0064	1,5244
10	TiO ₂	Titanium	0,5771	0,5750	0,5802	0,5775	0,0026	0,4549
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0141	0,0106	0,0109	0,0119	0,0019	15,9074
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1082	0,1047	0,1137	0,1089	0,0045	4,1431
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,3083	0,2981	0,3095	0,3053	0,0063	2,0606
15	CoO	Cobalt	0,0339	0,0322	0,0308	0,0323	0,0016	4,8212
16	NiO	Nickel	0,0033	0,0024	0,0030	0,0029	0,0004	
17	CuO	Copper	0,0474	0,0450	0,0463	0,0462	0,0012	2,6098
18	ZnO	Zinc	0,0159	0,0163	0,0153	0,0158	0,0005	2,9355
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0021	0,0025	0,0025	0,0024	0,0002	9,5910
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0047	0,0050	0,0047	0,0048	0,0002	3,4368
25	SrO	Strontium	0,0152	0,0149	0,0148	0,0149	0,0002	1,2486
26	Y	Yttrium	0,0081	0,0082	0,0079	0,0081	0,0002	1,9961
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0786	0,0807	0,0773	0,0788	0,0018	
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0124	0,0126	0,0127	0,0126	0,0002	1,5366
29	Mo	Molybdenum	0,0066	0,0066	0,0065	0,0066	0,0000	0,6870
30	Ag	Silver	0,0105	0,0111	0,0092	0,0103	0,0010	9,5360
31	Cd	Cadmium	0,0033	0,0042	0,0033	0,0036	0,0005	14,9590
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0202	0,0223	0,0193	0,0206	0,0016	7,5936
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0355	0,0434	0,0361	0,0383	0,0044	11,4397
35	Te	Tellurium	0,1967	0,2054	0,1922	0,1981	0,0067	3,3742
36	I	Iodine	0,0450	0,0484	0,0417	0,0450	0,0034	7,4724
37	Cs	Cesium	0,0560	0,0459	0,0583	0,0534	0,0066	12,3989
38	BaO	Barium	0,1138	0,1329	0,1219	0,1229	0,0096	7,7937
39	La	Lanthanum	0,1423	0,1893	0,1950	0,1755	0,0289	16,4798
40	Ce	Cerium	0,3615	0,2360	0,1918	0,2631	0,0880	33,4639
41	Hf	Hafnium	0,0281	0,0250	0,0267	0,0266	0,0016	5,8864
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,3799	0,3724	0,3492	0,3671	0,0160	4,3624
43	WO ₃	Tungsten	0,2266	0,2290	0,2204	0,2253	0,0044	1,9531
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0048	0,0055	0,0048	0,0051	0,0004	7,7973
46	PbO	Lead	0,0042	0,0042	0,0040	0,0041	0,0001	2,5812
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0133	0,0138	0,0129	0,0133	0,0005	3,4521
49	U	Uranium	0,0057	0,0055	0,0050	0,0054	0,0004	6,9271
		TOPLAM	100,0134	99,9956	99,9910	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,4211						

Ek 18 Bölge adı Eti-2 olan 19 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	ölçüm 1	ölçüm 2	ölçüm 3	ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	10,6817	10,6314	10,5106	10,6079	0,0880	0,8292
2	MgO	Magnesium	0,0000	0,0000	0,0000			
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	18,2928	18,3835	18,3432	18,3398	0,0454	0,2475
4	SiO ₂	Silicon	67,4127	67,5235	67,3926	67,4429	0,0705	0,1045
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,2485	0,2483	0,2490	0,2486	0,0004	0,1460
6	SO ₃	Sulfur	0,0029	0,0043	0,0026	0,0033	0,0009	27,8851
7	Cl	Chlorine	0,3222	0,3222	0,3222	0,3222	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,3654	0,3415	0,5085	0,4051	0,0903	22,2979
9	CaO	Calcium	0,7413	0,7464	0,7750	0,7542	0,0182	2,4093
10	TiO ₂	Titanium	0,1975	0,1979	0,1963	0,1973	0,0008	0,4250
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0091	0,0080	0,0090	0,0087	0,0006	7,0730
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,0995	0,1004	0,0960	0,0986	0,0023	2,3150
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,1983	0,2008	0,1989	0,1994	0,0013	0,6590
15	CoO	Cobalt	0,0263	0,0242	0,0218	0,0241	0,0023	9,3522
16	NiO	Nickel	0,0021	0,0020	0,0025	0,0022	0,0003	
17	CuO	Copper	0,0478	0,0474	0,0382	0,0445	0,0055	12,2961
18	ZnO	Zinc	0,0142	0,0132	0,0137	0,0137	0,0005	3,6857
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0022	0,0020	0,0022	0,0021	0,0001	5,7422
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0043	0,0041	0,0040	0,0041	0,0002	4,5578
25	SrO	Strontium	0,0168	0,0168	0,0167	0,0167	0,0000	0,2168
26	Y	Yttrium	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0000	0,8938
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0076	0,0075	0,0071	0,0074	0,0003	3,4893
29	Mo	Molybdenum	0,0059	0,0057	0,0056	0,0057	0,0002	3,4920
30	Ag	Silver	0,0101	0,0093	0,0098	0,0097	0,0004	4,5182
31	Cd	Cadmium	0,0040	0,0029	0,0042	0,0037	0,0007	19,4877
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0195	0,0182	0,0178	0,0185	0,0009	4,9921
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0345	0,0355	0,0349	0,0349	0,0005	1,4623
35	Te	Tellurium	0,1811	0,1570	0,1806	0,1729	0,0138	7,9858
36	I	Iodine	0,0367	0,0367	0,0380	0,0371	0,0007	1,8776
37	Cs	Cesium	0,0382	0,0446	0,0418	0,0415	0,0032	7,7809
38	BaO	Barium	0,1080	0,1120	0,1233	0,1144	0,0079	6,9453
39	La	Lanthanum	0,1244	0,1500	0,1582	0,1442	0,0176	12,2029
40	Ce	Cerium	0,1792	0,1681	0,2084	0,1852	0,0208	11,2304
41	Hf	Hafnium	0,0230	0,0253	0,0216	0,0233	0,0019	8,0362
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,3571	0,2327	0,2654	0,2850	0,0645	22,6301
43	WO ₃	Tungsten	0,1577	0,1501	0,1570	0,1549	0,0042	2,6925
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0050	0,0045	0,0042	0,0046	0,0004	8,0600
46	PbO	Lead	0,0032	0,0040	0,0038	0,0037	0,0004	10,9009
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0102	0,0097	0,0093	0,0097	0,0005	4,9659
49	U	Uranium	0,0042	0,0044	0,0045	0,0044	0,0001	2,9485
		TOPLAM	99,9991	99,9992	100,0017	100,0000		
		Kızdırma kaybı: %0,67155						

Ek 19 Bölge adı Eti-3 olan 20 no'lu numuneye ait sonuçlar

	Sembol	Element	ölçüm 1	ölçüm 2	ölçüm 3	ortalama	ss	% ss
1	Na ₂ O	Sodium	10,9831	11,1839	11,2441	11,1371	0,1367	1,2272
2	MgO	Magnesium	0,2711	0,2791	0,2660	0,2721	0,0066	
3	Al ₂ O ₃	Aluminum	19,7576	19,7576	19,7375	19,7509	0,0116	0,0587
4	SiO ₂	Silicon	63,7603	63,3889	63,5896	63,5796	0,1859	0,2924
5	P ₂ O ₅	Phosphorus	0,4665	0,4618	0,4648	0,4644	0,0024	0,5145
6	SO ₃	Sulfur	0,0038	0,0047	0,0031	0,0038	0,0008	20,7683
7	Cl	Chlorine	0,3413	0,3413	0,3413	0,3413	0,0000	0,0000
8	K ₂ O	Potassium	0,2813	0,2578	0,2340	0,2577	0,0236	9,1742
9	CaO	Calcium	1,4698	1,4617	1,4517	1,4611	0,0091	0,6197
10	TiO ₂	Titanium	0,4293	0,4184	0,4222	0,4233	0,0055	1,3017
11	V ₂ O ₅	Vanadium	0,0111	0,0104	0,0147	0,0121	0,0023	18,6996
12	Cr ₂ O ₃	Chromium	0,1142	0,1156	0,1142	0,1147	0,0008	0,6570
13	MnO	Manganese	0,0000	0,0000	0,0000			
14	Fe ₂ O ₃	Iron	0,3328	0,3374	0,3335	0,3346	0,0025	0,7437
15	CoO	Cobalt	0,0208	0,0217	0,0221	0,0215	0,0007	3,1065
16	NiO	Nickel	0,0020	0,0023	0,0026	0,0023	0,0003	
17	CuO	Copper	0,0480	0,0479	0,0461	0,0473	0,0011	2,2686
18	ZnO	Zinc	0,0158	0,0157	0,0155	0,0157	0,0002	1,0121
19	Ga	Gallium	0,0000	0,0000	0,0000			
20	Ge	Germanium	0,0000	0,0000	0,0000			
21	As ₂ O ₃	Arsenic	0,0000	0,0000	0,0000			
22	Se	Selenium	0,0000	0,0000	0,0000			
23	Br	Bromine	0,0025	0,0026	0,0023	0,0025	0,0002	7,3284
24	Rb ₂ O	Rubidium	0,0063	0,0064	0,0059	0,0062	0,0002	3,8593
25	SrO	Strontium	0,0361	0,0356	0,0354	0,0357	0,0004	1,0578
26	Y	Yttrium	0,0152	0,0153	0,0156	0,0154	0,0002	1,1843
27	ZrO ₂	Zirconium	0,0000	0,0000	0,0000			
28	Nb ₂ O ₅	Niobium	0,0124	0,0131	0,0127	0,0127	0,0003	2,5116
29	Mo	Molybdenum	0,0084	0,0083	0,0085	0,0084	0,0001	1,6746
30	Ag	Silver	0,0120	0,0145	0,0125	0,0130	0,0013	10,3603
31	Cd	Cadmium	0,0043	0,0058	0,0053	0,0051	0,0008	15,1124
32	In	Indium	0,0000	0,0000	0,0000			
33	SnO ₂	Tin	0,0258	0,0246	0,0257	0,0254	0,0007	2,6331
34	Sb ₂ O ₅	Antimony	0,0447	0,0492	0,0487	0,0475	0,0025	5,2108
35	Te	Tellurium	0,2177	0,2531	0,2118	0,2275	0,0223	9,8152
36	I	Iodine	0,0578	0,0535	0,0571	0,0562	0,0023	4,1250
37	Cs	Cesium	0,0560	0,0841	0,0759	0,0720	0,0145	20,0672
38	BaO	Barium	0,1479	0,1794	0,1590	0,1621	0,0160	9,8615
39	La	Lanthanum	0,2028	0,2419	0,1847	0,2098	0,0293	13,9414
40	Ce	Cerium	0,2480	0,3514	0,2942	0,2978	0,0518	17,3925
41	Hf	Hafnium	0,0289	0,0283	0,0270	0,0281	0,0010	3,5532
42	Ta ₂ O ₅	Tantalum	0,3530	0,3285	0,3200	0,3338	0,0171	5,1363
43	WO ₃	Tungsten	0,1731	0,1632	0,1647	0,1670	0,0053	3,1729
44	Hg	Mercury	0,0000	0,0000	0,0000			
45	Tl	Thallium	0,0060	0,0061	0,0054	0,0058	0,0004	6,7409
46	PbO	Lead	0,0041	0,0045	0,0043	0,0043	0,0002	4,8280
47	Bi	Bismuth	0,0000	0,0000	0,0000			
48	Th	Thorium	0,0168	0,0170	0,0179	0,0172	0,0006	3,3157
49	U	Uranium	0,0065	0,0071	0,0074	0,0070	0,0005	6,9269
		TOPLAM	99,9951	99,9997	100,0051	100,0000		
		Kızdırma kaybı: % 0,39259						

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mustafa KARAMAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Isparta – 13 / 07 / 1980

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Süleyman Demirel Üniversitesi, FEF., Kimya
Bölümü; 1999-2004
Yüksek Lisans Öğrenimi :
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Yavuzlar Madencilik San. Tic. Ltd. Şti; 2005-...

İLETİŞİM

E-posta Adresi : mkaraman13@yahoo.com / mkaraman13@gmail.com
Tarih :22/12/2008