

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**ÇELTEK FORMASYONU (SORGUN-YOZGAT)
BİTÜMLÜ ŞEYLLERİNİN DEPOLANMA
ORTAMLARINDAKİ MİNERAL-ELEMENT
İLİŞKİLERİ**

Zübeyde Deniz EKİNCİ

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI**

Yozgat 2017

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**ÇELTEK FORMASYONU (SORGUN-YOZGAT)
BİTÜMLÜ ŞEYLLERİNİN DEPOLANMA
ORTAMLARINDAKİ MİNERAL-ELEMENT
İLİŞKİLERİ**

Zübeyde Deniz EKİNCİ

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI**

**Bu çalışma Bozok Üniversitesi BAP tarafından 2015 MMF 180 nolu proje kodu
ile ve MTA tarafından desteklenmiştir.**

Yozgat 2017

T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Jeoloji Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı 70111100004 numaralı öğrencisi **Zübeyde Deniz EKİNCİ** 'nin hazırladığı “**Çeltek Formasyonu (Sorgun-Yozgat) Bitümlü Şeyllerinin Depolanma Ortamlarındaki Mineral-Element İlişkileri**” başlıklı tezi ile ilgili tez savunma sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri gereğince 31/03/2017 günü saat 14:00'da yapılmış, tezin onayına oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Şükrü Koç



Jüri Üyesi (Danışman) : Yrd. Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI



Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ali SARI



ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 30/05/17 tarih ve 15 sayılı Enstitü Yönetim Kurulu Kararı ile onaylanmıştır.

30/05/2017



Doç. Dr. Fuat KÖKSAL
Müdür

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanı ve Coğrafi Konum	1
1.2. Çalışmanın Amacı	3
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Arazi Çalışmaları.....	8
3.2. Labaratuvar Çalışmaları	8
3.2.1. Organik Petrografi Analizleri	8
3.2.2. XRD ve Detay Kil Analizleri	10
3.2.3. Minerolojik İncelemeler	12
3.2.4. Ana, Eser ve İz Element İncelemeleri	12
3.2.4.1. XRF Analizleri	12
3.2.4.2. ICP-MS ve ICP-OES ile Kantitatif Eser Element Analizleri	13
3.2.5. Taramalı Elektron Mikroskobu- Mikroanaliz (SEM-EDAX)	13
3.3. Büro Çalışmaları.....	13
4. GENEL JEOLJİ	15
4.1. Stratigrafi.....	15
4.1.1. Orta Anadolu Granitoidleri (Kog)	15
4.1.2. Çeltek Formasyonu	17
4.1.3. Boğazköy Formasyonu	20

4.1.4. İzmir-Ankara- Erzincan Ofiyolitik Kuşağı	22
4.1.4.1. Artova Karışığı (Ka)	22
4.1.4.2. Darmik Formasyonu (Kd)	23
4.1.4.2.1. Volkanit Üyesi (Kdv)	24
4.1.4.2.2. Boyalık Üyesi	24
4.1.5. Kızılırmak Formasyonu	24
4.1.6. Pliyo- Kuvaterner Örtü Birimleri	25
4.1.7. Kuvaterner Çökelleri	25
4.2. Yapısal Jeoloji	25
5. ANALİZ VE BULGULAR	28
5.1. Mineralojik Analizler	28
5.1.1. İnce Kesit İncelemeleri	29
5.1.2. XRD ve Detay Kil Analizleri	32
5.1.3. Taramalı Elektron Mikroskobu- Mikroanaliz (SEM-EDAX)	35
5.2. Organik Petrografi İncelemeleri	38
5.2.1. Organik Maddelerin Petrografik Bileşenleri	41
5.2.2. Toplam Organik Madde Miktarı (TOC)	50
5.3 Organik Jeokimya	51
5.3.1. Bitümlü Şeyller	51
5.3.2. Türkiyede Bitümlü Şeyl Çalışmaları	53
5.4. Element Jokimyası	54
5.4.1. Element İçerikleri	54
5.5. Jeokimyasal İstatistikler	61
5.6. Element Zenginleşmeleri	79
6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	88
7. KAYNAKLAR	94
EKLER	100
ÖZGEÇMİŞ	170

ÇELTEK FORMASYONU (SORGUN-YOZGAT) BİTÜMLÜ ŞEYLLERİNİN DEPOLANMA ORTAMLARINDAKİ MİNERAL-ELEMENT İLİŞKİLERİ

ZÜBEYDE DENİZ EKİNCİ

**Bozok Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

2017; Sayfa: 170

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI

ÖZET

İnceleme alanı Orta Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğusunda Yozgat ili, Sorgun ilçesi sınırları içerisindedir. Çalışma alanı içerisinde, Kampaniyen-Maastrichtiyen, Eosen, Miyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler bulunmaktadır. Bu birimler içindeki Alt Eosen yaşlı Çeltek formasyonu bitümlü şeyl olarak tanımlanan kayalar bakımından karakteristiktir.

Alt Eosen yaşlı Sorgun havzası Çeltek Formasyonu bitümlü şeyllerinin element içeriklerinin tespit edilmesi için ICP-MS tekniğinden, TOC içeriği için piroliz analizlerinden, mineralojik tespitler ve organik petrografi incelemeleri için, XRD, SEM-EDS, ince ve parlak kesit incelemeleri gerçekleştirilmiştir.

XRD ve ince kesit verilerine göre kuvars, feldispat, kalsit, dolomit, pirit, kaolinit, klorit, mika, illit, simektit mineralleri tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, PAAS (Past Arceen Shale)'a göre örneklerin ortalama zenginleşme faktörleri hesaplanarak zenginleşen ve tüketilen elementlerin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Ç nolu sondaj örneklerinde, hemen hemen her derinlikte Ti, Cr, U, Th, Mo, Pb'nin zenginleştiği, tüm havza ortalamasında ise Ti, Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn elementlerinin zenginleştiği, SJ nolu örneklerde ise hemen hemen tüm derinliklerde Cr, U, Th, Sr, Pb zenginleşirken, havza ortalamasında Si, Mg, Ca, Na, K, Ti, P, Mn, Cr, U, Th, Cs, Sr, Mo, Pb elementlerinin zenginleştiği görülmüştür.

Örneklerin Toplam Organik Karbon (TOC) içeriği yüksektir. Ayrıca örneklerin vitrinit yansımaları ölçülerek R_{max} 0,318 - 0,617 arasında değiştiği görülmüştür. Buna göre

örneklerin kömürleşme derecelerine göre Linyit ve Alt Bitümlü Kömür aralığında olduğu görülmektedir. Organik petrografi incelemelerinde genellikle ülminit, densinit, gelinit, korpohüminit gibi maseraller tespit edilmiştir.

Sedimanlarda element zenginleşmelerinin kaynağı genellikle farklı kökenli olabilir. Bitümlü şeyller içindeki minerallerin kimyasal içeriğinin element zenginleşmesine katkı sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çeltek Formasyonu (Sorgun, Yozgat), Bitümlü şeyl, Organik madde, İnorganik element, XRD, ICP-MS.



ÇELTEK FORMATION (SORGUN-YOZGAT) MINERAL OIL STORAGE-ELEMENT MEDIA RELATIONS IN THE SHALE

Zübeyde DENİZ EKİNCİ

**Bozok University
Institute of Science and Technology
Geology Department
Master Thesis**

2017; Page: 170

Thesis advisor: Assist. Prof. Berna YAVUZ PEHLİVANLI

ABSTRACT

The study area is located in the Sorgun district of Yozgat province in the north-east of Central Anatolia Region. Within the study area there are the Campanian-Maastrichtian, Eocene, Miocene and Quaternary aged units. The Lower Eocene Celtek formation within these units is characterized by rocks identified as bituminous shale.

XRD, SEM-EDS, thin and bright section analyzes were carried out for the determination of elemental contents of bituminous shale of Lower Eocene aged Sorgun basin Celtek Formation from ICP-MS technique, pyrolysis analysis for TOC content, mineralogical fixations and organic petrographic studies.

Quartz, feldspar, calcite, dolomite, pyrite, kaolinite, chlorite, mica, illite, smectite minerals were determined according to XRD and thin section data.

According to PAAS (Past Arceen Shale), it is determined by calculating the average enrichment factors that the samples are enriched and consumed elements. According to this, it has seen that in almost every depth in the number Ç drill samples Ti, Cr, U, Th, Mo, Pb elements, in the whole basin average Ti, Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn elements and in the number SJ samples in almost every depth Cr, U, Th, Sr, Pb elements, in the whole basin average Si, Mg, Ca, Na, K, Ti, P, Mn, Cr, U, Th, Cs, Sr, Mo, Pb elements were enriched.

Total Organic Carbon (TOC) content of the samples is high. In addition, the vitrinite reflections of the samples were measured and it was seen that R_{max} varied between 0,318 - 0,617. According to this, it is seen that the samples are in the range of Lignite and Lower

Bituminous Coal according to the degree of coalification. Organic petrographic studies have generally detected macerals such as ulminite, densinite, gelinite, and corpohumininite.

The source of element enrichment in sediments can often be of different origins. It has been observed that the chemical content of minerals in bituminous shales contributes to the element enrichment.

Key words: Çeltek Formation (Sorgun, Yozgat), Bituminous shale, Organic matter, Inorganic element, XRD, ICP-MS.



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında, bilgi öneri ve yönlendirmeleriyle bilimsel katkılarının yanı sıra manevi katkılarını esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Berna YAVUZ PEHLİVANLI'ya, tez çalışmamda önemli katkılar sağlayan Sayın Doç. Dr. Selami TOPRAK' a (MTA), Sayın Yük. Jeo. Müh. Serap İÇÖZ'e (MTA), Sayın Dr. Sezin ÖZAKSOY'a (MTA), Sayın Dr. Tolga GÖRMÜŞ (MTA), ve Sayın Dr. Gökçe GÜRTEKİN'e (MTA), sayın Yük. Jeo. Müh. Metin BEYAZPİRİNÇ'e (MTA), Sayın Prof. Dr. Cem SARAÇ'a (Hacettepe Üniversitesi) ayrıca manevi desteklerinin yanında maddi desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Sayın Jeo. Müh. Esra OKUR'a (MTA), Sayın Yük. Jeo. Müh. H. Pakay PARKIN'a (MTA), Sayın Yük. Jeo. Müh. Aynur COŞKUN'a (MTA), Sayın Jeo. Müh. Sevilay TAN'a (MTA), teşekkür ederim. Çalışmamızı bilimsel ve ekonomik açıdan destekleyen Bozok Üniversitesi ve kurumum MTA' ya teşekkür ederim.

Maddi manevi destekleriyle hep yanımda olan sevgili eşim M. Erkut EKİNCİ'ye, yaşam sevincim olan sevgili yavrularım İrem EKİNCİ ve Tuğberk EKİNCİ'ye, yetişmemde ve bu günlere gelmemde sonsuz emeği olan sevgili anne ve babam Hacer-Mevlüt KAPUSUZ'a, hayatımdaki ilk ve değerli arkadaşlarım olan kardeşlerim Tuğba KAPUSUZ ve A. Emre KAPUSUZ'a, manevi destekleriyle yanımda olan Seval EKİNCİ'ye teşekkür ederim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 5.1.	Uygulanan çeşitli mineralojik teknikler.....	28
Çizelge 5.2.	SJ örneklerindeXRD sonucu tespit edilen mineraller.....	32
Çizelge 5.3.	Ç örneklerinde XRD sonucu tespit edilen mineraller.....	33
Çizelge 5.4.	Dünya örneklerinde XRD sonucu tespit edilen mineraller.....	34
Çizelge 5.5.	Detay kil çalışılan örnekler ve tespit edilen kil mineralleri	34
Çizelge 5.6.	Kömürlerin % Rmax değerleri ve kömürleşme dereceleri	39
Çizelge 5.7.	Organik petrografi bakımından incelenen örneklerin yansıma değerleri	40
Çizelge 5.8.	Hüminit grubu maseralleri	41
Çizelge 5.9.	Çalışma örneklerinin Organik Madde ve İnorganik Madde oranları.....	43
Çizelge 5.10.	Araştırmacılara göre TOC değerleri ve kaynak kaya kalitesi.....	50
Çizelge 5.11.	Türkiyede Bitümlü Şeyl Sahalarının Rezerv ve Isı Değerleri	53
Çizelge 5.12.	Ç sondajı örneklerine ait majör elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı.	61
Çizelge 5.13.	Ç sondajı örneklerine ait majör elementlerin korelasyon matrisi	61
Çizelge 5.14.	Ç sondajı örneklerine ait nadir toprak elementlerinin ortalama standart sapma ve standart hata payı.....	63
Çizelge 5.15.	Ç sondajı örneklerine ait nadir toprak elementlerinin korelasyon matrisi.....	63
Çizelge 5.16.	Ç sondajı örneklerine ait iz elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı.	65
Çizelge 5.17.	Ç sondajı örneklerine ait iz elementlerin korelasyon matrisi.	66
Çizelge 5.18.	Ç sondajı örneklerine ait tüm elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı.	68
Çizelge 5.19.	SJ sondajı örneklerine ait majör elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı.....	70
Çizelge 5.20.	SJ sondajı örneklerine ait majör elementlerin korelasyon matrisi	70
Çizelge 5.21.	SJ sondajı örneklerine ait nadir toprak elementlerinin ortalama standart sapma ve standart hata payı.....	72
Çizelge 5.22.	SJ sondajı örneklerine ait nadir toprak elementlerinin korelasyon matrisi.....	72
Çizelge 5.23.	SJ sondajı örneklerine ait iz elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı	74

Çizelge 5.24. SJ sondajı örneklerine ait iz elementlerin korelasyon matrisi	75
Çizelge 5.25. SJ sondajı örneklerine ait tüm elementlerinin ortalama standart sapma ve standart hata payı.....	77
Çizelge 5.26. Ç nolu örneklerin PAAS'a göre zenginleşme tablosu.....	80
Çizelge 5.27. SJ nolu örneklerin PAAS'a göre zenginleşme tablosu.....	81
Çizelge 5.28. Dünya örneklerinin PAAS'a göre zenginleşme tablosu.....	82
Çizelge 5.29. PAAS'a göre örneklerin ortalama zenginleşme faktörleri	83
Çizelge 5.30. SJ sondajında derinliğe bağlı olarak zenginleşen elementler (PAAS 'a göre).....	86
Çizelge 5.31. Ç sondajında derinliğe bağlı olarak zenginleşen elementler (PAAS 'a göre).....	87



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Çalışma sahasının yer bulduru haritası.....	2
Şekil 3.1.	Organik Petrografi İncelemeleri, Üstten aydınlatmalı mikroskop ve MSP-200 V344 bilgisayar programı ile Rrandom değerlerinin ölçülmesi	10
Şekil 3.2.	Detay kil analizinden numune hazırlama	12
Şekil 4.1.	Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti	16
Şekil 4.2.	Çeltek formasyonuna ait SJ nolu sondajın tip kesiti	18
Şekil 4.3.	Çeltek formasyonuna ait Ç nolu sondajın tip kesiti.....	19
Şekil 4.4.	Çeltek Formasyonuna ait birimler	21
Şekil 4.5.	Çeltek Formasyonu uzaktan görünüm.....	21
Şekil 4.6.	Türkiyenin tektonik birlikleri	27
Şekil 5.1.	Ç.18 Bitümlü Şeyl (A:Ç.N, B:T.N, küçük taneli kuvars ve feldispat mineralleri, organik madde).....	30
Şekil 5.2.	S.J 11 Kumtaşı (A, B: Ç.N- Feldispat ve kuvars kristalleri)	30
Şekil 5.3.	S.J 25, Kumtaşı (A: Ç.N-Kuvars ve feldispat mineralleri, B:Ç.N- Ortada feldispat minerali).....	30
Şekil 5.4.	Utah, Bitümlü şeyl.....	31
Şekil 5.5.	Estonya, Bitümlü Şeyl	31
Şekil 5.6.	Ürdün, Bitümlü şeyl	31
Şekil 5.7.	Ç 29 nolu örnekte SEM analiziyle görülen petrol damlacığı	35
Şekil 5.8.	Ç 31 nolu örnekte SEM analiziyle görülen piritler	36
Şekil 5.9.	SJ 9 nolu örnekte SEM analiziyle görülen kuvars mineralleri	37
Şekil 5.10.	Ç.6 nolu örnekte densinit maserali ve pirit minerali	44
Şekil 5.11.	Ç.6 nolu örnekte gelinit ve ülminit maseralleri	45
Şekil 5.12.	Ç.6 nolu örnekte gelinit, funginit ve ülminit maseralleri	45
Şekil 5.13.	Ç.7 nolu örnekte hüminit maseralleri, kil ve pirit minerali	46
Şekil 5.14.	Ç.26 nolu örnekte hüminit maseralleri ve kuvars.....	46
Şekil 5.15.	Ç.26 nolu örnekte hüminit maseralleri ve kuvars.....	47
Şekil 5.16.	Ç.27 nolu örnekte densinit maseralleri	47
Şekil 5.17.	Ç.27 nolu örnekte densinit, gelinit ve funginit maseralleri	48
Şekil 5.18.	Ç.29 nolu örnekte gelinit ve ülminit maseralleri	48
Şekil 5.19.	Ç.30 nolu örnekte gelinit, ülminit ve kütinit maseralleri, pirit.....	49
Şekil 5.20.	Ç.30 nolu örnekte gelinit ve kütinit maseralleri	49

Şekil 5.21.	Ç.30 nolu örnekte gelinit, ülminit ve kütinit maseralleri, pirit.....	50
Şekil 5.22.	Majör elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	55
Şekil 5.23.	Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	55
Şekil 5.24.	Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	56
Şekil 5.25.	Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	56
Şekil 5.26.	Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	57
Şekil 5.27.	Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	57
Şekil 5.29.	SJ sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	58
Şekil 5.30.	SJ sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	58
Şekil 5.31.	SJ sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	59
Şekil 5.32.	Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	59
Şekil 5.33.	Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	60
Şekil 5.34.	Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı	60
Şekil 5.35.	Ç nolu örnek noktasındaki majör element dendogramı.....	62
Şekil 5.36.	Ç nolu örnek noktasındaki nadir toprak elementlerinin dendogramı	64
Şekil 5.37.	Ç nolu örnek noktasındaki iz elementlerin dendogramı.....	67
Şekil 5.38.	Ç nolu örnek noktasındaki tüm elementlerin dendogramı	69
Şekil 5.39.	SJ nolu örnek noktasındaki majör element dendogramı.....	71
Şekil 5.40.	SJ nolu örnek noktasındaki nadir toprak elementlerinin dendogramı	73
Şekil 5.41.	SJ nolu örnek noktasındaki iz elementlerin dendogramı.....	76
Şekil 5.42.	SJ nolu örnek noktasındaki tüm elementlerin dendogramı	78
Şekil 5.43.	Ç Sondajına ait örnekleri Zenginleşme Grafiği (PAAS 'a göre)	84
Şekil 5.44.	SJ Sondajına ait örnekleri Zenginleşme Grafiği (PAAS 'a göre)	85

KISALTMALAR

- BAP** : Bilimsel Arştırma Projeleri
MTA : Maden Tetkik Arama
MAT : Maden Analizleri Dairesi
BİLTEM : Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
TPAO : Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı



1. GİRİŞ

1.1. Çalışma Alanı ve Coğrafi Konum

İnceleme alanı Orta Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğusunda Yozgat ili, Sorgun ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Sorgun ilçesi doğuda Akdağmadeni ve Saraykent, güneyde Sarıkaya kuzeyde Çekerek ve batıda Yozgat-Merkez ile çevrilidir. Çalışma sahası Sorgun merkezine çok yakın olup, Yozgat il merkezine yaklaşık 35 km uzaklıktadır. Türkiye'nin batısından doğusuna uzanan E-88 karayolu ilçe merkezinin içinden geçer (Şekil 1.1). Bölge karasal iklime sahip olup kışlar soğuk ve yağışlı yazlar ise kuraktır. Bölgede hafif engebeli düzlüklerden oluşmuş bir topoğrafya hakimdir. Bölgedeki önemli yükseltiler Pürçüklühüyük Tepe (1375m), Kerkenez Tepe (1340m) ve Göz Tepe (1300m)'dir. En önemli deresi Eyri (Eğriöz deresi) dere olup, Mükremin Göleti de saha yakınlarında yer almaktadır.

Çalışma alanı Yozgat ilinin Sorgun ilçesinde, 1/25.000 ölçekli Yozgat İ34a3 ve a4 paftalarının içerisinde yer almaktadır.

Çalışma sahasını içine alan Sorgun havzasının güneyinde Orta Anadolu Granitoidlerine ait granitik kayalar, kuzeyinde ise İzmir-Ankara- Erzinçan kenet kuşağına ait ofiyolitik kayalar bulunur.

Anatolide tektonik birliği içinde yer alan çalışma alanı, Kratese sonunda oluşmuş olup Anadolu'nun tektonik -orojenik safhasında ikinci sırada yer alır (Ketin,1966).

Çalışma alanının tabanını Üst Kratese yaşlı Orta Anadolu Granitoidleri oluşturur. Tez çalışmasına konu olan Alt Eosen yaşlı Çeltek Formasyonu, granitoidler üzerine uyumsuz gelir (Cicioğlu,1995).

Çeltek Formasyonu, kumtaşı, kömür, bitümlü şeyl, merceksi kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşur.

Çankırı-Çorum-Yozgat arasında kalan alan Alt Tersiyer dönemlerinde çok aktif bir tektonizmaya uğramış, faylarla ve kıvrım eksenleriyle bölünerek burada pek çok sedimantasyon havzası oluşturmuştur. Bu havzalardan biri olan Sorgun havzası,

Çankırı-Çorum-Yozgat Tersiyer havzasının doğuya ilerlemiş dar ve uzun bir koludur.



Şekil 1.1. Çalışma sahasının yer buldu haritası

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, inceleme alanındaki bitümlü kayaçların mineral ve element içerikleri, organik madde-inorganik element birliktelikleri ve birbirleriyle olan ilişkileri belirlenerek zenginleşen elementlerin ekonomik olarak değerlendirilmesi için dikkat çekmesi amaçlanmıştır.

Bitümlü şeyl, organik çözücülerde çözünmeyen ve kerojen adı verilen organik madde içeren, ince taneli ve genellikle laminalı bir yapıya sahip sedimanter kayaç olarak tanımlanmaktadır.

Alternatif bir enerji hammaddesi olan bitümlü şeyllerden, sentetik petrol ve gaz üretimi, termik santrallerde katı yakıt olarak kullanımı, artık şeyllerden çimento üretimi, adsorban karbon üretimi ve tarımda gübre olarak kullanımı gibi alanlarda faydalanılmaktadır. Bitümlü şeyllerin dünya üzerinde alternatif bir enerji olması tezin önemini artırmaktadır.

Daha önce bölgede birçok çalışma yapılmış olup bu çalışmalar genelde, bölgenin jeolojisi, minerolojik ve tektonik özellikleri, maden potansiyelleri, kömür ve jeotermal potansiyelleri üzerine olmuştur. Fakat çalışma sahasında mostra veren bitümlü şeyller mineral element ilişkisi açısından incelenmemiştir.

Ayrıca bitümlü şeyllerin termik santrallerde katı yakıt olarak kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla, MTA tarafından Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Kütahya), Hatıldağ (Bolu), Himmetoğlu (Bolu), Mengen (Bolu), Ulukışla (Niğde), Bahçecik (İzmit),Burhaniye (Balıkesir),Beydili (Ankara), Dodurga (Çorum),Çeltek (Amasya) sahalarda çeşitli çalışmalar yapılmış, Sorgun havzasında bulunan bitümlü şeyller bu çalışmalar içine girmemiştir.

Bu tez kapsamında inceleme alanında ilk defa Çeltek Formasyonu bitümlü şeyllerinin mineral içerikleri ve element zenginleşmeleri sonucuna göre zenginleşen ve tüketilen elementlerin ilişkileri jeokimyasal ve jeostatistik olarak bölgenin değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ketin (1955) bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını yaparak Yozgat bölgesinin jeolojisini ve Orta Anadolu masifinin tektonik durumunu irdelemiştir. Ketin'in bu çalışması Yozgat ili ve Sorgun, Yerköy ve Çiçekdağı ilçelerini kapsamaktadır.

Ketin çalışma sahasının stratigrafisini yaşlıdan gence doğru, Metamorfik kristalin masifler, serpantin ve radyolaritli Üst Kretase, Alt Eosen flişi, Lütésiyen, lütésiyen volkanik fasiyesi, Oligosen Neojen ve alüvyonlar şeklinde sıralamıştır.

Ayrıca Ketin'e göre bölgede mağmatizma faaliyetleri, kristalin masif içerisinde plütonik faaliyetler şeklinde, Üst Kretase ve Lütésiyen devirlerinde denizaltı volkanizması şeklinde kendini göstermiştir.

Ketin (1963) tarafından 1/500.000 ölçekli Kayseri paftasının jeoloji haritası bölgenin bilimsel ve ekonomik durumunu da içerisine alarak çalışılmıştır. Ketin (1963) çalışmasında stratigrafi, tektonizma ve mağmatik faaliyetlerden söz etmiş ve ayrıca bölgedeki madenleri ve lokasyonlarını belirtmiştir.

Wedding (1963) tarafından Sorgun güneyinde (1/25.000 ölçekli İ34-a3 paftası) linyit yataklarına yönelik yapılan incelemede kömürün kalınlığını yaklaşık 3.5m olarak belirtilmiştir.

Ağralı (1965), yaptığı çalışmada bölgenin kömür potansiyelini değerlendirerek 1/10.000 ölçekli jeoloji haritasını yapmış ve çalışma sahasının stratigrafisini yaşlıdan gence doğru şöyle sıralamıştır. Granit ve granodiyoritlerden oluşan mağmatik kayalar Temel kayalar, kristalize kireçası ve tabakalı kalkerli marnlardan oluşan Mesozoyik, fliş fasiyesi ve lagüner fasiyes olmak üzere iki ayrı fasiyese ayırdığı kırıntılı kayaları Alt Eosen, numulitli kumtaşı, marn, killi marn ve killi kumtaşlarından oluşan birimleri Orta-Üst Eosen, karasal çökellerden oluşan Pliyosen ve Kuvaterner birimleridir. Ayrıca Ağralı bu çalışmada bölgedeki kömürlerin, Eosen yaşlı lagüner fasiyeste alt ve üst olmak üzere iki ayrı seviye halinde bulunduğunu belirtmiştir.

Ketin (1966)' da ise Anadolu'nun tektonik birliklerini Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları olmak üzere sınıflandırmıştır. Çalışma alanını Anatolidler tektonik birliği içinde anlatmıştır. Orta ve Batı Anadolu kristalin masiflerini veya metamorfik serilerini içine alan Anatolidler tektonik birliği, ayrıca metamorfik serilere bağlı olarak gelişen ofiyolitik fasiyeste, serpantin ve radyolaritli Üst Kretase ile bunların üzerine diskordansla gelen Tersiyer birimlerini kapsamaktadır.

Norman (1975) Çankırı-Çorum-Yozgat bölgesinde Alt Tersiyer yaşta birimlerde paleoakıntıları ve denizaltı volkanizmasını inceleyerek bölgenin birbiriyle irtibatlı çeşitli basenlere bölünmüş olduğu ve bunlarda ayrı ayrı sedimantasyon olaylarının yer aldığını ortaya koymuştur. Sahada görülen Alt Tersiyer sonrası tektonizma, ana yapıyı en az kratese sonlarında kurmuş olup. Paleosen ve Eosen devirleri boyunca bu yapıyı gittikçe geliştirmiştir.

Gücük (1978) tarafından Sorgun kömür sahasında yapılan 35 adet sondaj ve bu sondajların ekonomik durumları ve rezerv miktarları incelenmiştir. Gücük bu alışmasında sondajlardan 15 tanesinin ekonomik değerde kömür kestiğini belirtmiş ve bu kömür damarlarını kalınlıklarını ve rezervlerini saptamıştır.

Karlı ve Sülün (1978) yaptıkları çalışmada Sorgun doğusundaki linyit aramalarını rezistivite etüdü ile gerçekleştirmişlerdir.

Jeokimyasal özelliklerini inceleyerek, kökensele durumlarını yorumlamıştır. Büyükönel bu çalışmada gabroların toleyitik, granit ve volkanitlerin kalkalkalen karakterde olduklarını, bölgedeki volkanitlerin sodik karakterde olduğunu ve bu volkanitlerde Al'ca zengin andezit ve bazaltların bulunduğunu tespit etmiştir.

Karaca ve Yazaroğlu (1981) Sorgun-Küçükköhne bölgesinde linyit sahasının fizibilite araştırmasını yapmışlar, yapılan 25 adet sondajın 19 tanesinde ekonomik kömüre rastlamışlardır. Bu sondajlardaki kömür kalınlıklarını göz önüne alarak rezerv hesaplarını buna göre yapmışlardır.

Cicioğlu (1995) Sorgun bölgesindeki kömürleri kimyasal ve petrografik özelliklerini değerlendirerek incelemiştir ve 1/25.000 ölçekli İ34 a3 ve a4 paftalarında kalan yaklaşık 300km² lik bir alanın jeoloji haritası revize etmiştir. Bu çalışmaya göre

Sorgun havzasının temelini Eosen öncesi yaşlı Yozgat granitoidi oluşturur. Yozgat granitoidi üzerine Alt Eosen yaşlı Çeltek formasyonu uyumsuz olarak gelir. Çeltek formasyonu çalışma alanında ilk kez yazar tarafından adlandırılmıştır. Çeltek formasyonu üzerinde transgresif olarak gelen Orta-Üst Eosen yaşlı Çekerek formasyonu yer alır. Çekerek formasyonu üzerine tektonik dokanakla Artova ofiyolitli karışığı gelmekte, tüm bu birimler, Neojen ve Kuvaterner yaşlı birimlerle uyumsuz olarak örtülmektedir. Ayrıca bu çalışmada, sahada yer alan kömür ve bitümlü şeyllerin, Alt Eosen yaşlı Çeltek formasyonunda yer aldığını karasal görsel ortamda, sualtı fasiyes koşullarında çökeldiğini ileri sürmüştür. Diğer yandan Sorgun havzasındaki kömürlerde, maseral ve minerel madde analizleri sonucu, hüminit grubu maserallerin daha fazla, liptinit grubu maserallerin daha az olduğunu belirtmiştir.

Yalçın ve diğ. (1997) yaptıkları çalışmada Sorgun kömür havzasının kil minerolojisi ve tümkayaç jeokimyası arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre; Çeltek formasyonu bolluk sırasına göre fillosilikat, başlıca kaolinit, tali illit, klorit ve simektit, kuvars, feldispat, opal-CT, pirit, kalsit ve eser miktarda dolomit içermektedir.

Akçay ve diğ. (2008) İ34 Yozgat paftasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamışlar ve bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesitini oluşturmuşlardır. Bu çalışmaya göre, bölgede en yaşlı birimler Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifine ait metamorfik kayalardır. Bu kayaları kesen Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı Orta Anadolu Granotoyidleri, Karaboğazdere Gabrosu ve volkanik kayalar gelir. Eosen yaşlı sığ denizel ve karasal ortamlarda çökelmiş örtü kayaları gelir. Eosen yaşlı birimlerin üzerine tektonik dokanakla yerleşen İzmir-Ankara-Erzincan zonuna ait Darmik Formasyonu ve Artova Ofiyolitli karışığına ait kayalar görülür. tüm bu istifli Orta Miyosen-Kuvaterner yaşlı çökeller uyumsuz olarak örter.

Beyazpirinç ve diğ. (2014) tarafından Yozgat il sınırları dahilinde olan Sorgun, Sarıkaya, Saraykent, Akdağmadeni ve Kadışehri ilçelerini kapsayan bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış, sahanın stratigrafisi ayrıntılı bir şekilde ortaya koyulmuştur. Beyazpirinç ve diğ. (2014)'nin çalışmasına göre; çalışma sahasının temelini Akdağmadeni masifine ait metamorfikler oluşturmaktadır.

Akdağmadeni masifi üzerine, İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağına ait olan, Artova karışığı, Dikilitaş formasyonu ve Darmik formasyonu tektonik dokanakla gelmektedir. Bunların üzerini açısal uyumsuzla gelen Erken -Orta Eosen yaşlı Boğazköy formasyonu, volkano-tortul kayalardan oluşmaktadır. Tüm bu birimlerin üzerini Orta Miyosen- Pliyosen yaşlı Kızılırmak formasyonu ile Pliyosen yaşlı Sekikaşı bazaltı açısal uyumsuzlukla örtmektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez kapsamında tez konusunun amacına yönelik planlanan çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olarak üç aşamada yapılmıştır.

3.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları; Yozgat ili, Sorgun ilçesi, Çeltek formasyonuna ait bitümlü şeyllerin incelenmesi amacıyla, Yeni Çeltek kömür sahasından örnekler almak, önceki çalışmalardan derlenmiş olan jeolojik birimleri eşleştirmek ve fotoğraflama yapmak şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın materyalini oluşturan örnekler, iki farklı noktadan sondaj örneği olarak alınmıştır.

Sondaj örnekleri olan **SJ** koduyla adlandırılan örneklerden 25 adet, **Ç** koduyla adlandırılan örneklerden 28 adet olmak üzere, iki farklı sondajdan, toplam 53 adet örnek alınmıştır. Bunların dışında dünyanın çeşitli bölgelerinden elde edilen (Estonya, Utah, Ürdün, Eccos) 4 adet örnek çalışmamıza dahil edilerek toplam 57 örnek incelenmiştir.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmaları ile temin edilen örnekler çalışmanın amacına yönelik olarak BİLTEM Laboratuvarları, Maden Tetkik Arama (MTA) Laboratuvarları ve Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) laboratuvarlarında çeşitli analizlerden geçirilmiştir.

3.2.1. Organik Petrografi Analizleri

57 adet örnekten MTA, MAT Dairesi, Mineroloji ve Petrografi laboratuvarlarında parlak kesit yapılarak, üstten aydınlatmalı polarize ışık kaynaklı mikroskopta vitrinit yansımaları ölçülmüş, kömür, bitümlü şeyl tesbiti yapılarak içerdikleri maseraller ve organik maddenin türü belirlenmiştir.

Parlak kesit yapımında örnekler toz haline getirildikten sonra transoptik polimer sıcak kalıplama bileşiği ile karıştırılır ve otomatik sıcak kalıplama makinesi ile kalıplanır. Otomatik aşındırma parlatma makinesini ile parlatılır.

Yaklaşık 1 mm boyutundaki öğütülmüş örnekler havada kurutulur, özel mekanik bölücülerle azaltılır ve yaklaşık 3 cm çapındaki özel plastik örnek kaplarına, içinde % 96'sı polyester, % 2'si katalizör ve % 2'si de sertleştirici olan bir sıvı ile birlikte konmakta ve sertleşmesi için beklenmektedir. Bu örnekler daha sonra parlatılma işlemlerine tabi tutulmaktadır. Briket örneklerinin parlatma işlemi iki ayrı aşamada yapılmalıdır.

İlk aşama kaba parlatma olup, bu aşamada, örneğin parlatılacak yüzeyinin, dönen diskler üzerinde, 250, 400, 600 ve 800 mesh boyutundaki farklı büyüklükteki parlatma tozlarının su ile birlikte diskler üzerine dökülmesi ve örneği bu diskler üzerinde kaba taneliden, ince taneliye doğru, diskin dönmesinin tersi yönünde çevrilerek pürüzlerin giderilmesi sağlanmalıdır. Bu tozlardan en iri taneli olanı 250 mesh büyüklüğünde olanıdır. Aşındırıcı korund tozlarının tane boyutunun küçülmesi ile aşındırma özelliği de daha ince ve daha az olmaktadır. Her bir parlatma seviyesinden öbürüne geçerken, örnek dikkatlice ve iyice yıkanmalıdır. Örneklerin üzerinde kalan her hangi bir toz tanesi, bir sonraki ince taneli parlatma aşamasında, parlatmayı negatif yönde etkileyecek ve iyi bir parlatma yüzeyi elde etmemizi engelleyecektir.

Parlatmanın ikinci aşaması ince parlatma aşamasıdır. Bu aşamada, solüsyon haline getirilmiş, çok daha ince boyuttaki parlatma tozları, özel bez (textmet gibi) ile kaplanmış diskler üzerine konarak, ilk aşamadan geçirilmiş ve temizlenmiş örneklerin bu diskler üzerinde, daha önce anlatıldığı şekil ve uygulama yöntemi ile parlatılmalıdır. Örnekler için, 1000 mesh büyüklüğünde korund tozu ve 0,05 mikron boyutundaki Al₂O₃ tozu, su ile süspansiyon haline getirilmiş olan ve örneğin ince parlatılma aşamasında bu süspansiyon veya 0,05 mikronluk elmas tozu spreyleri kullanılmalıdır.

Çalışma örnekleri, örneklerin hazırlanma aşamasında, MTA Mineroloji ve Petrografi laboratuvarlarında Metkan Ecorpress 200 ve Beahler Simpliment 3000 Automatic

mounting press cihazlarında preslenerek, Buehler PowerPro 4000 Variable SPED GRINDER Polisher cihazı ile parlatılmıştır.

Daha sonra, organik petrografi inceleme aşamasında ise bu örnekler Leica DM 4000M TIDAS CCD UV/NIR marka üstten aydınlatmalı mikroskopta incelenerek, Rrandom değerleri ölçülmüştür. Bu ölçümler yapılırken MSP-200 V344 bilgisayar programı kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Organik Petrografi İncelemeleri, Üstten aydınlatmalı mikroskop ve MSP-200 V344 bilgisayar programı ile Rrandom değerlerinin ölçülmesi

3.2.2. XRD ve Detay Kil Analizleri

Bozok Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği laboratuvarlarında toz haline getirilen örnekler, MTA, MAT Dairesi, Mineroloji ve Petrografi laboratuvarlarında XRD ve Detay Kil analizleri yapılarak içindeki mineraller tespit edilmiş ve yorumlanmıştır.

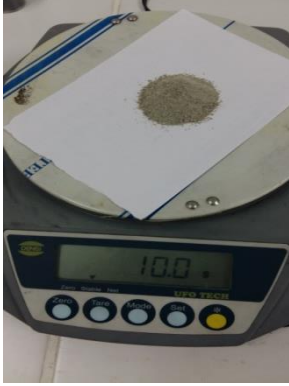

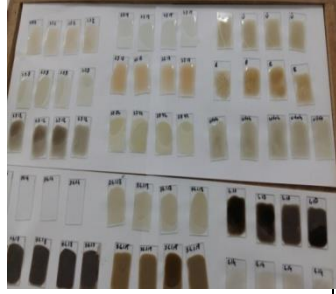
XRD analizleri Cu X-ışın tüplü Philips Panalytical marka XRD cihazı kullanılarak yapılmıştır. toz numuneler özel numune kalıplarına sıkıştırılarak, numune tutucu sayesinde cihaza yerleştirilir. Toz haline getirilmiş kayaç örneklerinin 2-70 Å^o (Angstrom) arasında çekimi yapılarak, difraktogramlar bilgisayar çıktısı alınarak ve elektronik ortamda High Score Plus programı kullanılarak yorumlanmıştır.

XRD analizi sonuçlarına göre içinde kil mineralleri bulunduran örnekler belirlenerek bunlardan 14 adet seçilmiş ve Detay Kil Analizi yapılmıştır.

Detay kil analizleri hazırlanırken; toz numunelerden 10'ar gr alınarak 200 ml saf su içerisine koyulur. 0,1 gr hexametafosfat dağıtıcı eklenir ve 5 dk boyunca karıştırıcıda karıştırılarak beklemeye bırakılır. Karışımlar 3 saat oda sıcaklığında bekletilir. Çökme işlemi gerçekleşince üst kısımdan 0-5cm şırınga yardımıyla çekilir. Çekilen numune standart 28x48x1 mm ebadındaki cam slayt (lam) üzerine üzerine yayılır. her bir örnek için 4 adet lam kullanılır (Şekil 3.2) Bu örnekler bir gün süresince havada kurutma işlemine bırakılır. Bu 4 numuneden her biri

- * havada kurutma
- * 300 derecede fırında kurutma
- * 550 derecede fırında kurutma
- * Etilen Glikolde kurutma

işlemlerinden geçirilir. Hazırlanan numuneler numune tutucuya yerleştirilir ve Cu X-ışın tüplü Philips Panalytical marka XRD cihazı kullanılarak $2-30^{\circ}$ arasında detay kil çekimleri yapılır. Bu Kil örneklerinin standart ($2-70^{\circ}$ arası) çekimleri kullanılarak difraktogramlar bilgisayar çıktısı alınarak ve elektronik ortamda High Score Plus programı kullanılarak yorumlanmıştır. Detay Kil Analizi ile örneklerde bulunan killerin neler olduğu tespit edilmiştir.

		
<p>A: Toz numuneden 10gr alınır.</p>	<p>B: 200 ml saf su içerisinde 0,1 gr hexametafosfat dağıtıcı ve 10 gr numune eklenir ve 5 dk boyunca karıştırılır.</p>	<p>C: Pipet yardımıyla çekilen örnekler ince camlar üzerine yayılır.</p>

Şekil 3.2. Detay kil analizinden numune hazırlama

3.2.3. Minerolojik İncelemeler

Kayaç örnekleri üzerinde petrografik, mineralojik incelemeler amacıyla 12 adet örnekten ince kesit yapılarak Leica DM EP marka alttan aydınlatmalı mikroskopta incelenmiştir. İnce kesit örnekleri MTA, MAT Dairesi Mineroloji ve Petrografi laboratuvarlarında, standart 28x48x1 mm ebadındaki cam slayt (lam) üzerine kayaç numunelerinden araldit kullanılarak hazırlanmıştır.

3.2.4. Ana, Eser ve İz Element İncelemeleri

Bu çalışma kapsamında değerlendirilen 57 adet örnek kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi amacı ile ana oksit, iz element ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Ana elementlerin belirlenmesi amacıyla XRF tekniği, Nadir toprak ve iz elementlerinin belirlenmesi amacıyla ICP-MS, ICP-OES ve kantitatif Eser Element Analizleri MTA MAT Dairesi Analitik Kimya laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.2.4.1. XRF Analizleri

Bu analizde Selüloz ile 15 dakika homojen öğütülen numune, pres veya eritiş (camı) disk haline getirilerek Dalgaboyu Dağılımlı XRF Spektrometre cihazlarında numune yapısına uygun programlarla okunarak değerlendirilir. Bu kayaç örneklerinden ana

elementlerden Al₂O₃, CaO, Cr₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, P₂O₅, SiO₂, TiO₂ içerikleri tespit edilmiştir.

3.2.4.2. ICP-MS ve ICP-OES ile Kantitatif Eser Element Analizleri

Bu analizlerde elde edilecek elementin cinsine ve mineral matriksine göre çözeltiye maruz bırakma işlemi uygulanarak okuma yapılır. Çözme yöntemleri mineralin yapısına ve içeriğine göre değişiklik gösterebilir. Üst dedeksiyon limiti üzerindeki analiz sonuçları ICP-OES cihazından verilir.

Bu analiz ile çalışılan örneklerde, eser ve nadir toprak elementlerinden Rb, Sc, As, Be, Bi, Co, Cu, Ge, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Ta, V, Zr, Hf, Zn, Sr, Cd, Cs, Th, U, Ga, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu içerikleri bulunmuştur.

3.2.5. Taramalı Elektron Mikroskobu- Mikroanaliz (SEM-EDAX)

İncelenen örnekler içinde bulunan minerallerin kristal şekli ve boyutlarını incelemek amacıyla seçilen örneklerden SEM analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle örneklerden belirlenen kısımlar küçük parçalar halinde kırılarak preparatlara yapıştırılır. İletkenliği sağlamak amacıyla üzerleri, en fazla 20 nm mertebesinde altınla kaplanmış ve uygun görülen yerlerden mikrofotografılar çekilmiştir. Örneklerin analizi Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİLTEM), SEM laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvarında elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması, literatür taranması büro çalışmaları sırasında gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanında daha önce yapılan çalışmalar, bölgenin genel jeolojisi, maden potansiyeli ve bitümlü şeyller ile ilgili makale, tez, rapor, kitap, ve dergilerden temin edilerek literatür çalışması tamamlanmıştır.

Arazi ve laboratuvarında derlenen örnekler analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiş, çeşitli bilgisayar programlarından faydalanılarak, gerek duyulan tablo ve çizelgeler

hazırlanmıştır. XRD ve detay kil yorumlamalarında High Score Plus, jeolojik harita ve kolon kesit çizimlerinde CorelDRAW X6 programları kullanılmıştır.



4. GENEL JEOLJİ

4.1. Stratigrafi

Çalışma alanı ve yakın çevresinde görülen en yaşlı birim, Orta Anadolu granitoyidi olarak adlandırılan granitoyidik kayalardır. Orta Anadolu granitoyidlerinin üzerine, Alt Eosen yaşlı Çeltek Formasyonu uyumsuz olarak gelir. Bu birim üzerine yine uyumsuz olarak Alt-Orta Eosen yaşlı Boğazköy formasyonu gelmektedir. İnceleme alanında ofiyolitik kayalardan oluşan ve İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı olarak tanımlanan birim, Lütésiyen sonu yatay hareketlere bağılı olarak Boğazköy Formasyonu üzerine bindirmeyle gelir. Tüm bu birimler Neojen yaşlı çökeller tarafından örtülmektedir.

4.1.1. Orta Anadolu Granitoyidleri (Kog)

Çalışma alanının temelini oluşturan granitoyidik kayalar, çeşitli çalışmalarda Orta Anadolu granitoyidleri olarak adlandırılmıştır (Erler ve Bayhan, 1993; Dönmez ve diğ.,2005; Akçay ve diğ., 2008).

İnceleme alanında Küçükköhne, Mehmetbeyli,Cihanşarlı dolaylarında yüzlekler vermektedir (EK-1).Birim, granit, granodiyorit, hornblend granit, nefelin siyenit, metagranit, mikrogranit, granitporfir, monzonit, siyenit, granitaplit, granitik damar kayacı ve tonalit gibi kaya türlerinden oluşmaktadır (Beyazpirinç ve diğ.,2015).

Bu birim bazı araştırmacılar tarafından Yozgat Granitoidi olarak adlandırılmıştır (Erler ve diğ. 1991, Cicioğlu 1995). Erler ve diğ. bu birimin Yerköy'den Sorgun'a kadar BGB-DKD yönünde uzanan 75 km uzunluğunda büyük bir batolit olduğunu belirtmişlerdir.

Birim, plüton ve stoklar ile onların kenar zonlarında gelişen damar kayaçlarından oluşur. Bunlar Orta Anadolu'da gözlenen ofiyolitlerin Kırşehir metamorfiteğini üzerlemesi ile oluşan kabuk kalınlaşması sonucu kısmi ergime ile meydana gelmiştir (Kara, 1997).

Yaş	Formasyon	Litoloji	Açıklamalar
Kuvaterner	Kuvaterner Çökelleri		Kum, çakıl depolanması
Pliyosen	Pliyo Kuvaterner Örtü Birimleri		Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı uyumsuzluk
Orta Miyosen	Kızılırmak Formasyonu		Kireçtaşı, Killi kireçtaşı, Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kilttaşı, çamurtaşı uyumsuzluk
Üst Kretase	Artova Karışığı		Serpantin, Çamurtaşı radyolarit, gabro, diyabaz bazalt ile kireçtaşı, mermer şist blok ve dilimleri
	Dermik Formasyonu		Boyalık Üyesi: yer yer volkanit arakatlar içeren çakıltaşı, kumtaşı, kilttaşı, çamurtaşı ile killi kireçtaşı Volkanit Üyesi: Spilitik bazalt, bazaltik, andezitik lav ve piroklastikler
Alt-Orta Eosen	Boğazköy Formasyonu		Aglomera, bazalt, andezit, dasit
			Killi kireçtaşı Marn fosilli kireçtaşı Volkanik ara katlı kumtaşı
			Çakıltaşı
Üst Kretase	Çelttek Formasyonu		Çamurtaşı, merceksi kumtaşı bitümlü şeyl, kömür, kumtaşı
	Orta Anadolu Granatoidleri		Granit, Granodiyorit, horblend, granit, granitporfir, monzonit, siyenit, tonalit

Şekil 4.1. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Beyazpınar ve diğ., (2015) ve Cicioğlu (1995)'den düzenlenmiştir).

Beyazpirinç ve diğlerleri (2015)'nin yaptıkları çalışmada, Orta Anadolu granitoyidlerinden, 40Ar/ 39Ar yöntemi ile 65.5 - 98.1 My. yaşlar (Senomaniyen-Maastrichtiyen) olduğu elde edilmiştir.

Çalışma alanında yüzeyleyen granitoyidlerin tümü, kalkalkalen karakterli olup, Yazılıtaş, Esenli, Yeşilova ve Sarıhamzalı granitoyitleri I tipi mağmadan türeyen çarpışma ile eş zamanlı ve volkanik yay özellikleri sunarken Çayözü granitoyidi ise çarpışma sonrası yükselim alanına düşmekte ve kalıntı dalma batma izleri taşımaktadır.

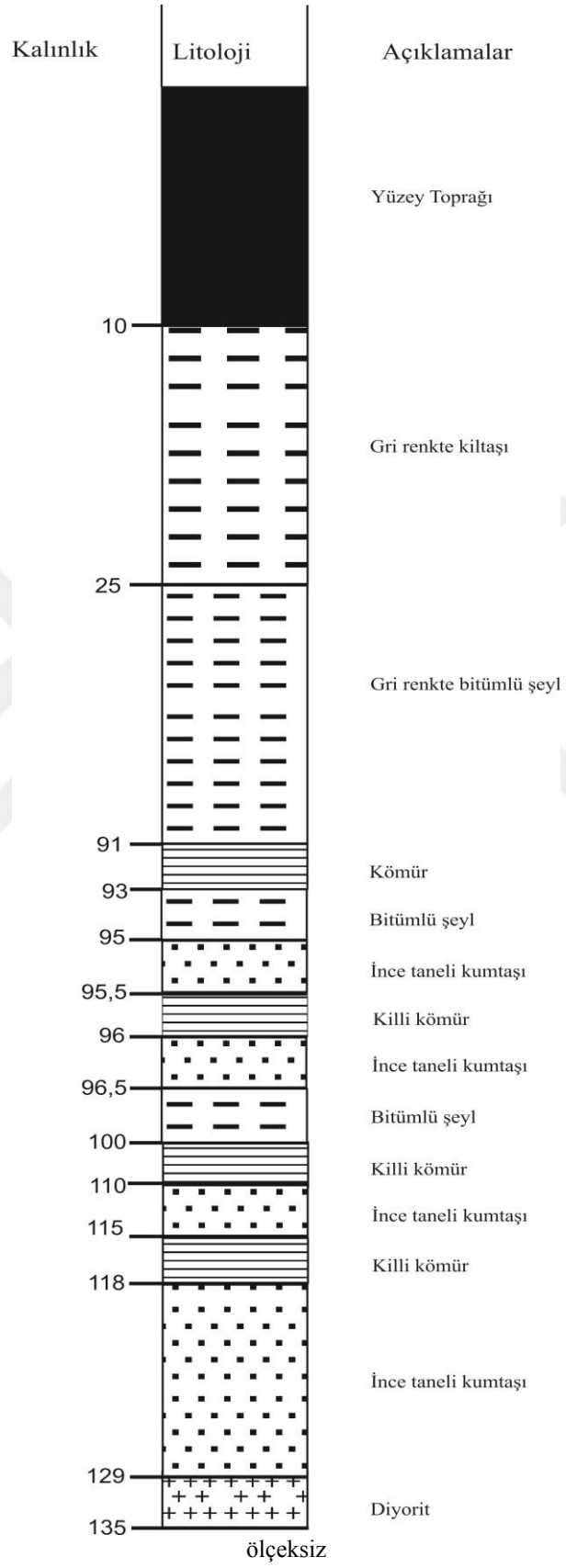
Birim Çeltek Formasyonu, Boğazköy ve Kızılırmak formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir.

4.1.2. Çeltek Formasyonu

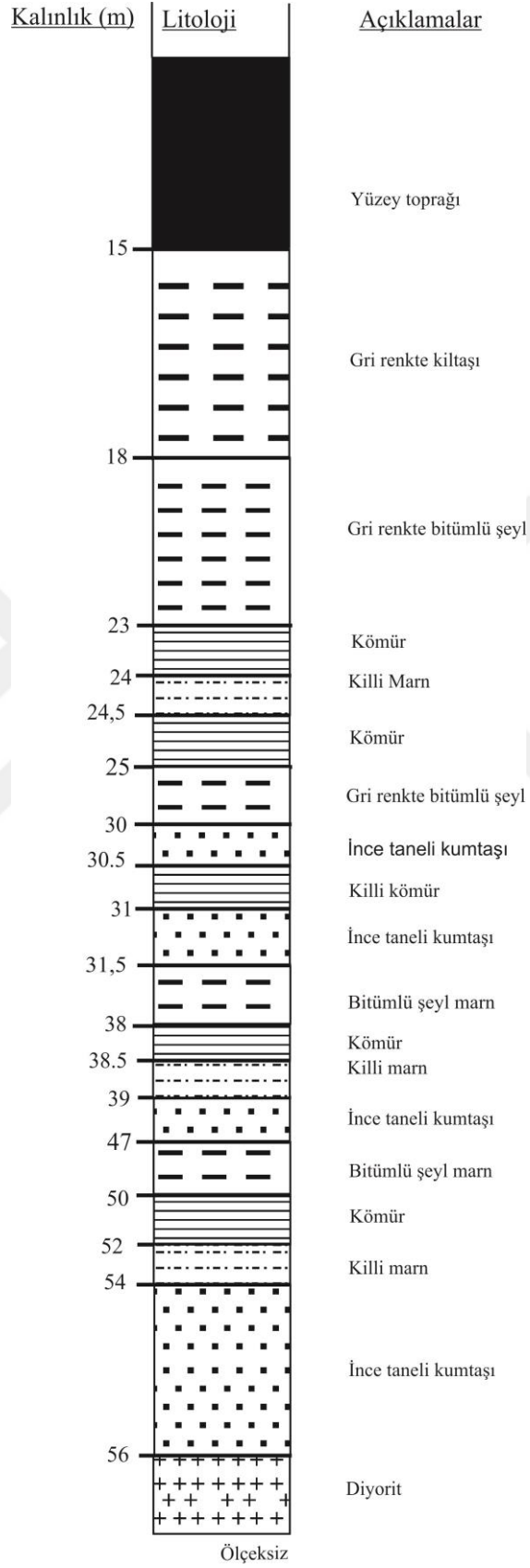
Genelde kumtaşı, kömür, bitümlü şeyl, merceksi kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşan formasyon, Cicioğlu (1995) tarafından tanımlanmıştır.

Çeltek Formasyonu adlandırması ilk kez Blumenthal (1937) tarafından Amasya Suluova civarında yayılım gösteren Alt Eosen yaşlı, kömürlü birimleri tanımlamak için kullanılmıştır. Cicioğlu (1995), çalışma alanındaki birimlerin yaş ve içerdikleri kömürlerin benzerliğine dikkat çekerek aynı adlamayı kullanmıştır.

İnceleme alanında daha önceki çalışmalarda Ağralı (1965) kömürlü birimleri lagüner fasiyes olarak tanımlamıştır. Kömürlü birimin üzerinde denizel fosil içeren marnlar nedeniyle bu birimin lagüner fasiyeste çökeldiğini belirtmiştir. Ancak Cicioğlu (1995) yaptığı çalışmada kömür tabakası üzerine gelen bitümlü şeyllerde mikrofosil olmadığını, bol miktarda tatlı su ortamına ait amorf kerojen olduğunu belirtmiş buna dayanarak kömür ve bitümlü şeyllerin deniz transgresyonu öncesi karasal-gösel bir ortamda çökeldiğini vurgulamıştır. Bu birim üzerinde yer alan denizel fosil içeren kumlu marnlı seviyelerin varlığı ise, kömür oluşumunda sonra bir deniz transgresyonunun geliştiğini göstermektedir.



Şekil 4.2. Çeltek formasyonuna ait SJ nolu sondajın tip kesiti



Şekil 4.3. Çeltek formasyonuna ait Ç nolu sondajın tip kesiti

Formasyona ait birimler genelde üzeri örtülü olduğu için yüzeyde mostra vermemektedir. Cicioğlu (1995) formasyona ait birimleri açıkocak olarak işletilen Ayırdam ve Yeni Çeltek kömür ocaklarında gözlemlemiştir. Formasyon genelde kumtaşı, kömür, bitümlü şeyl, merceksi kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşur (Şekil 4.2 ve 4.3).

Çeltek formasyonu granitoidler üzerine gelen kumtaşları ile başlar. Kumtaşları yeraltı işletme alanlarında beyaz-açık gri renkli olarak görülmektedir. Kumtaşlarının üzerinde kalınlığı farklılık gösteren kömür tabakası bulunur. Kömür tabakasının üzerinde kalınlığı 2-3m olan kahverengi ve açık kahverengi bitümlü şeyl yer alır ve bunların arasında 5-10 cm lik kumtaşı tabakaları bulunmaktadır. Bitümlü şeyllerin kalınlığı bazı sondajlarda 50 m' ye ulaşmaktadır. Bitümlü şeyllerin üzerinde merceksi tabakalı kumtaşı ve çamurtaşı ardalanması yer alır. Bunların üzerinde 50 cm kalınlığında kömür izli kiltası seviyesi ile 1-1.5 m kalınlığında, açık arı renkte bileşenleri zayıf pekişmiş, çoğunluğu kaba kum, yer yer de ince çakıl boyunda malzemedan oluşmuş kumlu çakıllı birim ve 30 cm'lik kömür izli kiltası seviyeleri bulunur (Cicioğlu,1995) Şekil:4.4 ve 4.5).

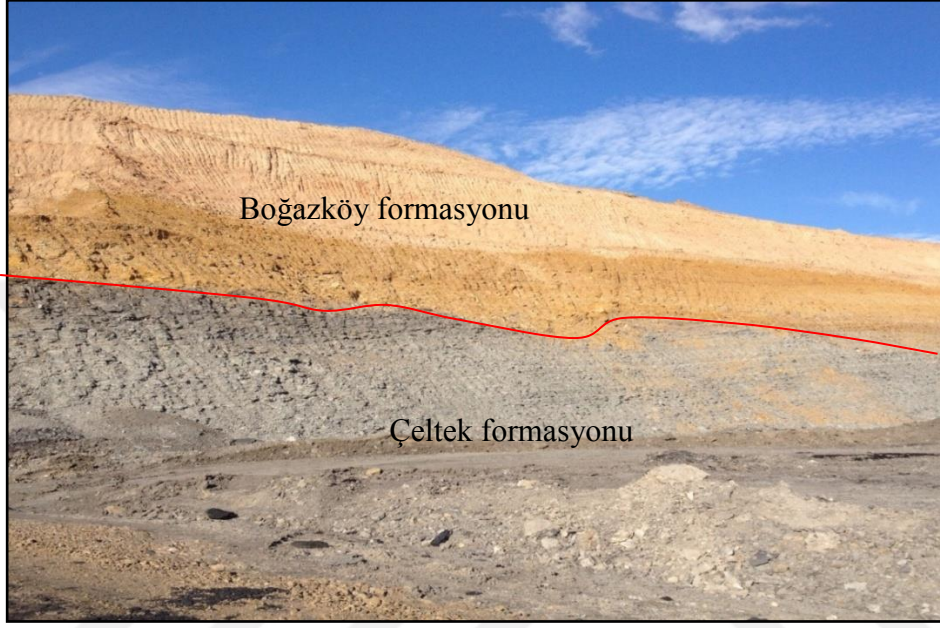
Cicioğlu (1995) yapmış olduğu çalışmada Çeltek formasyonu üzerinde yer alan Boğazköy formasyonunun tabanında bulunan denizel fosillerin Orta Eosen (Orta -Üst Lütesiyen) yaşını vermesiyle, Çeltek formasyonunun yaşını Alt Eosen olarak belirtmiştir.

4.1.3. Boğazköy Formasyonu

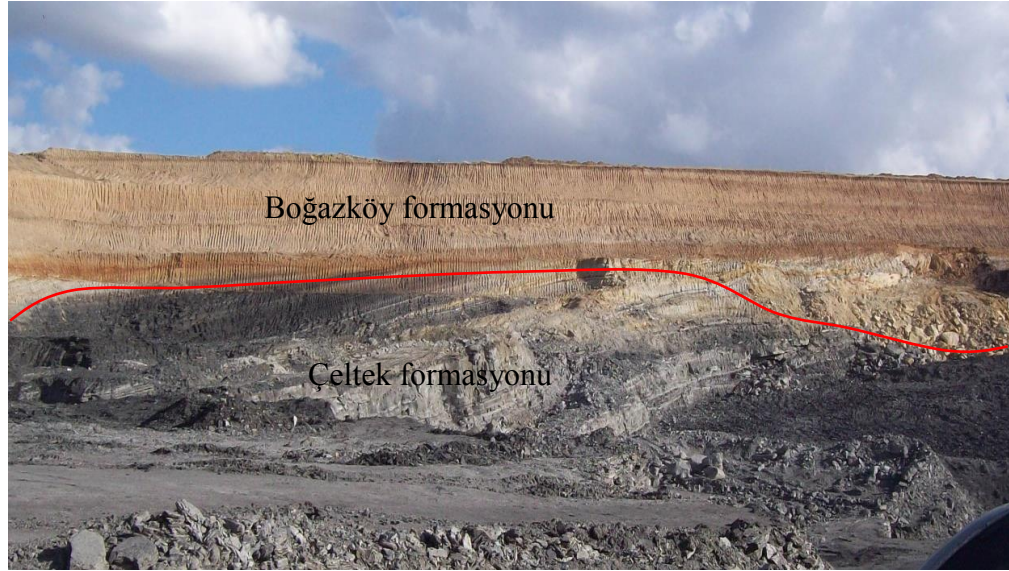
Çalışma alanının yakın çevresinde, yüzlekler veren birim Özcan ve diğ. (1980) ve Beyazpirinç ve diğ. (2015) tarafından Boğazköy formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Boğazköy formasyonu, taban çakıltaşı ile başlayıp, üste doğru volkanit ara katkıları içeren kumtaşı, fosilli kireçtaşı, kiltası, killi kireçtaşı, marn türü kayaçlar ile riyolit, riyolitik tüf, aglomera, dasit, andezit, bazalt gibi volkanik kayaçlar yer almaktadır. en üstte ise yer yer kiltası ara seviyeleri içeren çakıltaşı ve kumtaşından oluşan regresif bir düzeye sonlanmaktadır (Beyazpirinç ve diğ., 2015) (Şekil:4.4 ve 4.5).

Beyazpirinç ve diğ. (2015)'nin çalışmasında, Boğazköy formasyonunun farklı düzeylerinden alınan örneklerden elde edilen paleontolojik veriler ve stratigrafik konum göz önüne alındığında, birimin İpresiyen-Lütesiyen yaşlı olduğu düşünülmüştür.



Şekil 4.4. Çeltek Formasyonuna ait birimler



Şekil 4.5. Çeltek Formasyonu uzaktan görünüm

Birim Cicioğlu (1995) alışmasında çekerek formasyonu olarak tanımlanan birimlerle deneştirilebilir.

Boğazköy formasyonu, Orta Anadolu granitoidleri ve eltek formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelmektedir.

4.1.4. İzmir-Ankara- Erzincan Ofiyolitik Kuşağı

İnceleme alanının kuzey kesimlerinde yaklaşık D-B yönlü uzanan ofiyolitik karışıklar kuşak boyunca ele alınmış ve İzmir-Ankara-Erzincan kenedi olarak tanımlanmıştır (şengr ve Yılmaz, 1981).

Çalışma alanı ve yakın çevresinde İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı içerisinde yer alan ofiyolitik karışık niteliğindeki kayaçlar ve karışık içerisinde yer alan Sakarya kıtasına ait blok ve dilimler Artova karışığı başlığı altında toplanmıştır (Beyazpirinç ve diğ., 2015).

Artova karışığı ile tektonik dokanaklı izlenen derin deniz okelleri ve bu okellerin tabanında ilksel ilişkiyle yer alan volkanitler, Darmik formasyonu şeklinde ayırtlanmıştır (Beyazpirinç ve diğ.,2015).

4.1.4.1. Artova Karışığı (Ka)

İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı içinde yer alan ofiyolitik melanjlar Beyazpirinç ve diğerlerinin (2015) alışmasında Artova karışığı olarak adlandırılmıştır.

Birim, Yozgat-İ34 paftasının kuzeyinde Bykeyneli, Klhyk, Belencumafakılı, Yukarı Emirler, Aşağı Emirler, Gkiniş, Demircialan, Karaabalı dolaylarında yüzlek vermektedir.

Ofiyolitik hamur çoğunlukla serpantinize olmuş peridodit, dunit, harzburjit, gabro, diyabaz, piroksenit daykları yastık yapılı lavlar ile derin deniz okellerinden oluşmaktadır.

Artova karışığı içerisinde blok ve tektonik dilimler şeklinde yer alan radyolarit rt ve çamurtaşları, kırmızı, bordo renkli, genel olarak masif, çok ince-ince tabakalanmalıdır. Artova karışığının hamurunu oluşturan ofiyolitik serinin örtüsü

durumunda olan birim, ilksel konumunu yitirmiş, blok ve dilimler şeklinde yer almıştır. Birim, ofiyolitik seriye ait olup derin deniz ortamını temsil eden çökellerden oluşmaktadır (Beyazpirinç ve diğ., 2015).

Karışık içerisinde blok ve tektonik dilimler şeklinde yer alan volkanitler ise bazaltik bileşimli lav ve proklastiklerden oluşmaktadır. Mikroskobik incelemeye göre, örnekler hipokristalin porfrik dokulu olup ince taneli plajiolklaz mikrolitleri piroksen kristalleri ve çok az volkan camından oluşan birim, bol miktarda gaz boşluğu içerir ve boşluklar ikincil karbonat dolguludur. Bu volkanitler Artova karışığının içerisinde melanjlaşmaya bağlı olarak ilksel konumunu yitirmiş, blok ve dilimler şeklinde yer almıştır (Beyazpirinç ve diğ., 2015).

Artova karışığı üzerine açısız uyumsuzlukla Erken - Orta Eosen yaşlı Boğazköy formasyonu gelmektedir. Lütésiyen sonu yatay hareketlere bağlı olarak çoğu yerde Artova karışığı Boğazköy formasyonu üzerine bindirmeli olarak yerleşmiştir (Beyazpirinç ve diğ., 2015).

Daha önceden yapılan çalışmalarda elde edilen verilere göre Artova karışığının oluşum yaşı Erken Jura (Toarsiyen)-Geç Kratese (Senomaniyen) elde edilmiştir (Beyazpirinç ve diğ.,2015, Dilek ve Thy, 2006, Sarıfakıoğlu ve diğeri, 2011).

4.1.4.2. Darmik Formasyonu (Kd)

Volkanitler ve derin deniz çökelleri ile temsil edilen birim, Darmik formasyonu şeklinde adlandırılmış (Dalkılıç ve diğ., 2008; Akçay ve diğ., 2008; Beyazpirinç ve diğ., 2015) olup, bu çalışmada aynı adlama kullanılmıştır.

Darmik formasyonunun aglomera, spilitik bazalt, andezitik lav ve piroklastiklerinden oluşan taban kesimleri volkanit üyesi olarak, volkanit ara katkıları içeren çakıltaşı, kumtaşı, kilitaşı, çamurtaşı, killi kireçtaşı, mikritik kireçtaşınlarından oluşan üst kesimleri ise Boyalık üyesi olarak Beyazpirinç ve diğ. (2015) tarafından ayrılanmıştır. Artova karışığı ile birlikte gözlenen birimin taban dokanakları tektonik olup, üzerine gelen en yaşlı örtü birimi, Erken-Orta Eosen yaşlı Boğazköy formasyonudur. Eosen sonu yatay hareketler, İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağının

güneye doğru hareket etmesine ve buna bağlı olarak bazı yerlerde, Darmik formasyonunun Eosen yaşlı birimler üzerine bindirmesine neden olmuştur.

4.1.4.2.1. Volkanit Üyesi (Kdv)

Darmik formasyonunun tabanında yer alan volkanitli düzeylerdir. Birim, genel olarak aglomera, spilitik bazalt, andezitik lav ve proklastiklerden oluşmaktadır. Birimin yaşı Santoniyen ve öncesi olarak tahmin edilmektedir (Beyazpirinç ve diğ., 2015).

Artova karışığı ile olan sınırı tektonik dokanaklı olup, Boyalık Üyesi ile olan sınırı uyumludur.

4.1.4.2.2. Boyalık Üyesi

Darmik formasyonunun kırıntılı, pelitik ve karbonatlı kayalardan oluşan üst kesimleri Boyalık Üyesi olarak tanımlanmıştır (Beyazpirinç ve diğ., 2015). birim volkanit ara katkıları içeren çakıltaşı, kumtaşı, kiltası, çamurtaşı, killi kireçtaşı ve mikritik kireçtaşından oluşmaktadır (Beyazpirinç ve diğ., 2015).

Beyazpirinç ve diğ., (2015) çalışmalarında, paleontolojik verilere dayanarak, Santoniyen -Maastrichtiyen yaşını elde etmişlerdir.

Birim üzerine Kızılırmak formasyonu aşıl uyumsuzlukla gelmektedir.

4.1.5. Kızılırmak Formasyonu

Çalışma alanında bulunan Neojen yaşlı karasal çökeller, Birgili ve diğ.(1975) ve Beyazpirinç ve diğ. (2015) tarafından Kızılırmak formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Kızılırmak formasyonu, çalışma alanı ve yakın civarında, Sorgun, Akoluk, Mehmetbeyli dolaylarında yüzlekler vermektedir.

Birim alttan üste doğru, karasal çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası, çamurtşı ile kireçtaşından oluşmaktadır (Beyazpirinç ve diğ., 2015).

Tamamen karasal çökeller ile temsil edilen Kızılırmak formasyonu akarsu ve göl ortamında oluşmuştur.

Öncel çalışmalarda elde edilmiş olan yaş verileri (Erkan, 1980; Özcan ve diğerleri, 1980; Kara, 1997) ve stratigrafik konumu göz önüne alınarak Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı olduğu söylenebilir.

Orta Anadolu granitoidleri ve Boğazköy formasyonu üzerin açısız uyumsuzlukla gelen birim, Pliyo- Kuvaterner birimler tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir.

4.1.6. Pliyo- Kuvaterner Örtü Birimleri

Kırmızımsı kahve renkli, gevşek, yer yer orta derecede tutturulmuş, kötü boylanmalı, genel olarak masif çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır. Genellikle üzerine çökeldiği birimlerden malzeme almış olup, ince örtüler şeklinde yer almaktadır (Beyazpirinç ve diğ., 2015).

4.1.7. Kuvaterner Çökelleri

Çalışma alanındaki en genç çökelleri oluşturan alüvyon, eski alüvyon ve yamaç döküntüleri şeklindeki, çakıl, kum, kil depolanmaları ile temsil edilen birim içerisinde yer yer traverten oluşumları da izlenmektedir.

4.2. Yapısal Jeoloji

Ketin (1966) Türkiye'nin tektonik birliklerini; Pontidler, Anatolidler, Toridler (Toroslar) ve Kenar kıvrımları olmak üzere dört başlık altında toplamıştır.

Çalışma alanı, İç Anadolu Bölgesi sınırlarında ve Anatolidler tektonik birliği içinde yer almaktadır. Bu ünite Orta ve Batı Anadolu kristalin masiflerini veya metamorfik serilerini ihtiva etmekte, ayrıca metamorfik serilere bağlı olarak oluşan ofiyolitik fasiyeste, serpantin ve radyolaritli Üst Kretase ile bunları diskordan olarak örten Tersiyer Formasyonlarını içine almaktadır (Ketin, 1966) (Şekil:4.6).

Anatolidler üzerine bulunan çalışma alanını da içine alan İç Anadolu Bölgesi esas itibarıyla, Kretase sonunda oluşmuştur ve Anadolu'nun tektonik-orojenik safhasında ikinci sırada yer alır. Üst Kretaseya kadar olan bütün Paleozoyik ve Alt Mesozoyik

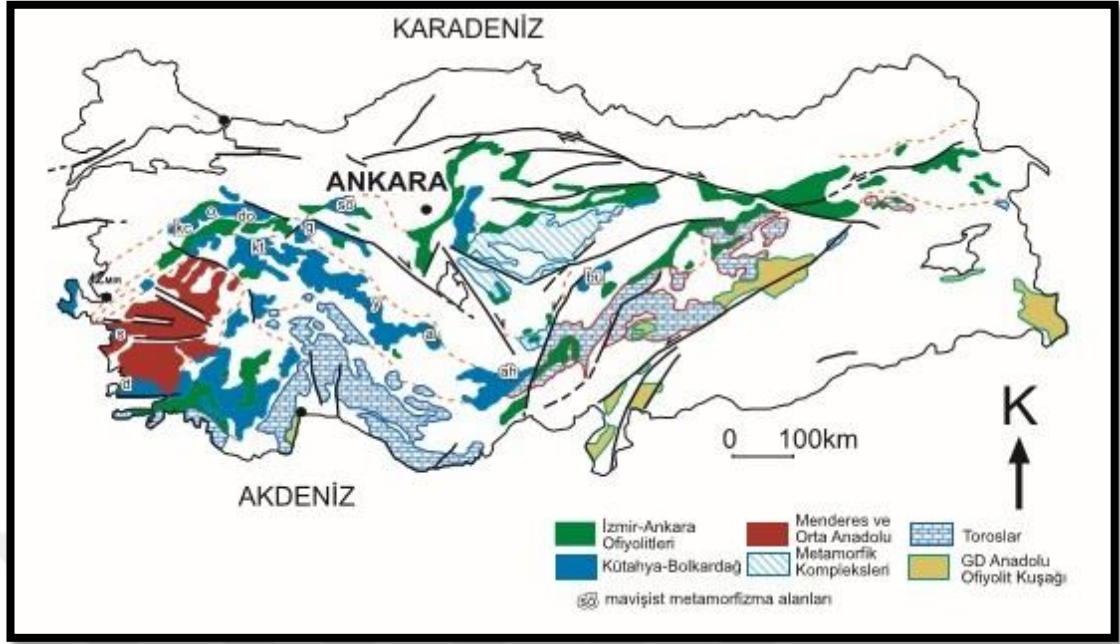
formasyonlar az çok metamorfizmaya uğramış devamlı seriler halinde bulunurlar. Kısmen ofiyolitik ve kısmen volkanik fasiyeste gelişmiş olan Üst Kretase, metamorfik serileri uyumlu olarak örter. Fakat Alt Eosen açılı bir uyumsuzluk ve taban konglomerası ile Kretase ve daha yaşlı metamorfik serileri örter. Lütesiyen sığ deniz veya volkanik fasiyeste oluşmuş kalın filiş tabakaları ve çeşitli denizaltı lav ve tüfleri bu formasyon içinde yer almıştır. Üst Eosenden itibaren Oligosen ve Miyosen karasal fasiyeste gelişmiş ve İç Anadolu'nun jipsli ve tuzlu Tersiyer formasyonları oluşmuştur. Üst Miyosende yükselme ile ilgili olarak yerüstü volkanizması faaliyete geçmiş ve bu sırada tüflü Neojen sedimanları depolanmıştır. Miyosen-Pliyosen tabakaları genel olarak yataydır fakat yer yer kırılmış ve eğilmiştir. Kretase sonunda ilk şiddetli ve etkin orojenik hareket başlamış, Miyosen'den itibaren kıvrılma hareketleri sona ererek orojenik gelişme tamamlanmıştır (Ketin, 1966).

Çankırı-Çorum-Yozgat arasında kalan alan Alt Tersiyer dönemlerinde çok aktif bir tektonizmaya uğramış ve faylarla ve kıvrım eksenleriyle bölünerek burada pek çok sedimantasyon havzası oluşturmuştur.

Doğudan batıya doğru bu basenler, Sorgun Havzası, Deliceirmak Havzası, Sungurlu Havzası, Çankırı Havzası, Yahşiyen Havzası, olarak sıralanır (Norman, 1975).

Sorgun baseni kuzeyde ofiyolitik melanj kütleleri ile güneyde Kırşehir masifi (Orta Anadolu Granitoidleri) arasında sıkışmış dar ve uzun bir basendir. Akıntı yönleri eksenin yanlardan beslendiğini ve akıntıların eksen boyunca BKB-DGD doğrultusunda zaman zaman her iki yöne de akabildiğini göstermektedir (Norman, 1975).

Sahada görülen Alt Tersiyer sonrası tektonizma, ana yapıyı en az Kretase sonlarında oluşturmuş, paleosen ve Eosen devirleri boyunca bu oluşum devam etmiştir. Oligosen ortalarında yer aldığı düşünülen Alpin Paroksizması, bölgede daha önceleri başlamış olan bir tektonizmanın, sediment ve heyelanlarla dolmuş olan basenleri sonunda su yüzeyine çıkararak erezyona uğratmasının bir sonucu olmalıdır (Norman, 1975).



Şekil 4.6. Türkiyenin tektonik birlikleri (Ketin, 1966)

5. ANALİZ VE BULGULAR

5.1. Mineralojik Analizler

Mineralojik ve dokusal analizler; mineral belirleme, minerallerin kantitatif bolluklarının belirlenmesi, mineral kimyası, mineral parajenezinin belirlenmesi için yapılan analizlerdir. Bu tez çalışmasında bitümlü şeyl ve diğer bitümlü kaya örneklerinin mineralojik ve dokusal bileşimlerinin belirlenmesi için ince ve parlak kesit numuneleri hazırlanarak incelemeler yapılmış, toz numunelerden ise XRD ve detay kil analizleri yapılmıştır.

Çizelge 5.1. Uygulanan çeşitli mineralojik teknikler

TEKNİK	Mineral belirleme	Organik maddenin belirlenmesi	Mineral miktarı	Mineral parajenezi	Mineral kimyası	Yüksek çözünürlüklü mineralojik ve dokusal analizler	Kil minerallerinin belirlenmesi
Polarizan mikroskobu	x		x	x			
Cevher mikroskobu	x	x	x	x			
SEM-EDS	x			x	x	x	
XRD Tüm kaya	x			x	x		
XRD Detay kil	x				x		x

Çalışma örneklerinin derinliğe bağlı değişimlerinin gözlenebildiği Ç ve SJ sondaj örneklerinden, çeşitli derinliklerdeki 12 adet örnek seçilerek ince kesit yapılmıştır. Bu incelemeler ile kayaların mineral bileşenleri ve yapı doku ilişkileri belirlenmiştir. Gerekli görülen yerlerden fotoğraf çekilmiştir. Tüm çalışma örneklerinden parlak kesit hazırlanarak üstten aydınlatmalı mikroskopta incelenmiştir. Bu yöntemle organik petrografi yönünden incelenmiş, vitrinit yansımaları ölçülmüş maseral türleri belirlenmiştir. XRD ve detay kil analizleri ile kayaların mineral bileşenleri ve içerdikleri kil mineralleri belirlenmiştir.

5.1.1. İnce Kesit İncelemeleri

İnce kesit incelemeleri polarizan mikroskop kullanılarak kayaçların petrografik oluşumu, kökeni, ortamsal şartları, mineral türleri ve miktarları ve uğradığı alterasyonlar gibi kriterler belirlenebilmektedir.

Bitümlü şeyller sedimanter kayaçlar içerisinde yer alır ve genel olarak bünyesinde mineral bileşen olarak kil mineralleri (kaolinit, simektit, illit, klorit), karbonat mineralleri (kalsit, dolomit) kuvars, feldispat, pirit gibi mineraller ve organik madde bulundurulur.

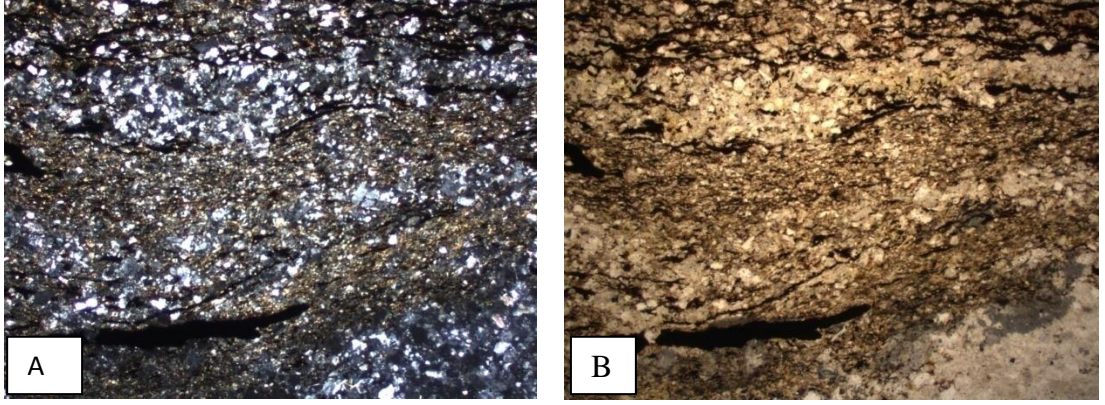
Çeltekk formasyonuna ait seviyeler, genelde kumtaşı, kömür, bitümlü şeyl, merceksi kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşur.

Çalışma sahasında Ç sondajı bütünüyle bitümlü şeyl seviyesini kesmiştir. Ç.18 örneğine ait ince kesit incelemesinde kayacın, ince taneli belirli yönde tabakalanma gösterdiği belirlenmiştir. Küçük taneli kuvars ve feldispat mineralleri homojen dağılımlı olarak gözlenmektedir. İnce çizgisellikler halinde görülen opaklar organik madde, kütinit'dir (Şekil 5.1).

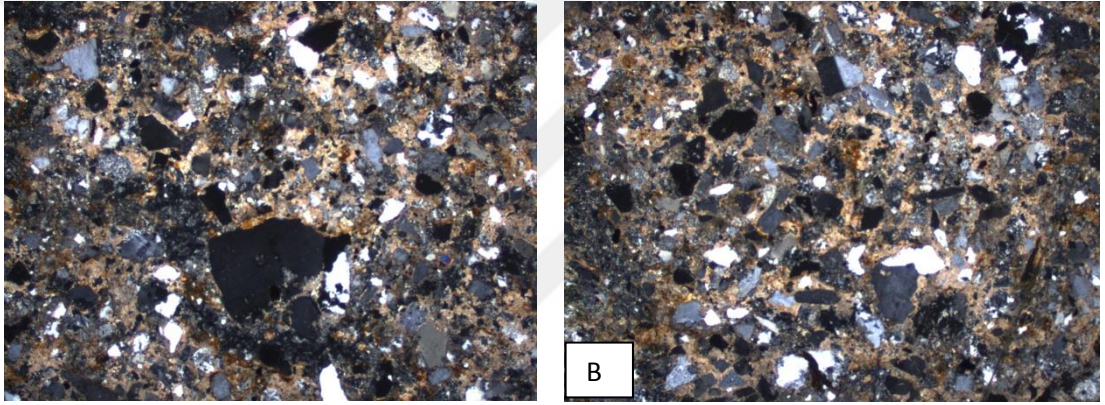
S.J 11 nolu örnek: Kırıntılı doku gösteren kayaçta bileşen olarak, küçük -orta taneli, kristaller halinde kuvars mineralleri; küçük-orta taneli homojen dağılımlı kristaller halinde feldispat mineralleri; küçük taneli kristaller halinde opak mineraller izlenir. Bağlayıcısı karbonattır. Kayaç adı Kumtaşı olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2).

S.J 25 nolu örnek: Kırıntılı doku gösteren kayaçta bileşen olarak, küçük -orta taneli, homojen dağılımlı kristaller halinde kuvars mineralleri; küçük-orta taneli homojen dağılımlı kristaller halinde feldispat mineralleri; küçük taneli kristaller halinde opak mineraller izlenir. Bağlayıcısı karbonattır. Kayaç adı Kumtaşı olarak belirlenmiştir (Şekil 5.3).

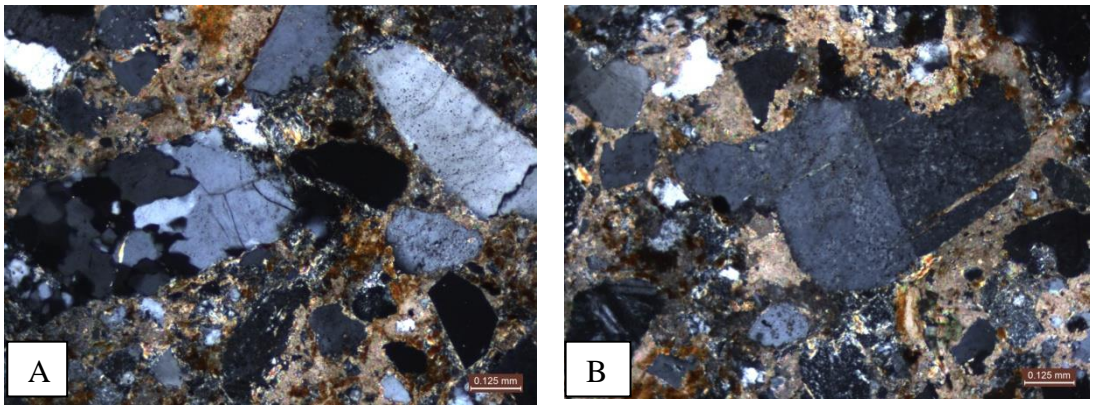
Utah, Estonya, Ürdün örneklerine ait ince kesit incelemelerinde örneklerin ince taneli belirli yönde tabakalanma gösterdiği belirlenmiştir. Küçük taneli kuvars ve feldispat mineralleri homojen dağılımlı olarak izlenmektedir. Kayaç adlımsı Bitümlü şeyl olarak belirlenmiştir (Şekil 5.4, 5.5, 5.6).



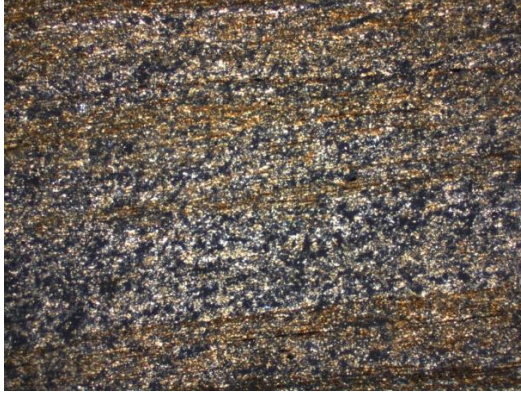
Şekil 5.1. Ç.18 Bitümlü Şeyl (A:Ç.N, B:T.N, küçük taneli kuvars ve feldispat mineralleri, organik madde)



Şekil 5.2. S.J 11 Kumtaşı (A, B: Ç.N- Feldispat ve kuvars kristalleri)



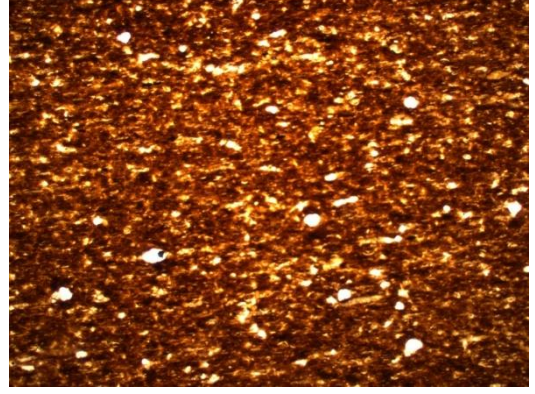
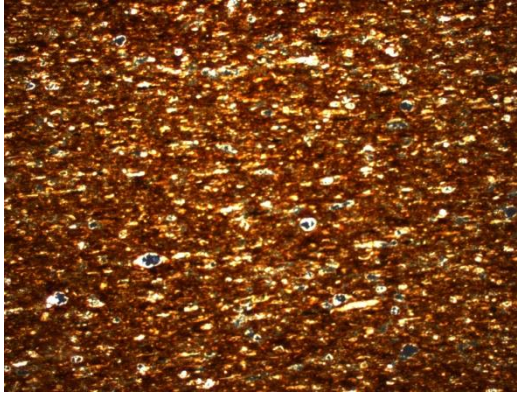
Şekil 5.3. S.J 25, Kumtaşı (A: Ç.N-Kuvars ve feldispat mineralleri, B:Ç.N- Ortada feldispat minerali)



Şekil 5.4. Utah, Bitümlü şeyl



Şekil 5.5. Estonya, Bitümlü Şeyl



Şekil 5.6. Ürdün, Bitümlü şeyl

Çeltek formasyonuna ait, organik maddece zengin kayaçlarda kuvars, kalsit, dolomit, biyotit, feldispat, gibi mineraller izlenmiştir.

5.1.2. XRD ve Detay Kil Analizleri

Çalışma kapsamında değerlendirilen örneklerde kuvars, feldispat, dolomit, kalsit, pirit, jips, analsim ve kil mineralleri tespit edilmiştir (Çizelge 5.2, 5.3, 5.4,5.5).

Yapılan XRD analiz sonuçlarına göre; Ç ve SJ kodlu sondaj örneklerinde hakim mineral kuvarstır. Kuvarısı feldispat mineralleri ve kil mineralleri takip etmektedir. Bunların yanında kalsit, dolomit, pirit ve jips mineralleri de değişen oranlarda bulunmaktadır.

Çizelge 5.2. SJ örneklerindeXRD sonucu tespit edilen mineraller

Örnek No	Kuvars	feldispat	kalsit	Pirit	Jips	Kaolinit	Klorit	Mika/illit	Simektit
SJ.1	+	+	-	-	-	-	+	+	-
SJ.2	+	+	+	-	-	+	+	+	+
SJ.3	+	-	+	-	-	-	+	+	-
SJ.4	+	+	+	-	-	+	-	+	-
SJ.5	+	+	+	-	-	+	-	+	-
SJ.6	+	+	+	-	-	-	+	+	-
SJ.7	+	+	+	-	-	-	+	+	-
SJ.8	+	+	+	-	-	-	+	+	-
SJ.9	+	+	+	-	-	+	+	+	-
SJ.10	+	+	-	-	-	+	+	+	-
SJ.11	+	+	+	-	-	-	+	+	-
SJ.12	+	+	-	+	+	+	+	+	-
SJ.13	+	+	-	-	-	+	+	+	-
SJ.14	+	+	-	-	-	+	+	+	+
SJ.15	+	+	-	+	-	+	+	+	-
SJ.16	+	+	-	-	-	+	+	+	+
SJ.17	+	+	-	-	-	-	+	+	-
SJ.18	+	+	-	-	-	+	+	+	+
SJ.19	+	+	-	-	-	+	+	+	-
SJ.20	+	+	-	-	-	+	+	+	-
SJ.21	+	+	-	-	-	+	+	+	-
SJ.22	+	+	-	-	-	+	+	+	-
SJ.23	+	+	+	-	-	+	+	+	+
SJ.24	+	+	+	+	-	-	+	+	-
SJ.25	+	+	+	-	-	+	+	+	+

Çizelge 5.3. Ç örneklerinde XRD sonucu tespit edilen mineraller

Örnek No	Kuvars	feldispat	kalsit	dolomit	Pirit	Kaolinit	Klorit	Mika/illit
Ç.1	+	+	-	-	+	+	+	+
Ç.2	+	+	-	-	+	-	+	+
Ç.3	+	+	-	-	+	+	-	+
Ç.4	+	-	+	-	+	-	+	+
Ç.5	+	-	+	-	+	-	+	+
Ç.6	+	-	+	-	+	+	-	-
Ç.7	+	-	-	-	+	+	-	+
Ç.8	+	+	+	-	+	+	-	+
Ç.9	+	+	+	-	+	+	-	+
Ç.10	+	+	-	-	+	+	-	-
Ç.11	+	-	-	-	+	-	+	+
Ç.12	+	-	-	-	+	+	-	+
Ç.13	+	+	-	-	+	+	-	-
Ç.14	+	+	+	+	+	+	+	+
Ç.15	+	+	-	+	-	+	-	+
Ç.16	+	+	-	+	-	+	-	+
Ç.17	+	+	+	+	+	+	+	+
Ç.18	+	+	-	-	-	+	-	+
Ç.19	+	+	+	-	+	-	-	+
Ç.20	+	+	-	-	+	+	-	+
Ç.21	+	-	+	-	+	+	-	+
Ç.22	+	-	-	-	+	+	-	+
Ç.23	+	-	-	-	-	+	-	+
Ç.24	+	-	-	-	+	+	-	+
Ç.25	+	+	-	-	+	+	-	+
Ç.26	+	-	-	-	+	+	-	+
Ç.27	+	-	-	-	+	+	-	+
Ç.28	+	-	-	-	-	+	-	-
Ç.29	+	-	-	-	-	+	-	-
Ç.30	+	-	-	-	+	+	-	-
Ç.31	+	-	+	+	+	+	-	-
Ç.32	+	+	-	-	+	+	-	-
Ç.33 a	+	-	-	-	+	+	-	-
Ç.33 b	+	-	-	-	-	+	-	-
Ç.34	+	+	-	-	-	+	-	-
Ç.35	+	-	-	-	-	-	-	+

Çizelge 5.4. Dünya örneklerinde XRD sonucu tespit edilen mineraller

Mineraller	Kuvars	feldispat	Kalsit	dolomit	Pirit	Mika/İllit	Analsim
Eccos ABD	+	-	+	+	+	-	+
Utah ABD	+	-	+	+	+	-	+
Ürdün	+	-	+	+	-	-	-
Estonya	+	-	+	+	-	-	-

Dünya bitümlü şeyl örneklerinde XRD sonuçlarına göre kuvars, kalsit, dolomit, pirit, ve analsim mineralleri tespit edilmiştir (Çizelge 5.4).

Çalışma örneklerinde XRD analiz sonuçları değerlendirilmiş, örnekler arasından kil minerali içeren 14 adet örnek seçilmiş ve detay kil analizi çalışılmıştır. Detay kil analizi ile örneklerdeki kil minerallerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma sahasında detay kil analiz sonuçlarına göre klorit, kaolinit, simektit, illit gibi kil mineralleri tespit edilmiştir (Çizelge 5.5). Detay kil analizi yapılmayan diğer örneklerde ise kil mineralleri, tüm kayaç sonuçlarına göre tahmin edilen ölçüde belirlenmiştir. Yapılan detay kil analizi sonuçlarına göre; çalışılan örneklerde hakim kil minerali kaolinit ve illittir. Klorit ve simektit ise diğer tespit edilen kil mineralleridir.

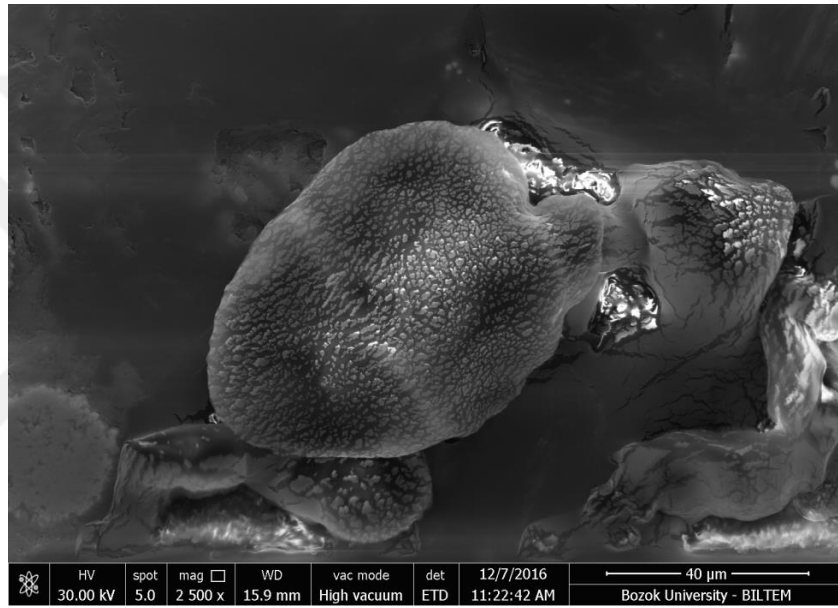
Çizelge 5.5. Detay kil çalışılan örnekler ve tespit edilen kil mineralleri

örnek	Mineraller	kaolinit	klorit	illit	simektit
1	SJ.2	+	+	+	+
2	SJ.9	+	+	+	+
3	SJ.12	+	+	+	+
4	SJ.15	+	+	+	+
5	S.18	+	-	+	+
6	SJ.22	+	+	+	+
7	Ç.3	+	+	+	+
8	Ç.10	+	+	+	+
9	Ç.14	+	-	+	-
10	Ç.17	+	-	+	-
11	Ç.20	+	-	+	-
12	Ç.25	+	-	+	-
13	Ç.31	+	-	+	-
14	Ç.35	+	-	+	-

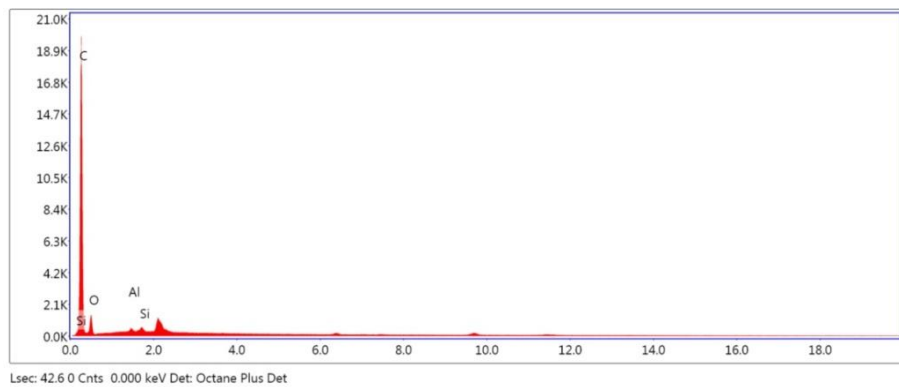
5.1.3. Taramalı Elektron Mikroskobu- Mikroanaliz (SEM-EDAX)

İncelenen örnekler içinde bulunan minerallerin kristal şekli ve boyutlarını incelemek amacıyla seçilen örneklerden SEM analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerin analizi Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİLTEM), SEM laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre Ç 29 nolu örnekte petrol damlacığı (Şekil 5.7), Ç 31 nolu örnekte pirit (Şekil 5.8), SJ 9 nolu örnekte kuvars (Şekil 5.9) tespit edilmiştir.

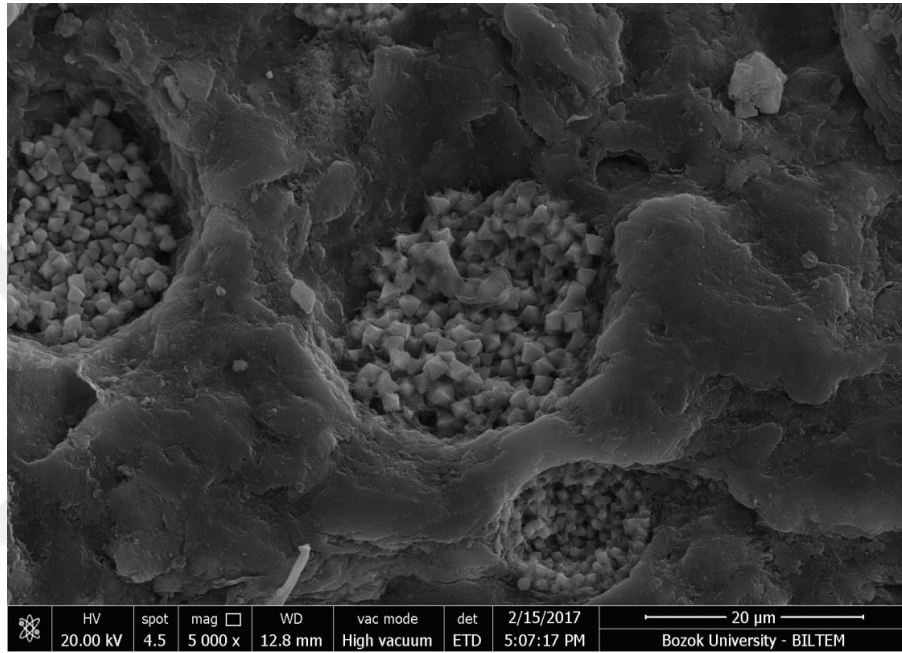


Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %	Kratio	Z	R	A	F
C K	80.99	85.12	5,885.26	3.28	0.61	1.01	1	0.75	1
O K	18.65	14.71	512.20	10.51	0.02	0.97	1.01	0.1	1
AlK	0.16	0.07	70.91	12.56	0.00	0.87	1.05	0.64	1.01
SiK	0.21	0.09	125.42	9.46	0.00	0.89	1.06	0.79	1.01

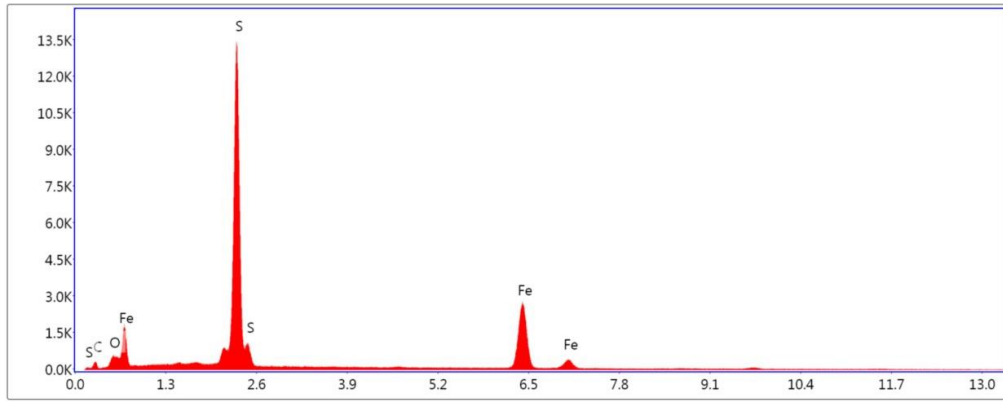


Şekil 5.7. Ç 29 nolu örnekte SEM analiziyle görülen petrol damlacığı

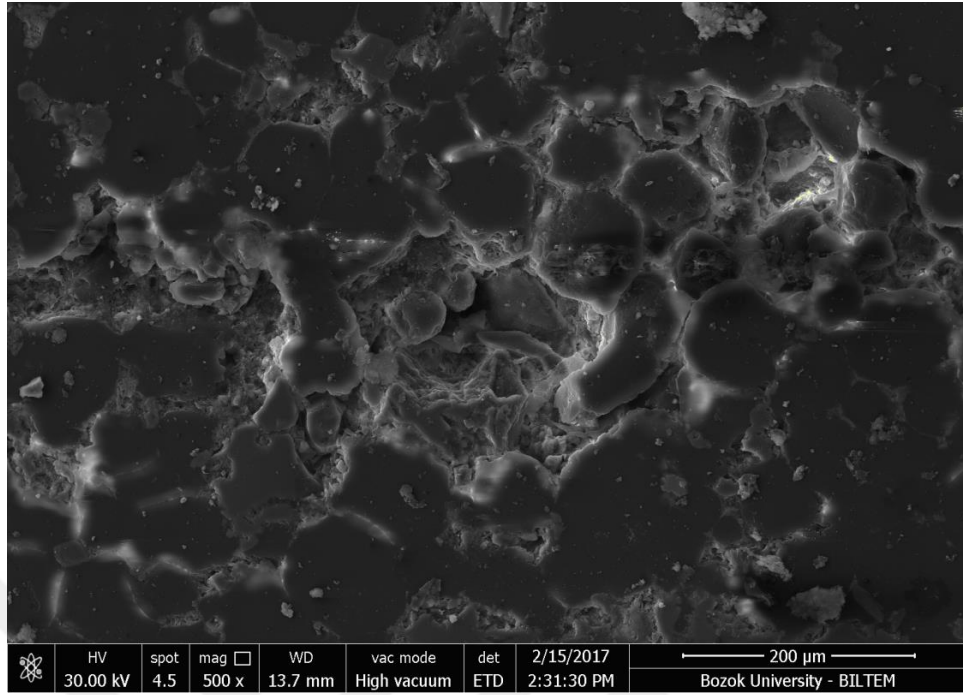
Ç 29 nolu örnekte % 80.99 C, % 18.65 O, % 0.16 Al, % 0.21 Si tespit edilmiştir ve buna göre petrol damlacığı olarak belirlenmiştir (Şekil 5.7). Ç 31 nolu örnekte % 16.04 C, % 4.35 O, % 42.15 S, % 37.46 Fe tespit edilmiştir ve buna göre örnekteki mineraller pirit mineralleri olarak belirlenmiştir (Şekil 5.8). SJ 9 nolu örnekte %53.71 O, %45.89 Si tespit edilmiştir ve buna göre örnekteki mineraller kuvars mineralleri olarak belirlenmiştir (Şekil 5.9).



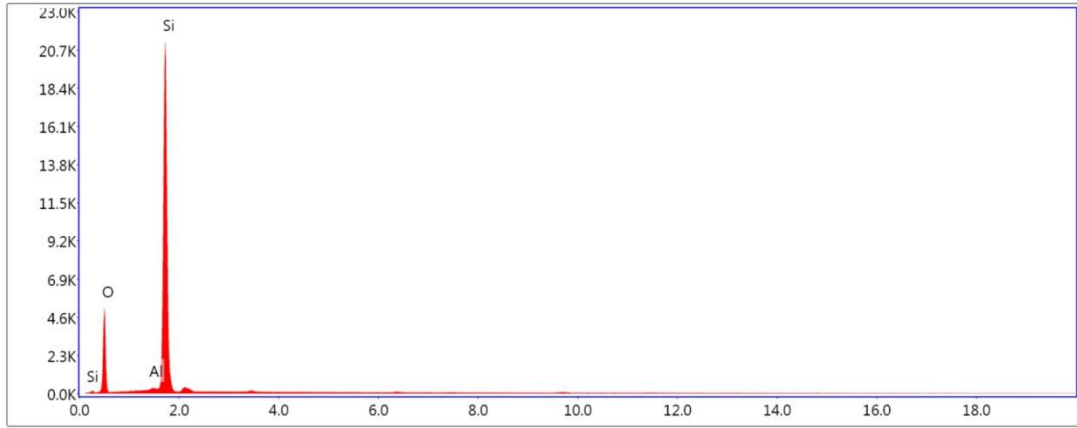
Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %	Kratio	Z	R	A	F
C K	16.04	37.17	144.51	12.75	0.02	1.17	0.9	0.09	1
O K	4.35	7.57	177.23	13.01	0.01	1.13	0.92	0.18	1
S K	42.15	36.59	10,806.88	2.72	0.37	1.01	0.99	0.85	1.01
FeK	37.46	18.67	3,161.59	2.22	0.34	0.88	1.05	0.99	1.03



Şekil 5.8. Ç 31 nolu örnekte SEM analiziyle görülen piritler



Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %	Kratio	Z	R	A	F
O K	53.71	67.07	2,853.59	8.27	0.16	1.03	0.98	0.28	1
AlK	0.40	0.30	107.91	15.02	0.00	0.93	1.02	0.55	1.03
SiK	45.89	32.64	16,088.83	3.87	0.31	0.96	1.02	0.7	1



Lsec: 22.3 0 Cnts 0.000 keV Det: Octane Plus Det

Şekil 5.9. SJ 9 nolu örnekte SEM analiziyle görülen kuvars mineralleri

5.2. Organik Petrografi İncelemeleri

Çalışma alanından elde edilen örnekler, MTA Mineroloji Petrografi laboratuvarlarında parlatma briketleri olarak hazırlanmış ve organik petrografi bakımından incelenmiştir.

Bitümlü şeyllerin bileşenleri inorganik bileşenler ve organik bileşenler olmak üzere ikiye ayrılır. İnorganik (mineraller) bileşenler çökeltme koşulları hakkında önemli bilgiler sunar. Bitümlü şeyllerin inorganik bileşenleri kil, karbonat, sülfid, sülfat, zeolit ve evaporit minerallerinden ve kuvars mineralinden oluşmaktadır.

Organik bileşenler (maseraller) ise çökeltme ortamını yansıtmaları yanında bitümlü şeylin kalitesini belirler. Bitümlü şeyli oluşturan kerojenlerin büyük bir kısmı alg kalıntısından, diğer kısımları ise değişik oranlarda tanımlanabilen organik kalıntı ile bitkisel kökenli organik maddelerden (kömür) oluşmuştur.

Bu kısımda örneklerin organik petrografi bakımından incelenmesindeki amaç, maserallerin türlerinin belirlenmesi, örnekler içindeki organik maddelerin miktarının belirlenmesi ve yansıma değerlerinin ölçülerek bitümlü şeyllerin petrol türetilebilmesi için olgunlaşması hakkında bilgiye ulaşmaktır.

Kömür ve bitümlü şeylleri için, 70 adet örnek incelenmiş, parlatma briketleri hazırlanmıştır. Her ölçümde yansıma değerleri (Rrandom) için uygun (yansıma değerini etkilemeyen özel) alanlar belirlenmiştir. Bu seçim yapılırken, örnek yüzeyinin çizik olmamasına ve seçilen noktanın etrafının çok aydınlık veya karanlık olmamasına (pirit ve kuvars gibi minerallerden uzakta olmasına) özen gösterilmiştir.

Bazı örneklerde organik organik madde izlenmemiş veya çok az izlenmiştir. Sağlıklı olmayacağı için bunlardan yansıma ölçümleri yapılamamıştır.

Yapılan incelemelerde 6 adet örneğin kömür örneği olduğu tespit edilmiştir. Bu örnekler; Ç6, Ç27, Ç29, Ç30, Ç32, Ç33a, kodlu örneklerdir. Geriye kalan örnekler ise bitümlü şeyl örnekleridir (Çizelge 5.7).

Yansıma ölçümleri 50 adet örnek üzerinde, her bir örnekten yaklaşık 100 nokta seçilerek yapılmıştır. Yapılan ölçümler neticesinde örneklerin yansıma

değerleri R_{max} 380-593 arasında tespit edilmiştir. Bu değerlere göre çalışma örnekleri içinde bulunan organik maddenin türü genelde Alt bitümlü kömür olarak belirlenmiştir (Ward, 1984; Stach vd.,1982; Taylor vd.,1998) (Çizelge 5.6). Dünya örneklerinin $R_{max} < 0,380$ olduğu görülmektedir (Çizelge 5.7). Bu değerlere göre dünya örneklerinin kömürleşme derecesi Linyit olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6). Bu değerler çalışma alanındaki örneklerle uyumlu olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.6. Kömürlerin % R_{max} değerleri ve kömürleşme dereceleri (Ward, 1984; Stach vd.,1982; Taylor.,1998).

Kömürleşme Derecesi	$R_{max}(\%)$
Linyit	<0,380
Alt Bitümlü Kömür	0,38-0,65
Yüksek Uçucu Maddeli Taşkömürü	0,65-1,10
Orta Uçucu Maddeli Taşkömürü	1,10-1,50
Az Uçucu Maddeli Taşkömürü	1,50-2,05
Semi Antrasit	2,05-2,5
Antrasit	2,5-5,0
Meta Antrasit	5,0-6,5
Semi Grafit	6,5-9,0
Grafit	>9,0

Çizelge 5.7. Organik petrografi bakımından incelenen örneklerin yansıma değerleri

Örnek sayısı	örnek no	Rmax	Rmin	Rmean
1	Ç.1	0,318	0,284	0,304
2	Ç.2	0,369	0,335	0,35
3	Ç.3	0,388	0,312	0,35
4	Ç.5	0,545	0,492	0,521
5	Ç.6*	0,605	0,526	0,563
6	Ç.7	0,471	0,421	0,442
7	Ç.8	0,46	0,4	0,412
8	Ç.9	0,536	0,433	0,487
9	Ç.10	0,497	0,382	0,425
10	Ç.12	0,456	0,405	0,426
12	Ç.13.	0,507	0,427	0,458
13	Ç.14	0,432	0,394	0,414
14	Ç.16	0,373	0,356	0,365
15	Ç.18	0,477	0,374	0,45
16	Ç.19	0,374	0,278	0,329
17	Ç.20	0,32	0,301	0,311
18	Ç.21	0,374	0,295	0,333
19	Ç.22	0,471	0,396	0,431
20	Ç.24	0,355	0,279	0,328
21	Ç.25	0,371	0,336	0,35
22	Ç.26	0,495	0,39	0,456
23	Ç.27*	0,617	0,518	0,578
24	Ç.28	0,347	0,316	0,332
25	Ç.29*	0,561	0,511	0,541
26	Ç.30*	0,519	0,499	0,506
27	Ç.31	0,497	0,424	0,448
28	Ç.32*	0,609	0,567	0,593
29	Ç.33a*	0,518	0,48	0,496
30	Ç.33b	0,433	0,358	0,383
31	Ç.34	0,388	0,3	0,356
32	S.J.10	0,477	0,441	0,458
33	S.J.12	0,541	0,446	0,496
34	SJ.14	0,39	0,39	0,39
35	SJ.16	0,486	0,363	0,416
35	Utah	0,378	0,289	0,317
37	ürdün	0,295	0,269	0,282

Not: '*' işaretli örnekler kömür örnekleridir.

5.2.1. Organik Maddelerin Petrografik Bileşenleri

Organik madde fiziksel ve kimyasal değişime uğrayan bitki parçalarından oluşmuştur. Organik maddelerdeki en küçük birimlere maseral adı verilmiştir. Organik maddeleri meydana getiren maseral ve mineraller ortamın biyolojik, kimyasal ve jeolojik işlevlerine bağlı olarak oluşur ve o ortamda birikirler.

Maseraller farklı morfolojik yapılar ve farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı 3 ana gruba ayrılır. Bunlar; Vitrit/Hüminit (linyit ve alt bitümlü kömürlerde Hüminit), Liptinit ve İnertinit'tir.

Çalışma örnekleri içerisinde bulunan organik maddelerin, kömürleşme dereceleri, R_{max} değerlerine göre Alt bitümlü kömür olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6 ve 5.7). Hüminitler, bitkilerin kök, gövde, dal ve kabuklarını oluşturan dokuya (selüloz linyin ve tanin) ait hücre duvarlarından ve hücre dolgu maddesinden kaynaklanır.

Hüminitler kendi aralarında, maseral alt grubu olarak; Telohüminit, Gelohüminit, Detrohüminit olarak 3'e ayrılır (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. Hüminit grubu maseralleri (ICCP, 2001)

Maseral Grubu	Maseral Alt Grubu	Maseral
HÜMİNİT	Telohüminit (Doku Gösterenler)	Tekstinit
		Ülminit
	Detrohüminit (Kırıntılılar)	Atrinit
		Densinit
	Gelohüminit (Jelleşmişler)	Korpohüminit
		Gelinit

Telohüminitler bitkisel hücre yapısının bozunmadan korunduğu ve mikroskopta gözlenebildiği maseral alt grubudur. Telohüminitler Tekstinit ve Ülminit olmak üzere ikiye ayrılır.

Tekstinit selüloz ve linyin kökenli bitkisel hücre duvarlarından oluşur. İlksel şekillerini büyük ölçüde korur ve jelleşmemiştir. Hücrelerin içi genelde boştur ya da başka mineral ve maseraller tarafından doldurulur.

Ülminit az ya da çok jelleşmiş hücre duvarlarından oluşur. Jelleşmenin neden olduğu homojenleşmeden dolayı hücre yapısı az belirgindir ya da belirgin değildir. Bazen kuruma çatlakları görülebilir.

Detrohüminitler çok küçük boyutlu ve jelleşme geçirmemiş hüminit kırıntıları şeklindedir. Hüminit kırıntıları arasında çimento görevi yapan ve amorf yapıya sahip hümik bir madde yer alabilmektedir. Detrohüminit ağaçlardan başka otsu bitkilerden de kaynaklanabilir (Ünalın, 2010).

Detrohüminit alt grubu atrinit ve dansinit maserallerini kapsamaktadır. atrinitler küçük tane boyuna sahip değişik şekilli hüminit kırıntıları ile, süngersi gözenekli jelleşme göstermeyen bir hüminit karışımından oluşur. Koyu gri renklidir.

Dansinit çok küçük boyutlu değişik şekilli ve jelleşmiş hüminit maseralleri ve bunlara çimento görevi yapan jelleşmiş hümik maddeden oluşur.

Jelohüminit gri renkli jelleşme gösteren iç yapısı olmayan homojen bir maseral alt grubudur. Jelinit ve korpohüminit maserallerini kapsar.

Jelinit homojen, açık gri renkli, biyolojik yapı sunmayan açık gri bir jeldir.

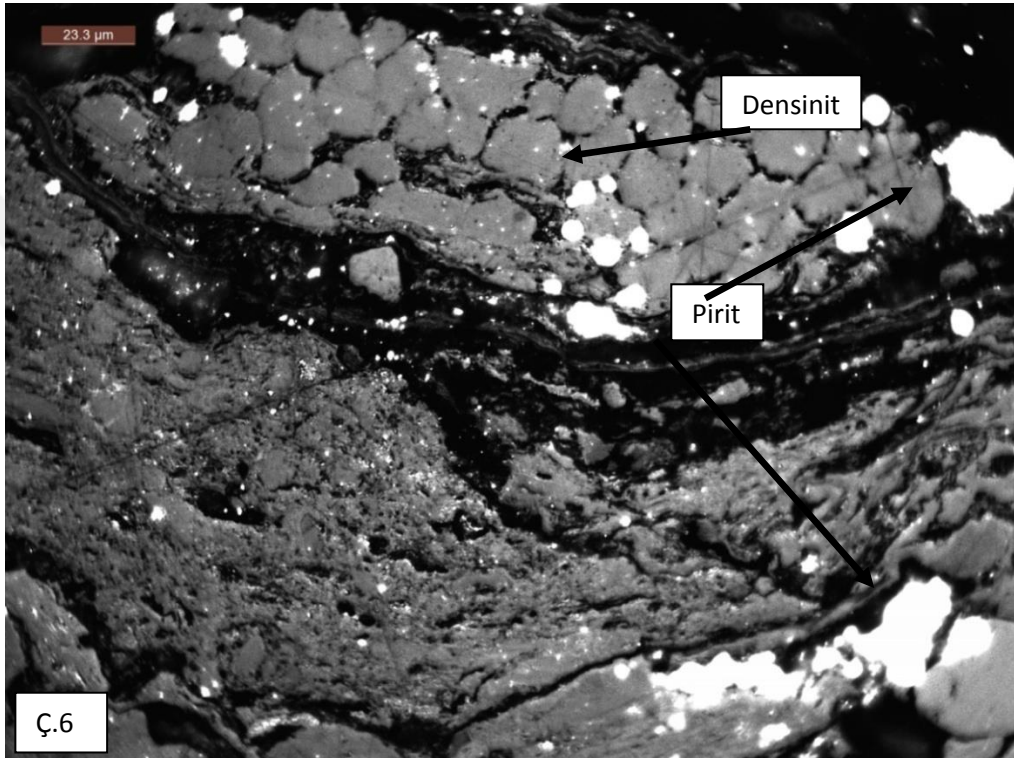
Korpohüminit bitki hücrelerinin dolgu maddesini oluşturan, gri renkli, iç yapısı olmayan homojen bir maseraldir. küresel, oval şakillerde görülebilir (Ünalın, 2010).

Çalışma örnekleri içindeki maseraller ve mineraller kantitatif olarak ölçülmüş, organik madde ve inorganik madde yüzdeleri tespit edilmiştir (Çizelge 5.9). Ç6, Ç27, Ç29, Ç30, Ç32, Ç33a nolu örnekler, kömür örnekleri olup organik madde miktarı yüksek, inorganik madde miktarı düşüktür. (Çizelge 5.9). Bitümlü şeyl örneklerinde ise organik madde miktarı düşük, inorganik madde miktarı yüksektir. Çalışma örneklerinde pirit miktarı %1-10 arasında değişmektedir (Çizelge 5.9).

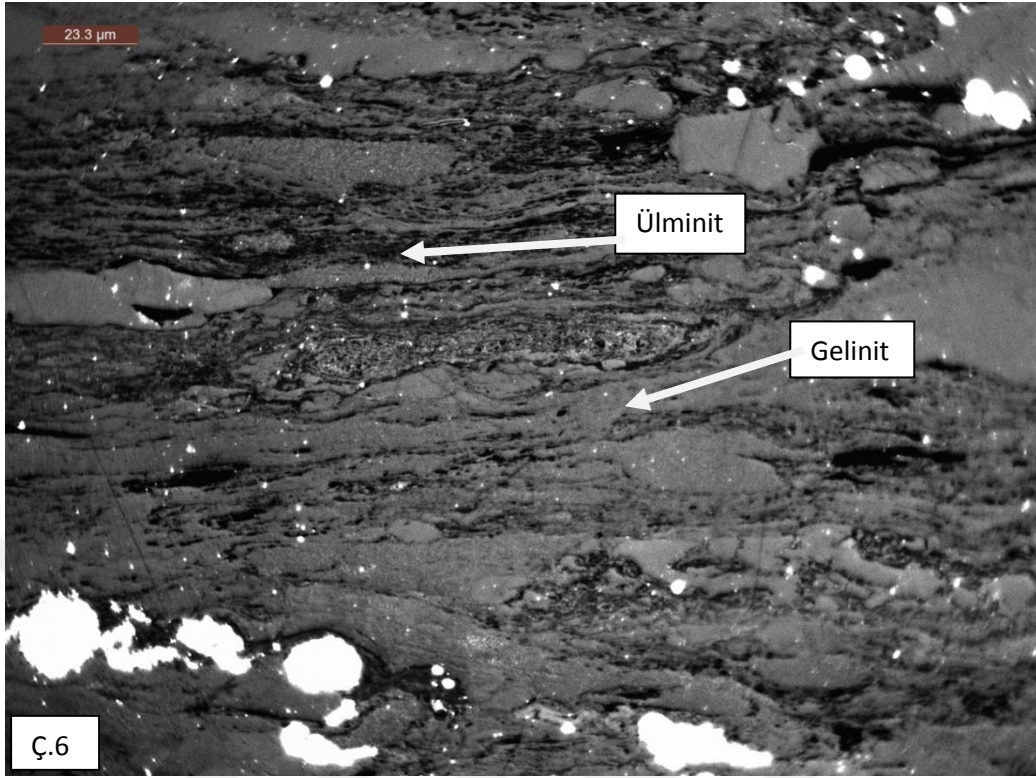
Çizelge 5.9. Çalışma örneklerinin Organik Madde ve İnorganik Madde oranları

Örnek say	örnek no	Rmax	Organik Madde%			İnorganik Madde%	
			HÜMİNİT	İNERTİNİT	LİPTİNİT	Pirit	Kil,silt,kuvars
1	Ç.1	0,318	12			3	85
2	Ç.2	0,369	6			2	92
3	Ç.3	0,388	10			1	89
4	Ç.5	0,545	15			3	82
5	Ç.6*	0,605	72	5	7	10	6
6	Ç.7	0,471	39			5	56
7	Ç.8	0,46	10			3	87
8	Ç.9	0,536	32			4	64
9	Ç.10	0,497	12			6	82
10	Ç.12	0,456	18			3	79
11	Ç.13.	0,507	16			3	81
12	Ç.14	0,432	14			5	81
13	Ç.16	0,373	14			1	85
14	Ç.18	0,477	10			1	89
15	Ç.19	0,374	10			4	86
16	Ç.20	0,32	8			<1	91
17	Ç.21	0,374	10			7	83
18	Ç.22	0,471	13			3	84
19	Ç.24	0,355	9			4	87
20	Ç.25	0,371	10			1	89
21	Ç.26	0,495	30			3	67
22	Ç27*	0,617	72	6	5	4	13
23	Ç.28	0,347	2			1	97
24	Ç29*	0,561	69	8	5	3	15
25	Ç.30*	0,519	83	6	8	1	2
26	Ç.31	0,497	58	4	3	7	28
27	Ç.32*	0,609	54	3		5	38
28	Ç.33a*	0,518	81	7	2	3	7
29	Ç.33b	0,433	9			2	89
30	Ç.34	0,388	9			3	88

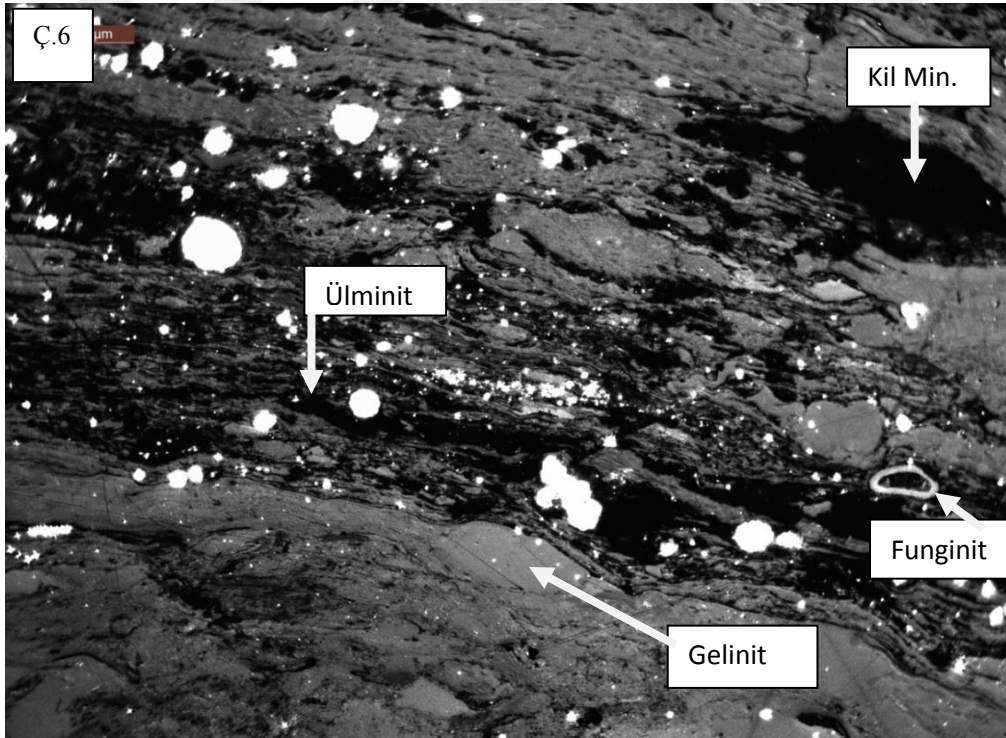
Örneklerdeki organik maddelerin çoğunu hüminit grubu maseraller oluşturmaktadır (Çizelge 5.9) Bunlar; densinit, ülminit, gelinit, korpohüminit gibi maserallerdir (Şekil 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21). Ayrıca çalışma örneklerinde Liptinit grubu maserallerden Kütinit, İnertinit grubu maserallerden de Funginit tespit edilmiştir (Şekil 5.12, 5.17, 5.19, 5.20, 5.21).



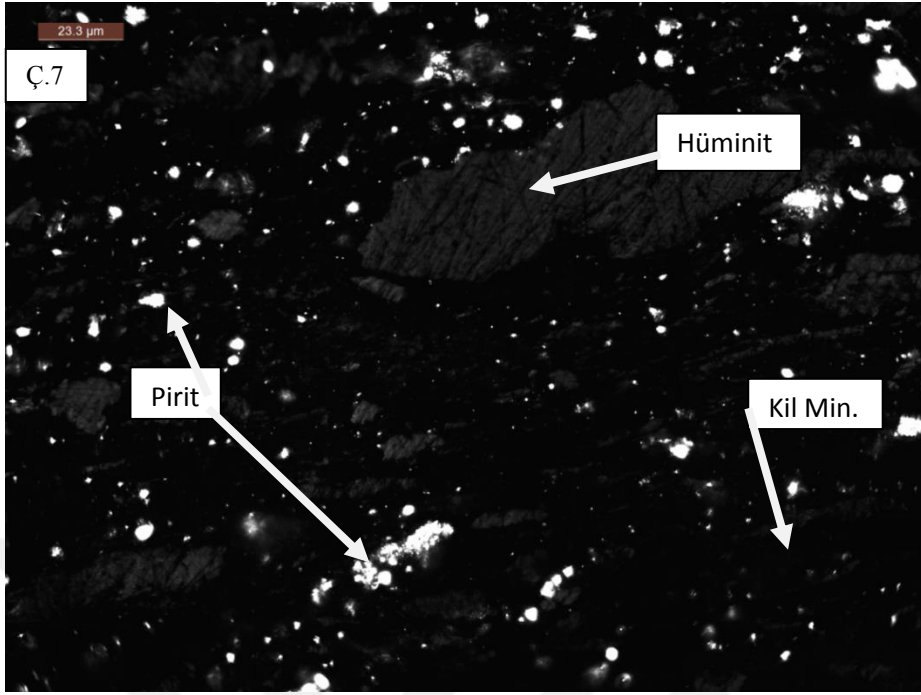
Şekil 5.10. Ç.6 nolu örnekte densinit maserali ve pirit minerali



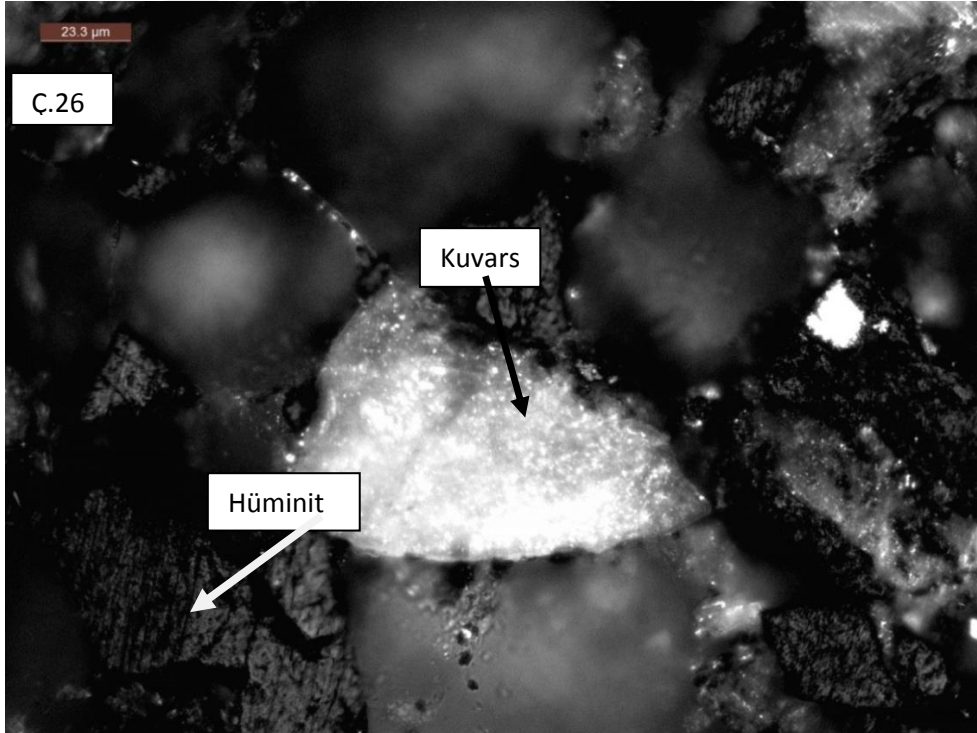
Şekil 5.11. Ç.6 nolu örnekte gelinit ve ülminit maseralleri



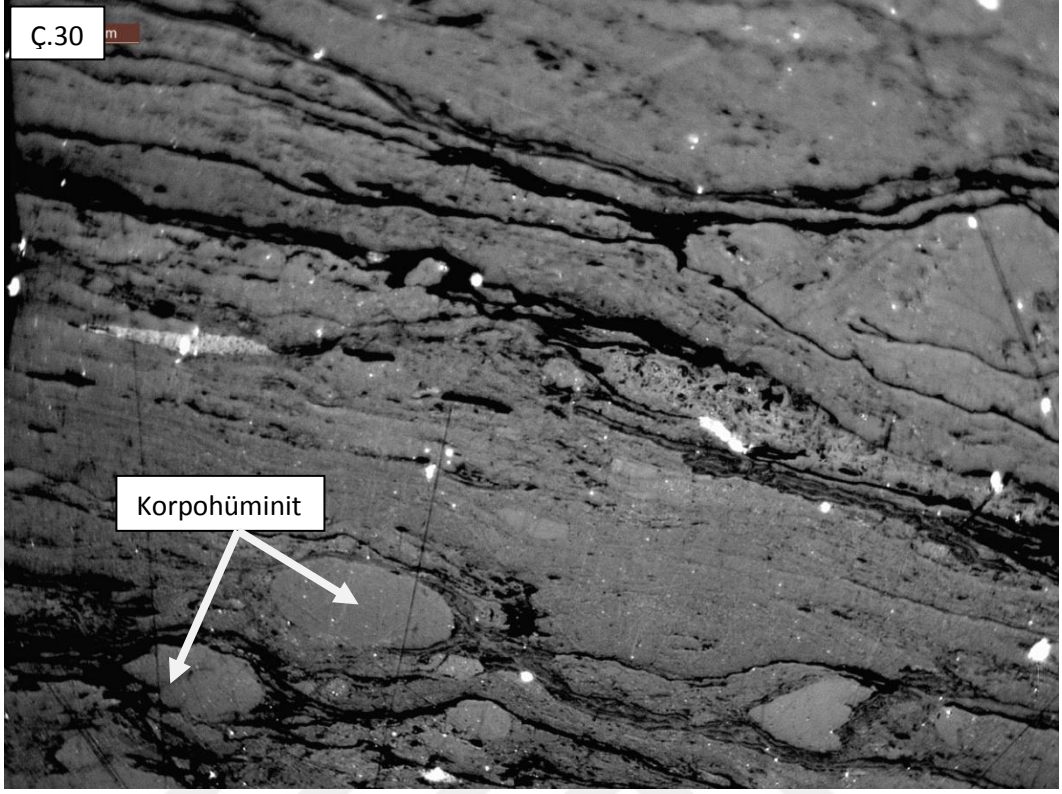
Şekil 5.12. Ç.6 nolu örnekte gelinit, funginit ve ülminit maseralleri



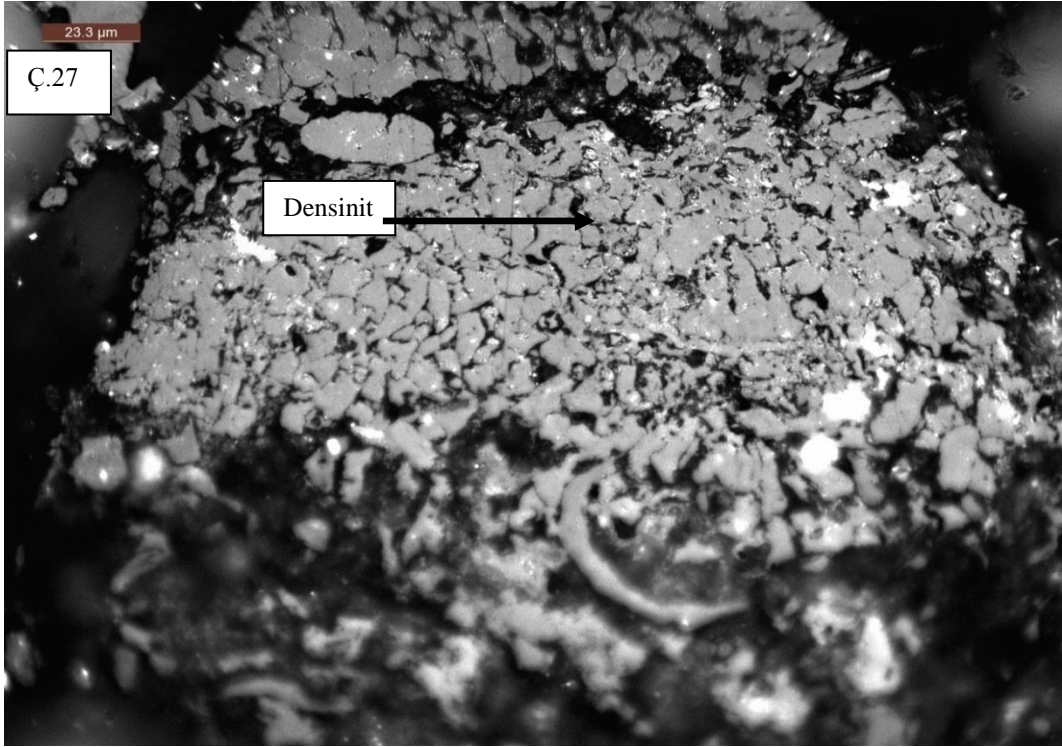
Şekil 5.13. Ç.7 nolu örnekte hüminit maseralleri, kil ve pirit minerali



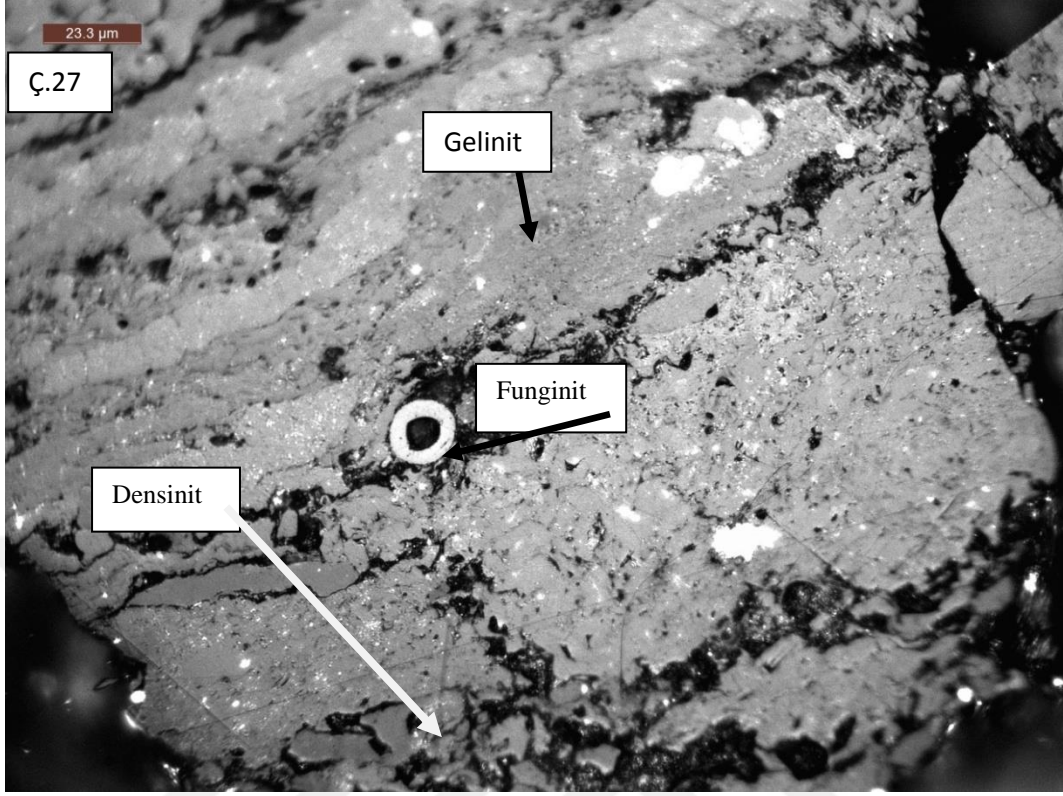
Şekil 5.14. Ç.26 nolu örnekte hüminit maseralleri ve kuvars



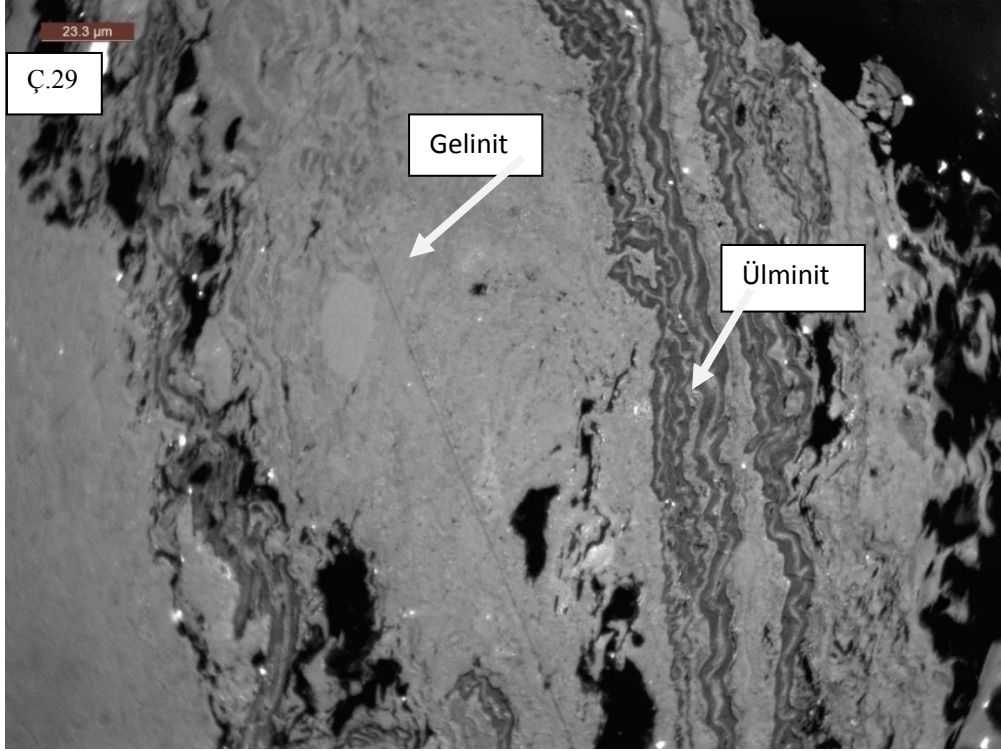
Şekil 5.15. Ç.26 nolu örnekte hüminit maseralleri ve kuvars



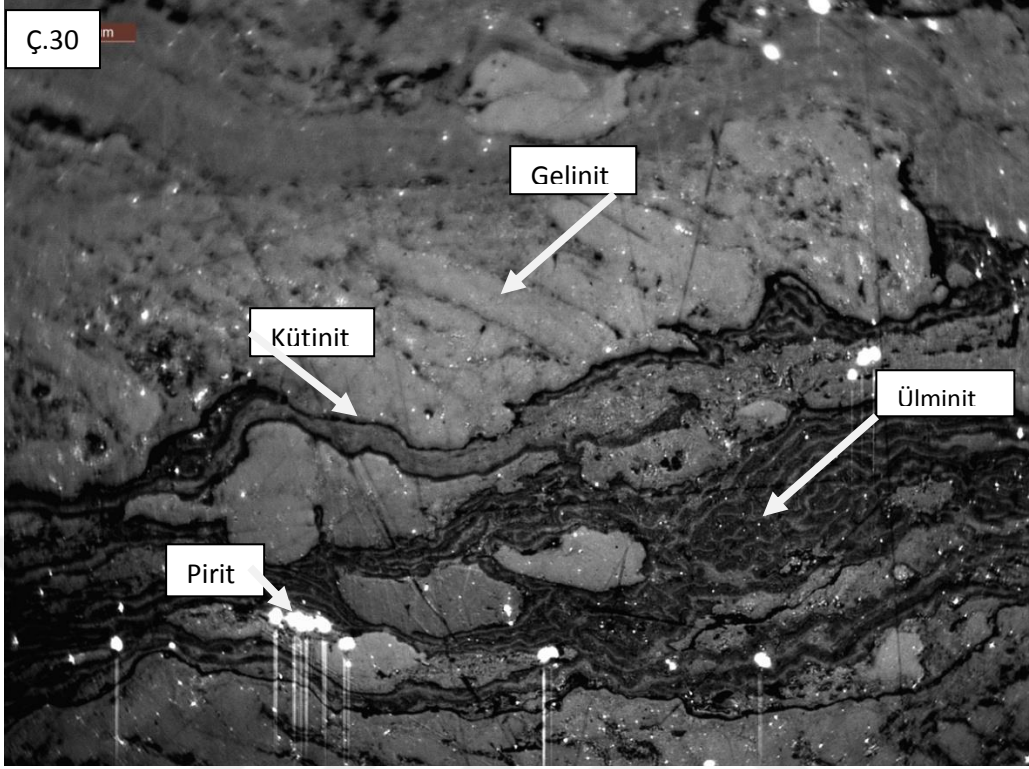
Şekil 5.16. Ç.27 nolu örnekte densinit maseralleri



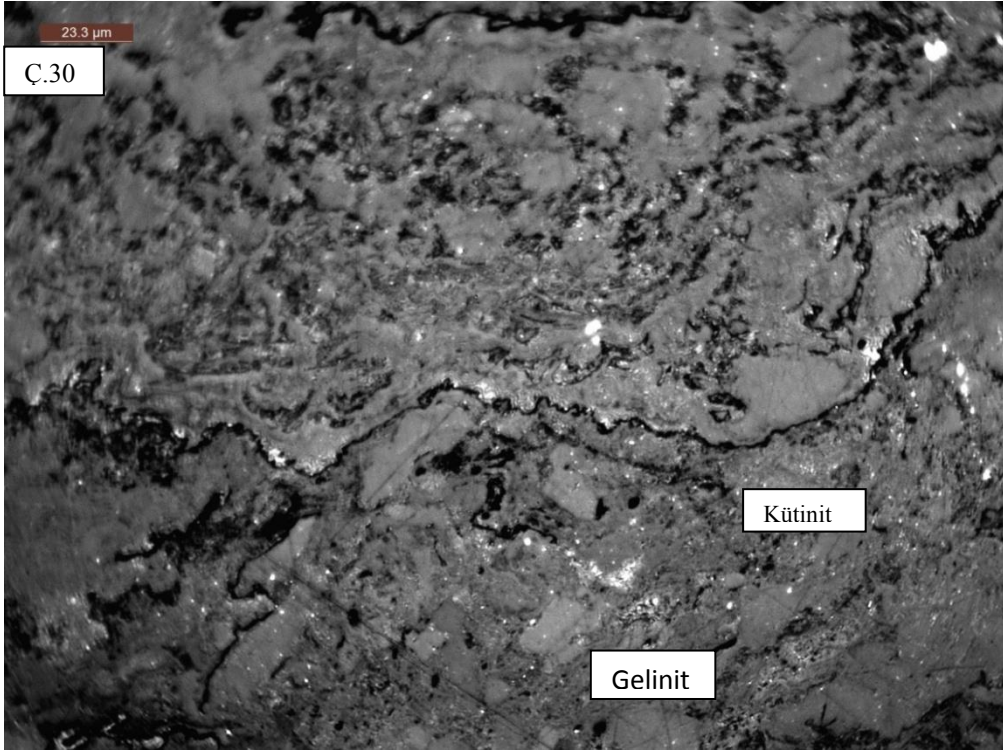
Şekil 5.17. Ç.27 nolu örnekte densinit, gelinitve funginit maseralleri



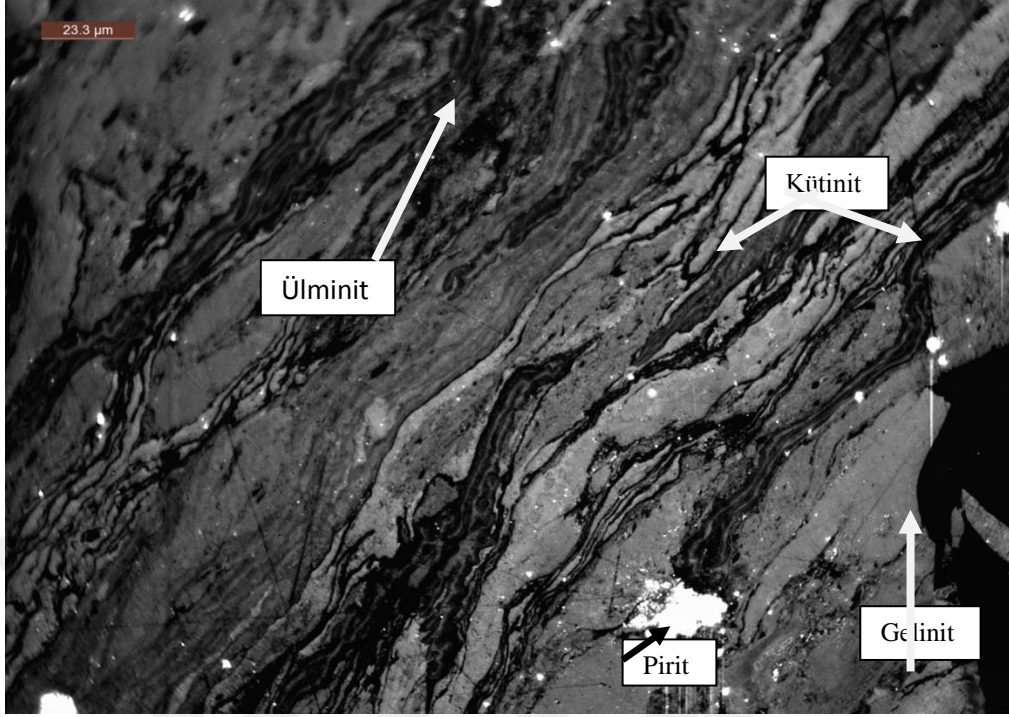
Şekil 5.18. Ç.29 nolu örnekte gelinit ve ülminit maseralleri



Şekil 5.19. Ç.30 nolu örnekte gelinit, ülminit ve kütinit maseralleri, pirit



Şekil 5.20. Ç.30 nolu örnekte gelinit ve kütinit maseralleri



Şekil 5.21. Ç.30 nolu örnekte gelinit, ülminit ve kütinit maseralleri, pirit

5.2.2. Toplam Organik Madde Miktarı (TOC)

Sedimanlar içindeki organik madde miktarı Toplam Organik Karbon olarak adlandırılır. Toplam Organik Karbon, kerojene ilişkili karbon miktarı ile kerojenden türemiş fakat kayaç dışına atılmamış hidrokarbonlara ait karbonların toplamıdır (Durand ve ark.,1972; Jonathan ve ark.1976).

Çeşitli araştırmacılara göre Kaynak kaya potansiyeli ve Toplam Organik Karbon miktarları Çizelge 5. 10 'da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Araştırmacılara göre TOC değerleri ve kaynak kaya kalitesi

Jarvie (1991)		Tissot ve Welte (1984)		Peters ve Cassa (1994)	
TOC(%)	Kaynak kaya kalitesi	TOC (%)	Kaynak kaya kalitesi	TOC(%)	Kaynak kaya kalitesi
0-0.5	Yetersiz	0.1-0.5	Zayıf	0-0.5	Zayıf
0.5-1	Orta	0.5-1	Orta	0.5 - 1	Orta
>1	Yeterli	1_2	İyi	1_2	İyi
		2 _ 10	Zengin	2_4	Çok İyi
				>4	Mükemmel

Çeltek formasyonu bitümlü şeyllerinin TOC değerleri; **TOCmin: 1.37 TOCmax: 11.8 TOCort: 4.96** şeklinde ölçülmüştür. Çizelge 5.10 da verilen değerlere göre çalışma sahası kaynak kaya kalitesi bakımından " çok iyi - mükemmel"aralığındadır.

Ancak Çizelge 5.10 daki bu değerler petrol kaynak kayaları için geçerlidir.

Bitümlü şeyller için % TOC değerleri, TKİ-TPAO Ortak Bitümlü Şeyl projesi Çalışmaları sonucunda:

< % 4 ise ekonomik değil

% 4-10 arası ise orta derecede ekonomik

> % 10 ise Yüksek/ çok ekonomik

olarak belirlenmiştir (Prof. Dr. Ali SARI ile görüşülmüştür).

Bu sonuçlara bakılarak çalışma alanındaki örnekler orta derecede ekonomik olarak değerlendirilebilir.

5.3 Organik Jeokimya

5.3.1. Bitümlü Şeyller

Organik kayalar içinde önemli bir yeri olan bitümlü şeyl; organik çözücülerde çözünmeyen ve kerojen adı verilen organik madde içeren, ince taneli ve genellikle laminalı bir yapıya sahip sedimanter kayaç olarak tanımlanır. Literatürde bitümlü şeyt veya oil shale olarak da adlandırılmış olan bu kayalar, ekonomik olarak petrol ve gaz üretilen bitümlü şeyller için petrollü şeyl terimi de kullanılmaktadır.

Bitümlü şeyllerin bileşenleri inorganik bileşenler ve organik bileşenler olmak üzere ikiye ayrılır. İnorganik (mineraller) bileşenler çökelme koşulları hakkında önemli bilgiler sunar. Bitümlü şeyllerin inorganik bileşenleri kil, karbonat, sülfid, sülfat, zeolit ve evaporit minerallerinden ve kuvars mineralinden oluşmaktadır. Bu mineraller iklim, canlı türü, çözeltinin kimyasal karakteri ve alterasyon hakkında bilgi verir.

Organik bileşenler (maseraller) çökme ortamını yansıtmaları yanında bitümlü şeylin kalitesini belirler. Bitümlü şeyli oluşturan kerojenlerin büyük bir kısmı alg kalıntısından, diğer kısımları ise değişik oranlarda tanımlanabilen organik kalıntı ile amorf organik maddeden oluşmuştur.

Bitümlü şeyller genellikle göl ortamında yaşayan alglerin ve buraya çeşitli etkenlerle karadan taşınan sporpollenin inorganik materyal ile birlikte çökmesi sonucu gerçekleşir. Kalın bitümlü şeyl yataklarının oluşabilmesi için genellikle sakin ve indirgen bir ortam ile bu ortamda bol miktarda organik madde bulunması şarttır. Organik maddenin oksidasyona uğramaması ve dolayısıyla korunabilmesi için organik çamur oluşturarak kısa sürede depolanması ve gömülmesi gerekmektedir.

Bitümlü şeyllerin çökme ortamları, büyük göl ortamları, sığ denizel ortamlar ve bataklık ortamları ile bağlantılı küçük göl ve lagünlerdir.

Büyük göl ortamları dağ oluşum hareketleri ve tektonik hareketler ile sınırlı havzalarda gelişir ve bitümlü şeyl genellikle kıltaşı ile gözlenir. Bunların yanında volkanik aktiviteye bağlı olarak piroklastikler de aralanmada yer alabilir. Bu tip bitümlü şeyl sahasına en güzel örnek Colorada, Utah ve Wyoming'de yer alan ve oldukça geniş yayılım ve kalınlık sunan Green River Formasyonu'dur (Ünalın, 2010)

Sığ denizel ortamlar sınırlı dolaşımli havzalar olup genellikle tektonik veya sedimanter bir bariyer ile açık denizden ayrılmıştır. Burada çökelen bitümlü şeyller geniş yayılım göstermelerine rağmen daha az kalınlık sunarlar. Sığ denizel ortamlarda çökelen bitümlü şeyller kil mineralleri ve karbonat mineralleri içerir. Brezilya'daki Permiyen yaşlı Irati Formasyonu Sığ denizel ortamda çökelen bitümlü şeyllere örnektir (Ünalın, 2010)

Bataklık ortamlarında oluşan bitümlü şeyllerin çökeli, bataklığın suya açık alanında veya bataklığın tektonik hareketlerle çökmesine bağlı olarak su seviyesinin yükselmesi ile oluşan gölde gerçekleşir. Bol ışık sığ suda sıcaklığın artmasına neden olarak alglerin çoğalmasını sağlar. Çoğalan algler gölün eutropik karakter kazanmasından sonra hızla yok olmaya başlar ve göl tabanında sapropel çöker. Havzanın daha da çökmesi veya havza kenarındaki yükselmeler nedeniyle göle kil

boyutu malzeme taşınmaya başlar. Göl tabanında bulunan sapropelin üzeri taşınan bu malzeme tarafından örtülür ve diyajenez sonrası bitümlü şeyller oluşur.

Bitümlü şeyller; sentetik petrol ve gaz üretiminde, termik santrallerde katı yakıt olarak, Artık şeyllerden çimento hammaddesi olarak, İçerdiği iz ve nadir toprak elementlerin elde edilmesinde, tarımda gübre ve toprak stabilizatörü olarak ve adsorban karbon ve aktif karbon üretimindeekonomiye katkı sağlamaktadır.

5.3.2. Türkiyede Bitümlü Şeyl Çalışmaları

Ülkemizde ilk bitümlü şeyl çalışmaları sentetik petrol elde etmek amacıyla yapılmış ancak; ülkemizdeki bitümlü şeyllerin büyük bir bölümünün düşük petrol içeriğine sahip olduğu anlaşılmış ve çalışmalara ara verilmiştir (Şengüler, 2007). Daha sonra gelişen yakma teknolojileri nedeniyle düşük kalorifik değere sahip bitümlü şeyller termik santrallerde katı yakıt olarak kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Kütahya), Hatıldağ (Bolu), Himmetoğlu (Bolu), Mengen (Bolu), Ulukışla (Niğde), Bahçecik (İzmit), Burhaniye (Balıkesir),Beydili (Ankara), Dodurga (Çorum),Çeltek (Amasya) sahalarında ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır (Şengüler, 2007). Yapılan çalışmalar sonucunda ülkemizdeki toplam bitümlü şeyl rezervi 1,6 milyar ton olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.11).

Çizelge 5.11. Türkiyede Bitümlü Şeyl Sahalarının Rezerv ve Isı Değerleri Şengüler, 2007).

SAHA	REZERV (100 TON)	Ortalama Isı Değeri(K cal/kg)
Beypazarı (ANKARA)	327648	966
Seyitömer (KÜTAHYA)	122170	860
Hatıldağ(BOLU)	359959	774
Himmetoğlu (BOLU)	65968	1390
Ulukışla (NİĞDE)	130000*	851
Mengen (BOLU)	50000*	1000
Bahçecik (İZMİT)	42000*	1060
Burhaniye (BALIKESİR)	15600*	732
Beydili (ANKARA)	300000*	800
Dodurga (ÇORUM)	138000*	365
Çeltek (AMASYA)	90000*	541
TOPLAM:	1641381	
* Muhtemel Rezerv		

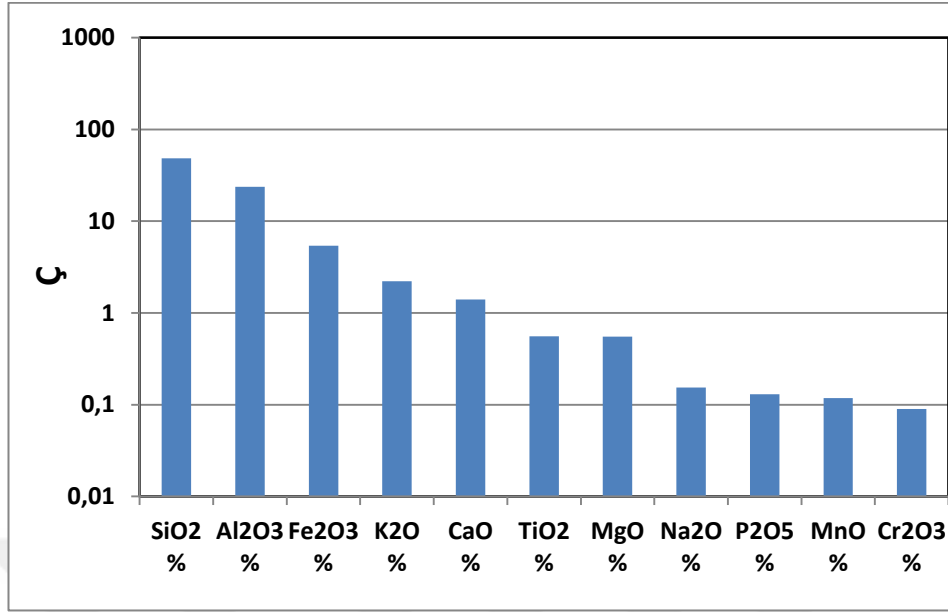
Çalışma sahasında görülen bitümlü kayaçlar 5-35 metre arasında değişen kalınlıklar sunmaktadır. Daha önceden yapılan çalışmalara göre bitümlü kayaçların analizinde saha genelinde ortalama kalori 435 Kcal/kg olup, Çeltekk Yöresinde 774 Kcal/kg olarak hesaplanmıştır. Söz konusu bitümlü şeyller % 0.10-7.72f Orijinal, % 0.10-% 1.60 Havada kuru numunede su içeriğine sahiptir. Kil oranları ise orijinal Numunede % 60.59-% 78.68 arasında havada kuru numunede ise % 60.90-% 79.40 arasında değişmektedir. Havza içerisinde oluşan inorganik bileşenler, detrital (kıyıntılı), biyojenik ve Otijenik minerallerden oluşmaktadır. Bitümlü şeyller içindeki detrital malzeme, genellikle kuvars, feldispat, kil mineralleri ve volkanik kökenli olabilir. Biyojenik kökenli mineraller genellikle amorf silika ve kalsiyum karbonat bileşenlerini temsil edebilir (genellikle nadirdir). Otijenik mineraller ise pirit ve diğer metal sülfidler, karbonatlar (kalsit, dolomit, siderit) çört, fosfatlar, trona ve halit gibi tuz mineralleridir. Havza içinde oluşan mineral içeriklerine göre biz ortamın redoks şartlarının nasıl geliştiğini yorumlayabildiğimiz için özellikle ötijenik minerallerin varlığı hem redox şartlarının tahmin edilmesinde hem de sedimanın çökmesi esnasındaki iklimsel şartların yorumlanmasında önemli bilgiler sağlamaktadır. Çeltekk formasyonu bitümlü şeylleri Alt-Orta Eosen döneminde oluşum ortamı bakımından sığ denizel sedimanlarca temsil edilmektedir.

5.4. Element Jokimyası

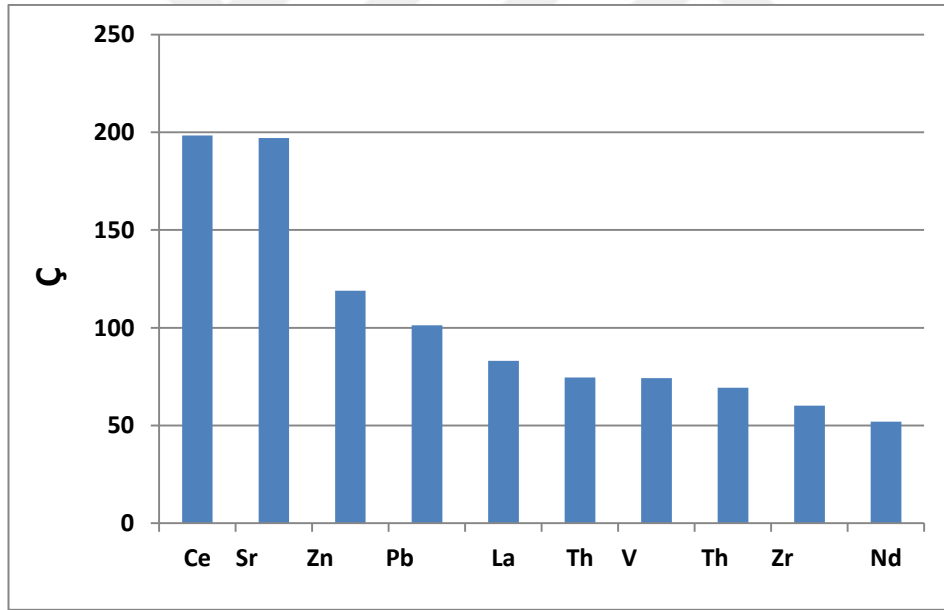
5.4.1. Element İçerikleri

Çalışma alanından alınan örneklerden elde edilen jeokimya sonuçlarına göre Çeltekk Formasyonu bitümlü şeyllerinin, element içerikleri değerlendirilmiştir.

Ç sondajına ait örneklerde majör elementlerin bolluk sırasına göre % 48,35- % 0,09 arasında değişen ortalama değerleri görülmektedir.

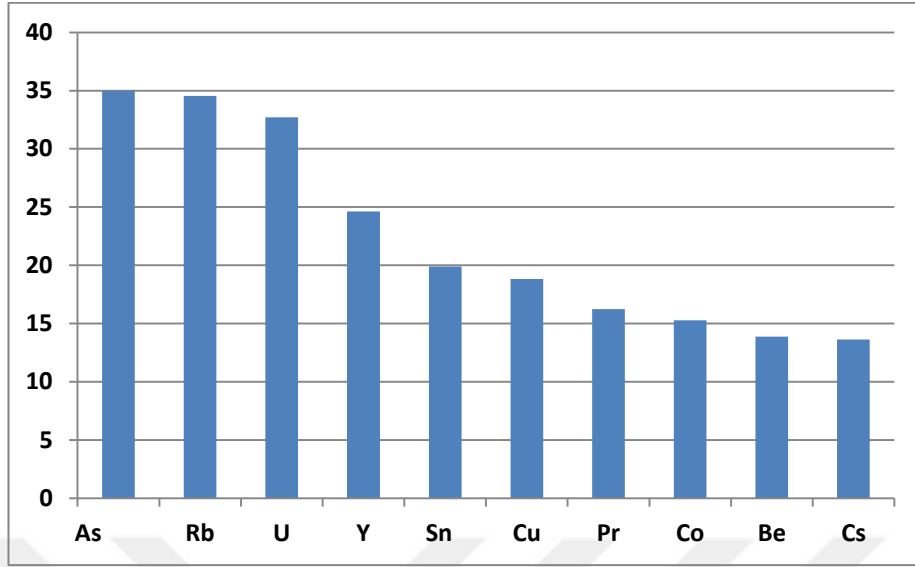


Şekil 5.22. Majör elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı



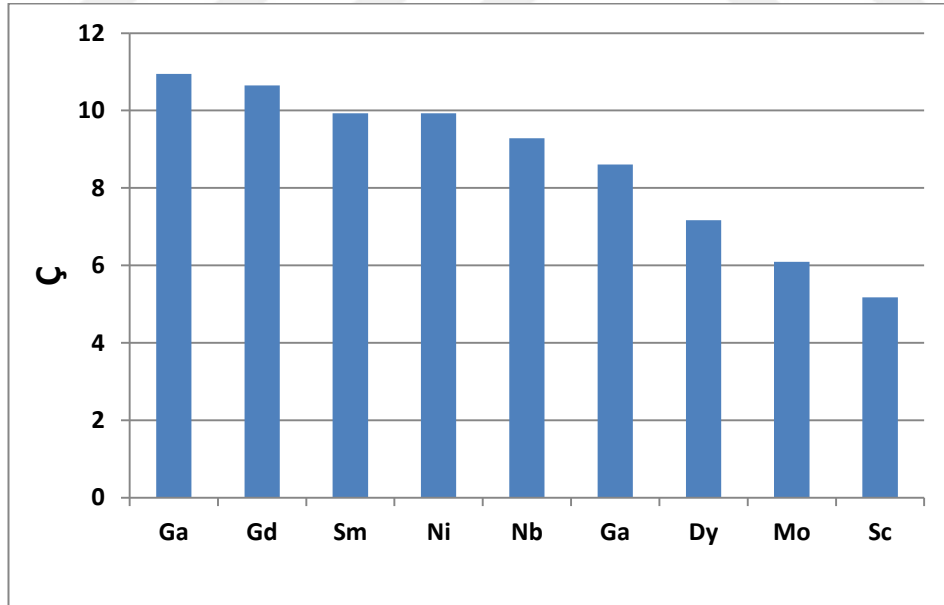
Şekil 5.23. Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

Ç sondajına ait Ce, Sr, Zn, Pb, La, Th, V, Zr, Nd elementleri bolluk sırasına göre 198,29 ppm- 51,88 ppm arasında değişmektedir.



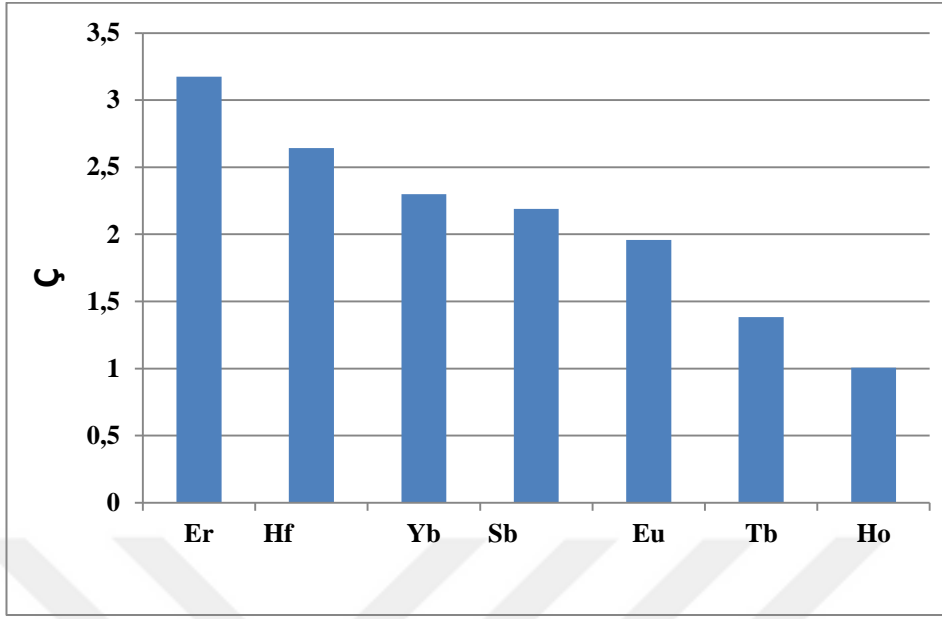
Şekil 5.24. Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

Ç sondajına ait As, Rb, U, Sn, Cu, Pr, Co, Be, Cs elementleri bolluk sırasına göre 35 ppm- 13,62 ppm arasında değişmektedir.



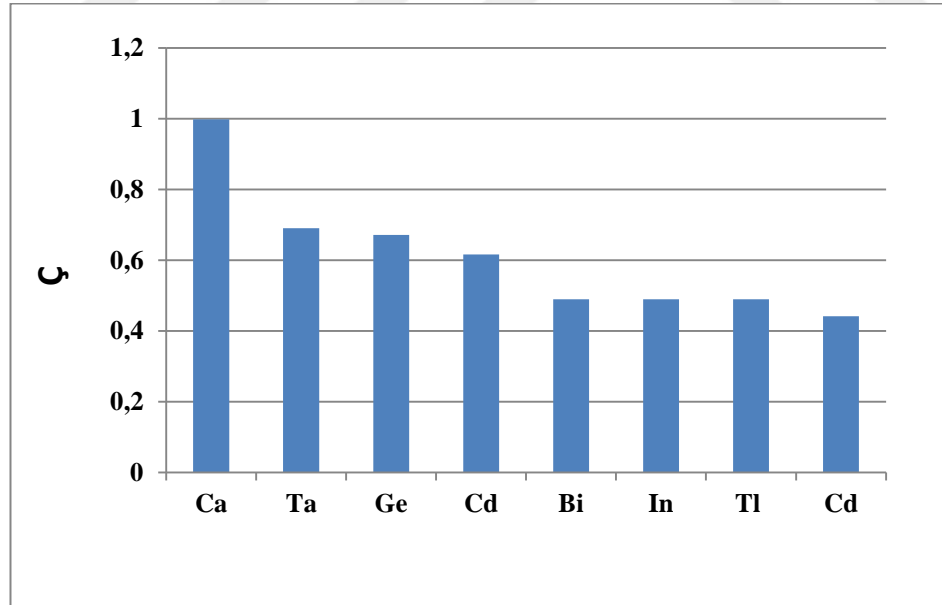
Şekil 5.25. Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

Ç sondajına ait Ga, Gd, Sm, Ni, Nb, Ga, Dy, Mo, Sc, elementleri bolluk sırasına göre 10,95 ppm- 5,17 ppm arasında değişmektedir.



Şekil 5.26. Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

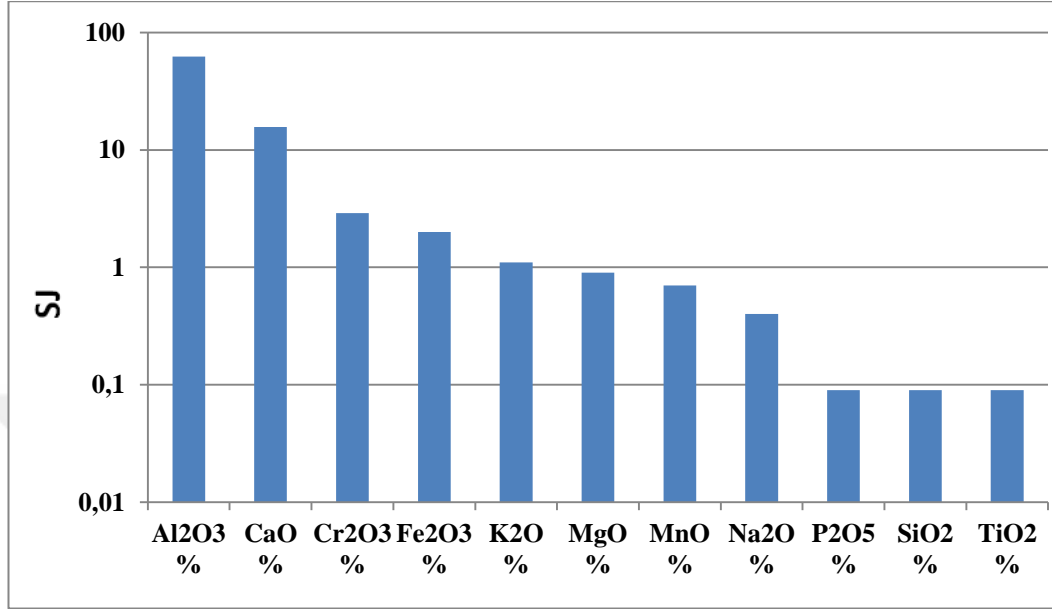
Ç sondajına ait Fe, Er, Hf, Yb, Sb, Eu, K, Tb, Ho elementleri bolluk sırasına göre 3,17 ppm - 1 ppm arasında değişmektedir.



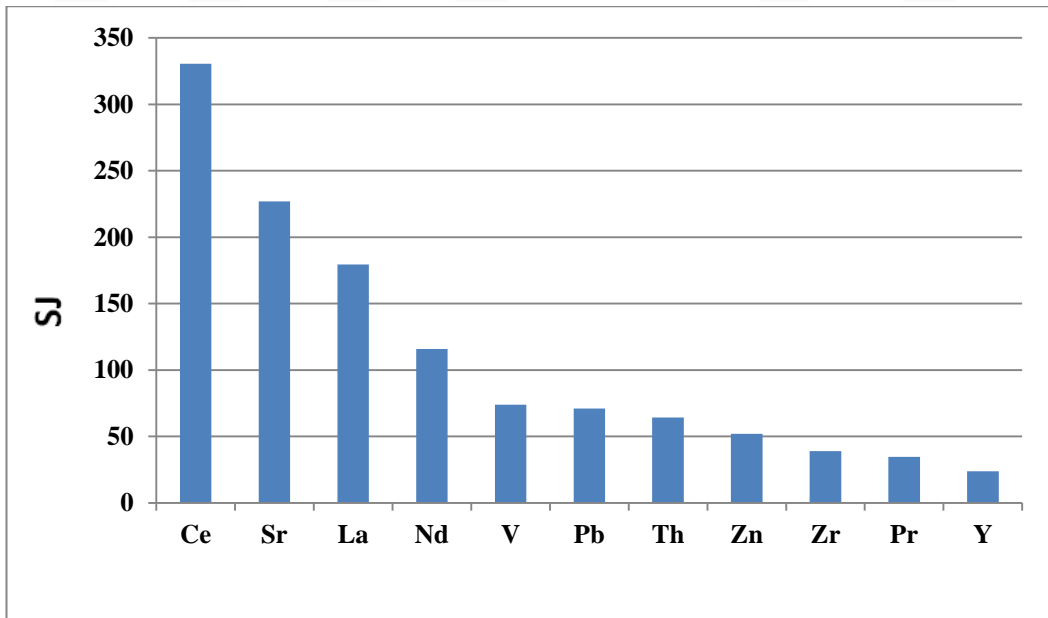
Şekil 5.27. Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

Ç sondajına ait Ta, Ge, Cd, Bi, In, Cd elementleri bolluk sırasına göre 0,69 ppm-0,44 ppm arasında değişmektedir.

SJ sondajına ait örneklerde majör elementlerin bolluk sırasına göre % 62.5- % 0,09 arasında değişen ortalama değerleri görülmektedir.

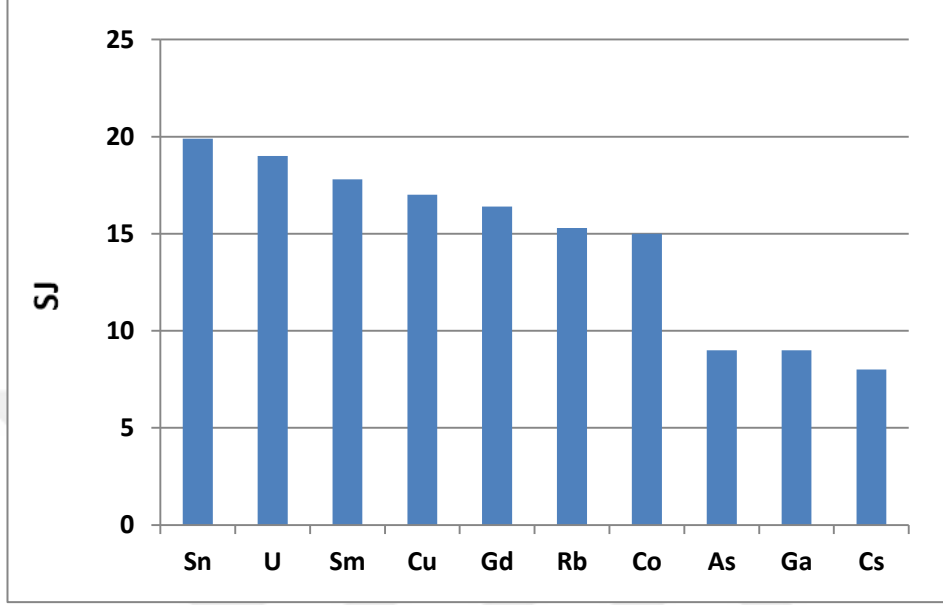


Şekil 5.29. SJ sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı



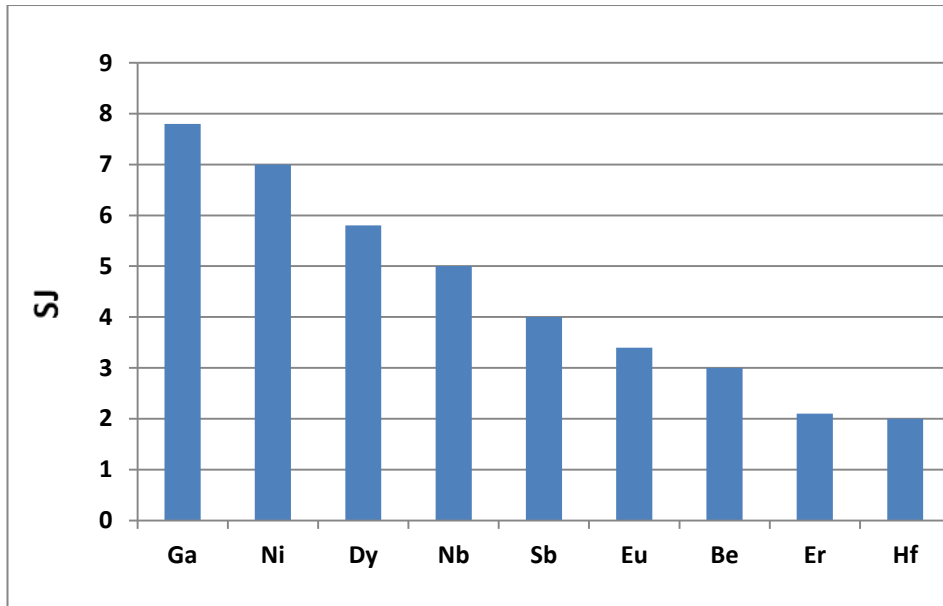
Şekil 5.30. SJ sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

SJ sondajına ait Ce, Sr, La, Nd, V, Pb, Th, Zn, Zr, Pr, Y elementleri bolluk sırasına göre 330 ppm- 23 ppm arasında değişmektedir.



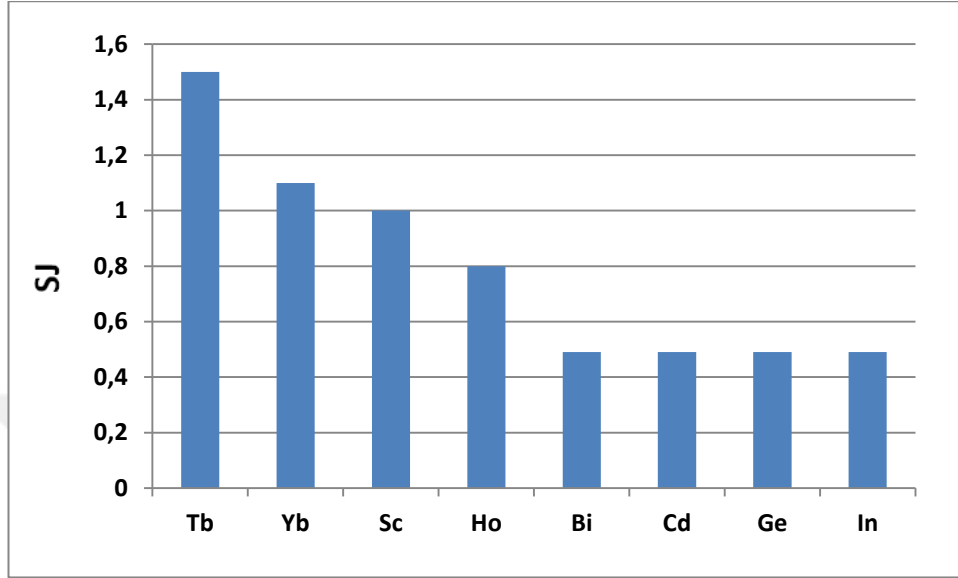
Şekil 5.31. SJ sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

SJ sondajına ait Sn, U, Sm, Cu, Gd, Rb, Co, As, Ga, Cs elementleri bolluk sırasına göre 19,9 ppm- 8 ppm arasında değişmektedir.



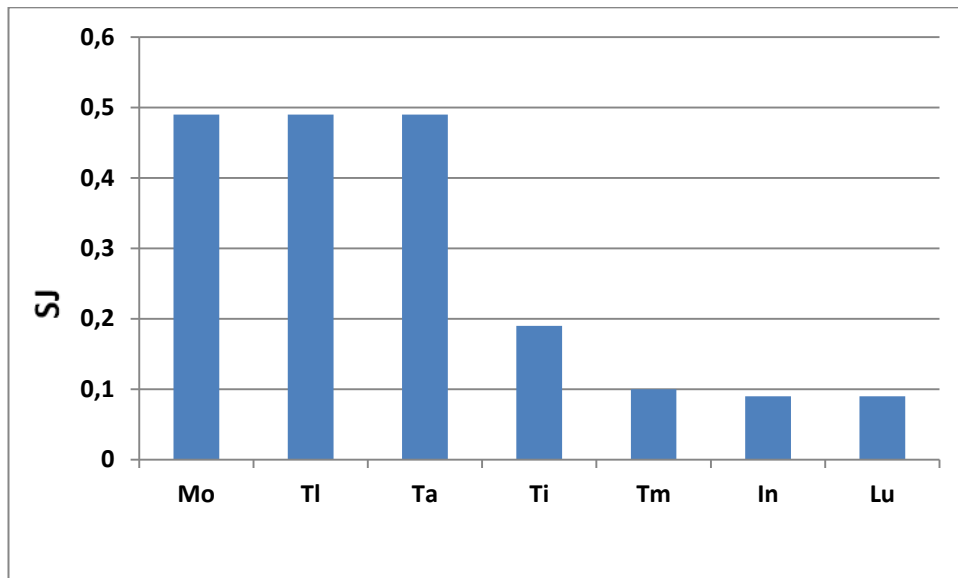
Şekil 5.32. Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

SJ sondajına ait Ga, Ni, Dy, Sb, Eu, Be, Er, Hf, elementleri bolluk sırasına göre 7,8 ppm- 2ppm arasında değişmektedir.



Şekil 5.33. Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

SJ sondajına ait Tb, Yb, Sc, Ho, Cd, Ge, In elementleri bolluk sırasına göre 1,5 ppm- 0,49ppm arasında değişmektedir.



Şekil 5.34. Ç sondajına ait elementlerin bolluk sırasına göre dağılımı

SJ sondajına ait Mo, Tl, Ta, Ti, Tm, In, Lu elementleri bolluk sırasına göre 0,49 ppm- 0,09ppm arasında değişmektedir.

5.5. Jeokimyasal İstatistikler

Ç sondajı örneklerine ait majör elementlerin jeokimyasal istatistikleri

Ç sondajına ait 28 adet örneğin majör elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı değerleri Çizelge 5.12'de görülmektedir. Bu majör elementlerin korelasyon matrisleri Çizelge 5.13'de görülmektedir.

Çizelge 5.12. Ç sondajı örneklerine ait majör elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı.

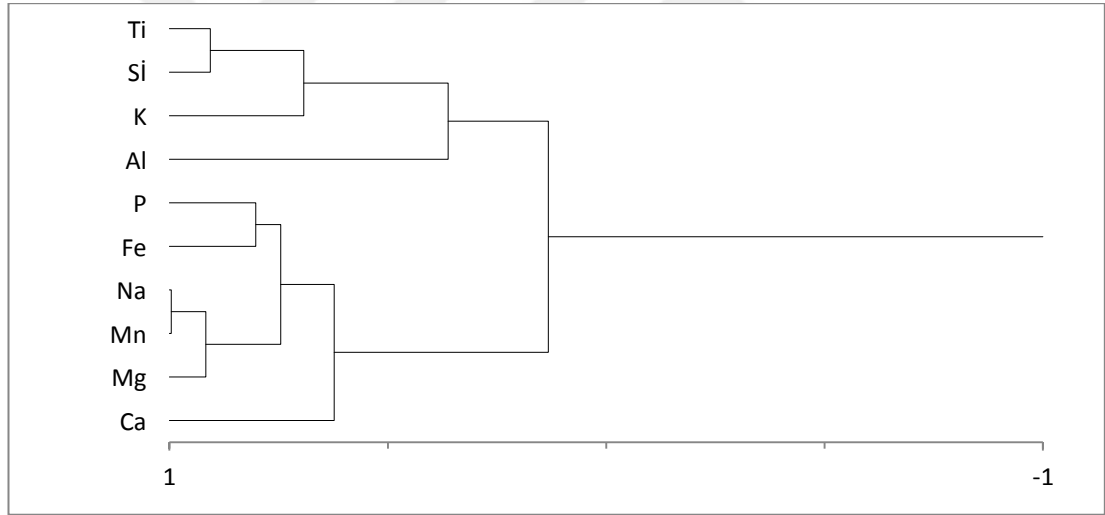
Değişken	Otalama	Std Sapma	Std Hata	Örnek Sayısı
Si	22,601	2,824	0,534	28
Al	12,560	2,740	0,518	28
Ca	0,998	1,284	0,243	28
Fe	3,787	2,508	0,474	28
K	1,835	0,606	0,114	28
Mg	0,334	0,106	0,020	28
Mn	0,091	0,056	0,011	28
Na	0,034	0,036	0,007	28
P	0,057	0,039	0,007	28
Ti	0,334	0,089	0,017	28

Çizelge 5.13. Ç sondajı örneklerine ait majör elementlerin korelasyon matrisi

Koralasyon Matrisi										
	Si	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Ti
Si	1,000	0,412	-0,207	-0,093	0,447	0,024	0,056	0,072	-0,294	0,691
Al		1,000	-0,349	0,263	-0,582	-0,282	-0,082	-0,101	-0,007	0,139
Ca			1,000	0,220	0,090	0,201	0,150	0,156	0,381	-0,294
Fe				1,000	-0,471	0,473	0,513	0,549	0,466	-0,654
K					1,000	0,204	0,011	0,046	-0,251	0,582
Mg						1,000	0,631	0,750	0,251	-0,352
Mn							1,000	0,974	0,385	-0,292
Na								1,000	0,441	-0,321
P									1,000	-0,533
Ti										1,000

Bu matrikse göre 0.5 ve üzerindeki yakınlıklar (+) korelasyonu göstermektedir. Bu diyagram üzerinde Fe Mn ile 0,51, Mg Mn ile 0,63, Fe Na ile 0,54, Mg Na ile 0,75, Mn Na ile 0,97, Si Ti ile 0,69, K Ti ile 0,58 yüksek (+) korelasyon sergilemiştir. Yine bu matrikse göre -0,5 ve altındaki yakınlıklar (-) korelasyonu göstermektedir. Al K ile -0,58, Fe Ti ile -0,65, P Ti ile -0,53 (-) korelasyon sergilemiştir.

Ç nolu örnekte majör element dendogramına göre elementleri 2 grup şeklinde değerlendirebiliriz. 1. grupta Ti, Si, K, Al, 2. grupta P, Fe, Na, Mn, Mg ve Ca beraberdir. 1. grupta Ti ve Si birbiriyle daha yakın ilişkili olup K ve Al bu grubun daha uzak üyeleridir. 2. grupta P Fe ile Mg ise Mn ve Na ile daha güçlü ilişkili olup bu iki alt grup birbiriyle zayıf ilişkilidir. Ca ise 2. grupta daha uzaktan ilişkilidir (Şekil 5.35).



Şekil 5.35. Ç nolu örnek noktasındaki majör element dendogramı

Ç nolu örneklere ait nadir toprak elementlerinin jeokimyasal istatistikleri

Ç nolu 28 adet örneğe ait nadir toprak elementlerinin ortalama standart sapma ve standart hata payı değerleri Çizelge 5.14'de görülmektedir. Bu majör elementlerin korelasyon matriksleri Çizelge 5.15'de görülmektedir.

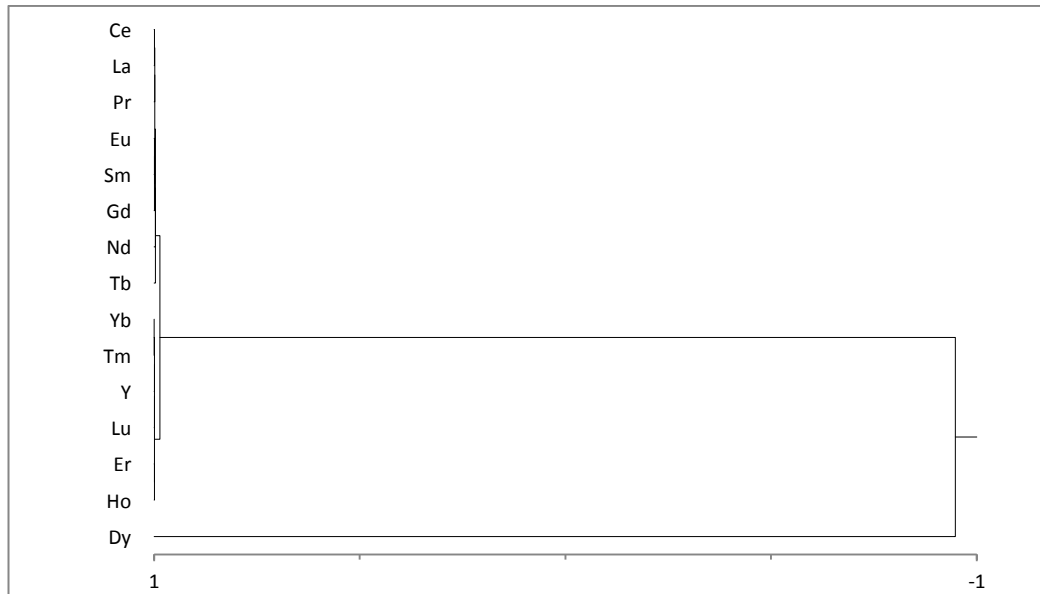
Çizelge 5.14. Ç sondajı örneklerine ait nadir toprak elementlerinin ortalama standart sapma ve standart hata payı.

Değişken	Ortalama	Std Sapma	Std Hata	Örnek Sayısı
Y	24,614	27,007	5,104	28
La	83,043	102,302	19,333	28
Ce	198,293	211,814	40,029	28
Pr	16,254	12,923	2,442	28
Nd	51,882	46,701	8,826	28
Sm	9,932	6,358	1,201	28
Eu	1,957	1,242	0,235	28
Gd	10,646	8,411	1,589	28
Tb	1,382	1,015	0,192	28
Dy	7,164	10,366	1,959	28
Ho	1,007	0,896	0,169	28
Er	3,175	2,967	0,561	28
Tm	0,357	0,399	0,075	28
Yb	2,300	2,606	0,493	28
Lu	0,317	0,386	0,073	28

Çizelge 5.15: Ç sondajı örneklerine ait nadir toprak elementlerinin korelasyon matrisi

Korelasyon Matrisi															
	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Y	1,000	0,944	0,942	0,934	0,970	0,920	0,929	0,935	0,961	0,405	0,994	0,997	0,993	0,994	0,989
La		1,000	0,996	0,987	0,982	0,959	0,951	0,967	0,966	0,337	0,947	0,955	0,944	0,950	0,933
Ce			1,000	0,994	0,983	0,976	0,969	0,980	0,978	0,340	0,950	0,955	0,939	0,943	0,925
Pr				1,000	0,981	0,987	0,981	0,987	0,983	0,367	0,949	0,950	0,928	0,932	0,916
Nd					1,000	0,965	0,965	0,975	0,980	0,402	0,973	0,976	0,958	0,965	0,957
Sm						1,000	0,998	0,992	0,992	0,394	0,947	0,940	0,908	0,910	0,895
Eu							1,000	0,991	0,994	0,395	0,956	0,948	0,915	0,917	0,903
Gd								1,000	0,989	0,382	0,955	0,951	0,924	0,926	0,910
Tb									1,000	0,396	0,979	0,974	0,948	0,950	0,938
Dy										1,000	0,412	0,401	0,379	0,377	0,394
Ho											1,000	0,997	0,986	0,987	0,981
Er												1,000	0,993	0,994	0,988
Tm													1,000	0,998	0,992
Yb														1,000	0,995
Lu															1,000

Bu diyagram üzerinde Ç sondajına ait nadir toprak elementlerinde Y Ce ile 0.94, Pr ile 0.93, Nd ile 0.97, Sm ile 0.92, Eu ile 0.92, Gd ile 0.93, Tb ile 0.96, Ho ile 0.99, Er ile 0.99, Tm ile 0.99, Yb ile 0.99, Lu ile 0.98 (+) korelasyona sahiptir. La; Ce ile 0.99, Pr ile 0.98. Nd ile 0.98, Sm ile 0.95, Eu ile 0.95, Gd ile 0.96, Ho ile 0.94, Er ile 0.95, Tm ile 0.94, Yb 0.95, Lu 0.93 (+) korelasyona sahiptir. Ce; Pr ile 0.99, Nd ile 0.98, Sm ile 0.97, Eu ile 0.96, Gd ile 0.98, Tb ile 0.97, Ho ile 0.95, Er ile 0.95, Tm ile 0.93, Yb ile 0.94, Lu ile 0.92 (+) korelasyona sahiptir. Pr; Nd ile 0.98, Sm ile 0.98, Eu ile 0.98, Gd ile 0.98, Tb ile 0.98, Ho ile 0.94, Er ile 0.95, Tm ile 0.92, Yb ile 0.93, Lu 0.91 (+) korelasyona sahiptir. Nd; Sm ile 0.96, Eu ile 0.96, Gd ile 0.97, Tb ile 0.98, Ho ile 0.97, Er ile 0.97, Tm ile 0.98, Yb ile 0.96, Lu ile 0.95 (+) korelasyona sahiptir. Sm; Eu ile 0.99, Gd ile 0.99, Tb ile 0.99, Ho ile 0.94, Er ile 0.94, Yb ile 0.91, Lu ile 0.89 (+) korelasyona sahiptir. Eu; Gd ile 0.99, Tb ile 0.99, Ho ile 0.95, Er ile 0.94, Tm ile 0.91, Yb ile 0.91, Lu 0.90 (+) korelasyona sahiptir. Gd; Tb ile 0.98, Ho ile 0.95, Er ile 0.95, Tm ile 0.92, Yb ile 0.92, Lu ile 0.91 (+) korelasyona sahiptir. Tb; Ho ile 0.97, Er ile 0.97, Tm ile 0.94, Yb ile 0.95, Lu ile 0.93 (+) korelasyona sahiptir. Ho; Er ile 0.99, Tm ile 0.98, Yb ile 0.98, Lu ile 0.98 (+) korelasyona sahiptir. Er; Tm ile 0.99, Yb ile 0.99, Lu ile 0.98 (+) korelasyona sahiptir. Tm; Yb ile 0.99, Lu ile 0.99 (+) korelasyona sahiptir. Yb ise Lu ile 0.99 (+) korelasyona sahiptir.



Şekil 5.36. Ç nolu örnek noktasındaki nadir toprak elementlerinin dendogramı

Ç nolu sondajda nadir toprak element dendogramına göre elementler iki gruba ayrılmıştır. Ce, La, Pr, Eu, Sm, Gd, Nd, Tb 1. grup, Yb, Tm, Y, Lu, Er, Ho 2. grup değerlendirilebilir. İki grup birbirleriyle güçlü ilişkilidir.

Ç nolu örneklere ait iz elementlerin jeokimyasal istatistikleri

Ç nolu 28 adet örneğe ait iz elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı değerleri Çizelge 5.16'da görülmektedir. Bu majör elementlerin korelasyon matrisleri Çizelge 5.17'de görülmektedir.

Çizelge 5.16. Ç sondajı örneklerine ait iz elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı.

Değişken	Otalama	Std Sapma	Std Hata	Örnek sayısı
Rb	34,536	15,300	2,891	28
Sc	5,175	3,070	0,580	28
As	35,000	28,540	5,394	28
Be	13,893	30,822	5,825	28
Bi	0,490	0,000	0,000	28
Co	15,286	11,326	2,140	28
Cu	18,821	6,135	1,159	28
Ge	0,671	0,343	0,065	28
Mo	6,089	9,963	1,883	28
Nb	9,286	2,992	0,565	28
Ni	9,929	5,091	0,962	28
Pb	101,250	103,269	19,516	28
Sb	2,190	2,974	0,562	28
Ta	0,690	0,254	0,048	28
V	74,286	30,874	5,835	28
Zr	60,071	21,872	4,133	28
Hf	2,643	0,731	0,138	28
Zn	118,964	83,138	15,712	28
Sr	197,071	63,029	11,911	28
Cd	0,529	0,415	0,078	28
Cs	12,795	8,298	1,568	28
Th	71,923	23,166	4,378	28
U	28,909	68,234	12,895	28
Ga	9,779	7,338	1,387	28

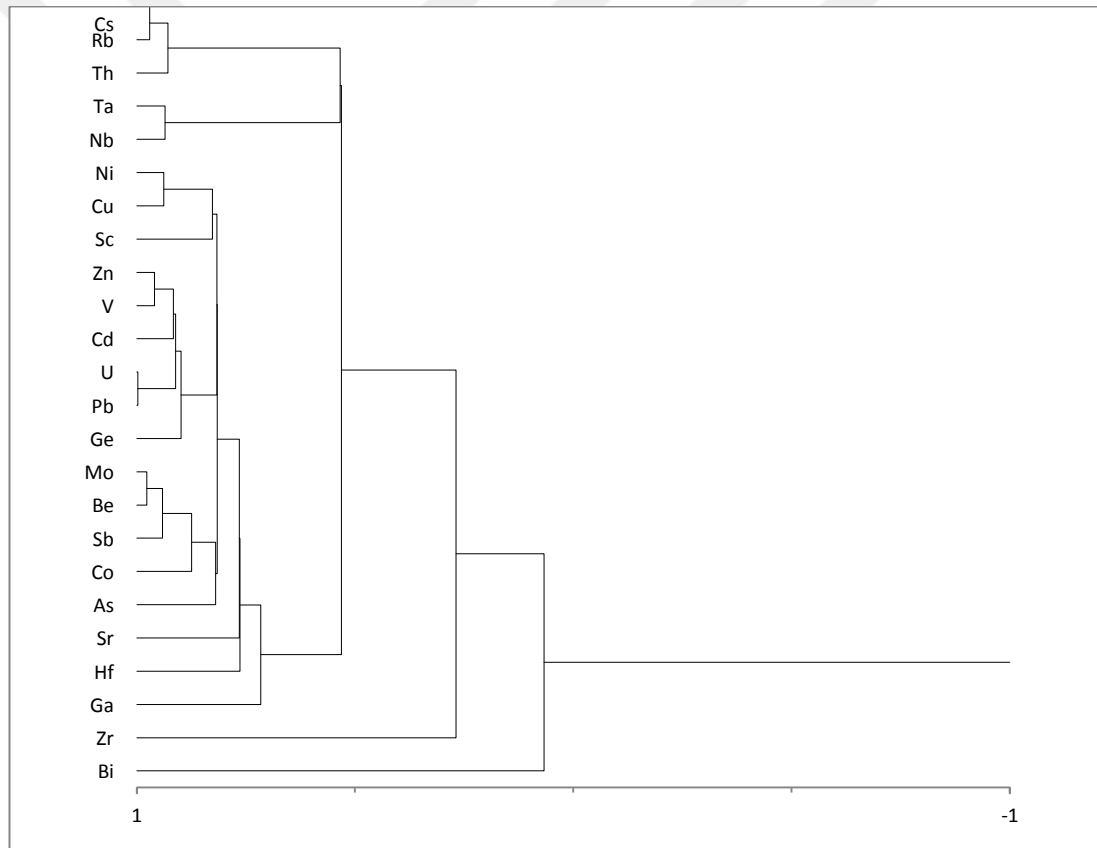
Çizelge 5.17: Ç sondajı örneklerine ait iz elementlerin korelasyon matrisi.

Korelasyon Matrisi

	Rb	Sc	As	Be	Bi	Co	Cu	Ge	Mo	Nb	Ni	Pb	Sb	Ta	V	Zr	Hf	Zn	Sr	Cd	Cs	Th	U	Ga
Rb	1,000	-0,080	-0,514	-0,418	0,000	-0,537	-0,141	-0,221	-0,290	0,275	-0,289	-0,191	-0,422	0,156	-0,401	-0,213	-0,286	-0,410	-0,358	-0,312	0,805	0,646	-0,172	-0,137
Sc		1,000	0,049	-0,261	0,000	-0,175	0,447	0,351	-0,340	-0,458	0,596	-0,088	0,003	-0,527	0,266	-0,170	0,351	0,163	-0,124	0,030	-0,176	0,092	-0,093	0,025
As			1,000	0,597	0,000	0,615	-0,597	0,365	0,574	-0,031	0,536	0,444	0,523	0,057	0,642	-0,224	0,444	0,417	0,337	0,429	-0,408	-0,281	0,411	0,359
Be				1,000	0,000	0,792	0,196	0,342	0,956	0,228	-0,039	0,542	0,858	0,394	0,475	-0,210	-0,099	0,328	0,455	0,384	-0,236	-0,326	0,538	0,266
Bi					1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Co						1,000	0,161	-0,043	0,779	-0,017	0,092	0,000	0,585	0,190	0,150	-0,240	0,035	0,081	0,461	-0,011	-0,383	-0,473	-0,010	0,061
Cu							1,000	0,371	0,211	-0,185	0,836	0,341	0,372	-0,134	0,689	-0,370	0,390	0,612	-0,125	0,440	-0,177	-0,054	0,325	0,305
Ge								1,000	0,206	-0,128	0,320	0,707	0,494	-0,105	0,669	0,039	0,193	0,495	0,246	0,644	-0,244	0,032	0,740	0,389
Mo									1,000	0,376	-0,071	0,463	0,765	0,482	0,425	-0,353	-0,123	0,301	0,374	0,258	-0,121	-0,253	0,444	0,394
Nb										1,000	-0,412	0,321	-0,038	0,818	0,116	-0,222	-0,104	-0,038	-0,153	-0,065	0,287	0,426	0,263	0,401
Ni											1,000	0,102	0,143	-0,383	0,563	-0,230	0,451	0,421	-0,232	0,247	-0,299	-0,130	0,066	0,139
Pb												1,000	0,609	0,334	0,788	0,044	0,069	0,575	0,132	0,788	-0,109	0,053	0,986	0,447
Sb													1,000	0,171	0,584	-0,205	-0,069	0,402	0,495	0,463	-0,233	-0,374	0,612	0,192
Ta														1,000	0,077	-0,234	-0,211	-0,027	0,096	0,048	0,241	0,283	0,302	0,215
V															1,000	-0,067	0,346	0,761	-0,049	0,675	-0,334	-0,188	0,752	0,544
Zr																1,000	0,182	-0,059	-0,028	0,153	-0,272	-0,283	0,076	-0,218
Hf																	1,000	0,298	0,095	0,227	-0,365	-0,059	0,068	0,213
Zn																		1,000	-0,061	0,767	-0,337	-0,218	0,577	0,504
Sr																			1,000	0,124	-0,276	-0,232	0,157	0,109
Cd																				1,000	-0,225	-0,102	0,816	0,280
Cs																					1,000	0,629	-0,117	-0,144
Th																						1,000	0,017	0,094
U																							1,000	0,382
Ga																								1,000

Bu matrikse göre Rb Cs ile 0,80, Rb, Th ile 0,64, Sc Ni ile 0,59, As Co ile 0,61, As Cu ile 0,59, As Mo ile 0,57, As Ni ile 0,53, As V ile 0,64, Be Co ile 0,79, Be Mo ile 0,95, Be Pb ile 0,54, Be Sb ile 0,85, Co Mo ile 0,77, Co Sb ile 0,58, Cu Ni ile 0,83, Cu V ile 0,68, Cu Zn ile 0,61, Ge Pb ile 0,70, Ge V ile 0,66, Ge Cd ile 0,64, Ge U ile 0,74, Mo Sb ile 0,76, Nb Ta ile 0,81, Ni V ile 0,56 Pb Sb ile 0,60, Pb V ile 0,78, Pb Cd ile 0,78, U Cd ile 0,86 (+) korelasyon sergilemiştir.

Rb As ile -0.51, Rb Co ile -0.53, Sc ile Ta -0.52 (-) korelasyona sahiptir.



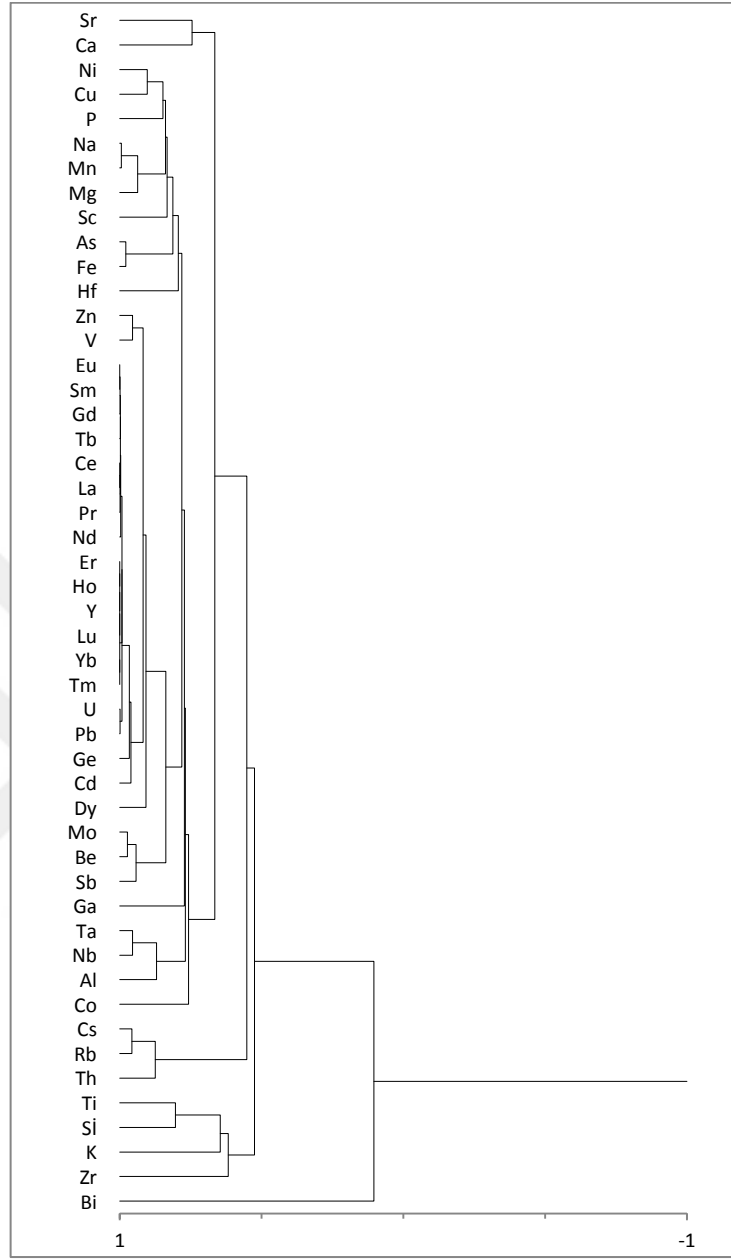
Şekil 5.37. Ç nolu örnek noktasındaki iz elementlerin dendogramı.

Ç nolu örneklerin iz element dendogramına göre elementleri iki ana grupta toplayabiliriz. 1. grupta Cs, Rb, Th, Ta, Nb elementleri görülürken, 2. grupta Ni, Cu, Sc, Zn, V, Cd, U, Pb, Ge, Mo, Be, Sb, Co, As, Sr, Hf ve Ga elementleri görülür. Bu iki grup birbirleriyle uyumlu olup, Zr ve Bi ise bunlarla daha uzak ilişkilidir.

Ç nolu örneklere ait tüm elementlerin jeokimyasal istatistikleri

Çizelge 5.18: Ç sondajı örneklerine ait tüm elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı.

Değişken	Otalama	Std Sapma	Std Hata	Örnek sayısı
Si	22,601	2,824	0,534	28
Al	12,560	2,740	0,518	28
Ca	0,998	1,284	0,243	28
Fe	3,787	2,508	0,474	28
K	1,835	0,606	0,114	28
Mg	0,334	0,106	0,020	28
Mn	0,091	0,056	0,011	28
Na	0,034	0,036	0,007	28
P	0,057	0,039	0,007	28
Ti	0,334	0,089	0,017	28
Y	24,614	27,007	5,104	28
La	83,043	102,302	19,333	28
Ce	198,293	211,814	40,029	28
Pr	16,254	12,923	2,442	28
Nd	51,882	46,701	8,826	28
Sm	9,932	6,358	1,201	28
Eu	1,957	1,242	0,235	28
Gd	10,646	8,411	1,589	28
Tb	1,382	1,015	0,192	28
Dy	7,164	10,366	1,959	28
Ho	1,007	0,896	0,169	28
Er	3,175	2,967	0,561	28
Tm	0,357	0,399	0,075	28
Yb	2,300	2,606	0,493	28
Lu	0,317	0,386	0,073	28
Rb	34,536	15,300	2,891	28
Sc	5,175	3,070	0,580	28
As	35,000	28,540	5,394	28
Be	13,893	30,822	5,825	28
Bi	0,490	0,000	0,000	28
Co	15,286	11,326	2,140	28
Cu	18,821	6,135	1,159	28
Ge	0,671	0,343	0,065	28
Mo	6,089	9,963	1,883	28
Nb	9,286	2,992	0,565	28
Ni	9,929	5,091	0,962	28
Pb	101,250	103,269	19,516	28
Sb	2,190	2,974	0,562	28
Ta	0,690	0,254	0,048	28
V	74,286	30,874	5,835	28
Zr	60,071	21,872	4,133	28
Hf	2,643	0,731	0,138	28
Zn	118,964	83,138	15,712	28
Sr	197,071	63,029	11,911	28
Cd	0,529	0,415	0,078	28
Cs	12,795	8,298	1,568	28
Th	71,923	23,166	4,378	28
U	28,909	68,234	12,895	28
Ga	9,779	7,338	1,387	28



Şekil 5.38. Ç nolu örnek noktasındaki tüm elementlerin dendogramı

Ç nolu örneğe ait tüm elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı Çizelge 5.18'de gösterimiştir. Ç nolu örneğe ait majör elementlerin korelasyon matrisi ise EK 3a'da verilmiştir. Buna göre Si Ti ile; Al, Be ve Mo ile; Fe, Mn, Na, As, Be, Co, Cu, Mo, Sb, V ile; K, Zr ve Ti ile; Mg, Mn Na ve Ni ile; Mn, Na ve As ile; Na, As, Cu, Ni ile; P, As, Cu, Ni ile; Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Be, Ge, Pb, Sb, V, Zn, Cd, U (+) korelasyon gösterir.

SJ sondajı örneklerine ait majör elementlerin jeokimyasal istatistikleri

SJ nolu 25 adet örneğe ait majör elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı değerleri Çizelge 5.19'da görülmektedir. Bu majör elementlerin korelasyon matrisleri Çizelge 5.20'de görülmektedir.

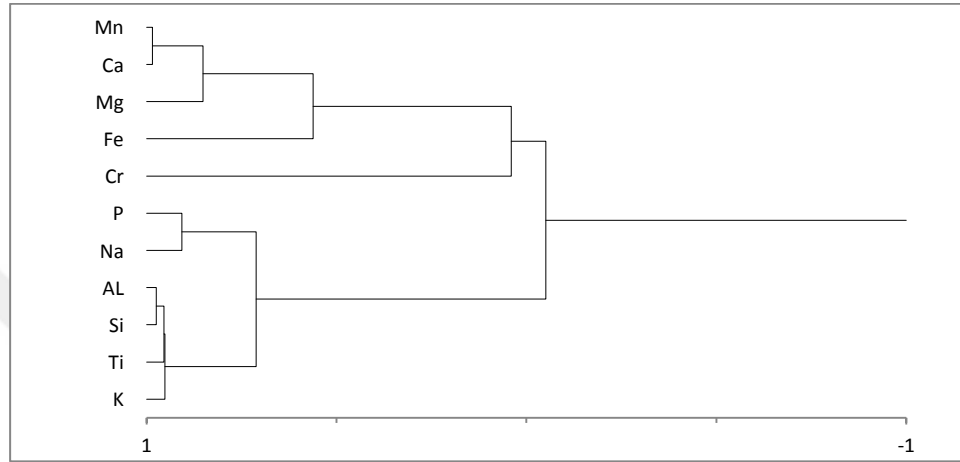
Çizelge 5.19. SJ sondajı örneklerine ait majör elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı.

Değişken	Otalama	Std Sapma	Std Hata	Örnek sayısı
Si	26,687	4,405	0,881	25
AL	8,923	1,943	0,389	25
Ca	4,251	5,901	1,180	25
Cr	0,062	0,000	0,000	25
Fe	2,996	0,970	0,194	25
K	2,869	0,824	0,165	25
Mg	1,025	0,844	0,169	25
Mn	0,090	0,043	0,009	25
Na	0,810	0,620	0,124	25
P	0,069	0,035	0,007	25
Ti	0,336	0,079	0,016	25

Çizelge 5.20. SJ sondajı örneklerine ait majör elementlerin korelasyon matrisi

Korelasyon Matrisi											
	Si	Al	Ca	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Ti
Si	1,00	0,83	-0,89	0,000	-0,414	0,744	-0,420	-0,746	0,288	0,201	0,503
Al		1,00	-0,90	0,000	-0,150	0,752	-0,48	-0,839	0,141	0,296	0,746
Ca			1,00	0,000	0,240	-0,715	0,448	0,815	-0,118	-0,146	-0,602
Cr				1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe					1,000	-0,188	0,121	0,197	-0,298	-0,049	0,030
K						1,000	-0,661	-0,527	0,493	0,490	0,484
Mg							1,000	0,355	-0,209	-0,079	-0,441
Mn								1,000	-0,160	-0,200	-0,645
Na									1,000	0,710	-0,025
P										1,000	0,221
Ti											1,000

SJ örneklerinin majör element matrisine göre Si Al ile 0.82, Si K ile 0.74, Si ile Ti 0.50, Al K ile 0,75, Al Ti ile 0.74, Ca Mn ile 0.81, Na P ile 0.70 (+) korelasyon sergiler. Si Ca ile -0.88, Si Mn ile -0.74, Al Ca ile -0.90, Al Mn ile -0.83, Ca Ti ile -0.60, Ca K ile -0.71, K Mg ile -0.66, Mn Ti ile -0.64 (-) korelasyona sahiptir.



Şekil 5.39. SJ nolu örnek noktasındaki majör element dendogramı

SJ örneklerinin majör element dendogramına göre iki ana grup görülür. 1. grupta Mn, Ca, Mg, Fe, Cr elementleri birbiriyle yakın akraba, P, Na, Al, Si, Ti, K elementleri de birbiriyle yakın akrabadır.

SJ sondajı örneklerine ait nadir toprak elementlerinin jeokimyasal istatistikleri

SJ nolu 25 adet örneğe ait nadir toprak elementlerinin ortalama standart sapma ve standart hata payı değerleri Çizelge 5.21'de görülmektedir. Bu majör elementlerin korelasyon matrisleri Çizelge 5.22'de görülmektedir.

SJ nolu örneğe ait nadir toprak elementlerinin korelasyon matrisine göre: Y Sm ile 0.60, Eu ile 0.66, Gd ile 0,64, Tb ile 0.82, Dy ile 0.93, Ho ile 0.98, Er ile 0.98, Tm ile 0.90, Yb ile 0.95, Lu ile 0.87; La Ce ile 0,99, Nd ile 0.98, Sm ile 0.94, Eu ile 0.87, Gd ile 0.91, Tb ile 0.73, Dy ile 0.62; Ce Nd ile 0.98, Sm ile 0.94, Eu ile 0.86, Gd ile 0.91, Tb ile 0.73, Dy ile 0.61; Nd Sm ile 0.97, Eu ile 0.91, Gd ile 0.94, Tb ile 0.79, Dy ile 0.69; Sm Eu ile 0.96, Gd ile 0.98, Tb ile 0.90 Dy 0.82, Ho ile 0.60, Er 0.58; Eu Gd ile 0.95, Tb ile 0.92, Dy ile 0.85, Ho ile 0.67, Er ile 0.65; Gd Dy ile 0.84, Ho

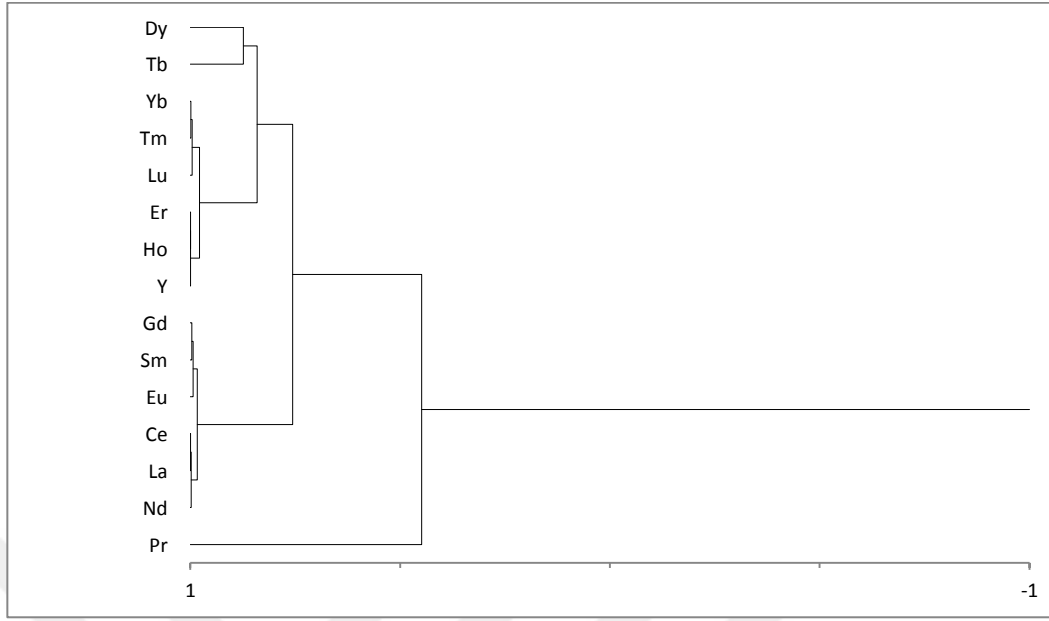
ile 0.64, Er ile 0,62; Tb Dy ile 0,97, Ho ile 0.86, Tm ile 0,67, Yb ile 0.72, Lu ile 0.57; Dy Ho ile 0.94, Er ile 0.93, Tm ile 0.78, Yb ile 0.83, Lu ile 0.69; Ho Er ile 0.99, Tm ile 0.92, Yb ile 0,96, Lu ile 0.88; Er Tm ile 0.93, Yb ile 0.97, Lu ile 0.89; Tm Yb ile 0.97, Lu ile 0.96; Yb Lu ile 0.96 pozitif korelasyon göstermektedir.

Çizelge 5.21. SJ sondajı örneklerine ait nadir toprak elementlerinin ortalama standart sapma ve standart hata payı

Değişken	Otalama	Std Sapma	Std Hata	Örnek sayısı
Y	19,152	14,811	2,962	25
La	70,812	50,230	10,046	25
Ce	131,360	91,828	18,366	25
Pr	17,992	22,171	4,434	25
Nd	49,308	34,665	6,933	25
Sm	8,472	5,637	1,127	25
Eu	1,696	1,104	0,221	25
Gd	8,248	5,352	1,070	25
Tb	1,024	0,609	0,122	25
Dy	4,396	2,827	0,565	25
Ho	0,736	0,463	0,093	25
Er	2,196	1,325	0,265	25
Tm	0,211	0,177	0,035	25
Yb	1,512	0,957	0,191	25
Lu	0,185	0,147	0,029	25

Çizelge 5.22. SJ sondajı örneklerine ait nadir toprak elementlerinin korelasyon matrisi

Korelasyon Matrisi	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Y	1,000	0,384	0,385	0,162	0,455	0,602	0,661	0,646	0,842	0,932	0,987	0,982	0,907	0,953	0,873
La		1,000	0,990	0,396	0,981	0,942	0,874	0,918	0,738	0,621	0,373	0,355	0,072	0,156	0,037
Ce			1,000	0,378	0,985	0,942	0,867	0,910	0,730	0,619	0,375	0,353	0,068	0,159	0,041
Pr				1,000	0,391	0,389	0,385	0,387	0,340	0,272	0,176	0,168	0,043	0,112	0,023
Nd					1,000	0,977	0,913	0,944	0,797	0,693	0,452	0,432	0,154	0,238	0,032
Sm						1,000	0,965	0,980	0,901	0,820	0,605	0,588	0,327	0,402	0,204
Eu							1,000	0,953	0,929	0,855	0,676	0,658	0,419	0,483	0,314
Gd								1,000	0,912	0,847	0,645	0,627	0,380	0,445	0,250
Tb									1,000	0,972	0,866	0,860	0,678	0,728	0,572
Dy										1,000	0,941	0,935	0,789	0,835	0,698
Ho											1,000	0,996	0,924	0,966	0,885
Er												1,000	0,939	0,973	0,898
Tm													1,000	0,975	0,966
Yb														1,000	0,966
Lu															1,000



Şekil 5.40. SJ nolu örnek noktasındaki nadir toprak elementlerinin dendogramı.

SJ nolu örneklerde nadir toprak elementlerinin dendogramı Şekil 5.40' da görülmektedir. Dendograma göre nadir toprak elementlerini iki ana grupta değerlendirebiliriz. 1. grupta Dy, Tb, Yb, Tm, Lu, Er, Ho, Y gibi elementler birbirleriyle yakın uyumluluk gösterirken, 2. grupta Gd, Sm, Eu, Ce, La, Nd elementleri birbirleriyle yakın ilişki göstermektedir. Pr ise bu iki grupta uzaktan ilişkilidir.

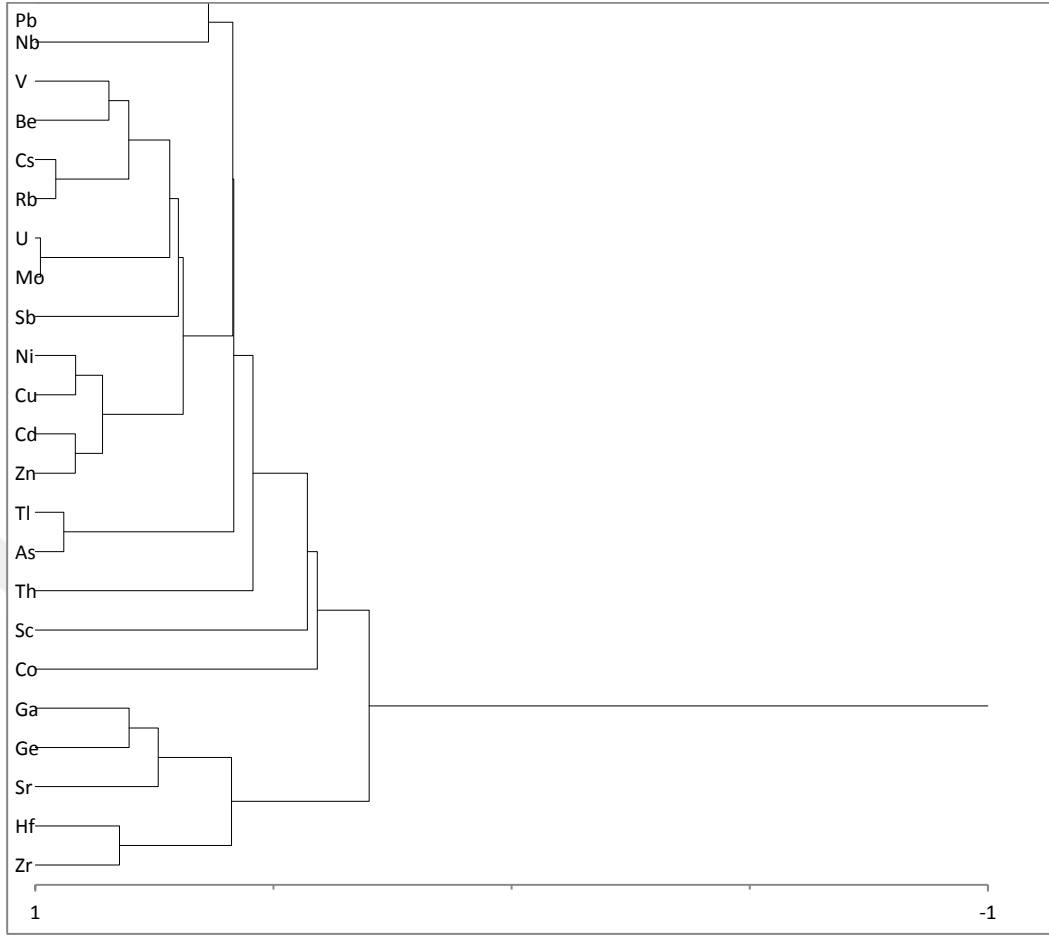
SJ nolu örneklere ait iz elementlerin jeokimyasal istatistikleri

Çizelge 5.23 SJ sondajı örneklerine ait iz elementlerin ortalama standart sapma ve standart hata payı

Değişken	Otalama	Std Sapma	Std Hata	Örnek sayısı
Rb	24,984	12,848	2,570	25
Sc	3,756	1,593	0,319	25
As	40,840	76,952	15,390	25
Be	3,320	1,464	0,293	25
Co	12,640	4,591	0,918	25
Cu	14,560	13,169	2,634	25
Ge	0,510	0,102	0,020	25
Mo	2,155	6,281	1,256	25
Nb	4,480	1,358	0,272	25
Ni	8,080	5,744	1,149	25
Pb	41,840	26,639	5,328	25
Sb	1,893	2,323	0,465	25
Tl	1,030	2,702	0,540	25
V	55,080	18,430	3,686	25
Zr	56,840	37,604	7,521	25
Hf	2,520	1,085	0,217	25
Zn	61,280	29,864	5,973	25
Sr	331,320	117,191	23,438	25
Cd	0,552	1,158	0,232	25
Cs	20,524	16,650	3,330	25
Th	34,432	15,201	3,040	25
U	49,778	179,647	35,929	25
Ga	5,922	2,146	0,429	25

Çizelge 5.24: SJ sondajı örneklerine ait iz elementlerin korelasyon matrisi

Korelasyon matrisi																							
	Rb	Sc	As	Be	Co	Cu	Ge	Mo	Nb	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zr	Hf	Zn	Sr	Cd	Cs	Th	U	Ga
Rb	1,000	0,396	0,035	0,489	0,209	0,012	0,358	0,109	0,332	0,142	0,048	0,020	-0,091	0,586	-0,187	-0,447	0,274	-0,267	0,283	0,834	0,229	0,057	-0,291
Sc		1,000	-0,034	0,117	0,038	0,243	0,084	-0,025	-0,003	0,296	-0,203	-0,128	-0,020	0,276	0,094	0,057	0,139	-0,048	0,037	0,326	-0,345	-0,017	0,116
As			1,000	0,168	-0,064	-0,052	-0,097	0,190	-0,035	-0,021	-0,071	0,460	0,948	0,052	0,009	0,024	0,161	-0,163	0,192	0,037	0,234	0,158	-0,046
Be				1,000	0,067	0,200	-0,188	0,552	0,360	0,195	0,129	0,574	-0,046	0,682	0,060	-0,083	0,429	-0,219	0,252	0,600	0,181	0,518	-0,180
Co					1,000	0,139	-0,029	0,085	0,216	0,263	0,142	0,039	-0,120	0,237	0,160	0,048	0,238	0,056	0,286	-0,135	-0,141	0,075	0,112
Cu						1,000	-0,199	0,382	-0,153	0,820	0,021	0,116	-0,135	0,391	0,014	0,025	0,447	-0,304	0,187	0,016	-0,238	0,368	0,017
Ge							1,000	-0,055	-0,227	-0,184	-0,241	0,010	-0,042	-0,419	-0,138	0,284	-0,107	0,328	-0,047	-0,241	-0,320	-0,052	0,493
Mo								1,000	0,086	0,252	0,048	0,521	-0,038	0,340	0,052	-0,123	0,326	-0,226	0,126	0,134	0,107	0,984	-0,129
Nb									1,000	-0,005	0,457	0,108	-0,074	0,470	0,142	0,106	0,090	-0,097	0,073	0,404	0,201	0,078	-0,180
Ni										1,000	-0,029	-0,040	-0,148	0,527	0,132	0,140	0,744	-0,237	0,558	0,076	-0,268	0,226	0,038
Pb											1,000	0,000	-0,108	0,081	0,224	0,110	0,185	-0,032	0,138	0,081	0,384	0,025	-0,162
Sb												1,000	0,368	0,239	0,200	0,187	0,035	-0,282	-0,096	0,038	0,316	0,547	-0,109
Tl													1,000	-0,114	0,001	0,092	-0,058	-0,050	-0,001	-0,096	0,198	-0,053	0,046
V														1,000	0,113	-0,048	0,555	-0,397	0,326	0,575	0,139	0,338	-0,156
Zr															1,000	0,716	0,271	0,206	-0,005	-0,311	0,217	0,158	0,035
Hf																1,000	0,133	0,301	-0,088	-0,378	-0,006	-0,024	0,254
Zn																	1,000	-0,179	0,856	0,276	0,123	0,271	0,008
Sr																		1,000	-0,213	-0,295	-0,130	-0,205	0,411
Cd																			1,000	0,280	0,045	0,018	-0,063
Cs																				1,000	0,196	0,066	-0,357
Th																					1,000	0,109	-0,027
U																						1,000	-0,089
Ga																							1,000



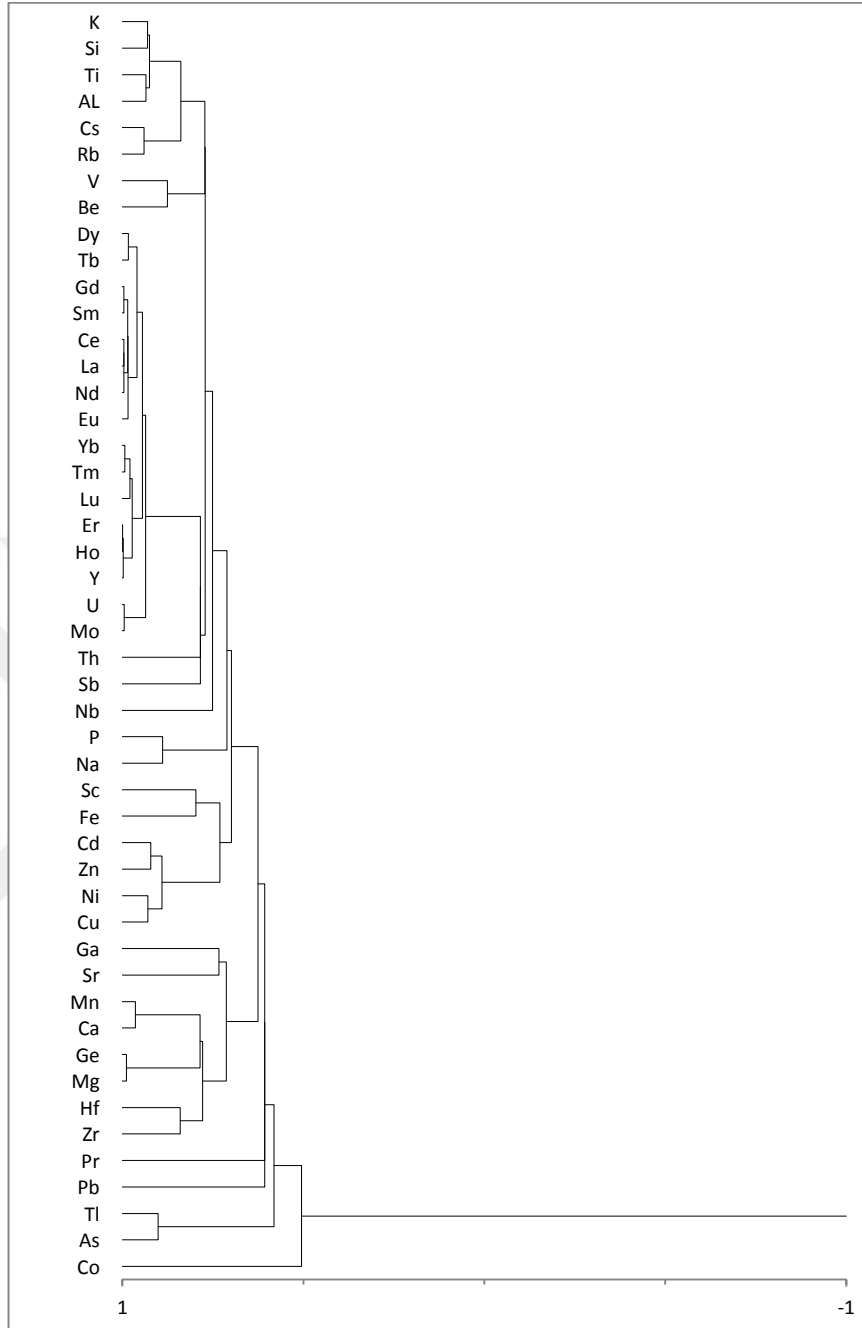
Şekil 5.41. SJ nolu örnek noktasındaki iz elementlerin dendogramı

SJ nolu iz elementlerin dendogramına göre elementler iki ana grupta toplanabilir. 1. grupta Pb, Nb, V, Be, Cs, Rb, U, Mo, Sb, Ni, Cu, Cd, Zn, Tl, As, Th, Sc, Co elementleri birbirleriyle uyumluluk gösterirken, 2. grupta, Ga, Ge, Sr, Hf, Zr elementleri birbirleriyle yakın ilişki içindedir.

SJ sondajı örneklerine ait tüm elementlerin jeokimyasal istatistikleri

Çizelge 5.25. SJ sondajı örneklerine ait tüm elementlerinin ortalama standart sapma ve standart hata payı

Değişken	Otalama	Std Sapma	Std Hata	Örnak sayısı
Si	26,687	4,405	0,881	25
AL	8,923	1,943	0,389	25
Ca	4,251	5,901	1,180	25
Fe	2,996	0,970	0,194	25
K	2,869	0,824	0,165	25
Mg	1,025	0,844	0,169	25
Mn	0,090	0,043	0,009	25
Na	0,810	0,620	0,124	25
P	0,069	0,035	0,007	25
Ti	0,336	0,079	0,016	25
Y	19,152	14,811	2,962	25
La	70,812	50,230	10,046	25
Ce	131,360	91,828	18,366	25
Pr	17,992	22,171	4,434	25
Nd	49,308	34,665	6,933	25
Sm	8,472	5,637	1,127	25
Eu	1,696	1,104	0,221	25
Gd	8,248	5,352	1,070	25
Tb	1,024	0,609	0,122	25
Dy	4,396	2,827	0,565	25
Ho	0,736	0,463	0,093	25
Er	2,196	1,325	0,265	25
Tm	0,211	0,177	0,035	25
Yb	1,512	0,957	0,191	25
Lu	0,185	0,147	0,029	25
Rb	24,984	12,848	2,570	25
Sc	3,756	1,593	0,319	25
As	40,840	76,952	15,390	25
Be	3,320	1,464	0,293	25
Co	12,640	4,591	0,918	25
Cu	14,560	13,169	2,634	25
Ge	0,510	0,102	0,020	25
Mo	2,155	6,281	1,256	25
Nb	4,480	1,358	0,272	25
Ni	8,080	5,744	1,149	25
Pb	41,840	26,639	5,328	25
Sb	1,893	2,323	0,465	25
Tl	1,030	2,702	0,540	25
V	55,080	18,430	3,686	25
Zr	56,840	37,604	7,521	25
Hf	2,520	1,085	0,217	25
Zn	61,280	29,864	5,973	25
Sr	331,320	117,191	23,438	25
Cd	0,552	1,158	0,232	25
Cs	20,524	16,650	3,330	25
Th	34,432	15,201	3,040	25
U	49,778	179,647	35,929	25
Ga	5,922	2,146	0,429	25



Şekil 5.42. SJ nolu örnek noktasındaki tüm elementlerin dendogramı

5.6. Element Zenginleşmeleri

Çalışma sahasında Çeltek Formasyonu bitümlü Şeyllere ait element zenginleşmeleri Çizelge 5.26 ve 5.27 de bulunan değerler baz alınarak hesaplanmıştır. Elementlerin zenginleşme katsayıları Brumsack (2006)'ın çalışmasında kullandığı element zenginleşme formülü [$Z_{\text{Element X}} = (X/Al)_{\text{örnek}} / (X/Al)_{\text{standart}}$] ile hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen değer eğer 1'den yüksekse incelenen örneklerin standart değerlere göre zenginleşmiş, 1'den küçükse tüketilmiş olduğu yorumu yapılmıştır.

Ç sondajına ait örneklerde Fe, Ca, Ti, P, Mn, Cr, U, Th, Co, Cs, Sr, Y, Mo, Pb, Zn elementlerinin zenginleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 5.26). Ç sondajında Si, Mg, K, Na, Sc, Co, Ga, Hf, Nb, Rb, V, Zr, Cu, Ni elementlerinin bütün derinliklerde tüketildiği gözlenmiştir. Ti, Cr, U, Th, Pb elementleri Ç sondajında bütün derinliklerde zenginleşmiştir. Yalnızca Ç.29, Ç.30, Ç.31 örneklerinde Cr, Ç.33a Örneğinde ise hem Cr hem de Th tüketilmiştir. Bu örnekler kömür örnekleridir.

SJ sondajına ait örneklerde Si, Fe, Mg, Ca, Na, K, P, Mn, Cr, U, Th, Co, Cs, Ga, Hf, Sr, Zr, Y, Mo, Cu, Pb, Zn elementlerinin zenginleştiği görülmüştür (Çizelge 5.27). Sc, Ga, Nb, Rb, V, Zr, Cu, Ni elementleri SJ sondajının bütün örneklerinde tüketilmiştir. Bunlardan Ga, sadece SJ.3 nolu örnekte; Zr sadece SJ.4 nolu örnekte; Cu ise sadece SJ.7 nolu örnekte zenginleşmiştir. Cr, U, Th, Sr, Pb elementleri ise SJ sondajının hemen her seviyesinde zenginleşmiştir.

Utah, Estonya, Ürdün ve Eccos (ABD) bölgelerine ait olan ve aynı adı vererek çalışılan dünya örneklerinde ise Si, Mg, Ca, P, Mn, Cr, U, Th, Sr, Mo, Pb gibi elementler bütün örneklerde zenginleşmiştir (Çizelge 5.28).

Çizelge 5.26. Ç nolu örneklerin PAAS 'a göre zenginleşme tablosu

örnek	D(m)	Si	Fe	Mg	Ca	Na	K	Ti	P	Mn	Cr	U	Th	Sc	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	V	Zr	Y	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni
Ç.2	18	0,63	0,67	0,29	0,36	0,03	0,51	63,79	0,44	0,71	7,06	2,28	2,25	0,40	0,44	0,37	0,22	0,47	0,29	0,10	0,44	0,56	0,18	0,35	2,35	0,45	2,74	2,80	0,26
Ç.3	19	0,59	0,78	0,33	0,49	0,04	0,45	62,47	0,50	0,73	7,21	2,33	3,82	0,78	0,49	0,50	0,42	0,48	0,34	0,17	0,48	0,60	0,18	0,78	1,60	0,45	2,80	1,19	0,26
Ç.4	20	0,59	0,66	0,27	0,46	0,03	0,49	46,38	1,08	0,71	7,77	3,34	4,38	0,40	0,45	0,54	0,43	0,35	0,32	0,19	0,57	0,49	0,21	0,82	1,73	0,33	3,11	1,07	0,25
Ç.5	21	0,75	0,44	0,29	1,45	0,03	0,75	66,70	0,51	0,74	8,10	3,48	3,75	0,27	0,43	0,47	0,32	0,36	0,33	0,18	0,87	0,29	0,28	0,46	0,90	0,22	3,11	0,68	0,08
Ç.7	23	0,60	1,40	0,33	0,79	0,15	0,42	54,63	1,83	2,66	6,59	3,78	2,78	0,29	0,83	0,32	0,29	0,59	0,23	0,11	0,61	0,53	0,15	0,39	3,66	0,56	3,37	1,29	0,35
Ç.8	25	0,95	1,40	0,42	6,03	0,10	0,84	34,73	0,72	2,10	10,37	7,81	3,69	0,39	0,75	0,44	0,40	0,69	0,36	0,16	1,85	0,53	0,28	1,24	3,46	0,41	3,80	1,46	0,19
Ç.9	26	0,68	0,77	0,26	0,79	0,03	0,58	35,15	1,42	0,93	10,25	5,51	4,88	0,33	0,64	0,74	0,44	0,68	0,36	0,21	1,01	0,47	0,35	1,01	2,28	0,50	3,07	3,82	0,21
Ç.10	28	0,65	0,77	0,29	0,57	0,03	0,58	37,48	0,67	0,87	9,61	5,17	5,92	0,43	0,60	0,81	0,52	0,43	0,34	0,24	0,89	0,46	0,31	1,07	3,20	0,45	4,11	1,88	0,27
Ç.11	29	0,60	0,55	0,20	0,40	0,02	0,49	58,23	0,54	0,70	7,73	2,77	5,83	0,37	0,49	0,83	0,44	0,69	0,41	0,22	0,77	0,42	0,25	0,81	1,72	0,34	3,31	0,83	0,22
Ç.12	30	0,63	0,57	0,27	0,39	0,06	0,50	59,29	0,53	1,53	7,59	2,99	5,96	0,37	0,48	1,03	0,54	0,51	0,40	0,22	0,78	0,39	0,26	0,89	1,69	0,29	3,04	1,81	0,12
Ç.14	32	0,59	0,74	0,22	5,56	0,02	0,53	40,45	2,47	0,81	8,91	4,15	6,35	0,59	0,56	0,87	0,68	0,59	0,26	0,22	1,92	0,35	0,24	1,31	0,99	0,40	3,71	0,87	0,20
Ç.16	34	0,74	0,30	0,16	0,21	0,02	0,77	78,19	0,50	0,73	8,06	2,02	3,72	0,10	0,43	0,57	0,29	0,54	0,42	0,18	0,82	0,36	0,56	0,30	1,79	0,23	2,78	0,61	0,07
Ç.17	35	0,61	0,63	0,22	2,20	0,03	0,54	62,89	0,60	0,87	8,59	3,39	4,84	0,45	0,62	0,55	0,43	0,57	0,45	0,15	1,00	0,45	0,34	0,88	1,91	0,32	4,53	0,82	0,17
Ç.18	36	0,79	0,22	0,19	0,19	0,02	0,81	107,68	0,47	0,68	7,53	2,16	3,26	0,10	0,58	0,43	0,23	0,50	0,48	0,14	0,78	0,29	0,35	0,33	0,84	0,22	2,34	0,45	0,12
Ç.19	37	0,66	0,43	0,19	0,25	0,02	0,60	73,06	0,46	0,67	7,40	2,39	5,07	0,25	0,54	0,89	0,32	0,49	0,39	0,19	0,76	0,41	0,27	0,43	0,82	0,28	3,74	0,77	0,18
Ç.20	37,5	0,64	1,06	0,28	1,02	0,10	0,53	56,65	0,50	2,41	7,95	3,70	4,62	0,47	0,50	0,65	0,29	0,53	0,37	0,15	0,79	0,38	0,26	0,79	1,77	0,25	3,97	0,91	0,13
Ç.21	38	0,70	0,37	0,19	2,43	0,02	0,72	81,90	0,48	0,70	7,70	3,31	4,66	0,24	0,56	0,67	0,28	0,51	0,45	0,15	1,14	0,32	0,28	0,53	0,42	0,26	2,82	0,91	0,09
Ç.22	39	0,73	0,35	0,19	0,20	0,02	0,67	82,27	0,48	0,70	7,66	2,47	4,76	0,18	0,52	0,76	0,27	0,51	0,45	0,20	0,80	0,35	0,34	0,37	2,55	0,24	3,66	0,90	0,14
Ç.23	40	0,79	0,19	0,16	0,73	0,02	0,82	92,75	0,49	0,71	7,77	1,95	2,48	0,05	0,49	0,35	0,18	0,17	0,36	0,11	0,85	0,26	0,32	0,22	0,86	0,17	2,98	0,60	0,08
Ç.25	43	0,68	0,45	0,22	0,25	0,02	0,59	85,97	0,46	0,67	7,33	2,63	4,75	0,24	0,50	0,77	0,31	0,33	0,47	0,19	0,75	0,39	0,28	0,43	0,81	0,26	3,58	0,99	0,10
Ç.27	45	0,75	0,53	0,21	0,45	0,02	0,69	43,15	0,65	0,95	10,44	3,74	3,57	0,26	0,40	2,83	0,28	0,46	0,37	0,45	1,00	0,47	0,39	0,42	5,80	0,37	3,30	0,89	0,15
Ç.28	46	0,49	0,15	0,11	0,19	0,01	0,25	114,51	0,34	0,50	5,50	10,85	5,17	0,11	0,13	1,04	0,25	0,24	0,45	0,33	0,50	0,18	0,10	0,60	4,89	0,26	3,70	0,36	0,03
Ç.29	47	0,44	0,99	0,10	0,44	0,01	0,12	52,09	1,08	0,47	0,00	92,20	2,37	0,15	0,43	0,20	0,65	0,35	0,36	0,05	0,73	0,76	0,21	3,35	16,13	0,33	17,78	2,53	0,14
Ç.31	50	0,50	0,37	0,10	0,26	0,01	0,26	124,52	0,32	0,46	0,00	5,63	2,85	0,09	0,39	0,46	2,18	0,34	0,47	0,11	0,52	0,40	0,11	0,27	10,13	0,24	3,94	1,51	0,09
Ç.32	50	0,50	0,49	0,13	0,26	0,01	0,24	123,77	0,32	0,46	0,00	6,02	2,90	0,11	0,30	0,66	0,25	0,34	0,48	0,15	0,51	0,28	0,10	0,37	5,66	0,15	3,00	0,50	0,06
Ç.33 a	52	0,45	1,29	0,14	0,82	0,01	0,14	67,34	0,33	0,49	0,00	1,92	0,93	0,05	1,81	0,17	0,28	0,24	0,31	0,03	1,00	0,29	0,08	0,54	27,93	0,23	2,08	0,73	0,08
Ç.33 b	53	0,48	0,20	0,09	0,21	0,01	0,21	72,53	0,39	0,56	6,21	3,34	5,73	0,16	0,21	1,56	0,20	0,14	0,44	0,25	0,52	0,29	0,08	0,55	5,52	0,28	4,17	0,45	0,13
Ç.34	56	0,48	0,19	0,08	0,14	0,01	0,24	96,56	0,35	0,51	5,60	7,42	5,58	0,10	0,30	1,41	0,24	0,25	0,43	0,18	0,47	0,20	0,12	0,58	4,35	0,19	3,30	0,46	0,06

Çizelge 5.27. SJ nolu örneklerin PAAS 'a göre zenginleşme tablosu

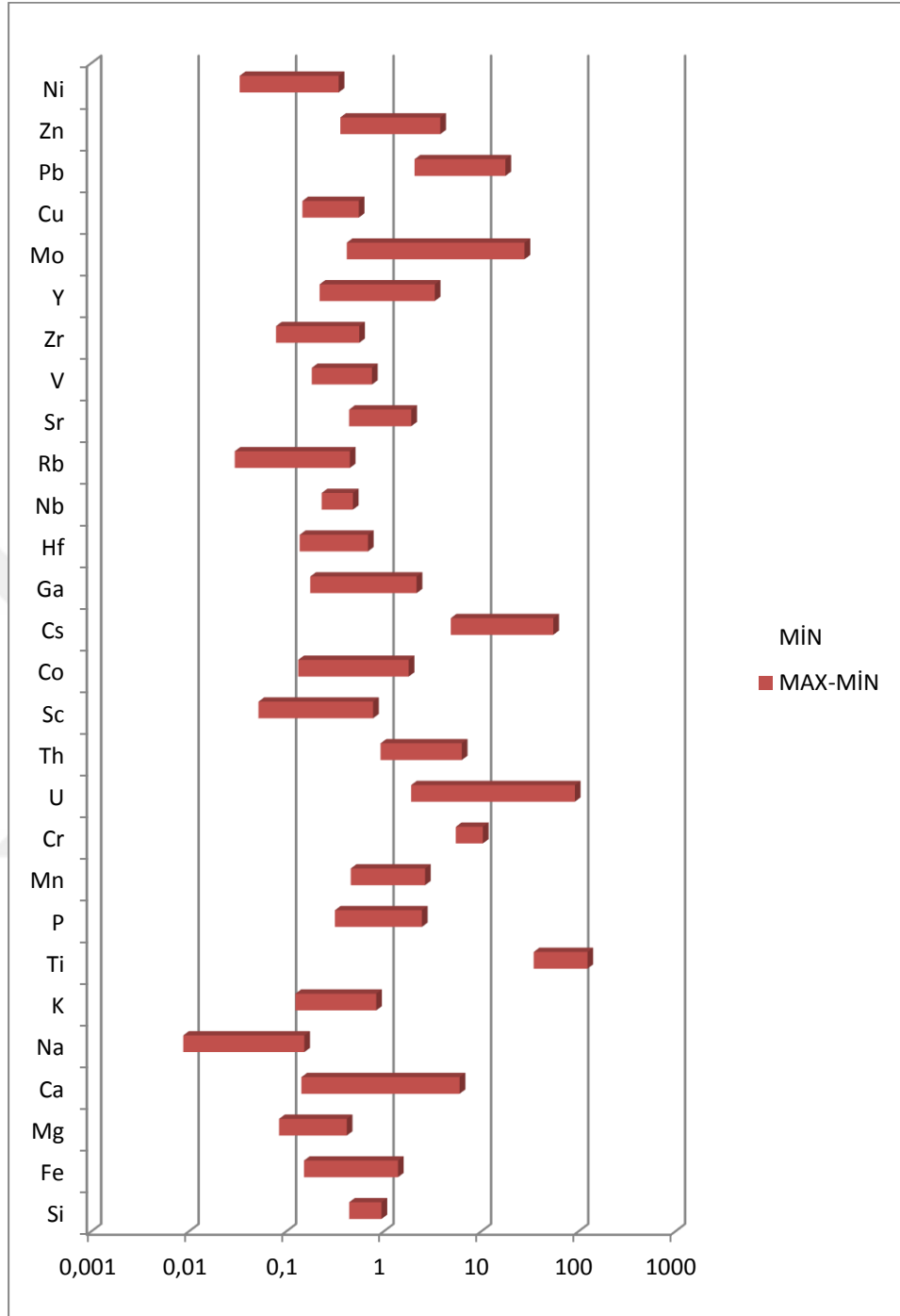
örnek	D(m)	Si	Fe	Mg	Ca	Na	K	Ti	P	Mn	Cr	U	Th	Sc	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	V	Zr	Y	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni
SJ.1	30	1,24	0,57	0,75	2,71	1,76	1,08	0,59	1,47	0,96	10,57	3,03	2,25	0,12	0,92	0,36	0,29	0,70	0,31	0,12	1,91	0,28	0,25	0,66	0,58	0,19	1,94	0,30	0,11
SJ.2	36	1,04	0,82	0,94	14,64	0,86	1,08	0,78	1,62	1,06	11,65	4,18	2,22	0,24	0,51	0,39	0,32	0,52	0,41	0,14	1,86	0,37	0,28	0,67	1,29	0,31	2,01	0,70	0,28
SJ.3	40	1,32	1,24	7,57	31,89	0,15	0,22	0,61	1,14	3,70	18,29	4,59	1,67	0,56	1,06	0,20	1,02	1,63	0,32	0,04	5,24	0,24	0,31	0,92	1,00	0,08	1,12	1,10	0,11
SJ.4	53	1,38	1,34	1,20	24,86	0,32	1,79	0,57	1,06	5,15	17,01	34,75	6,86	0,53	0,90	1,00	0,38	1,89	0,40	0,25	2,81	0,58	1,74	1,30	0,93	0,45	4,54	1,65	0,24
SJ.5	54	1,03	0,88	0,96	22,10	2,14	1,27	0,76	1,89	2,75	13,61	5,37	2,28	0,53	1,97	1,02	0,53	0,60	0,40	0,41	3,35	0,64	0,54	0,94	0,74	0,54	2,04	0,94	0,27
SJ.6	60	1,00	0,85	1,08	6,36	1,70	1,22	0,68	1,41	0,93	10,19	33,95	2,25	0,32	0,69	0,57	0,51	1,13	0,30	0,11	1,81	0,60	0,67	0,62	0,55	0,38	2,09	1,20	0,31
SJ.7	67	1,31	1,56	2,24	37,77	1,03	0,72	0,62	1,16	3,74	18,49	7,29	1,27	0,68	0,98	0,86	0,82	1,23	0,22	0,11	3,08	0,68	0,42	1,21	2,05	2,75	3,90	1,93	0,90
SJ.8	68	1,03	1,05	1,07	25,08	2,76	1,11	0,95	1,97	2,86	14,18	6,10	2,59	0,53	0,75	0,60	0,47	0,95	0,33	0,16	4,75	0,56	0,73	1,06	0,77	0,28	3,62	1,11	0,23
SJ.9	80	1,04	0,35	0,49	0,30	0,41	0,93	0,59	0,61	0,80	8,81	1,58	1,68	0,36	0,60	1,42	0,20	0,39	0,21	0,14	0,81	0,38	0,15	0,36	0,98	0,25	1,32	0,54	0,12
SJ.10	81	0,87	0,87	0,61	0,61	0,09	0,91	0,56	0,63	0,92	10,13	11,25	3,08	0,28	0,93	3,47	0,28	0,45	0,30	0,30	1,21	0,62	0,29	0,70	5,63	0,56	3,38	2,41	0,47
SJ.11	82	0,93	0,71	0,58	11,58	0,49	0,95	0,58	0,66	1,06	10,50	1,88	1,60	0,34	0,46	2,26	0,12	0,47	0,18	0,19	1,54	0,36	0,12	0,75	1,17	0,23	1,81	0,52	0,15
SJ.12	83	0,85	0,57	0,46	0,47	0,17	0,88	0,61	0,57	0,84	9,19	268,26	3,01	0,22	0,62	2,04	0,26	0,41	0,27	0,19	1,16	0,56	0,34	2,71	32,69	0,76	2,30	1,11	0,24
SJ.13	85	0,93	0,27	0,45	0,34	0,52	0,92	0,62	0,50	0,73	8,02	3,45	1,47	0,16	0,35	1,12	0,18	0,18	0,19	0,13	0,91	0,31	0,14	0,35	0,89	0,27	1,25	0,53	0,08
SJ.14	86	1,12	0,25	0,51	0,39	0,94	1,16	0,51	0,57	0,84	9,19	3,30	1,47	0,09	0,53	0,98	0,15	0,20	0,11	0,12	1,32	0,22	0,14	0,25	0,50	0,10	1,28	0,43	0,04
SJ.15	88	1,06	0,60	0,71	0,56	1,64	1,21	0,52	1,30	0,85	9,35	1,34	3,20	0,23	0,45	0,95	0,31	0,62	0,22	0,13	1,57	0,31	0,28	0,58	1,04	0,12	1,45	0,65	0,08
SJ.16	88,5	0,94	0,97	0,61	0,37	0,48	0,99	0,67	0,54	0,78	8,63	1,24	2,37	0,39	0,33	3,20	0,38	0,19	0,20	0,27	1,10	0,47	0,16	0,52	0,96	0,21	1,20	0,64	0,09
SJ.17	90	0,98	0,60	0,57	0,45	0,24	0,96	0,68	0,54	0,79	8,68	1,24	2,18	0,31	0,38	3,27	0,29	0,58	0,36	0,22	1,21	0,45	0,17	0,63	0,96	0,25	1,83	0,50	0,11
SJ.18	90,5	0,95	0,99	0,58	0,45	0,16	0,90	0,69	0,55	0,80	8,81	1,26	2,48	0,22	0,55	3,41	0,15	0,59	0,31	0,25	1,29	0,56	0,21	0,26	0,48	0,37	2,50	0,83	0,18
SJ.19	91	0,89	0,61	0,71	0,57	0,69	1,20	0,74	1,73	0,75	8,30	0,89	2,46	0,29	0,48	3,47	0,18	0,37	0,24	0,30	1,89	0,43	0,16	0,48	0,45	0,26	1,61	0,67	0,17
SJ.20	93	0,87	0,53	0,61	0,69	0,97	0,92	0,63	1,68	0,73	8,06	1,16	2,70	0,26	0,35	2,54	0,40	0,18	0,24	0,20	1,85	0,26	0,11	2,04	0,44	0,09	1,84	0,46	0,05
SJ.21	94	1,07	0,45	0,52	0,32	2,16	1,23	0,52	1,30	0,85	9,35	1,00	3,49	0,19	0,68	1,55	0,26	0,62	0,38	0,11	1,85	0,28	0,40	0,71	1,04	0,15	8,05	0,66	0,04
SJ.22	95	1,09	0,50	0,80	0,56	1,64	1,23	0,52	1,29	0,85	9,30	1,00	4,74	0,10	0,45	1,05	0,36	0,41	0,16	0,20	1,87	0,24	0,15	0,64	1,03	0,17	2,17	0,70	0,08
SJ.23	96	0,88	0,57	0,86	0,55	1,05	0,95	0,54	1,69	0,74	8,10	0,87	2,28	0,08	0,47	1,31	0,23	0,54	0,28	0,10	2,12	0,37	0,32	0,49	0,44	0,14	1,35	0,67	0,10
SJ.24	98	1,02	0,47	0,54	0,38	2,65	1,32	0,50	1,87	0,81	8,95	0,96	2,66	0,11	0,43	0,57	0,30	0,60	0,16	0,06	2,86	0,25	0,32	0,62	0,99	0,12	2,14	0,66	0,07
SJ.25	100	1,20	0,33	0,60	0,37	0,90	0,94	0,84	0,68	0,98	10,83	7,38	4,86	0,08	0,79	0,63	0,54	0,48	0,32	0,12	1,37	0,59	0,22	1,06	0,59	0,41	4,27	0,74	0,15

Çizelge 5.28. Dünya örneklerinin PAAS 'a göre zenginleşme tablosu

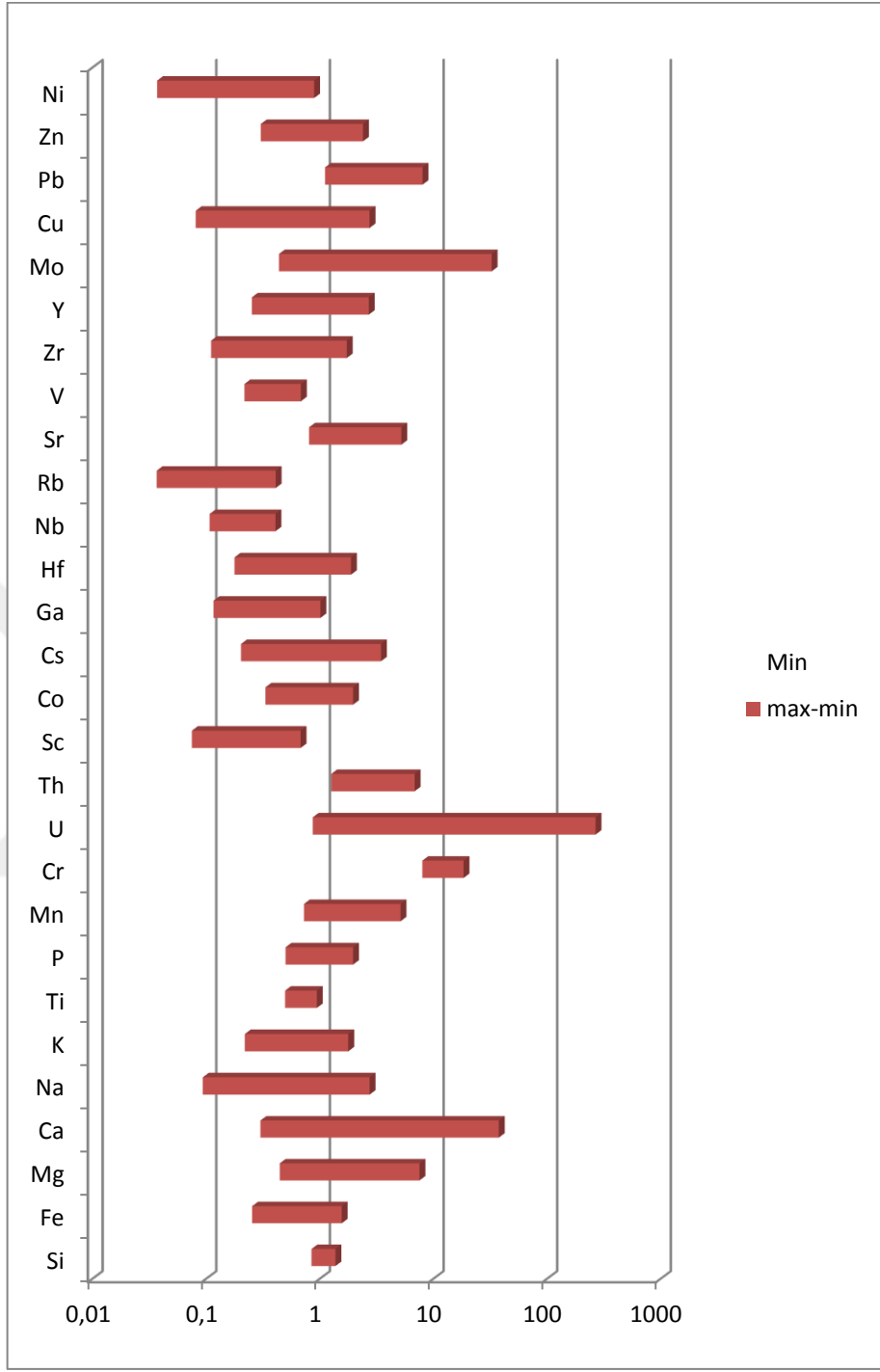
Örnek adı	Si	Fe	Mg	Ca	Na	K	Ti	P	Mn	Cr	U	Th	Sc	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	V	Zr	Y	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni
Utah	1,43	1,50	7,06	68,80	2,53	2,19	0,68	1,90	2,76	30,38	20,85	6,93	0,57	1,61	6,08	0,51	2,03	0,36	0,47	13,55	0,95	0,24	1,03	33,75	0,95	2,36	1,43	0,61
Estonya	1,14	1,15	1,72	84,90	0,57	2,45	1,51	4,73	6,19	68,04	9,27	1,04	1,42	0,99	0,25	1,13	0,74	0,40	0,68	5,48	0,71	0,54	3,00	15,12	0,60	4,54	0,80	0,69
Ürdün	1,66	0,98	1,61	111,31	0,49	0,96	1,18	118,13	4,83	59,06	12,67	2,83	1,81	1,03	1,18	0,59	0,58	3,42	1,55	14,53	8,86	0,37	2,80	454,78	9,10	2,95	50,31	18,26

Çizelge 5.29: PAAS'a göre örneklerin ortalama zenginleşme faktörleri (Z: Zenginleşmiş; T: Tüketilmiş).

Elementler	Ç Örneklerinin ortalaması	EF	Elementler	SJ Örneklerinin ortalaması	EF
Si	T	0,63	Si	Z	1,04
Fe	T	0,6	Fe	T	0,71
Mg	T	0,21	Mg	Z	1,04
Ca	T	0,98	Ca	Z	7,37
Na	T	0,03	Na	Z	1,03
K	T	0,51	K	Z	1,04
Ti	Z	70,54	Ti	T	0,63
P	T	0,67	P	Z	1,13
Mn	T	0,89	Mn	Z	1,41
Cr	Z	7,87	Cr	Z	10,72
U	Z	7,09	U	Z	16,29
Th	Z	4,17	Th	Z	2,68
Sc	T	0,27	Sc	T	0,28
Cs	T	0,74	Co	T	0,66
Co	T	0,53	Cs	Z	1,52
Ga	T	0,41	Ga	T	0,35
Hf	T	0,44	Hf	T	0,63
Nb	T	0,38	Nb	T	0,27
Rb	T	0,17	Rb	T	0,17
Sr	T	0,82	Sr	Z	2,02
V	T	0,39	V	T	0,42
Zr	T	0,24	Zr	T	0,34
Y	T	0,71	Y	T	0,82
Mo	Z	4,13	Mo	Z	2,32
Cu	T	0,3	Cu	T	0,37
Pb	Z	3,85	Pb	Z	2,43
Zn	Z	1,14	Zn	T	0,86
Ni	T	0,15	Ni	T	0,18



şekil 5.43. Ç Sondajına ait örnekleri Zenginleşme Grafiği (PAAS 'a göre)



Şekil 5.44. SJ Sondajına ait örnekleri Zenginleşme Grafiği (PAAS 'a göre)

Çizelge 5.30. SJ sondajında derinliğe bağlı olarak zenginleşen elementler (PAAS 'a göre)

örnek no	örnek adı	derinlik(m)	Zenginleşen Elementler
1	SJ.1	30	Si, Ca, Na, K, P,Cr, U, Th,Sr, Pb
2	SJ.2	36	Si, Ca, K, P, Mn,Cr, U, Th,Sr, Mo, Pb
3	SJ.3	40	Si, Fe, Mg, Ca, P, Mn,Cr, U, Th, Co, Ga,Hf,Sr, Pb, Zn
4	SJ.4	53	Si, Fe, Mg, Ca, K, P, Mn,Cr, U, Th,Hf,Sr, Zr, Y, Pb, Zn
5	SJ.5	54	Si, Ca, Na, K, P, Mn,Cr, U, Th, Co, Cs,Sr, Y, Pb
6	SJ.6	60	Si, Mg, Ca, Na, K, P,Cr, U, Th,Hf,Sr, Pb, Zn
7	SJ.7	67	Si, Mg, Ca, Na, P, Mn,Cr, U, Th,Hf,Sr, Y, Mo, Cu, Pb, Zn
8	SJ.8	68	Si, Fe, Mg, Ca, Na, K, P, Mn,Cr, U, Th,Sr, Y, Pb
9	SJ.9	80	Si, Fe,Cr, U, Th, Cs, Pb
10	SJ.10	81	Cr, U, Th, Cs,Sr, Mo, Pb, Zn
11	SJ.11	82	Ca, Mn,Cr, U, Th, Cs,Sr, Mo, Pb
12	SJ.12	83	Cr, U, Th, Cs,Sr, Y, Mo, Pb, Zn
13	SJ.13	85	Cr, U, Th, Cs, Pb
14	SJ.14	86	Si, K,Cr, U, Th,Sr, Pb
15	SJ.15	88	Si, Na, K, P,Cr, U, Th,Sr, Mo, Pb
16	SJ.16	88,5	Cr, U, Th, Cs,Sr, Pb
17	SJ.17	90	Cr, U, Th, Cs,Sr, Pb
18	SJ.18	90,5	Cr, U, Th, Cs,Sr, Pb
19	SJ.19	91	K, P,Cr, Th, Cs,Sr, Pb
20	SJ.20	93	P,Cr, U, Th, Cs,Sr, Y, Pb
21	SJ.21	94	Si, Na, K, P,Cr, U, Th, Cs,Sr, Mo, Pb
22	SJ.22	95	Si, Na, K, P,Cr, Th, Cs,Sr, Mo, Pb
23	SJ.23	96	Na, P,Cr, Th, Cs,Sr, Pb
24	SJ.24	98	Si, Na, K, P,Cr, Th,Sr, Pb
25	SJ.25	100	Si,Cr, U, Th,Sr, Y, Pb

Çizelge 5.31. Ç sondajında derinliğe bağlı olarak zenginleşen elementler (PAAS 'a göre)

örnek adı	derinlik(m)	Zenginleşen Elementler
Ç.2	18	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
Ç.3	19	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
Ç.4	20	Ti, P,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
Ç.5	21	Ca, Ti,Cr, U, Th, Pb
Ç.7	23	Fe, Ca, Ti, P, Mn,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
Ç.8	25	Fe, Ca, Ti, Mn,Cr, U, Th, Sr, Y, Mo, Pb, Zn
Ç.9	26	Ti, P,Cr, U, Th, Sr, Y, Mo, Pb, Zn
Ç.10	28	Ti,Cr, U, Th, Y, Mo, Pb, Zn
Ç.11	29	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb
Ç.12	30	Ti, Mn,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
Ç.14	32	Ca, Ti, P,Cr, U, Th, Sr, Y, Pb
Ç.16	34	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb
Ç.17	35	Ca, Ti,Cr, U, Th, Sr, Mo, Pb
Ç.18	36	Ti,Cr, U, Th, Pb
Ç.19	37	Ti,Cr, U, Th, Pb
Ç.20	37,5	Fe, Ca, Ti, Mn,Cr, U, Th, Mo, Pb
Ç.21	38	Ca, Ti,Cr, U, Th, Sr, Pb
Ç.22	39	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb
Ç.23	40	Ti,Cr, U, Th, Pb
Ç.25	43	Ti,Cr, U, Th, Pb
Ç.27	45	Ti,Cr, U, Th, Sr, Mo, Pb
Ç.28	46	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb
Ç.29	47	Ti, P, U, Th, Y, Mo, Pb, Zn
Ç.31	50	Ti, U, Th, Mo, Pb, Zn
Ç.32	50	Ti, U, Th, Mo, Pb
Ç.33 a	52	Fe, Ti, U, Sr, Mo, Pb
Ç.33 b	53	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb
Ç.34	56	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb

6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Organik kökenli kayaçlar, su kütlesi içinde bitki ve hayvan kalıntılarının fiziksel ve kimyasal değişimleri ve birikimleri neticesinde oluşmaktadır. Genellikle sedimanter kayaçlar içinde oluşan ve ekonomik değere sahip olan bu kayaçlar, karbon, oksijen, hidrojen, nitrojen sülfür ve çeşitli iz elementlerden meydana gelmektedir. Ekonomik olarak, organik madde içeriğinin yüksek olarak kabul edilebilmesi için karbon içeriğinin kütleli olarak %50'nin hacminde %70'in üzerinde olması gerekmektedir.

Organik maddece zengin bu kayaçların içinde bulunan inorganik elementler çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri olmakla birlikte, ekonomik boyutta zenginleştikleri takdirde teknolojilerin ihtiyaç duğduğu önemli maddi kaynaklar olabilir (Renton, 1982; Kolker etol., 2001).

Bu tez kapsamında özellikle bitümlü şeyller ve kömür içeriği bakımından dikkati çeken ve bu organik maddece zengin Sorgun havzası Çeltek formasyonu içindeki bitümlü kayaçların mineralojik ve kimyasal karakterlerinden elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Çok ince taneli sedimenter kayaçlar içinde yapılan değerlendirmede ince kesit incelemeleri oldukça kısıtlı gözlenebilmiştir. Yapılan inclemelerde ince kesit verilerine göre kuvars, feldispat mineralleri, opak mineraller, karbonat mineralleri tespit edilmiştir.

Çeltek formasyonu bitümlü şeyllerinin Toplam Organik Karbon (TOC) değerleri; TOCmin: 1.37 TOCmax: 11.8 TOCort: 4.96 şeklinde ölçülmüştür. Bu değerler petrol kaynak kaya kalitesi bakımından " çok iyi - mükemmel" aralığındadır (Jarve, 1991; Tissot and Welte, 1994; Peters and Cassa, 1994). Ancak bitümlü şeyller için ekonomik değerlendirmesi TKİ-TPAO ortak bitümlü şeyl projelerinden <%4 ise ekonomik olmadığı, %4-10 arası ise orta dereceli ekonomik, >%10 çok ekonomik olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre TOC içeriklerine göre çalışılan bitümlü şeyller orta ekonomk olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Prof. Dr. Ali SARI ile görüşülmüştür).

Organik petrografi incelemelerinde genellikle hüminit grubu maseraller (ülminit, densinit, gelinit, korpohüminit) ve daha az miktarda liptinit ve inertinit grubu maseraller tespit edilmiştir. Çizelge 5.9'da örneklerin özellikle bitümlü şeyl örneklerin %2 ile % 39 arasında Hüminit'den geri kalan % 98 ile %61 arasında inorganik madde içeriğinden oluştuğu, kömür oranı yüksek olan örneklerin ise % 54 ile %83 arasında Hüminit ve geri kalan % 46 ile % 17 arasında inertinit, liptinit ve inorganik maddeden oluşmaktadır.

Çalışma örnekleri element jeokimyası bakımından incelenerek Ç nolu örneklerde Ti, Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn elementlerinin, SJ nolu örneklerde ise Si, Mg, Ca, Na, K, P, Mn, Cr, U, Th, Cs, Sr, Mo, Pb elementlerinin hemen hemen her seviyede zenginleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 5.36; 5,27). PAAs'a normalze zenginleşmelerde C nolu sondajda Ti elementi 34,73 ile 124,52 kat; Cr 5.5 ile 10,44 kat; U 1,92 ile 92.20 kat arası; Th 2,25 ile 6,35 kat arasında; Mo 1,6 ile 27,93 kat arasında Pb ise 2,34 ile 17,78 kat arasında zenginleştiği belirlenmiştir. Sj Nolu örnekte hemen hemen her seviyede zenginleşen Si, 1,03 ile 1,38 kat arasında; P 1,06 ile 1,87 kat arasında; Cr 8,02 ile 18,49 kat arası; U 1,00 ile 268,26 kat arası; Th 1,27 ile 6,86 kat arası; Sr 1,1 ile 5,24 kat arası ve Pb 1,12 ile 4,54 kat arasında zenginleşmiştir (Çizelge 5.36; 5,27).

Dünya örneklerinde ise (Utah, Estonya ve Ürdün) örneklerine it zenginleşmelerde hemen hemen tüm elementlerin değişen oranlarda zenginleştiği belirlenmiştir (Çizelge 5.28). Çalışma sahasına ait örneklerin özellikle zenginleşme bakımından en çok Utah bitümlü şeylleri ile benzerliği sözkonusudur.

Çalışma örnekleri jeostatistik bakımdan değerlendirildiğinde majör elementlerden; Fe Mn ile Mg Mn ile Fe Na ile Mg Na ile Mn Na Si Ti ile K Ti ile yüksek (+) korelasyon sergilemiştir. Al K ile Fe Ti ile P Ti ile (-) korelasyon sergilemiştir.

İz elemnlerin korelasyonu incelendiğinde Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Tm, Yb, Lu elementlerinin birbirleriyle pozitif korelasyon sergiledikleri görülür.

C nolu 28 adet örneği içeren sondaj örneklerinin olduğu şekil 5.38'de görülen 10 farklı grupta 1. grup: Sr, Ca; 2. grup: Ni, Cu, P; 3. grup: Na, Mn, Mg, Sc; 4. grup:

As, Fe, Hf; 5. grup: Zn, V; 6. grup: NTE, U, Pb, Ge, Cd; 7. grup: Mo, Be, Sb, Ga; 8. grup: Ta, Nb, Al, Ca; 9. grup: Cs, Rb, Th; 10. grup: Ti, Si, K, Zr, Bi elementleri birlikte. SJ nolu 25 adet örnek Şekil 5.42’de görüldüğü üzere 11 grup tespit edilmiştir. 1. grup: K, Si, Ti, Al; 2. grup: Cs, Rb; 3. grup: V, Be; 4. grup: NTE, U, Th, Sb, Nb; 5. grup: P, Na; 6. grup: Se, Fe; 7. grup: Cd, Zn, Ni, Cu; 8. grup: Ga, Sr; 9. grup: Mn, Ca, Ge, Mg, Hf, Zr; 10. grup: Pr, Pb; 11. grup: Tl, As, Co elementlerinden oluşmaktadır.

Çalışma alanında yapılan petrografik incelemelerde Çeltek formasyonuna ait organik maddece zengin kayaç örneklerinde derinliğe bağlı olarak detrital ve ötijenik kökenli mineraller ve zenginleşen elementler tespit edilmiştir (Ek 5.1; 5.2).

Majör mineral olarak bulunan pirit, kuvars ve kaolinitin yanı sıra minör miktarda illit, muskovit, plajiolaz, jips ve dolomit gibi mineraller tespit edilmiştir. Örnekler üzerinde yapılan jeokimyasal analizlerde Cu elementinin varlığı kil mineralleri ve kuvars tanelerinden kaynaklandığı (Ivanov, 1999), bu tip yataklarda U ve Th’un olası kaynağı olarak havzanın temel kayalarını oluşturan granit ve granodiyorit gibi kayaçlardan tasınabileceği yorumu yapılabilir (Yavuz Pehlivanlı, 2017).

Ge, Au, Pb, Zn ve U-Th gibi elementlerinin varlığı ve zenginleşmesinin olması ise hidrotermal kökenli bir etkiye işaret etmektedir (Seredin and Dai, 2013).

Daha önceden organik maddece zengin kayaçlarda yapılan element zenginleşmeleri çalışma alanında Al, Si, K ve Cl’un zenginleşmesi karasal kökenli kuvars taneleri, ötijenik kökenli kil mineralleri ve kloritlerle ilişkilendirilmiştir (Yossifova, 2014).

Bu kayaçlar içinde S farklı kökenlere bağlı olarak ortamda varlığını sürdürmektedir. Pirit genellikle indirgen ortamda, sinjenetik pirit framboidleri, öhedral kristaller ve masif tanelerden oluşur. Çalışma sahasına ait örneklerde genellikle framboidal kökenli piritlere rastlanmıştır. Bu tip piritlerin bakteriyel kökenli olduğu belirtilmektedir (Chou, 2012). Ancak Wiese and Fyfe (1986) tarafından fulgal kökenli olduğu var sayılmaktadır.

Çalışılan örnekler içinde en bol görülen kuvars, karasal kökenli oluşan majör minerallerdendir. Kil minerallerinde ise en çok kaolinit ve daha az illitten oluşur.

Killerin oluşumları ve kökenleri genellikle ötijeniktir (Vassilev et al, 1994, Yossifova, 2007). Bu mineraller volkanik malzemelerin yüzeysel bozuşması (weathing) ile oluşmaktadır (Aomine and Wada, 1962; Kortenski and Sotirov, 2004; Kostova and Zdravkov, 2007; Wang et al 2012; Ward and Roberts, 1990).

Mikalar muskovit olarak bulunmakta ve muskovitler genellikle detrital kökende oluşmaktadır. Fakat bazen feldispatlar yüzeysel bozuşma (weathing) süreçlerinde ötijenik kökenli olabilir (Vassilev et al, 1994, Yossifova, 2007). Jipslerin kökeni ise epijenik veya eksojenik olabilir (Yossifova, 2007).

Kalsit organik maddece zengin bitümlü şeyl ve kömür gibi kayaçlar içinde en bol bulunan karbonat mineralidir. Oluşum bakımından hem sinjenetik hem de epijenetik kökeniyle uyumludur. Organik maddeler içinde gözlenen fosiller ya da maseraller üzerinde yapılan SEM- EDX incelemelerinde O, Ca, Cl, K, S, P, Na, Si, Al, Mg tespit edilmektedir. Ca içeren mineraller genellikle deniz suyundan türediği için P, K, Ca, Al, Si bakımından zenginleşmeleri beklenmektedir (Yossifova, 2014).

Çalışma örneklerinde U; Y, La, Cs, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Be, Ge, Pb, Sb, Y, Zn, Cd, Mo gibi elementler birirleriyle (+) korelasyon göstermektedir. U ile (-) korelasyon gösteren elemente rastlanmamıştır. U genellikle kil mineralleri üzerine tutunmaktadır. Fakat Silven U- polimetalik yataklarında organik madde ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Stoikov 1976). Be, Mg, Sr, U, Ni, Cu, W genellikle organik madde ile güçlü çekicilik sergiler.

XRD verilerinde genellikle kuvars ve kaolinit gibi silisli mineraller tespit edilmiştir. Silissiz minerallerden K ve klorit gibi mineraller ve çok az miktarda pirit mineralleri bulunmaktadır.

SEM analizinde ise üç farklı fazda değişik boyutlarda pirit ve kil mineralleri gözlenmiştir. Ç sondajı örneklerinde Cr ve Ti gibi major elementler genelde tüm derinliklerde zenginleşmiştir. U, Th, Pb gibi iz elementler Ç sondajında her derinlikte zenginleşirken, Mo ve Zn bazı sondajın noktalarında zenginleşmiş, bazı noktalarında tüketilmiştir. SJ sondajında tüm derinliklerde majör elementlerden sadece Cr

zenginleşirken, Si, Fe, Mg, Mn, P, Na ve K ise göreceli olarak daha az örnekte zenginleşmiştir.

U ve Th gibi iz elementler daha çok zenginleşme gösterirken Cs, Sr, Mo, Pb, Zn gibi iz elementler daha az örnek noktasında zenginleşme göstermiştir.

Organik madde içerisindeki iz elementlerin varlığı pek çok faktöre bağlı olarak gelişir. İz elementlerden bazıları organik madde oluşumu esnasında ortamda bulunurken bazıları geçirmiş olduğu olgunlaşma ve bozuma süreçlerine bağlı olarak zenginleşir veya tüketilir (Saxby, 2000). Bu iz elementlerin bolluklarına etki eden en önemli etmen ise mineral kompozisyonudur (Zubovic 1966).

Faylanma gibi jeolojik süreçlerin yanısıra iklimsel olaylara bağlı olarak ortamda bulunan elementlerin mobilitesi mineraller içinde elementlerin zenginleşmesine etki eden en önemli faktörlerdendir (Ciesielczuk etol., 2014). Örneklerin element korelasyonlarına bakıldığında genellikle Rb ile K arasında güçlü pozitif korelasyonun görülmesinin nedeni olarak potasyum oluşum minerallerinin içinde Rb'un bulunması söylenebilir (Hall etol., 1993; Ward etal., 1999). Ancak örnekler içinde potasyum feldispat ve illit/muskovit varlığının tespit edilmesinden dolayı çalışılan örneklerin Rb ile Potasyum arasındaki negatif korelasyonun nedeni olarak açıklanmalıdır(Ciesielczuk etol., 2014).

İz element analizlerinde özellikle Cu, Mo, Zn, Pb, V, Cr gibi elementlerin zenginleşmesi kil mineralleri ile (Hower and Bland, 1989) ve organik madde ile (Dai etal., 2008) ile ilişkilendirilir. Organik madde içinde bulunan pirit mineralleri de element zenginleşmesine etki eden en önemli faktörlerden biridir (Hower etal., 2008; Dai etal., 2012).

Minerallerin pek çoğu yüksek sıcaklık şartlarında stabil değildir ve yüksek sıcaklık fazlarında amorf maddelere ve yeniden kristallenme sürecinde değişimi söz konusudur. Bu ısınma sürecinde kil mineralleri de yeniden H₂O, (OH), F, ve Cl gibi element serbestleşmelerini hariç tutarsak minerallerde herhangi bir kimyasal değişim söz konusu değildir. Bu nedenle bunların fazlarında meydana gelen belirgin değişime rağmen örneklerin hemen hemen hepsinde kimyasal analizler benzer veriler sunar.

Örneklerin bazılarında çok düşük bazılarında çok yüksek olan element içeriklerinin nedeni erime veya yüzeysel alterasyon (veathing) süreçleriyle alakalıdır (Ciesielczuk, 2014).

Örneklerin içindeki Na, K ve Ca içeriği feldispatların varlığına CaO 'nun bolluğu ise Ca-Feldispat ve Jips gibi minerallerin bolluğu ile ilişkilendirilebilir (Ciesielczuk, 2014).

Sonuç olarak örnekler içindeki iz element içerikleri organik maddenin oksidasyonu, buharlaşması ve olgunlaşması gibi değişim süreçlerinden etkilenmektedir. Mineral oluşumunda ise sıcaklık ve oksijenin varlığı; mineral fazın oksidasyonu (pirit ve markazit'in F₂O₃'e oksidize olması), mineral dehidratasyonu (H₂O ve OH grupları, kil mineralleri ve mika'dan serbestleşir), minerallerin yeniden kristalizasyonu (SiO₂'nin enantiotropic dönüşümü, tridimit kristobalit gibi), metastabil faz oluşumu, yüksek sıcaklık mineral oluşumu (müllite gibi), eriyikten mineral kristalizasyonu (indivalite gibi) ve bazı minerallerin weathiring (yüzeysel bozuşma) süreçlerinde değişime neden olabilir. Tüm bu süreçlerin bir kombinasyonu çalışma alanı içerisindeki element mineral ilişkisinde etkili olabilecek faktörlerdendir.

Bu sonuçlara göre Çeltek Formasyonu bitümlü şeyllerinden petrol üretilmesi ve arta kalan sıvı-kayaç ve küllerinden özellikle U, Th ve K gibi doğal oluşan radyoaktif madde ve zenginleşme gösteren Mn, Mg, Pb, Zr, Sr, K, Ti, Ca, Rb, U ve Co gibi elementlerin kazanılması için farklı disiplinlerin (kimya, metalurji gibi) bir arada çalışacağı yeni bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

Ağralı, B., 1965, Yozgat-Sorgun havzasının 1/10 000 ölçekli jeolojik etüdü ve 1965-66 yıllarında yapılan arama sondajı verilerine göre bölgenin kömür imkanları, MTA raporu, Derleme No: 3895, Ankara-Türkiye

Akçay, A.E., Dönmez, M., Kara, H., Yergök, A.F. ve Esentürk, K. 2008. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Yozgat-İ34 Paftası, No: 81. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını.

Akçay, A.E., Dönmez, M., Kara, H., Yergök, A.F. ve Esentürk, K. 2008. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Yozgat-İ34 Paftası, No: 81. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını.

Aomine, S., Wada, K., 1962. Differential weathering of volcanic ash and pumice, resulting in formation of hydrated halloysite. Am. Mineral. 47, 1024–1048.

Beyazpirinç, M., Tarhan, N., Akçay, A. E., Havzaoğlu, T., Sönmez, M. K., Bilgiç, T., Bademler, ve F., Ünal, M., 2015, Akdağmadeni Masifinin Jeolojisi ve Jeodinamik Evrimi, MTA, Ara Rapor, ANKARA

Birgili, Ş., Yoldaş, R. ve Ünal, G. 1975. Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 5621, Ankara (yayımlanmamış).

Blumenthal, M. M., 1937, Merzifon ve Suluova (Amasya) kömür havzasının jeolojisi, MTA raporu, Derleme no:7063, Ankara-Türkiye

Chou, C.-L., 2012. Sulfur in coals: a review of geochemistry and origins. Int. J. Coal Geol. 100, 1–13.

Cicioğlu, E.1995, Sorgun (Yozgat) Kömürlerinin Kimyasal ve Petrografik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, ANKARA

Ciesielczuk J., Misz-Kennan M., Hower J.C., Fabiańska M.J., 2014. Mineralogy and geochemistry of coal wastes from the Starzykowiec coal-waste dump (Upper Silesia, Poland). *Int. J. of Coal Geol.* 127, 42–55

Ciesielczuk, J., 2014. Coal mining and combustion in the coal-waste dumps of Poland. In: Stracher, G.B., Sokol, E.V., Prakash, A. (Eds.), *Coal and Peat Fires: A Global Perspective, Volume 3 — Case Studies*. Elsevier, Amsterdam. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0444-59509-6.00016-8> (Scheduled for publication in 2014).

Dai, S., Ren, D., Zhou, Y., Chou, C.-L., Wang, X., Zhao, L., Zhu, X., 2008. Mineralogy and geochemistry of a superhigh-organic-sulfur coal, Yanshan Coalfield, Yunnan, China: evidence for a volcanic ash component and influence by submarine exhalation. *Chem. Geol.* 255, 182–194.

Dai, S., Wang, X., Seredin, V.V., Hower, J.C., Ward, C.R., O'Keefe, J.M.K., Huang, W., Li, T., Li, X., Liu, H., Xue, W., Zhao, L., 2012. Petrology, mineralogy, and geochemistry of the Ge-rich coal from the Wulantuga Ge ore deposit, Inner Mongolia, China: new data and genetic implication. *Int. J. Coal Geol.* 90–91, 72–99.

Dalkılıç, H., Dönmez, M. ve Akçay, A.E. 2008. 1/100.000 ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Yozgat-İ35 Paftası, No: 82. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.

Dilek, Y., Thy, P. 2006. Age and petrogenesis of plagiogranite intrusions in the Ankara melange, Central Turkey. *Island* 15, 44-57.

Dönmez, M., Bilgin, Z.R., Akçay, A.E., Kara, H., Yergök, A.F. ve Esentürk, K., 2005. Türkiye Jeoloji Haritaları, Kırşehir-İ31 Paftası, No: 46. MTA Yayını, Ankara.

Erkan, Y. 1980. Orta Anadolu masifinin kuzey doğusunda (Akdağmadeni-Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi. *TPJ Bülteni* No: 23, 213-218.

Erlor, A ve Bayhan, H., 1993, Orta Anadolu Granotoidleri, Hacettepe Üniversitesi, Yer Bilimleri 25. Yıl Sempozyumu, Tebliğ, 20. Sayfa, ANKARA

Erler, A ve Bayhan, H., 1993, Orta Anadolu Granotoidleri, Hacettepe Üniversitesi, Yer Bilimleri 25. Yıl Sempozyumu, Tebliğ, 20. Sayfa, ANKARA

Erler, A., Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, F., Dalkılıç, B., Geven, A., Önen, P., 1991, Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir masifi mağmatik kayaçların petrolojisi ve jeokimyası. TÜBİTAK Doğa, Mühendislik ve Çevre Bilimleri Bülteni, 15:76-100.

Gücük, Ö., 1978, Yozgat-Sorgun linyit sahasının fizibilite etüdü, MTA raporu, Derleme No: 6243, Ankara- Türkiye.

Gücük, Ö., 1978, Yozgat-Sorgun linyit sahasının fizibilite etüdü, MTA raporu, Derleme No: 6243, Ankara- Türkiye.

Hall, A., Jarvis, K.E., Walsh, J.N., 1993. The variation of cesium and 37 other elements in the Sardinian granite batholith, and the significance of cesium for granite petrogenesis. Contrib. Mineral. Petrol. 114, 160–170.

Hower, J.C., Campbell, J.L., Teesdale, W.J., Nejedly, Z., Robertson, J.D., 2008. Scanning proton microprobe analysis of mercury and other trace elements in Fe-sulfides from a Kentucky coal. Int. J. Coal Geol. 75, 88–92.

Hower, J.C., Bland, A.E., 1989. Geochemistry of the Pond Creek coal bed, Eastern Kentucky Coalfield. Int. J. Coal Geol. 11, 205–226.

Ivanov, R., 1999. Native metals (gold, silver, copper) in Upper Cretaceous and Paleogene sediments in the Western Fore-Balkan and the central Balkan. Geol. Miner. Resour. 4–5, 19–23 (in Bulgarian with English abstract).

Ketin, İ., 1955, Yozgat bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu masifinin tektonik durumu, TJK Bülteni, 6/1, 1-28 s.

Ketin, İ., 1963, 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası açıklama kitabı, Kayseri paftası, MTA yayını, 82s.

Kolker, A.; Finkelman, R. B.; Palmer, C. A.; & Belkin, H. E. Arsenic, mercury and other trace metals in coal: Environmental and health implications (Abstract, International Ash Utilization Symposium, Lexington, KY); 2001.

Kortenski, J., Sotirov, A., 2004. Petrography of the Neogene lignite from the Sofia basin, Bulgaria. *Int. J. Coal Geol.* 57, 117–126.

Kostova, I., Zdravkov, A., 2007. Organic petrology, mineralogy and depositional environment of the Kipra lignite seam, Maritza-West basin, Bulgaria. *Int. J. Coal Geol.* 71, 527–554.

Norman, T., 1975, Çankırı-Çorum-Yozgat bölgesinde Alt Tersiyer yaşlı sedimentlerde paleo-akıntılar ve denizaltı heyelanları, *TJK Bülteni*, 18/2, 103-110 s.

Özcan ve diğ., 1980 Özcan, A., Erkan, A., Keskin, E., Oral, A., Sümengen, M. ve Tekeli, O. 1980. Kuzey Anadolu fayı-Kırşehir masifi arasının temel jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 1604, Ankara (yayımlanmamış).

Renton, J.J Mineral matters in coal, In: Mayers, R. A. (Ed.). *Coal Structure*. New York Acedemy Press. 1982.

Sarıfakıoğlu ve ark., 2011) Sarıfakıoğlu, E., Sevin, M., Esirtgen, E., Duran, S., Parlak, O., Bilgiç, T., Dönmez, M. ve Dilek, Y. 2011. Çankırı-Çorum havzasını çevreleyen ofiyolitik kayaçların jeolojisi: Petrojenezi, tektoniği ve cevher içerikleri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11449, Ankara (yayımlanmamış). Seymen, İ. 1981a. Kaman (Kırşehir) dolayında

Saxby, J.D., 2000. Minerals in coal. In: Glikson, M., Mastalerz, M. (Eds.), *Organic Matter and Mineralisation*. Kluwer Academic Publishers (314–326 pp.).

Seredin, V.V., Dai, S., 2013. The occurrence of gold in fly ash derived from high-Ge coal. *Mineral. Deposita*. <http://dx.doi.org/10.1007/s00126-013-0497-9>.

Stach, E., Mackowsky, M.-Th., Teichmuller, M., Taylor, G.H., Chandra, D & Teichmuller, R., 1982, *Stach's textbook of coal petrology*, Gebruder Bortraeger, Berlin, 535 p.

Stoikov, Ch., 1976. Uranium Ore Deposits in Bulgaria (Sci. D Thesis, 480 pp. (in Bulgarian)).

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey. A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics* 75, 181-241.

Şengüler, İ., 2007. Asfaltit ve Bitümlü Şeylin Türkiye'deki Potansiyeli ve Enerji Değeri, TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Küresel Enerji Politikaları, Ankara.

Ünalın, G., 2010, Kömür Jeolojisi, s. 556, Eğitim Serisi-41, MTA, Ankara

Wang, W., Qin, Y., Liu, J., Li, J., Yuan, L., 2012. Mineral microspherules in Chinese coal and their geological and environmental significance. *Int. J. Coal Geol.* 94, 111–122.

Ward, C., Roberts, F., 1990. Occurrence of spherical halloysite in bituminous coals of the Sydney basin, Australia. *Clay and Clay Miner.* 38, 501–506

Ward, C.R., Spears, D.A., Booth, C.A., Staton, I., Gurba, L.W., 1999. Mineral matter and trace element in coals of the Gunnedah Basin, New South Wales, Australia. *Int. J. Coal Geol.* 40, 281–308.

Wedding, H., 1963, Sorgun zuhuruna yapılan bir gezi hakkında rapor. MTA raporu, Derleme No:3255, Ankara- Türkiye.

Wiese, R., Fyfe, W., 1986. Occurrences of iron sulfides in Ohio coals. *Int. J. Coal Geol.* 6, 251–276.

Vassilev, S., Yossifova, M., Vassileva, Ch., 1994. Mineralogy and geochemistry of Bobov Dol coals, Bulgaria. *Int. J. Coal Geol.* 26, 185–213.

Yavuz Pehlivanlı B. 2017. Alt Eosen Yaşlı Çeltek Formasyonu (Sorgun Yozgat Türkiye) Petrol içeren Şeylerin Organik Jeokimyası ve Nadir Toprak Element (NTE) Karakteristikleri, BOZOK ÜNİVERSİTESİ PROJE KOORDİNASYON UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ, BAP proje kodu, 2015 MMF/180, s.154.

Yossifova, M., 2007. Mineral and inorganic chemical composition of the Pernik coal, Bulgaria. *Int. J. Coal Geol.* 72, 268–292.

Yossifova, M., 2014. Petrography, mineralogy and geochemistry of Balkan coals and their waste products. *Int. J. Coal Geol.* 122, 1-20.

Zubovic, P., 1966. Physicochemical properties of certain minor elements as controlling factors in their distribution in coal. In: Given, P.H. (Ed.), *Coal Science*. American Chemical Society, *Advances in Chemistry*, 55, pp. 221–231.



EKLER

EK 1: Çalışma Alanının Jeolojik Haritası

EK 2: Çalışma örneklerinin XRD difraktomları

EK 3: Ç nolu örneğe ait tüm elementlerin korelasyon matrisi

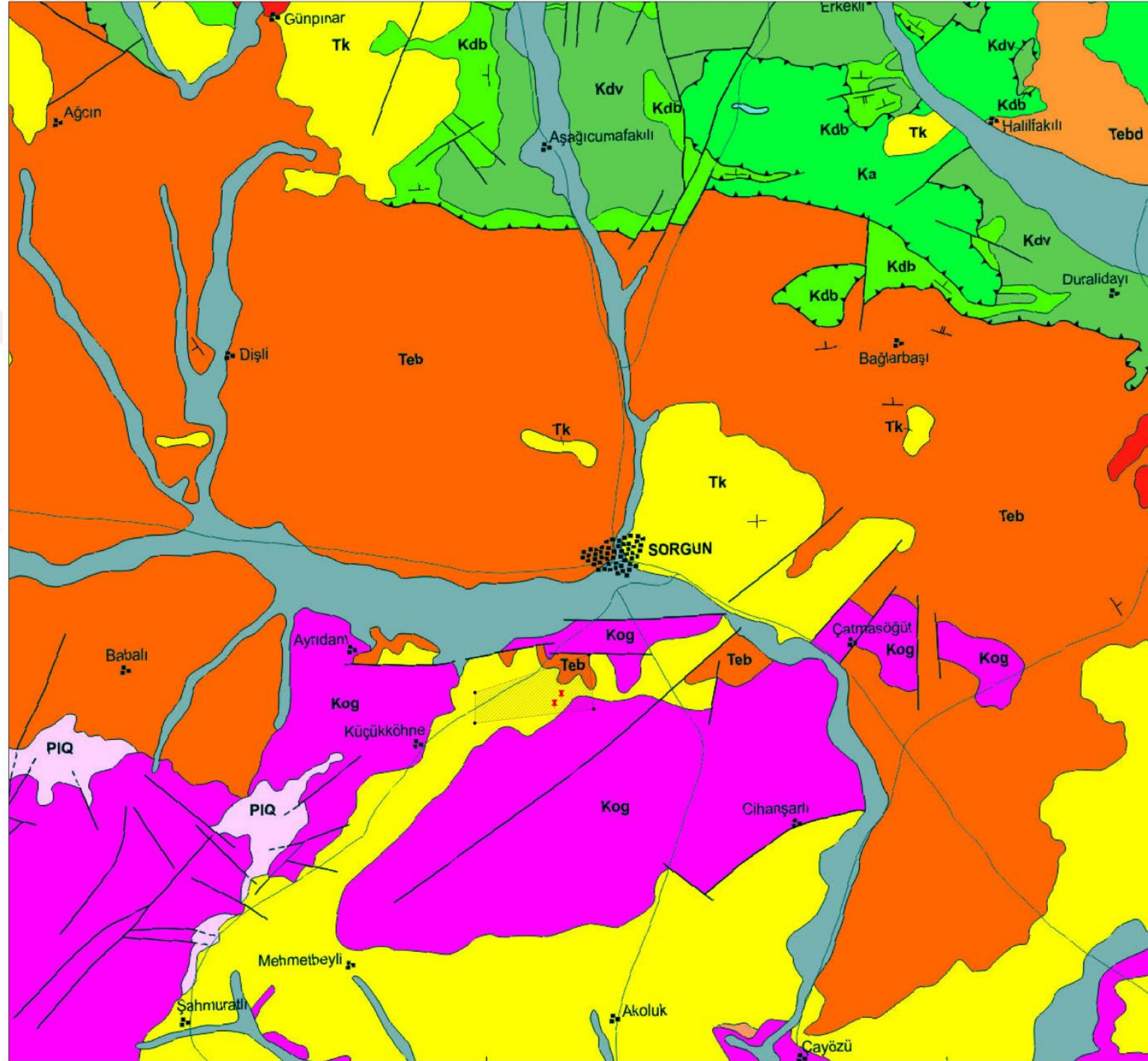
EK 4: SJ nolu örneğe ait tüm elementlerin korelasyon matrisi

Ek-5.1: Ç nolu örneklerin derinliğe bağlı mineral içeriği ve PAAS'a Normalize Element Zenginleşmeleri

EK-5.2: SJ nolu örneklerin derinliğe bağlı mineral içeriği ve PAAS'a normalize element zenginleşmeleri



EK-1: Çalışma Alanının Jeolojik Haritası



HARİTA BİRİMLERİNİN AÇIKLAMASI

Qal	Alüvyon
PIQ	Çakıtaşı, kumtaşı
Tk	Kızılırmak formasyonu: Karasal çakıtaşı, kumtaşı, kıltaşı, çamurtaşı, marn ve kireçtaşı
Teb	Boğazköy formasyonu: Volkanolojikal kayalar
Tebki	Kiremitliktepe volkanit üyesi: Andezit
Tebç	Çeltik formasyonu:
Kog	Orta Anadolu granitoidleri: Granit, siyenit, monzonit, diyorit vb.
Kd	Darmik formasyonu: Aglomera, spilitik bazalt, çakıtaşı, kumtaşı, kıltaşı, çamurtaşı, kalkerenit, kalsirudit, mikritik kireçtaşı, çamurtaşı, kalkerenit, kalsirudit, mikritik kireçtaşı
Kdb	Boyalık kireçtaşı üyesi: Yer yer spilitik bazalt, andezitik lav ve piroklastik ara seviyeleri içeren çakıtaşı, kumtaşı, kıltaşı, çamurtaşı, kalkerenit, kalsirudit, mikritik kireçtaşı
Kdv	Volkanit üyesi: Aglomera, spilitik bazalt, andezit lav ve piroklastikleri
Ka	Artova kanşığı: Kireçtaşı ile memetamorfik kayalara ait blok ve dilimler içeren ofiyolitik kanşık

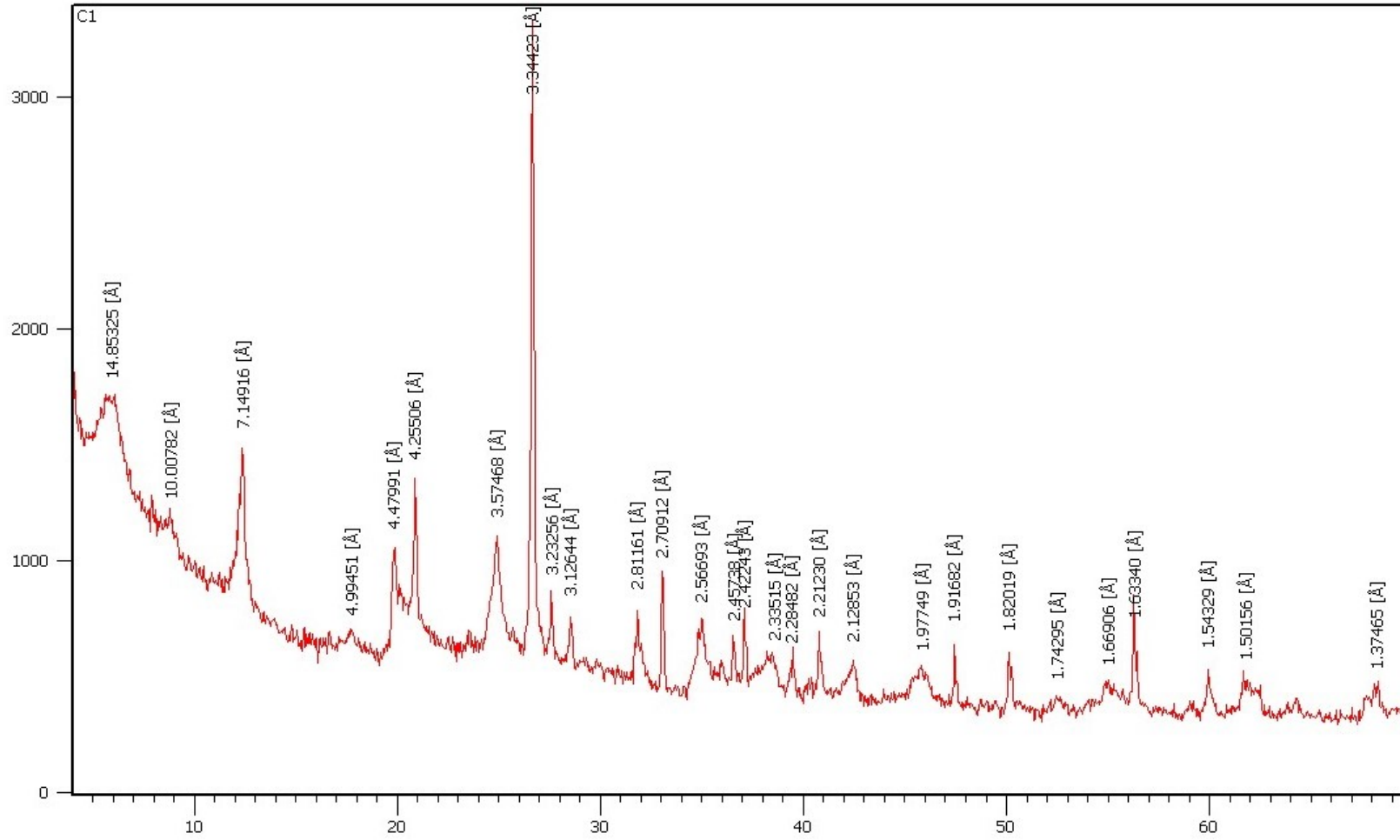
İŞARETLER / SYMBOLS

—	Dokanak, yeri yaklaşık dokanak
- - -	Tanımlanmamış fay, yeri yaklaşık tanımlanmamış fay
---	Sürüklenim, yeri yaklaşık sürüklenim
- - -	Tabaka doğrultu ve eğimi
+	Yol
+	Sondaj yeri
+	Yeni Çeltik Kömür İşletme Sahası
+	Yerleşim yeri

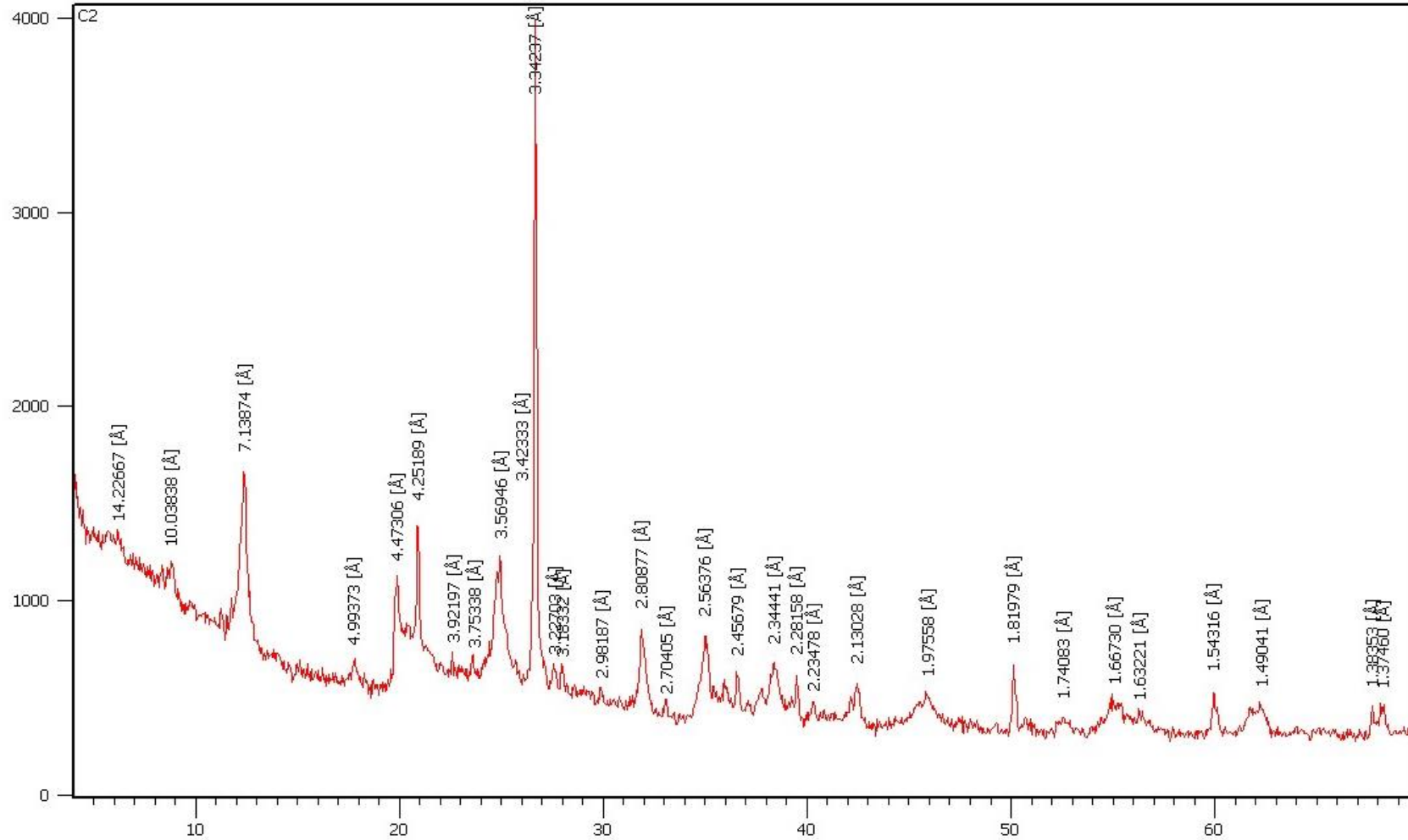
(Beyazpirinç ve diğ. (2015)' den düzenlenmiştir)

EK-2: Çalışma örneklerinin XRD difraktomları

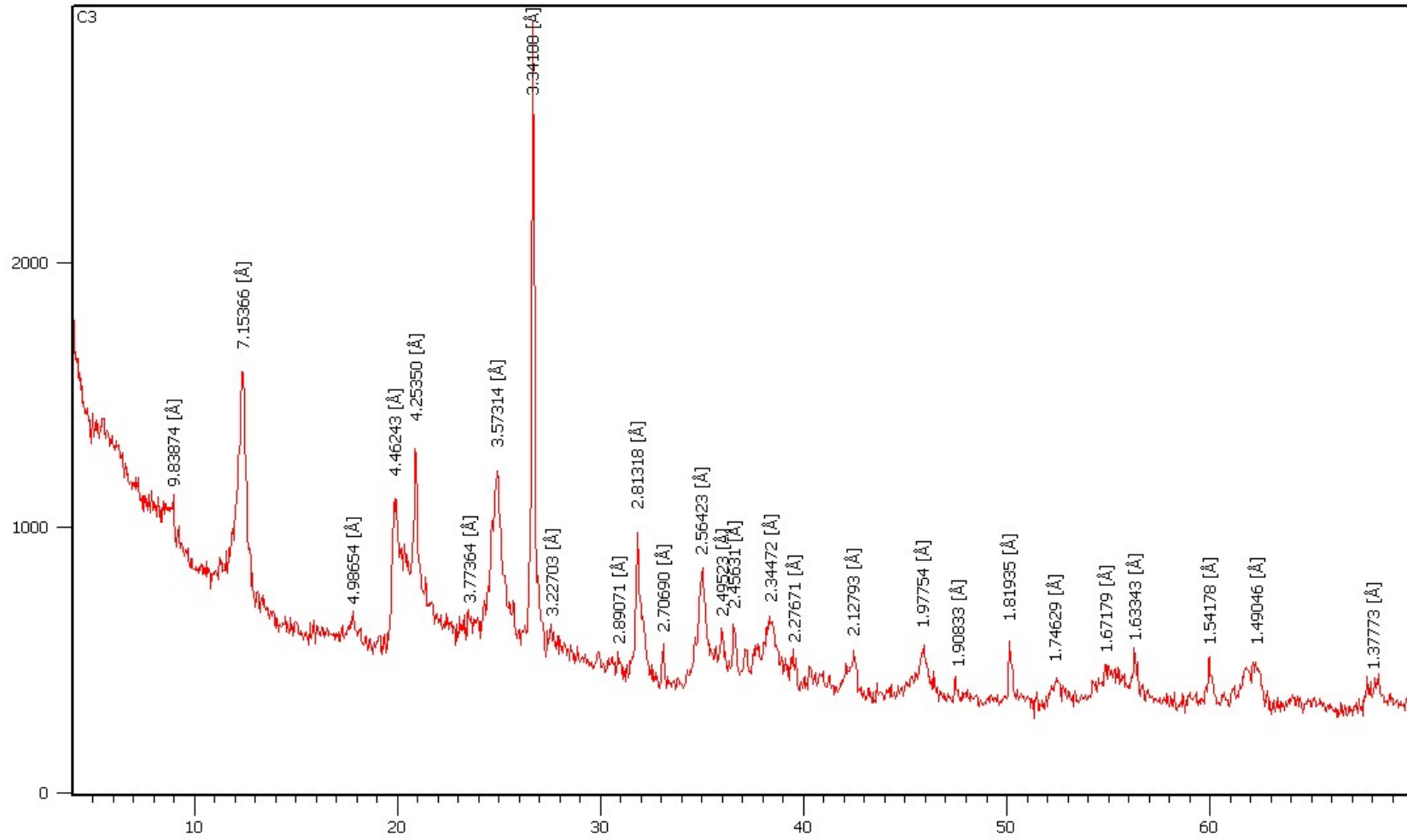
EK-2.1: Ç1 nolu örneğin XRD difraktomu



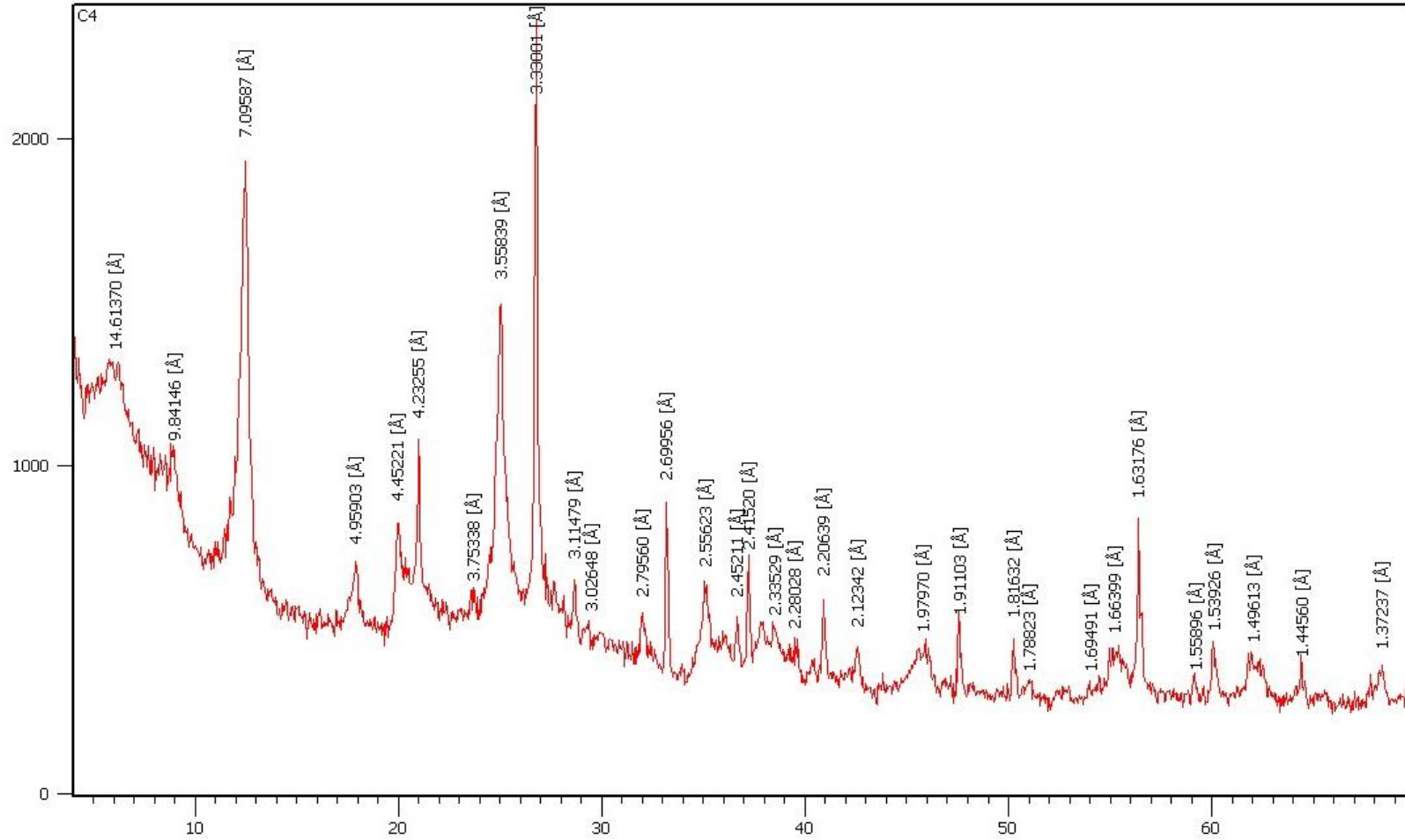
EK-2.2: Ç2 nolu örneğin XRD difraktomu



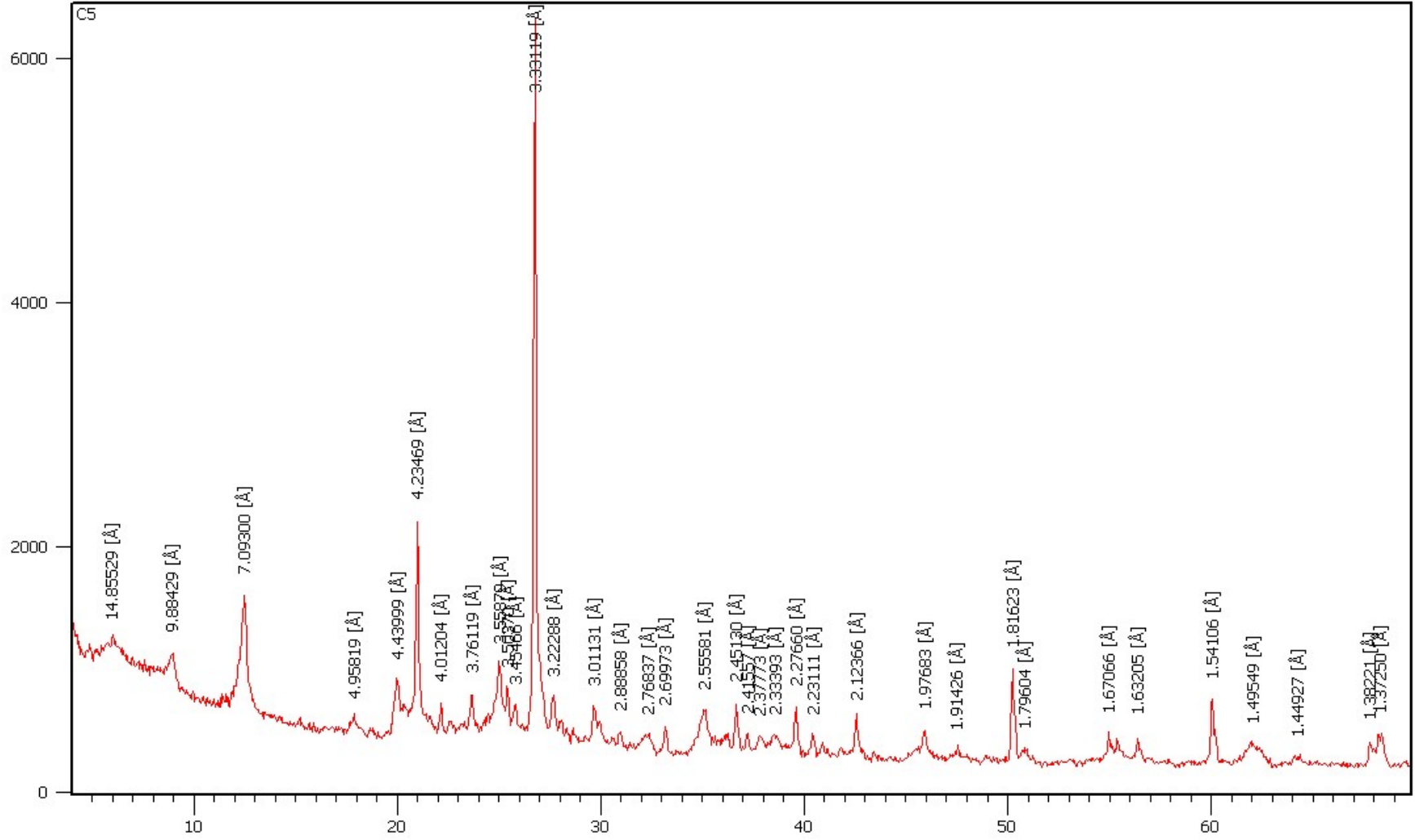
EK-2.3: Ç3 nolu örneğin XRD difraktomu



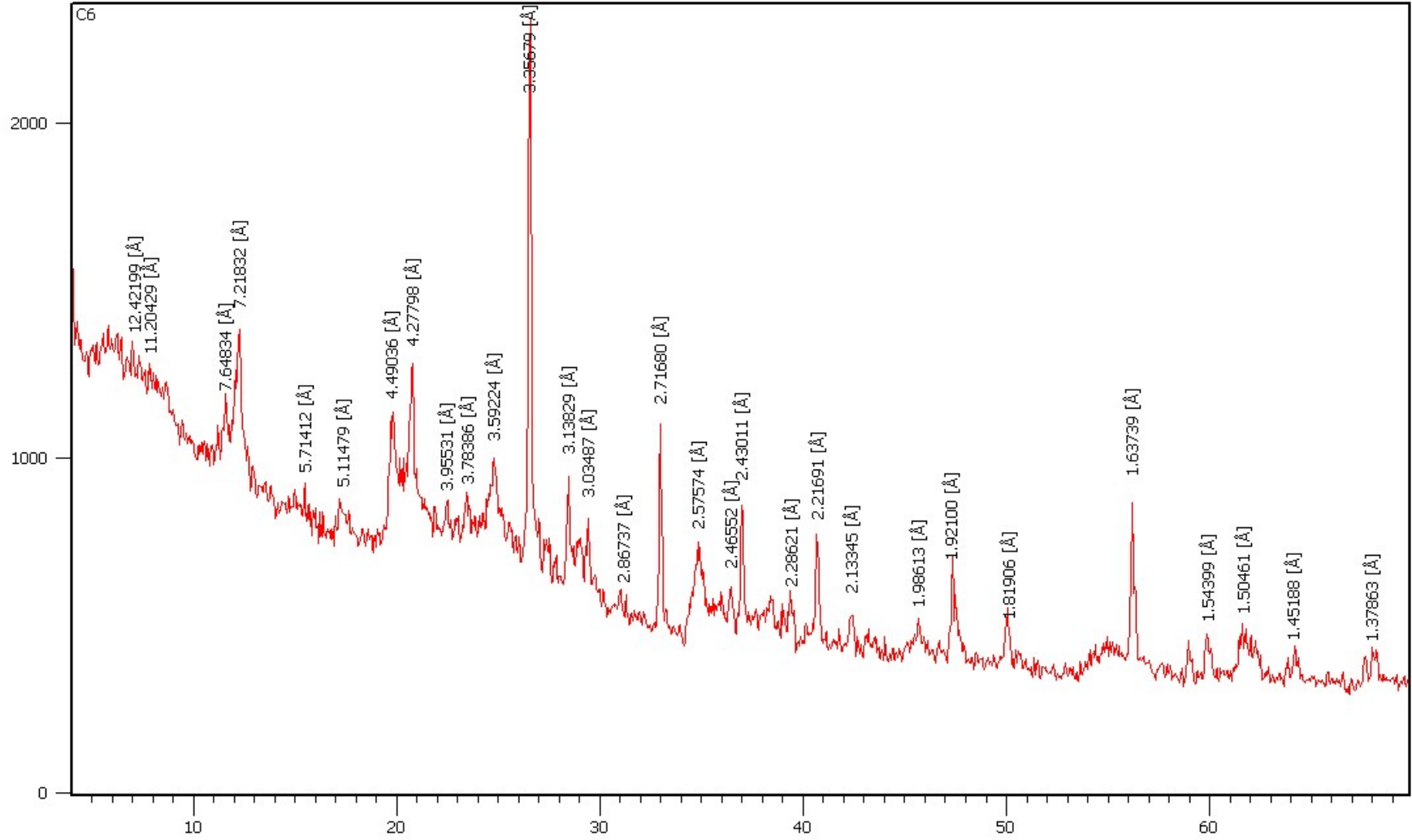
EK-2.4: Ç4 nolu örneğin XRD difraktomu



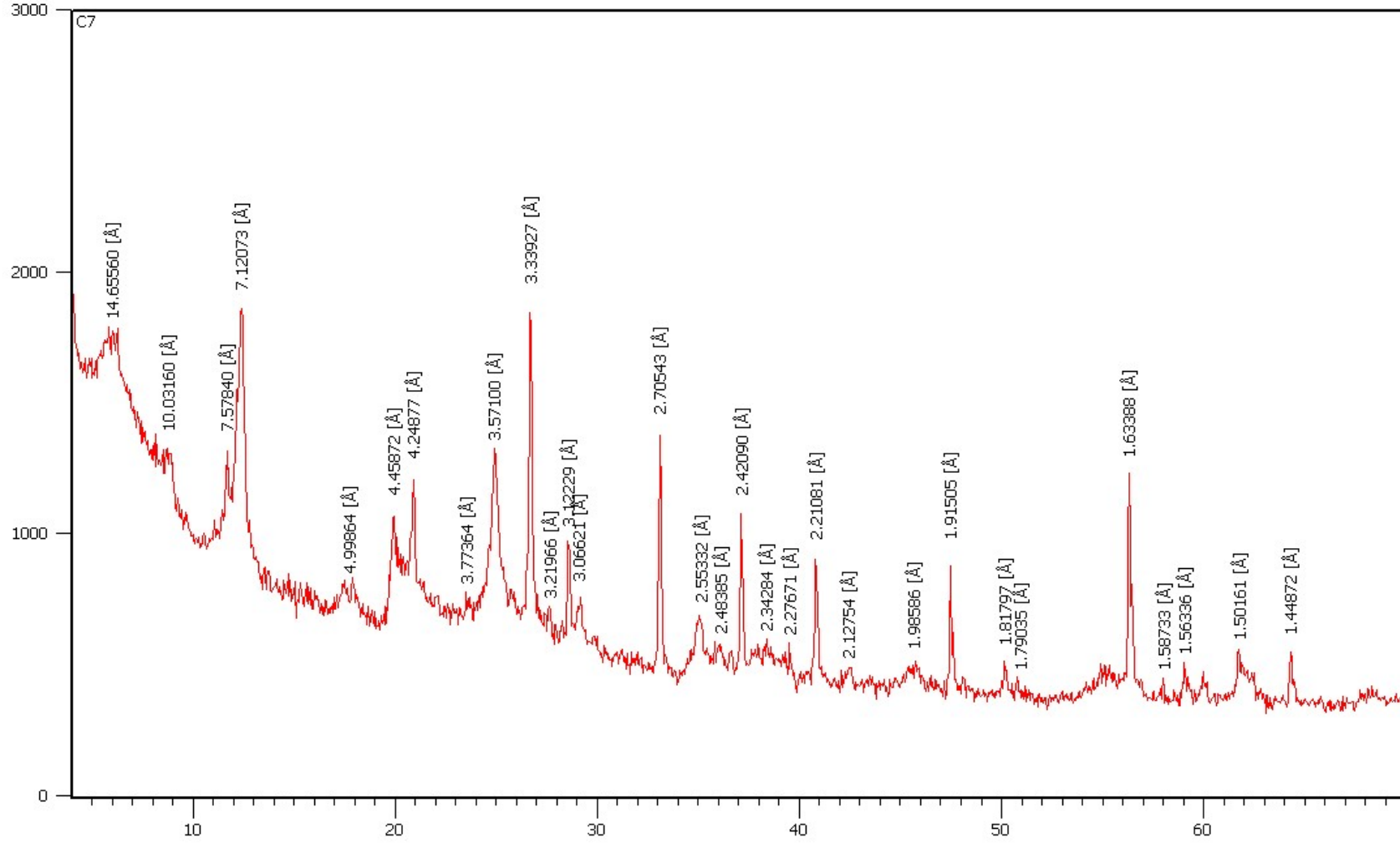
EK-2.5: Ç5 nolu örneğin XRD difraktomu



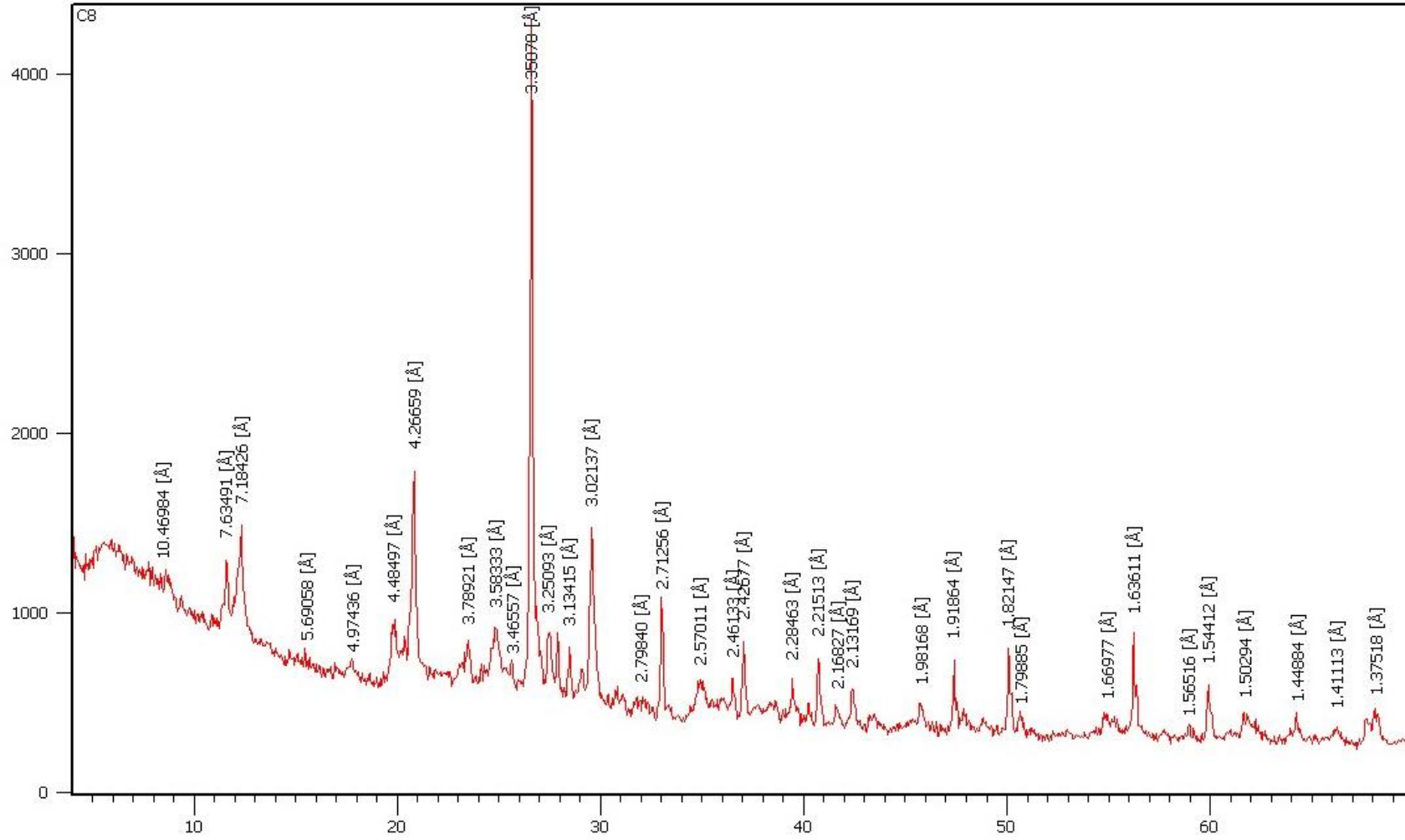
EK-2.6: Ç6 nolu örneğin XRD difraktomu



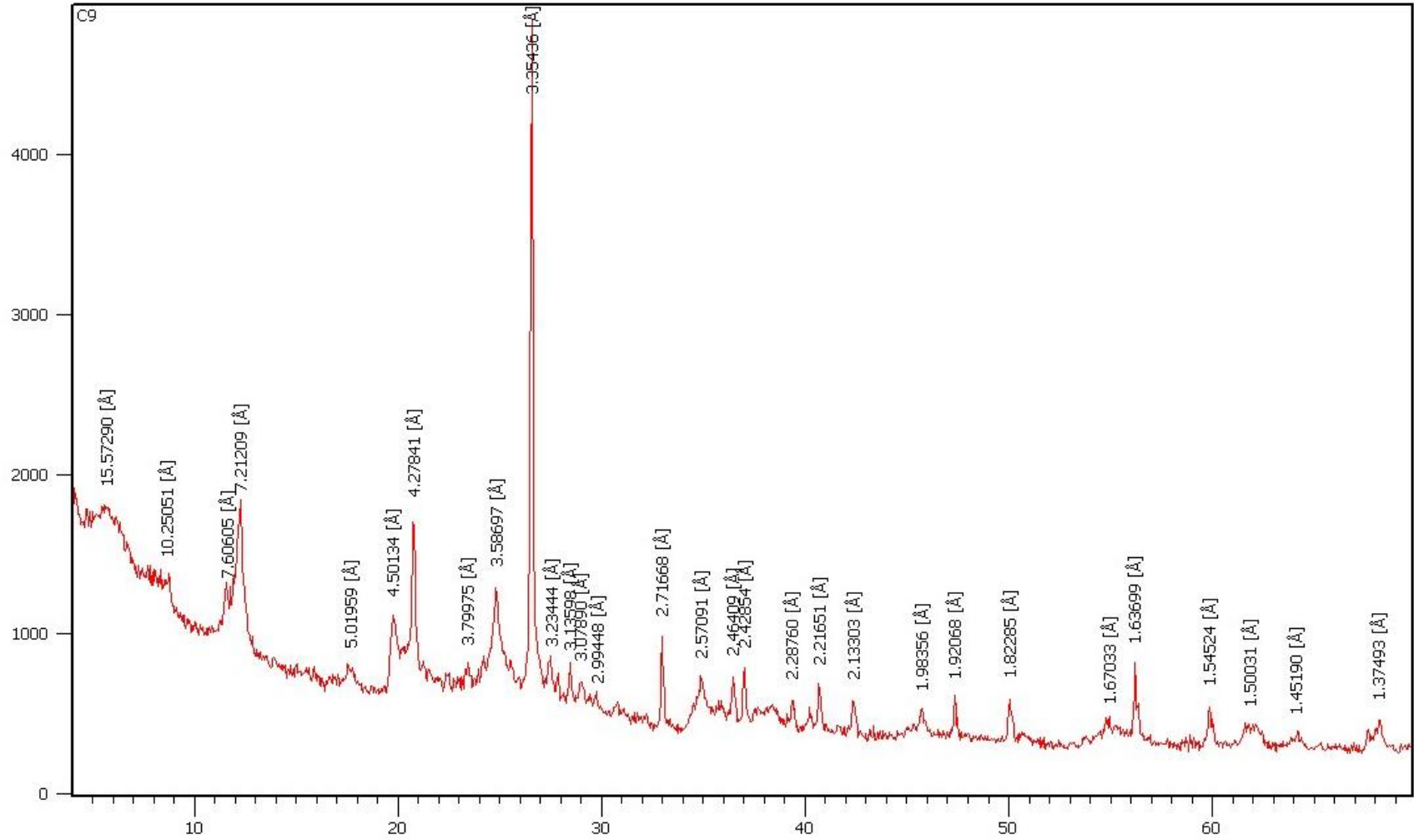
EK-2.7: Ç7 nolu örneğin XRD difraktomu



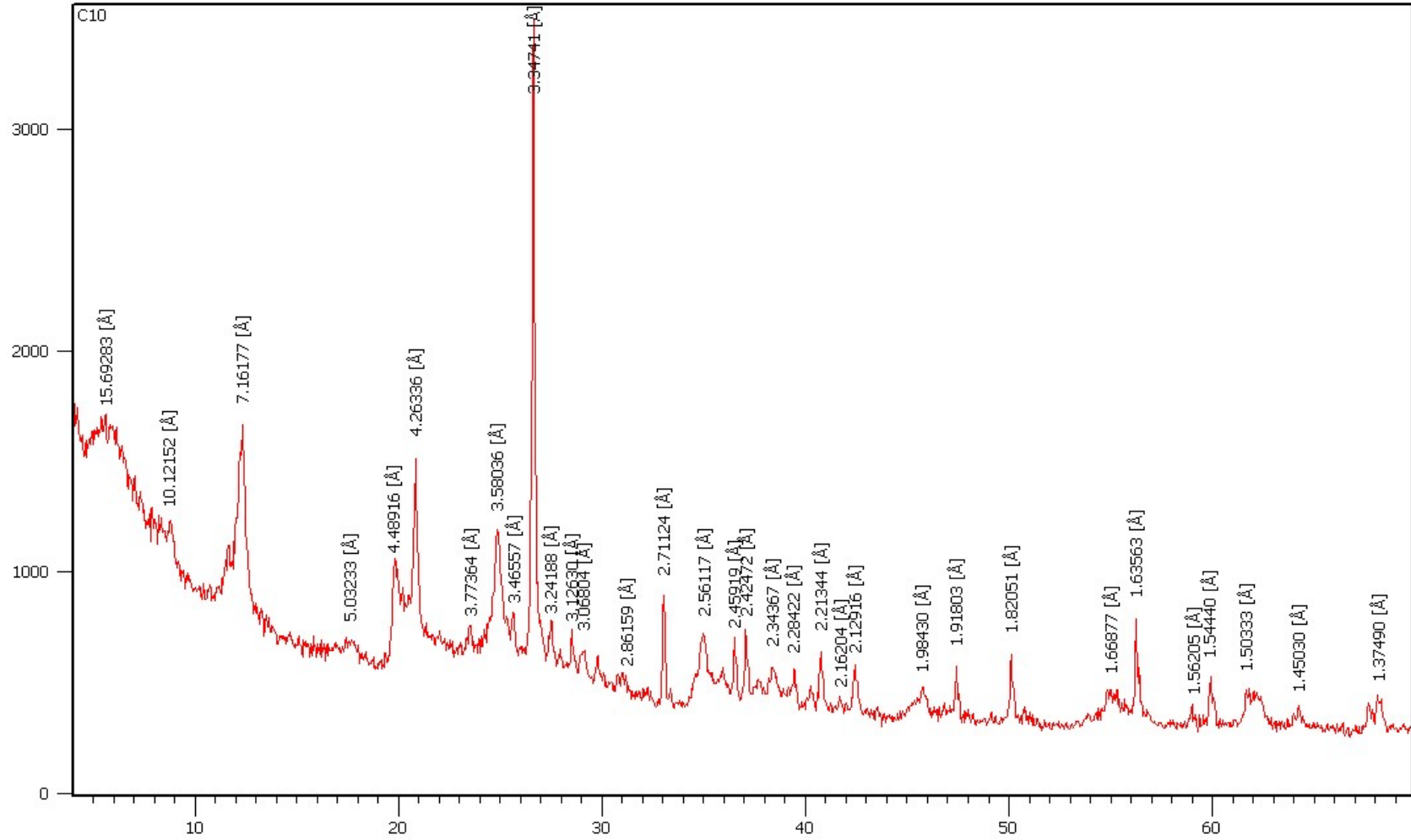
EK-2.8: Ç8 nolu örneğin XRD difraktomu



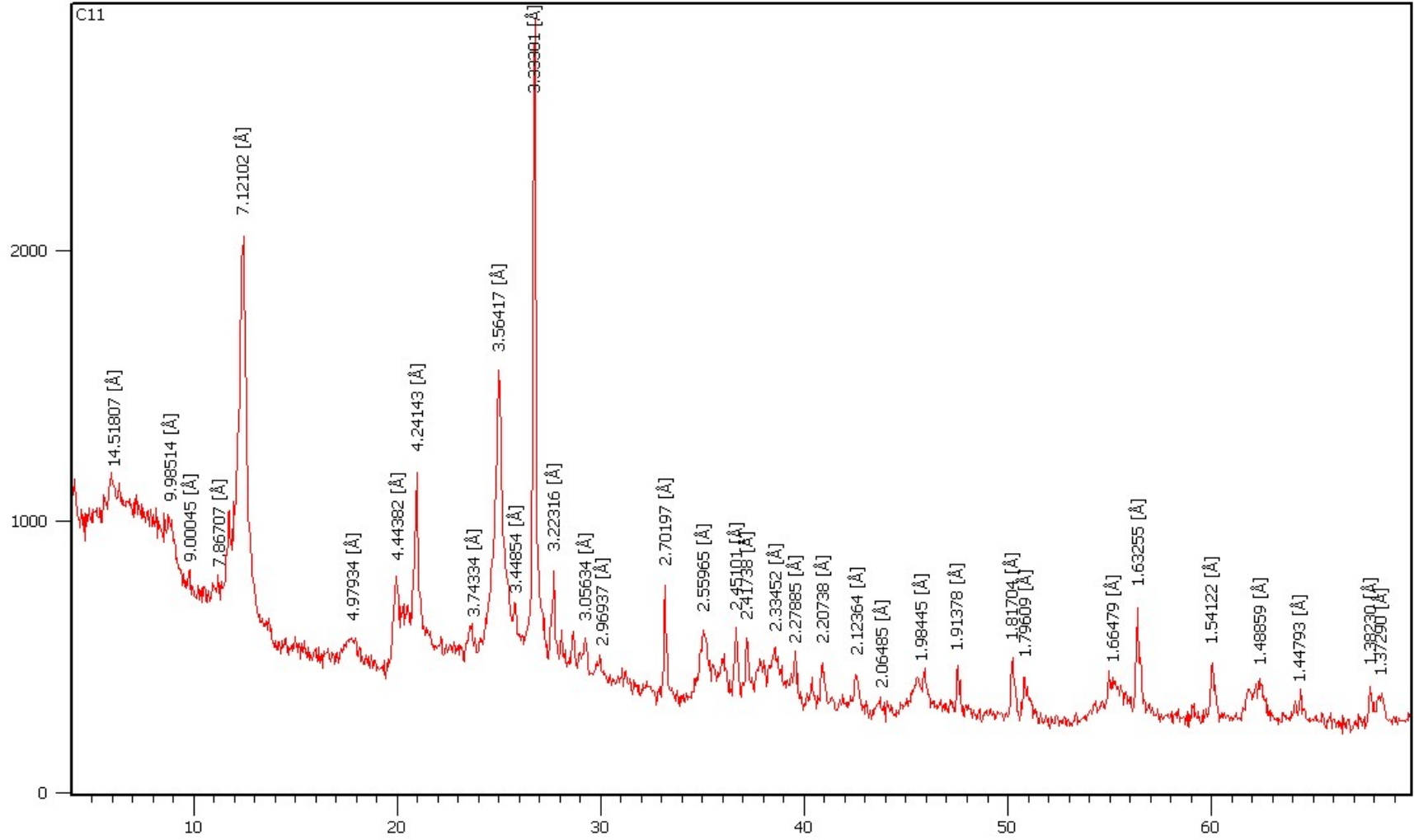
EK-2.9: Ç9 nolu örneğin XRD difraktomu



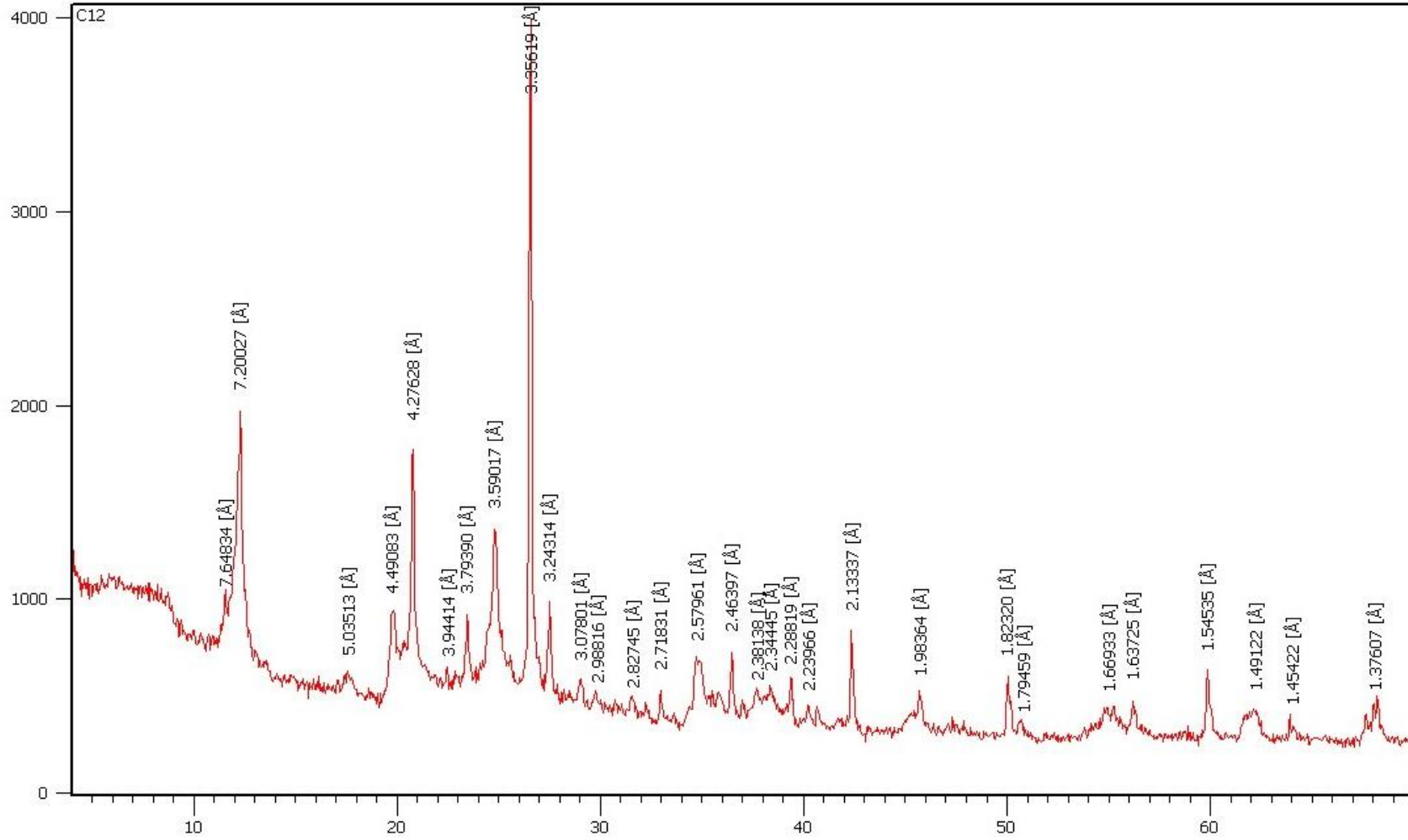
EK-2.10: Ç10 nolu örneğin XRD difraktomu



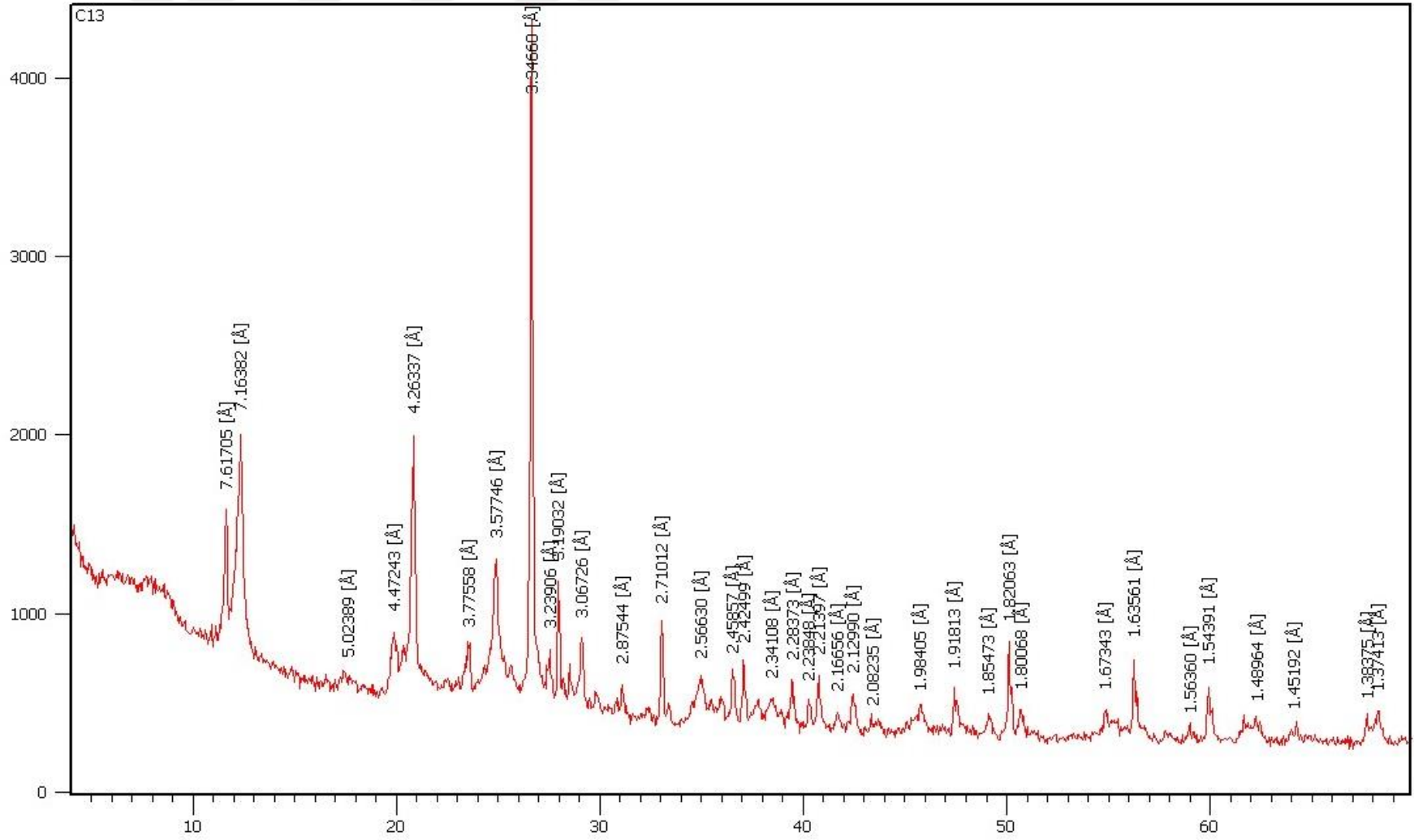
EK-2.11: Ç11 nolu örneğin XRD difraktomu



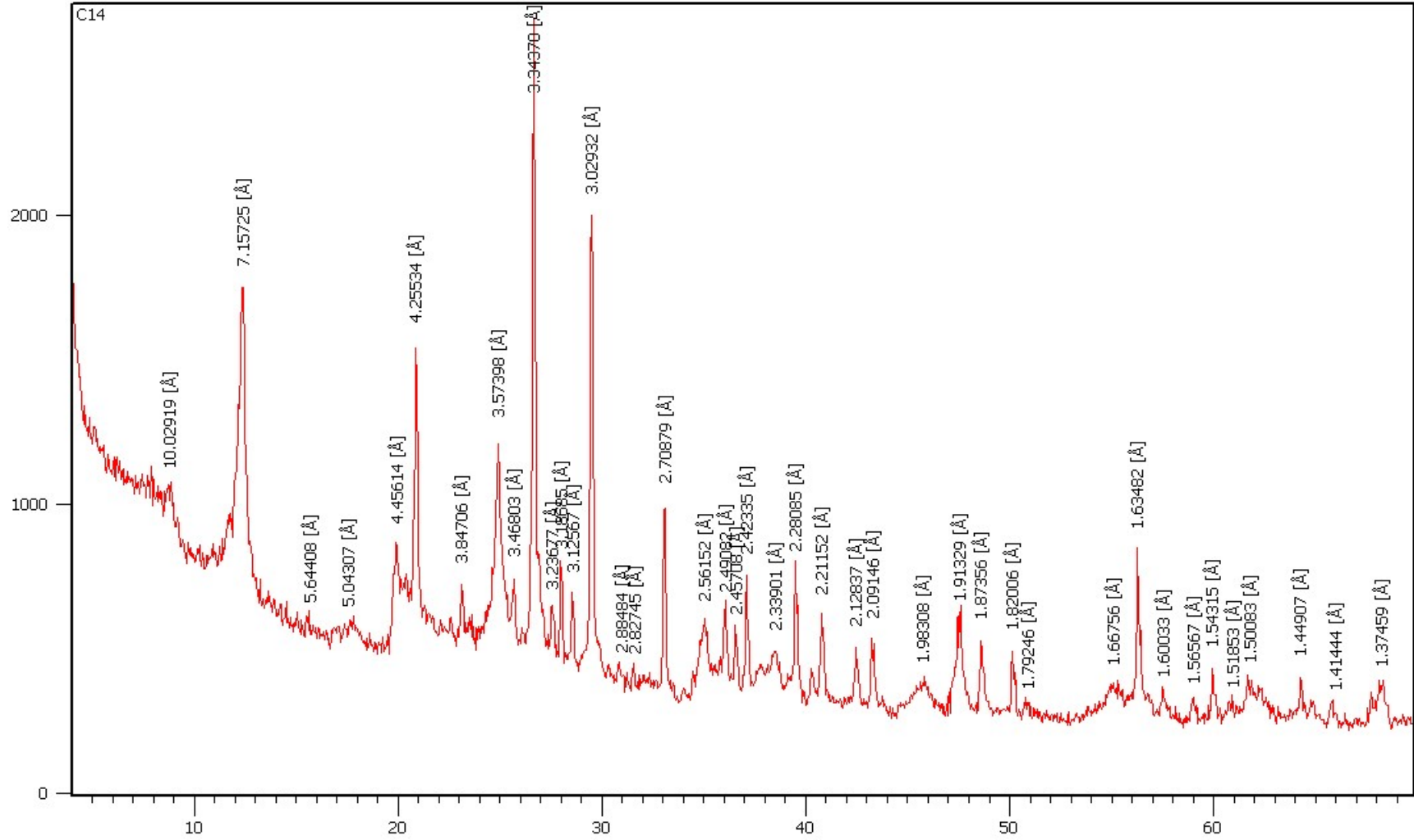
EK-2.12: Ç12 nolu örneğin XRD difraktomu



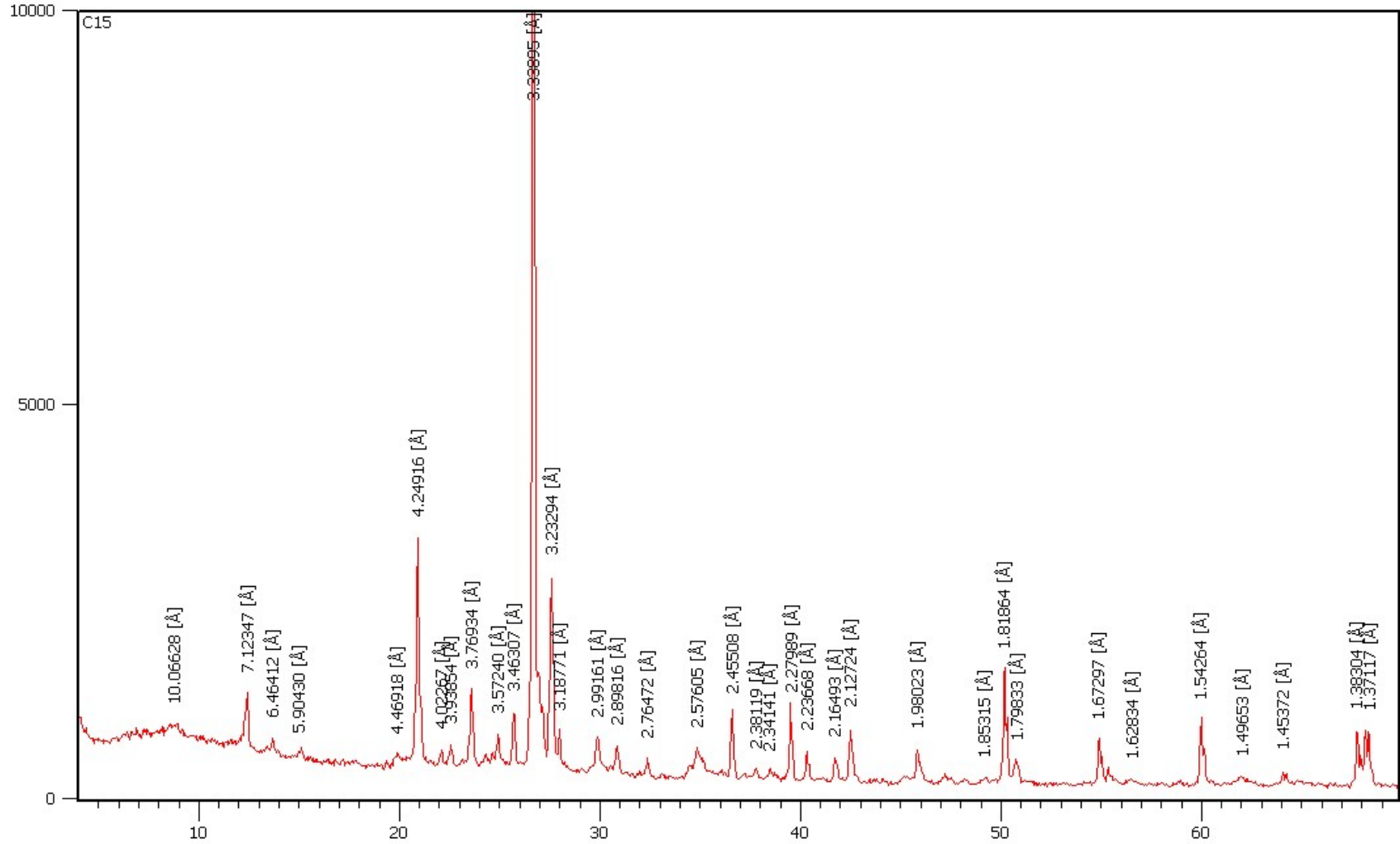
EK-2.13: Ç13 nolu örneğin XRD difraktomu



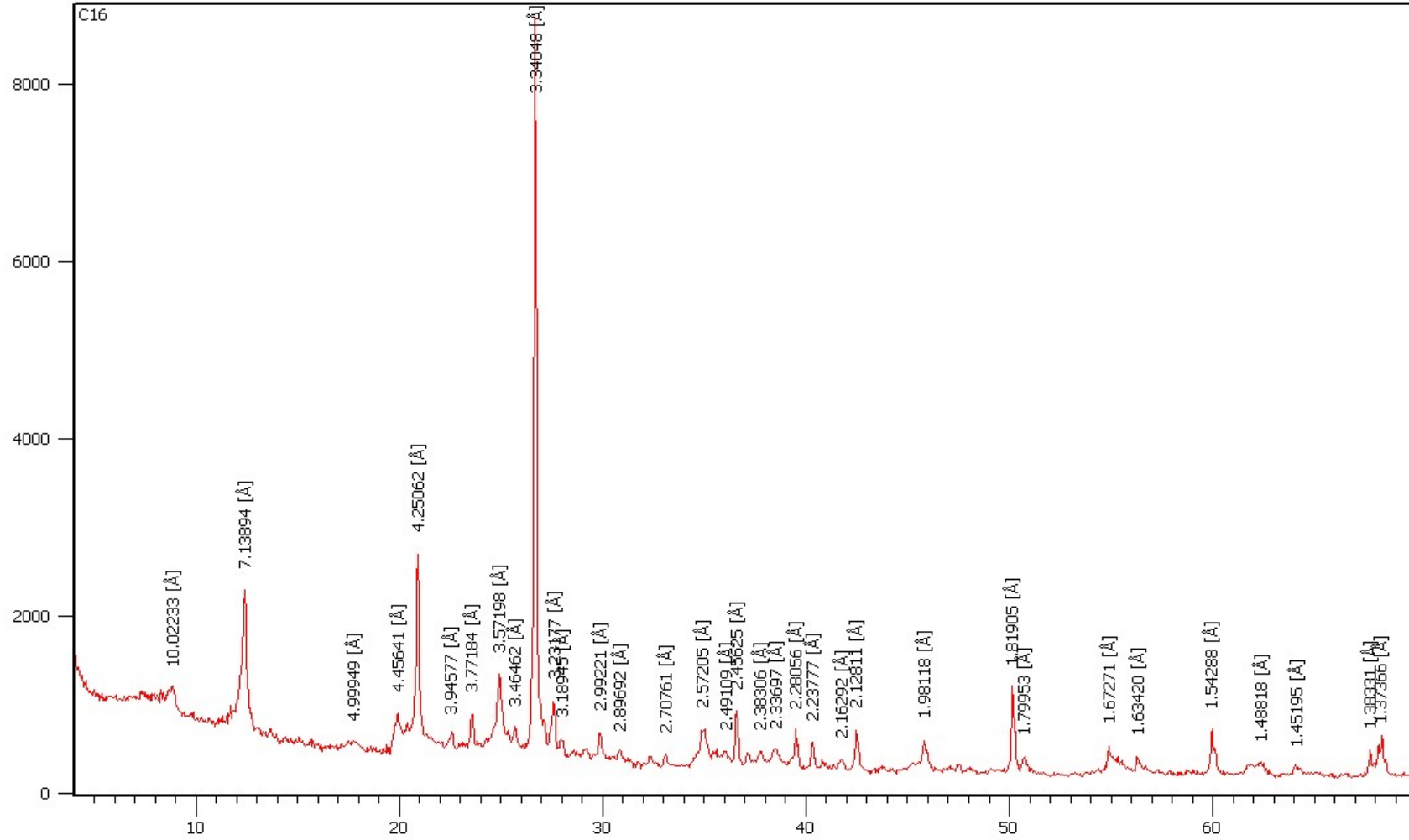
EK-2.14: Ç14 nolu örneğin XRD difraktomu



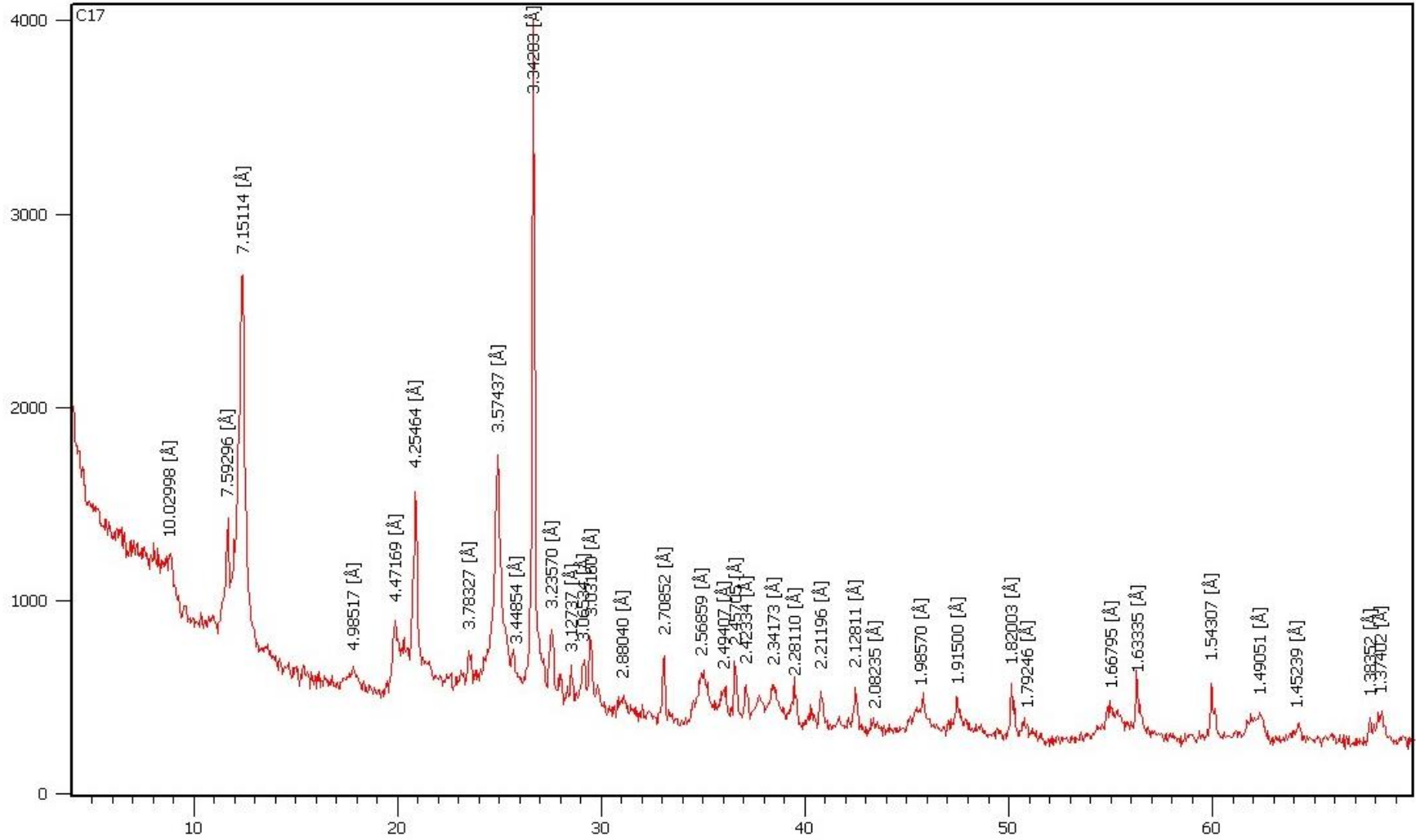
EK-2.15: Ç15 nolu örneğin XRD difraktomu



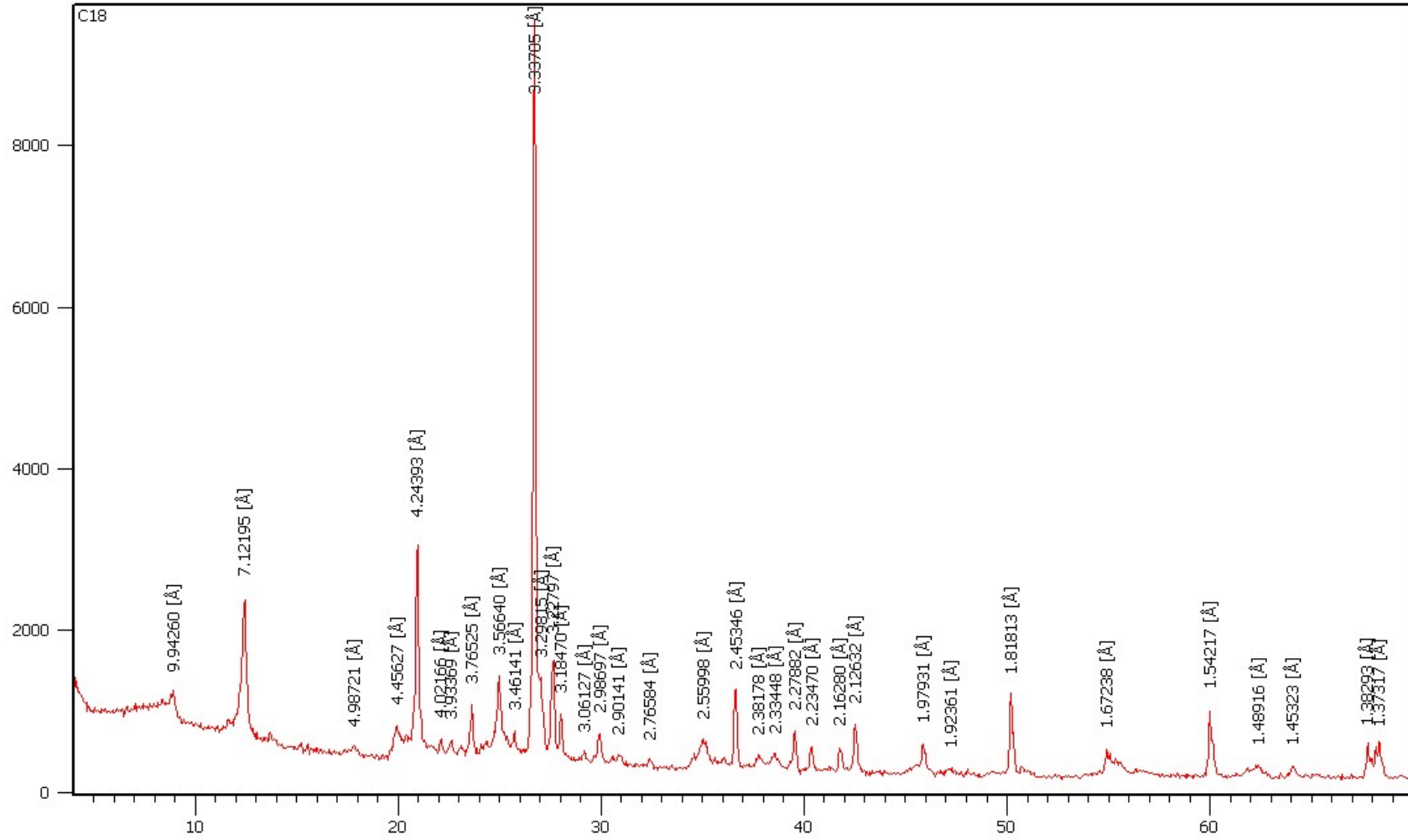
EK-2.16: Ç16 nolu örneğin XRD difraktomu



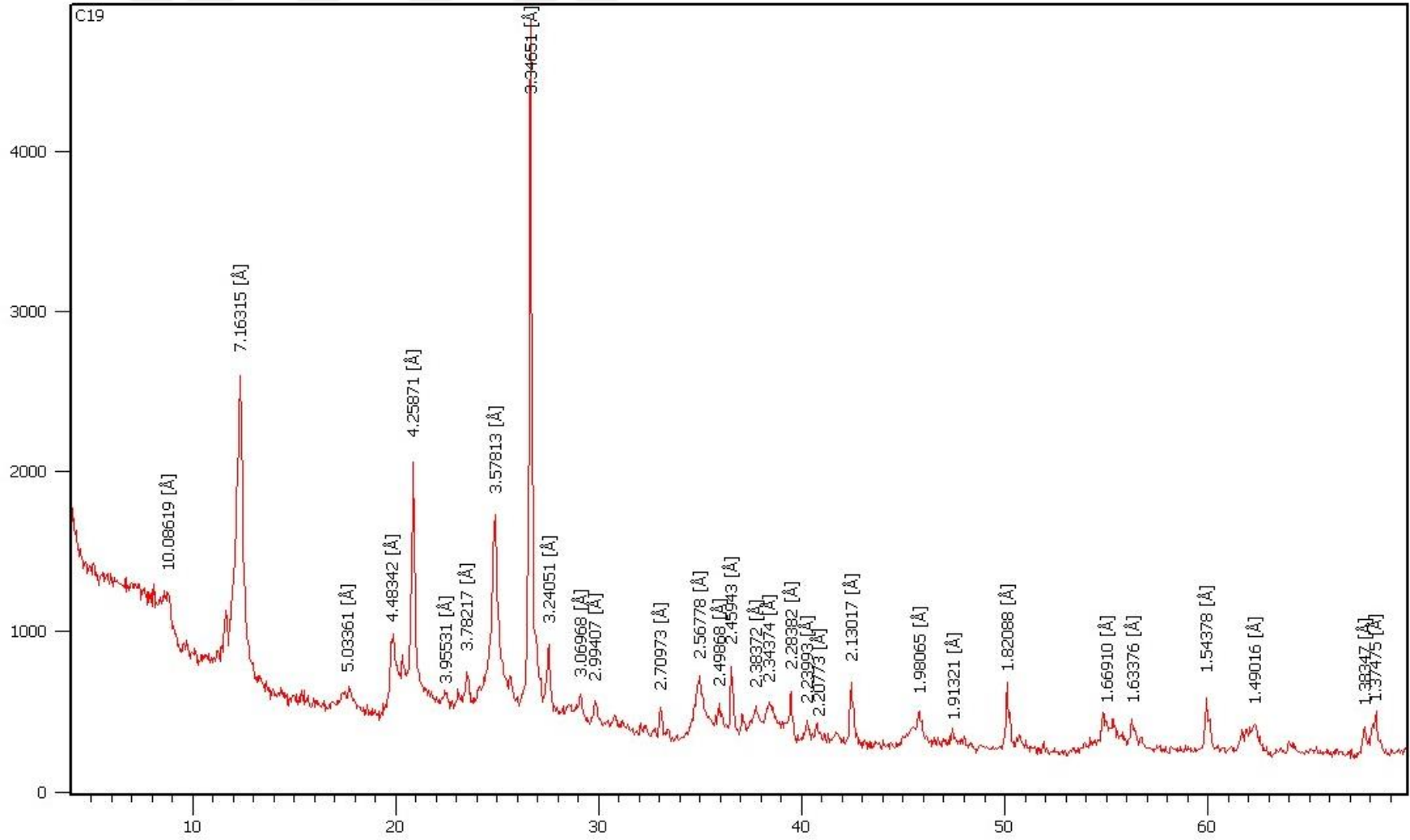
EK-2.17: Ç17 nolu örneğin XRD difraktomu



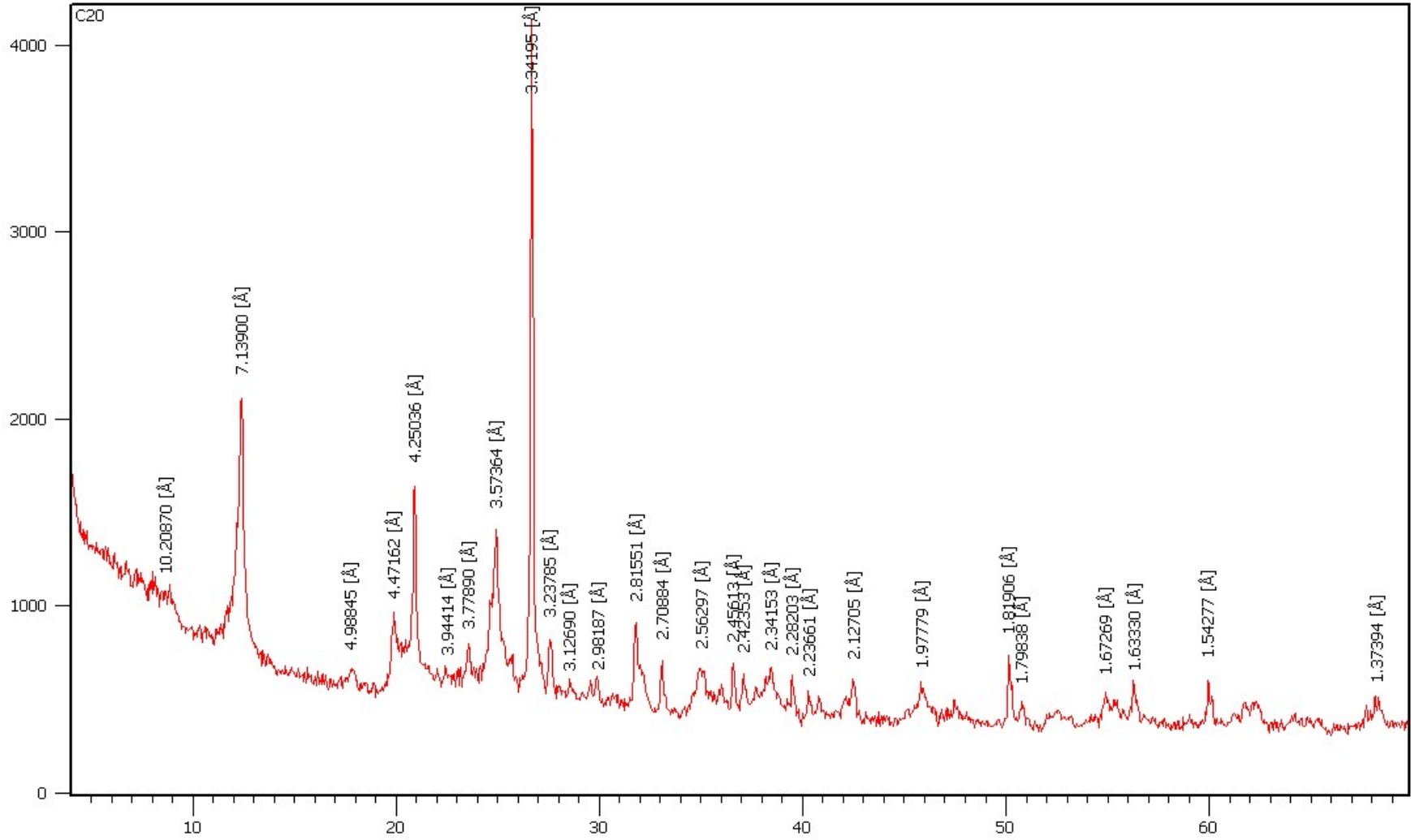
EK-2.18: Ç18 nolu örneğin XRD difraktomu



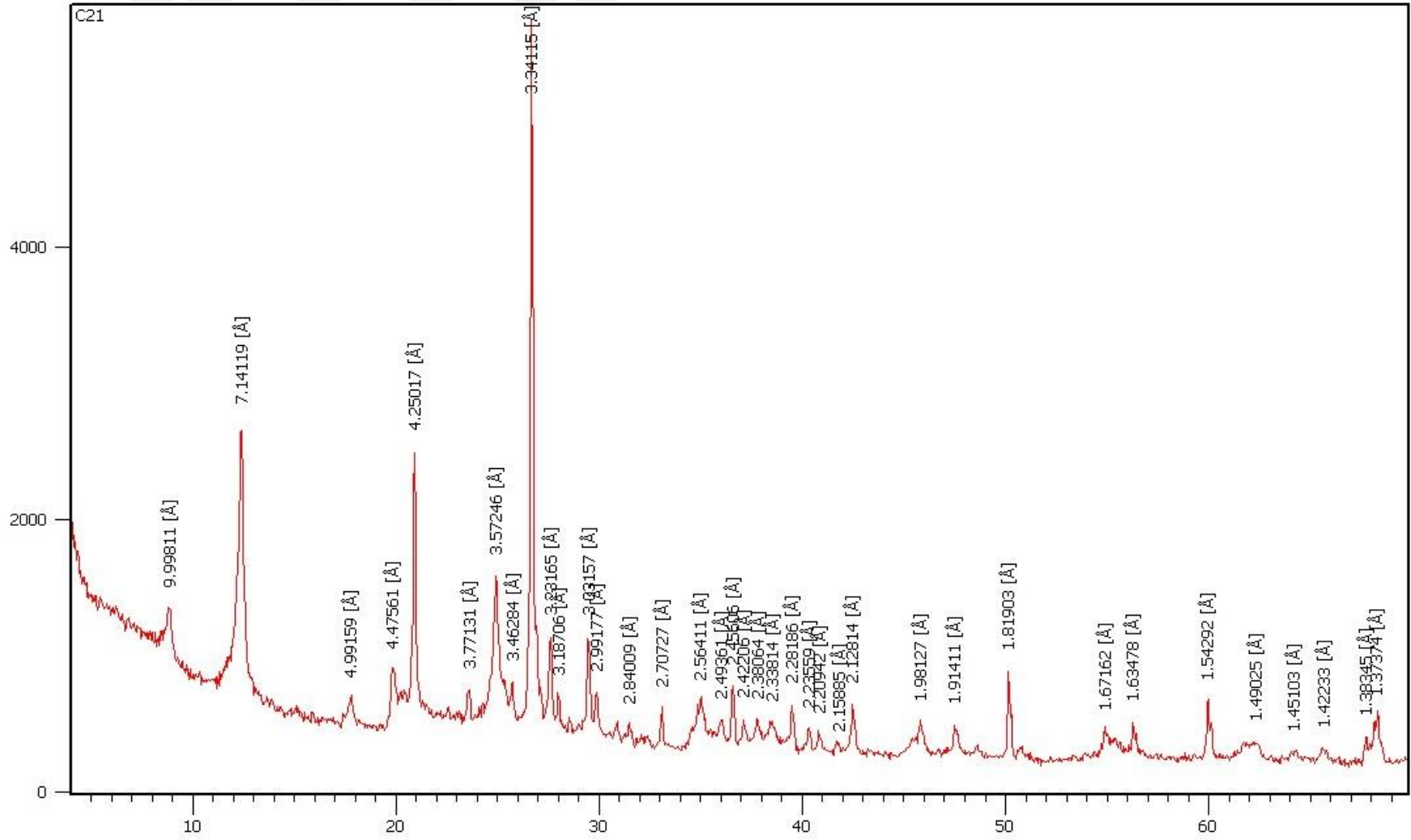
EK-2.19: Ç19 nolu örneğin XRD difraktomu



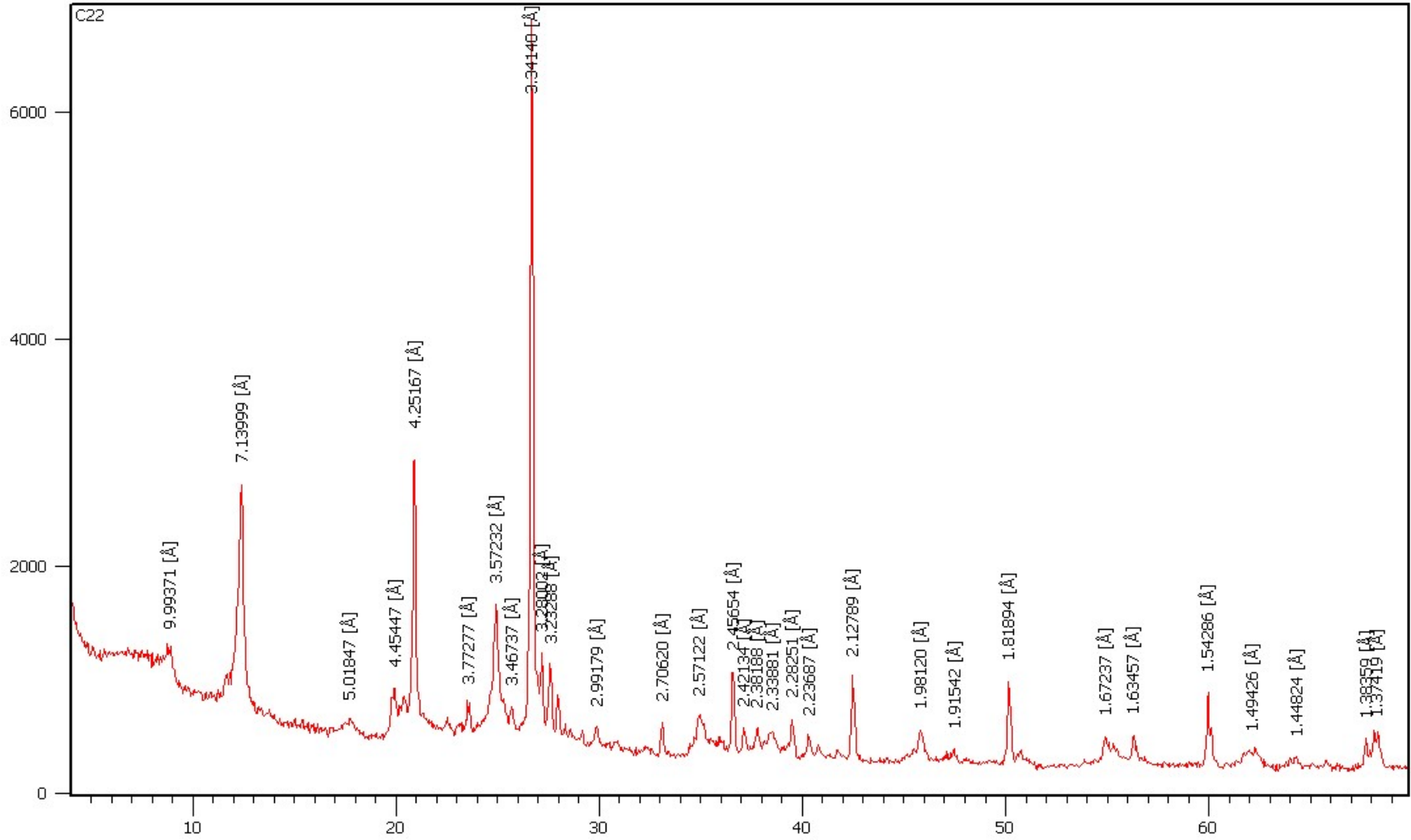
EK-2.20: Ç20 nolu örneğin XRD difraktomu



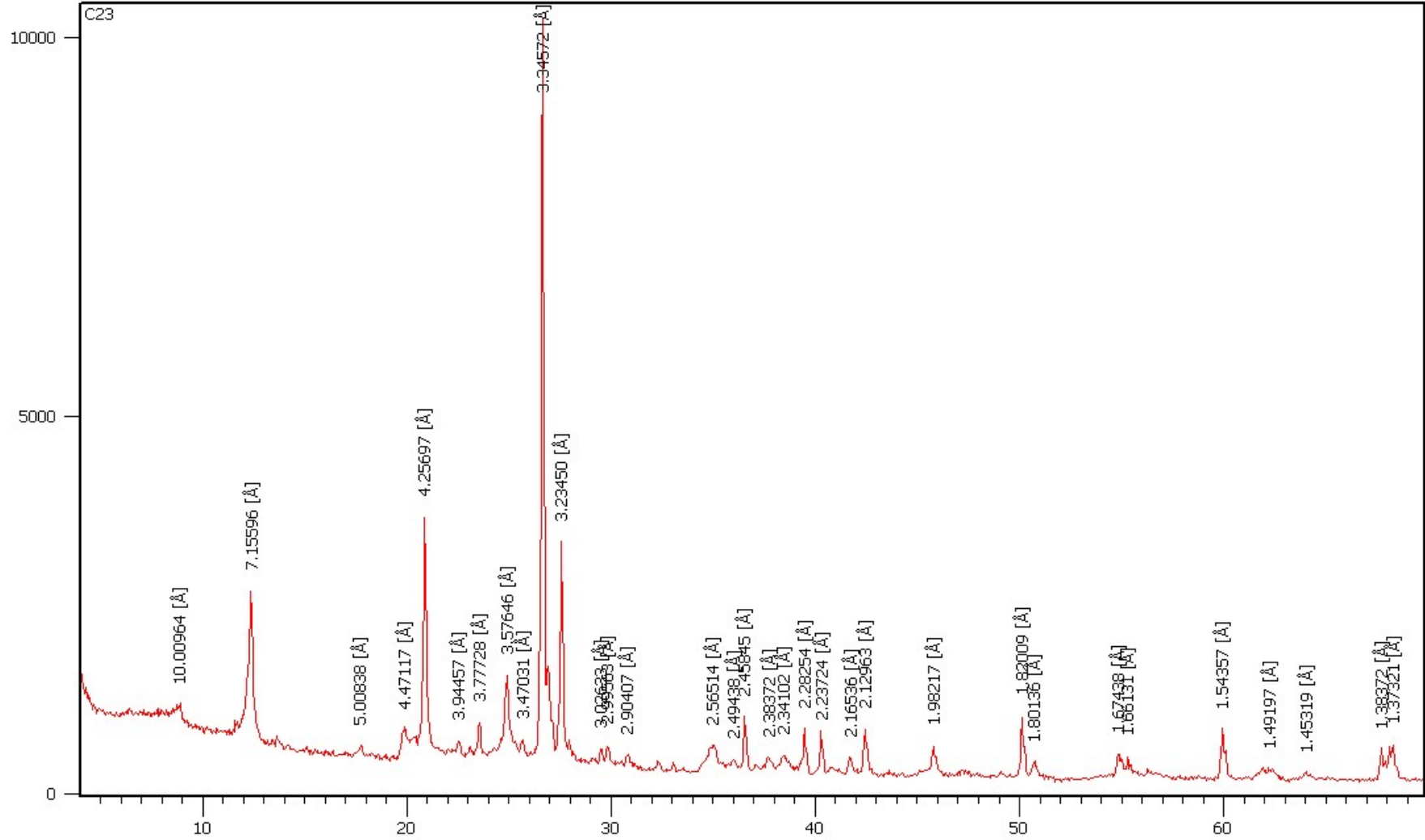
EK-2.21: Ç21 nolu örneğin XRD difraktomu



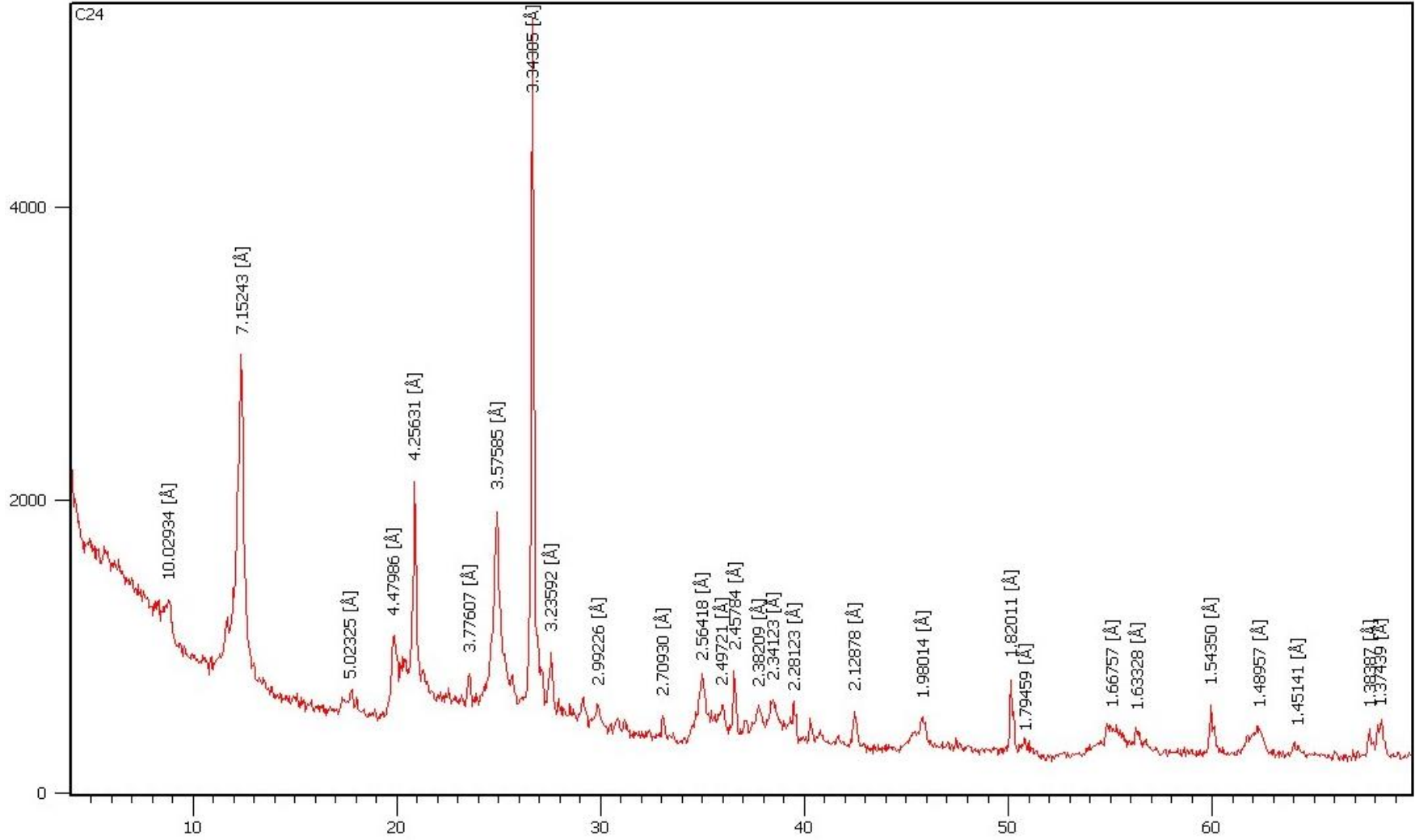
EK-2.22: Ç22 nolu örneğin XRD difraktomu



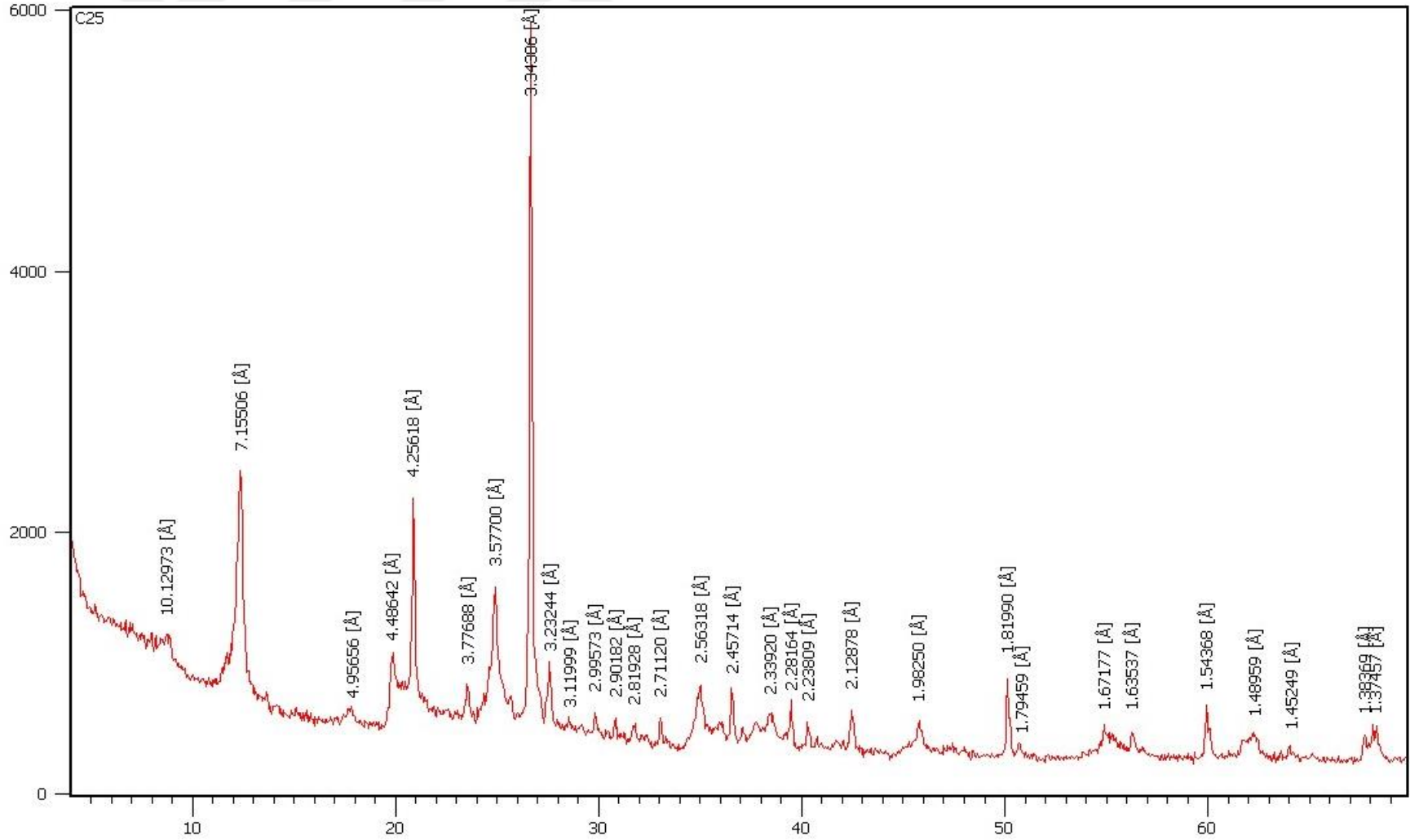
EK-2.23: Ç23 nolu örneğin XRD difraktomu



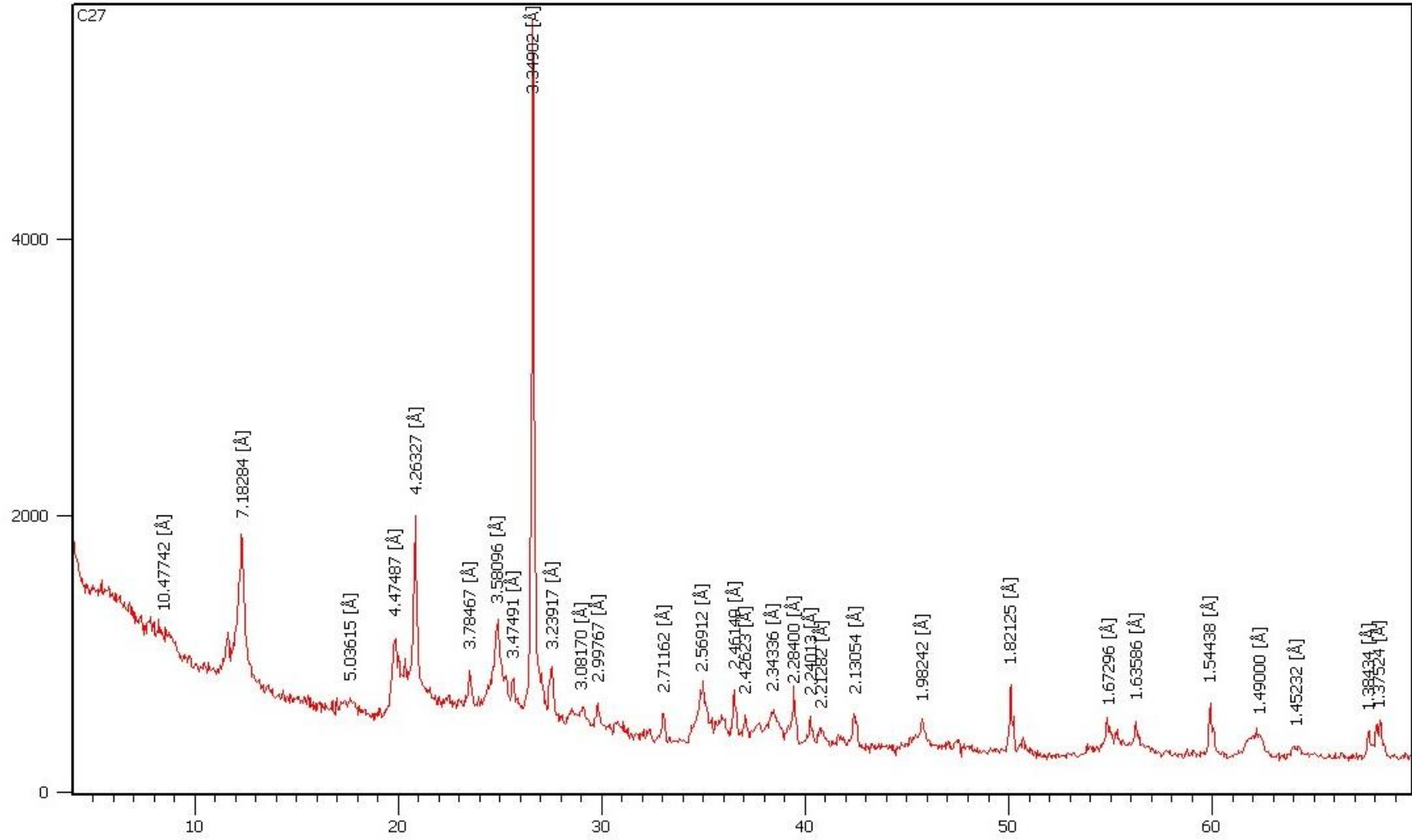
EK-2.24: Ç24 nolu örneğin XRD difraktomu



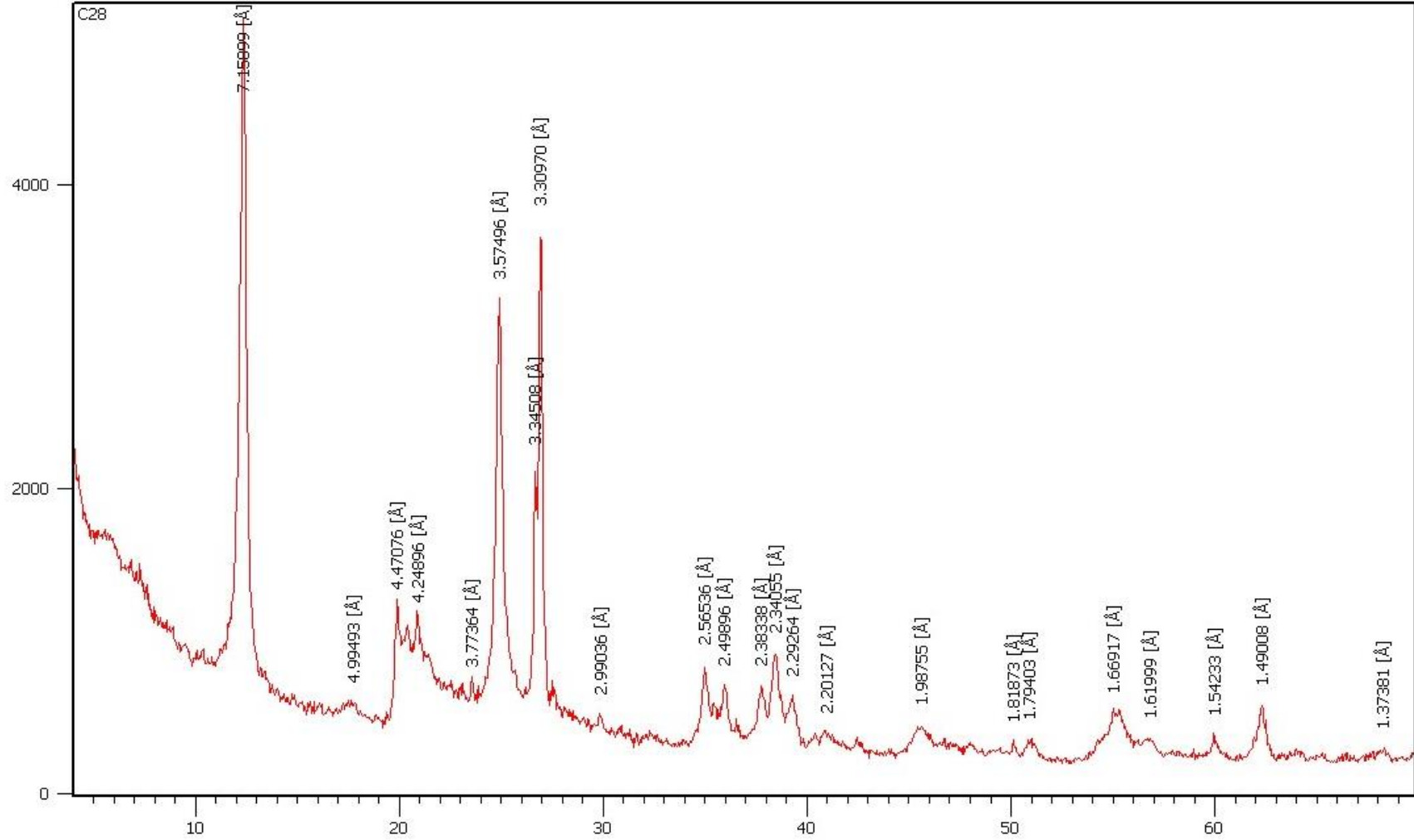
EK-2.25: Ç25 nolu örneğin XRD difraktomu



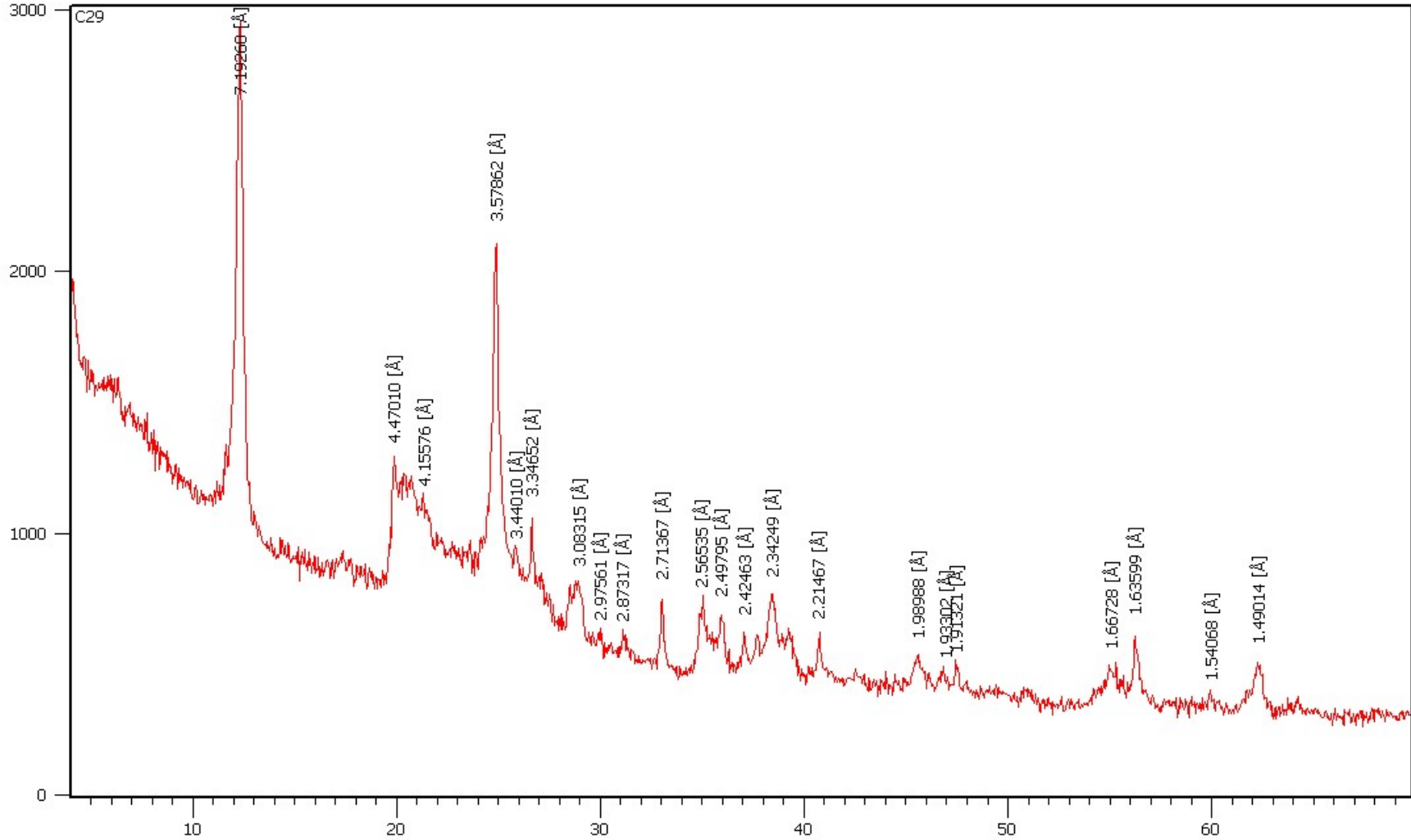
EK-2.26: Ç27 nolu örneğin XRD difraktomu



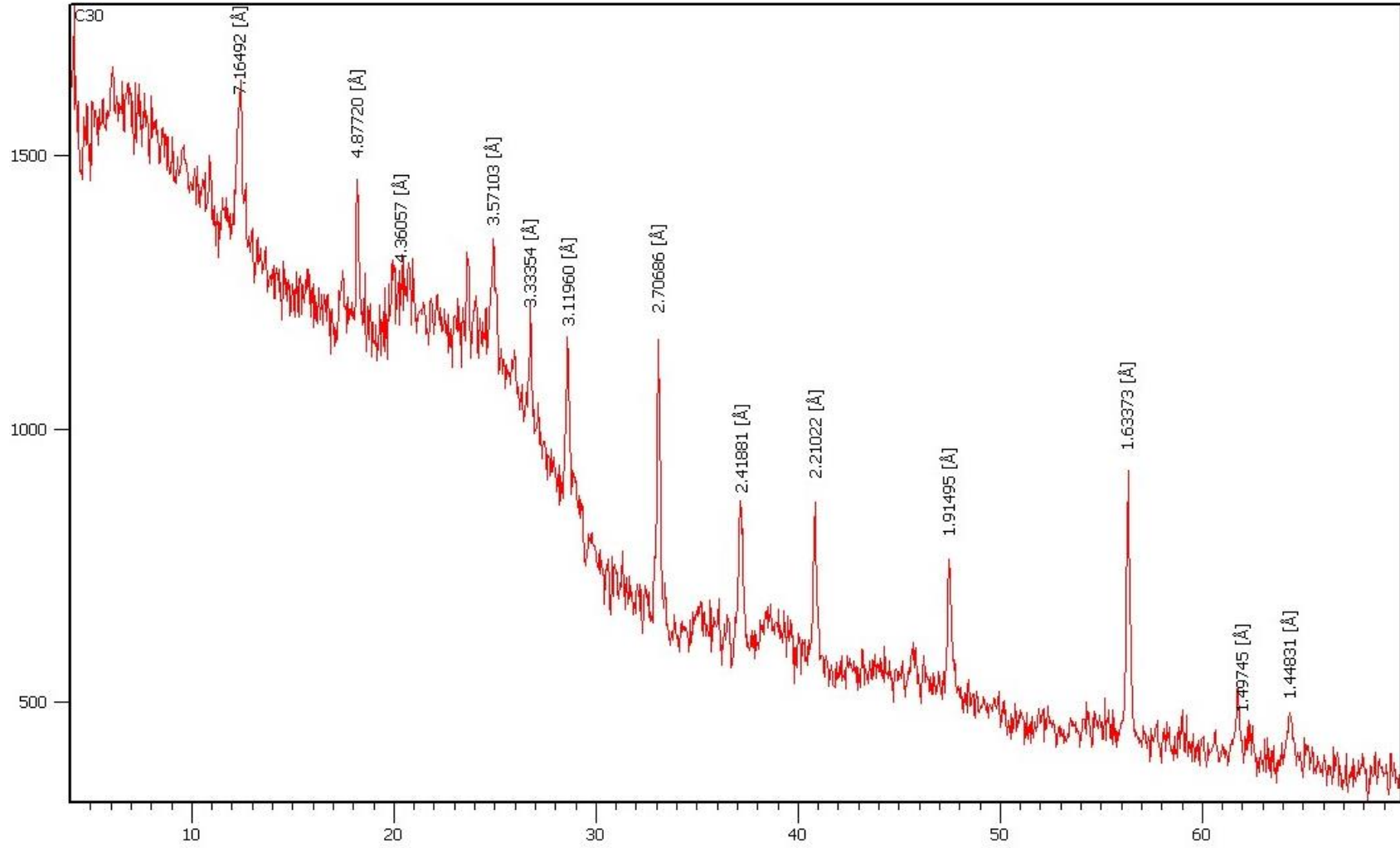
EK-2.27: Ç28 nolu örneğin XRD difraktomu



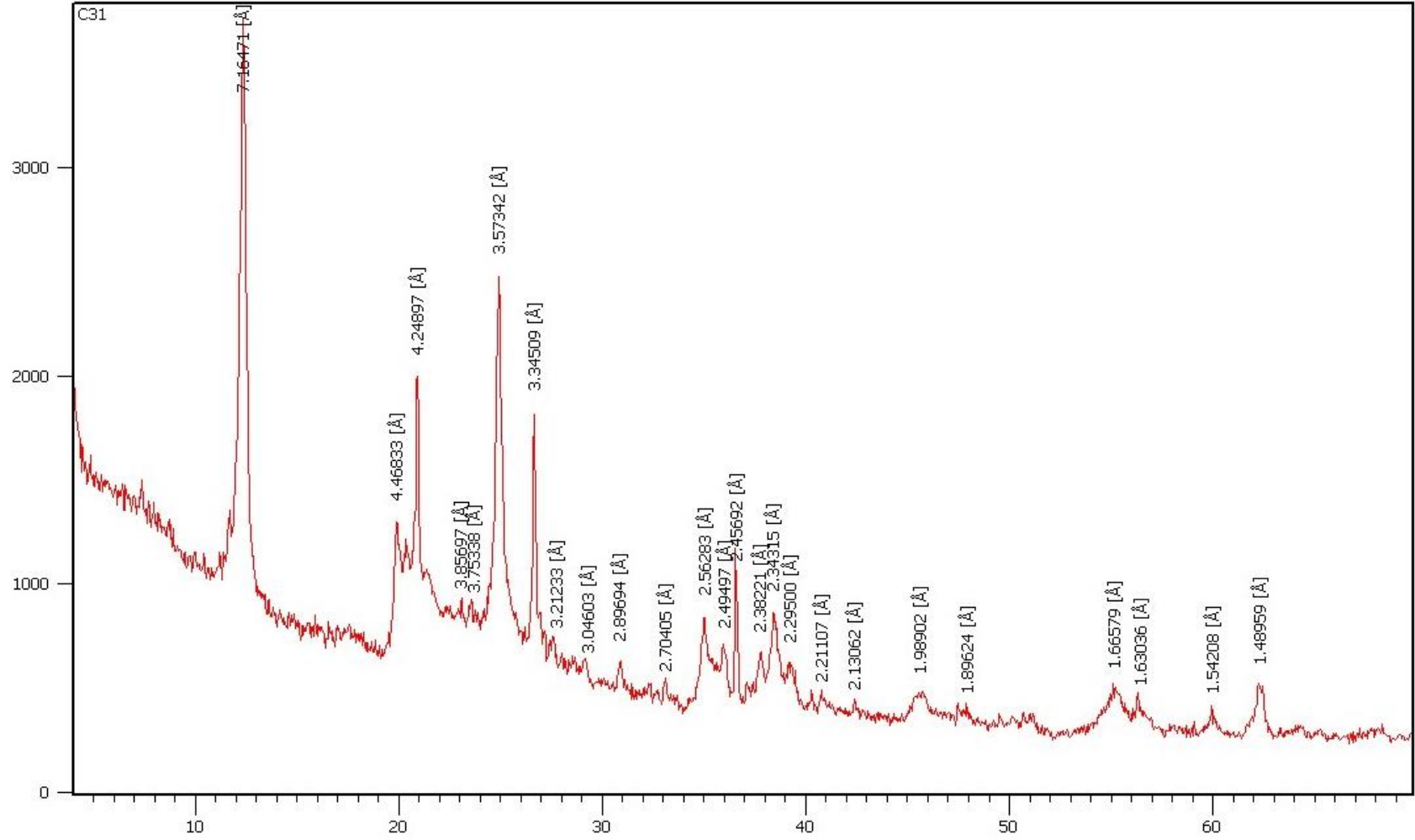
EK-2.28: Ç29 nolu örneğin XRD difraktomu



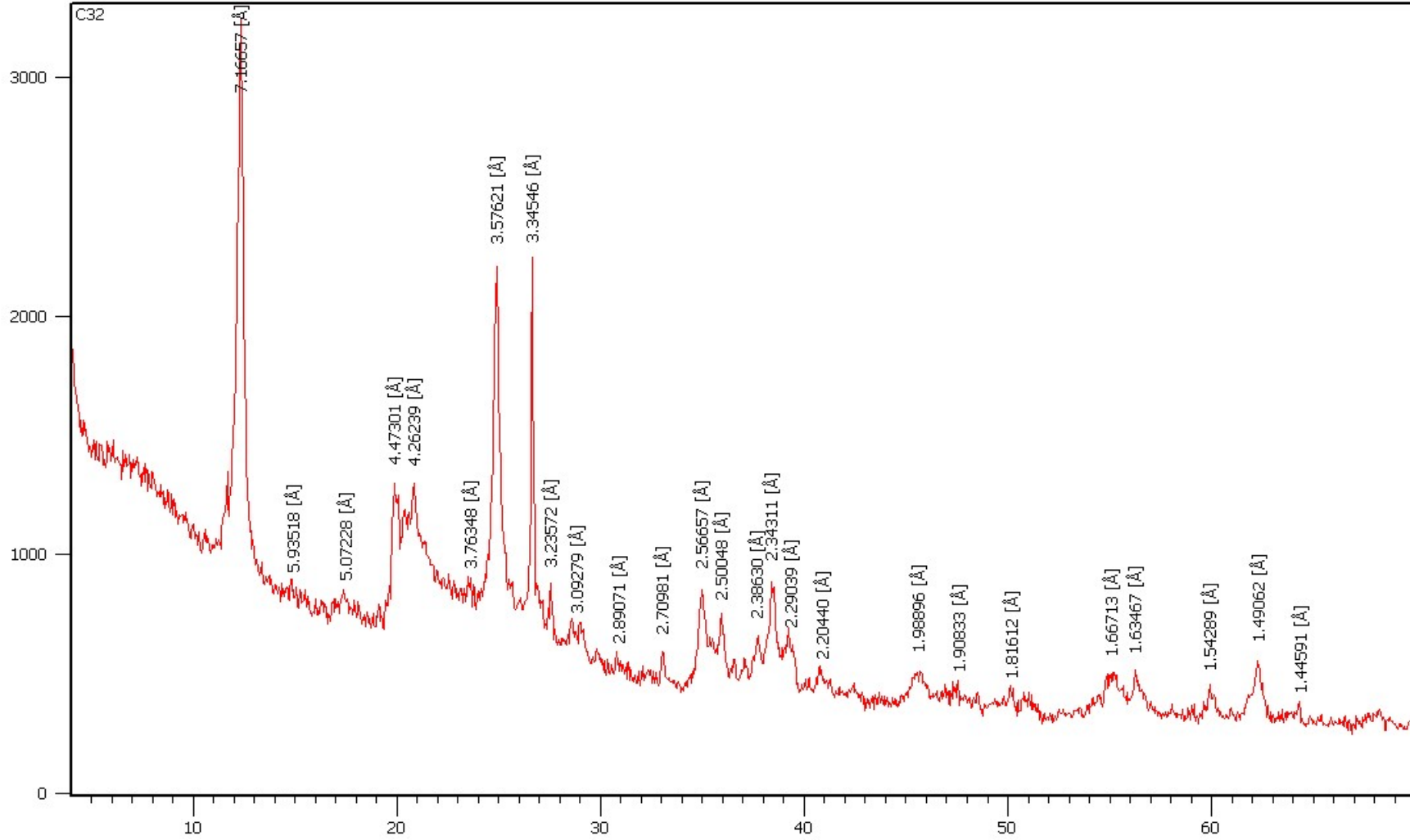
EK-2.29: Ç30 nolu örneğin XRD difraktomu



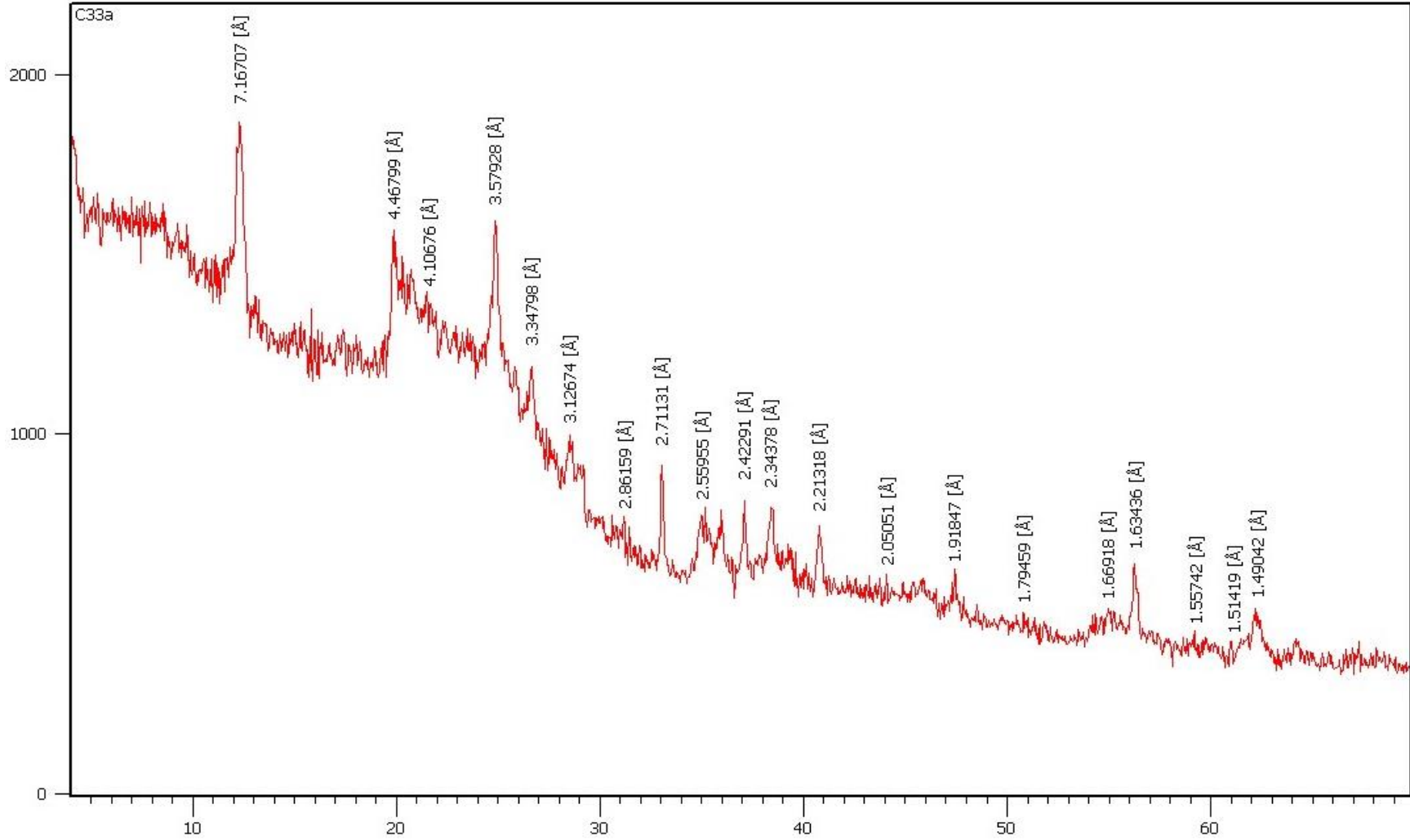
EK-2.30: Ç31 nolu örneğin XRD difraktomu



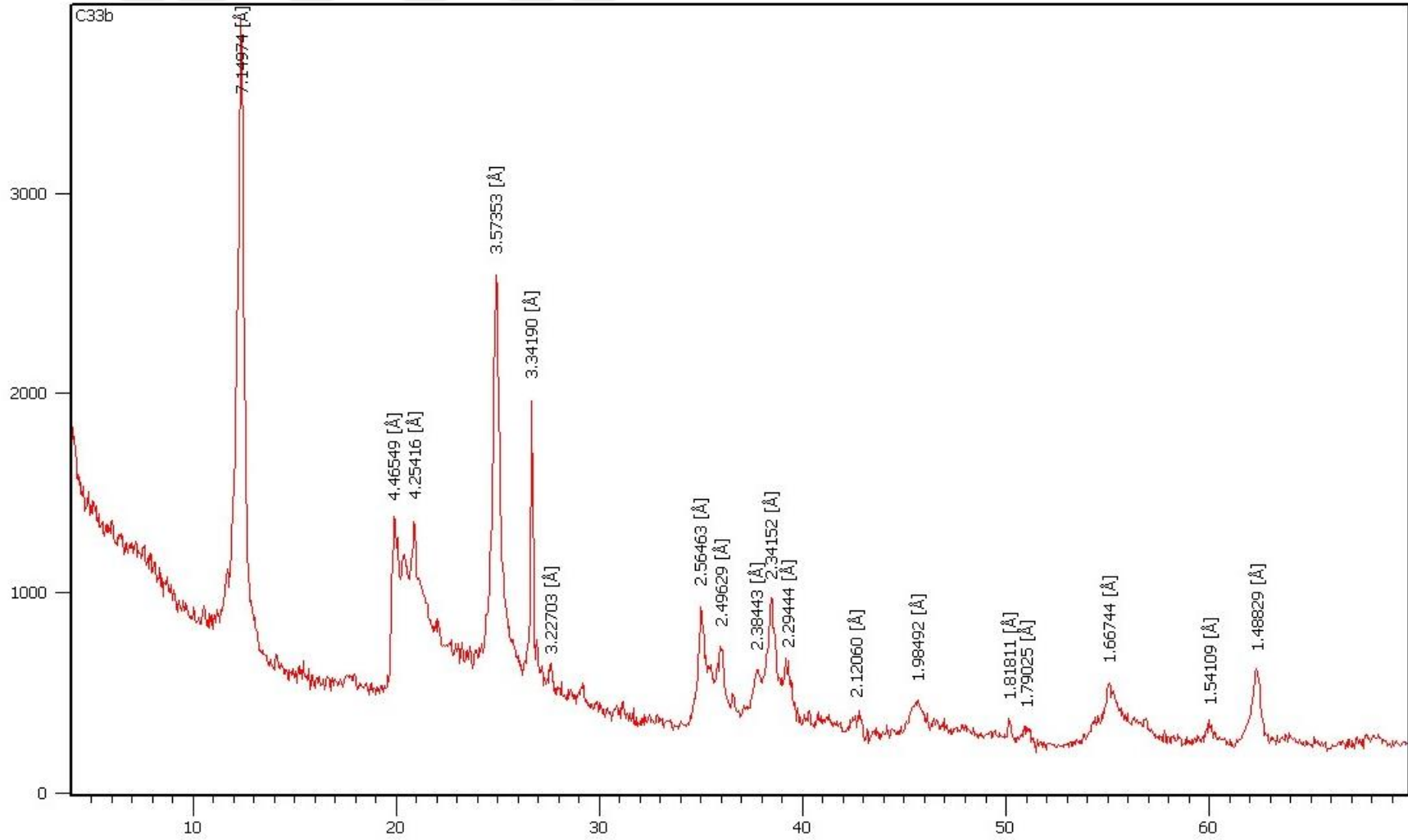
EK-2.31: Ç32nolu örneğin XRD difraktomu



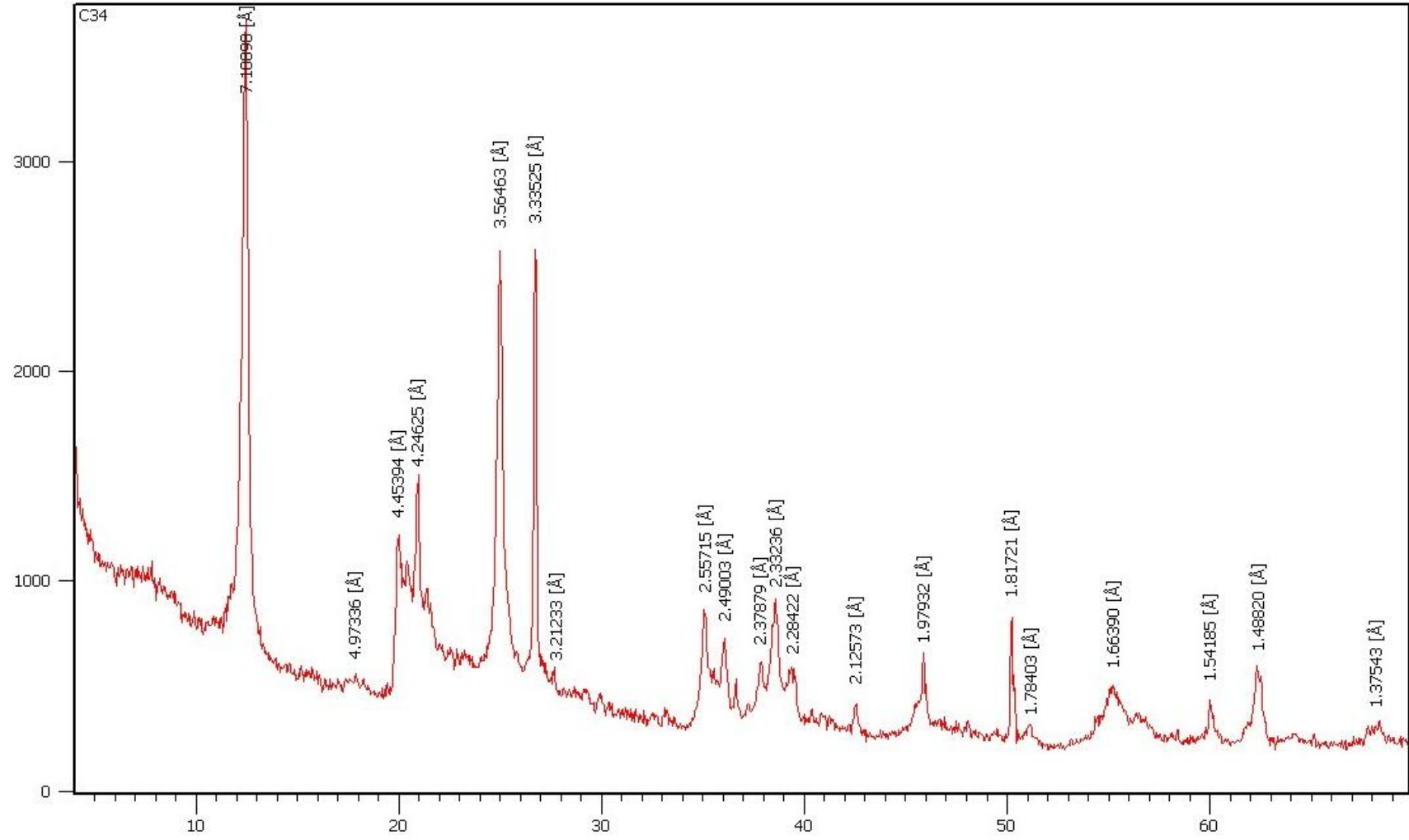
EK-2.32: Ç33a nolu örneğin XRD difraktomu



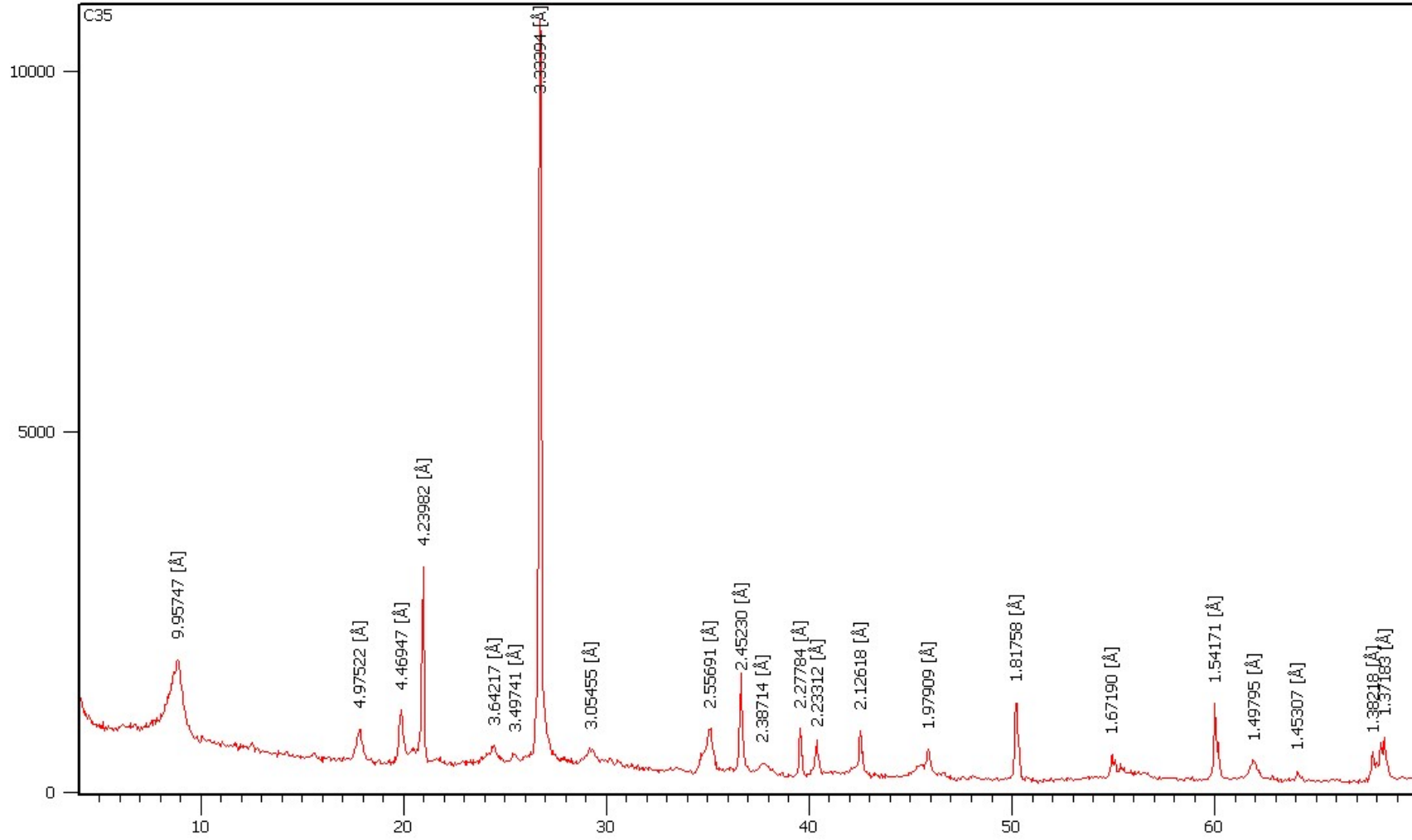
EK-2.33: Ç33b nolu örneğin XRD difraktomu



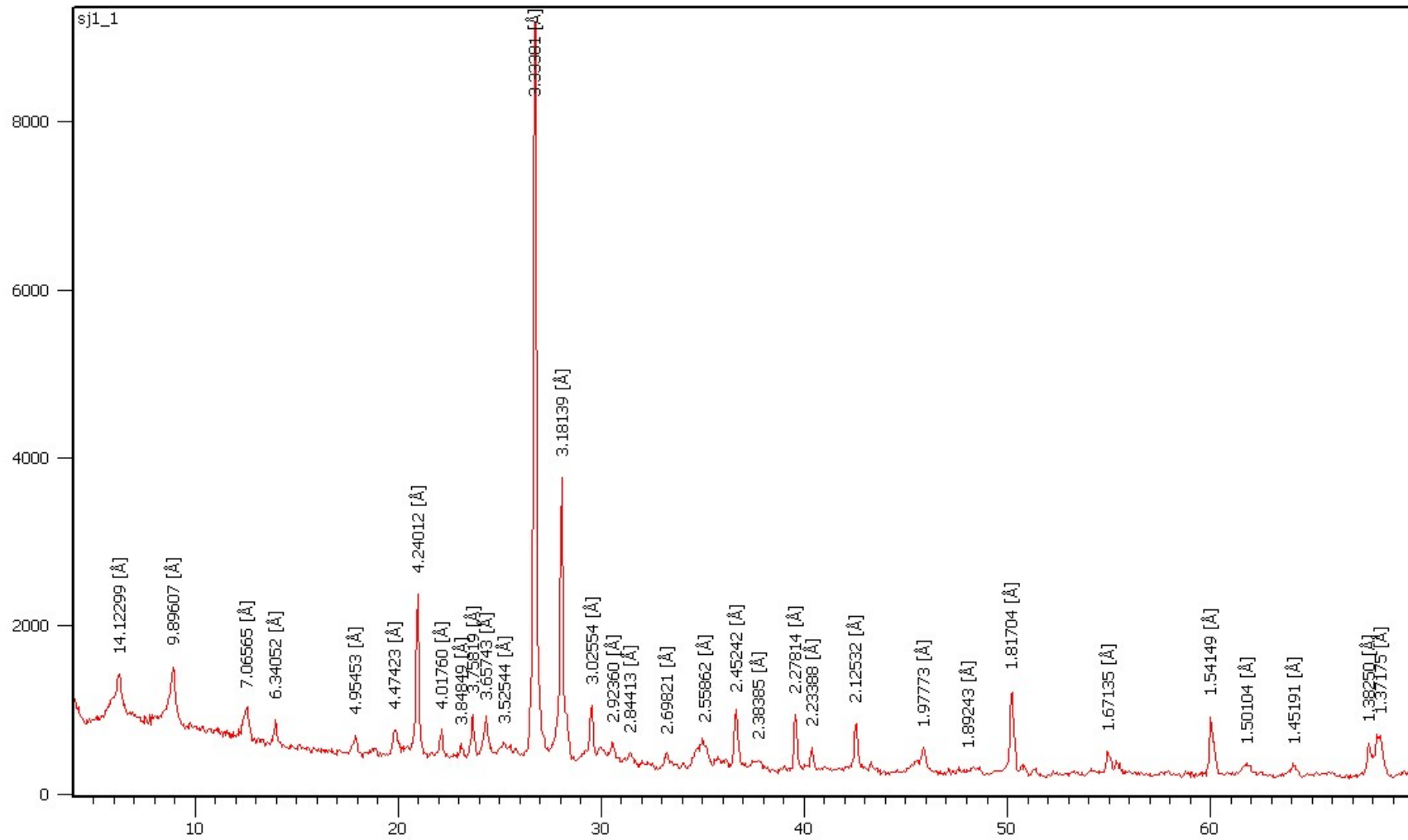
EK-2.34: Ç34 nolu örneğin XRD difraktomu



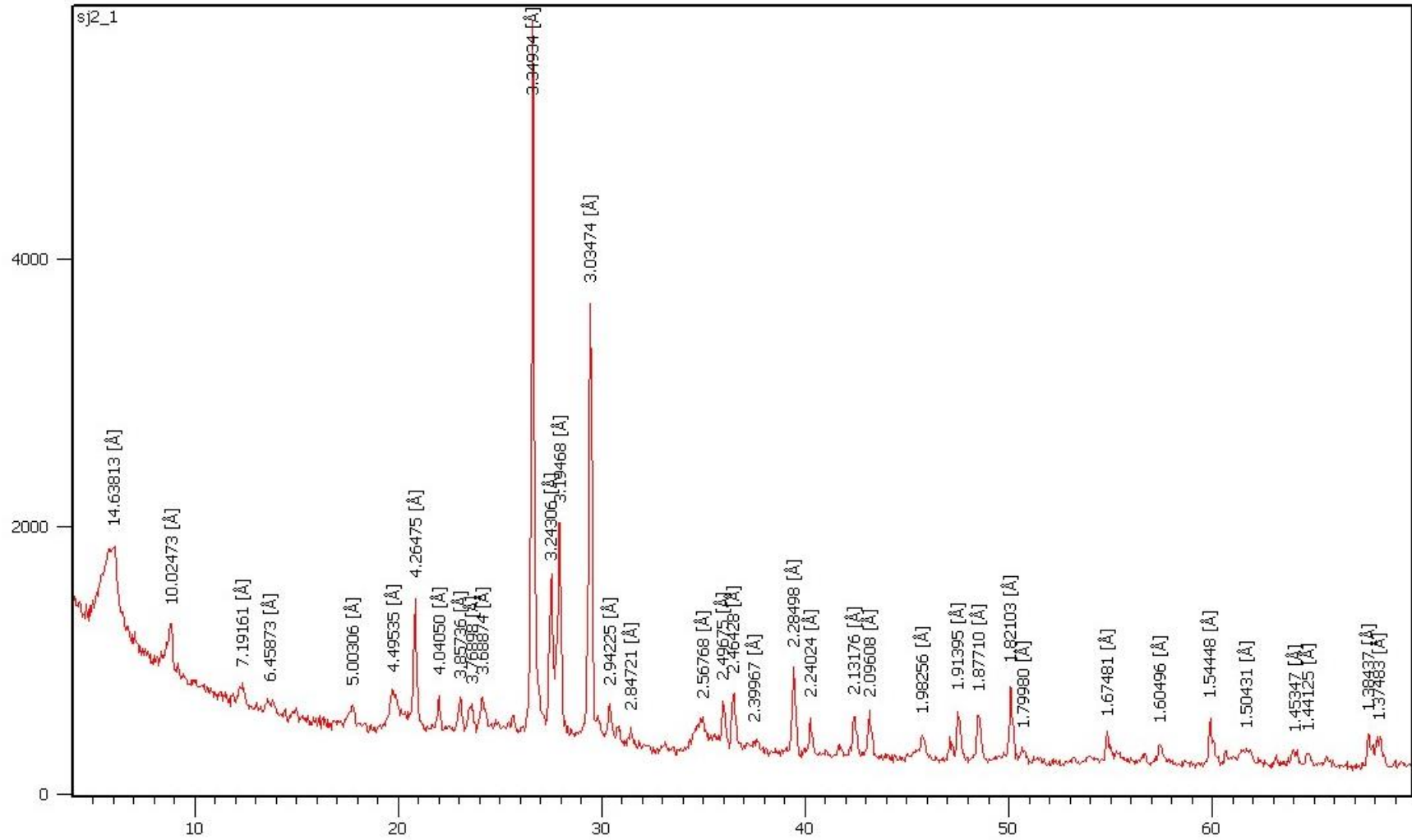
EK-2.35: Ç35 nolu örneğin XRD difraktomu



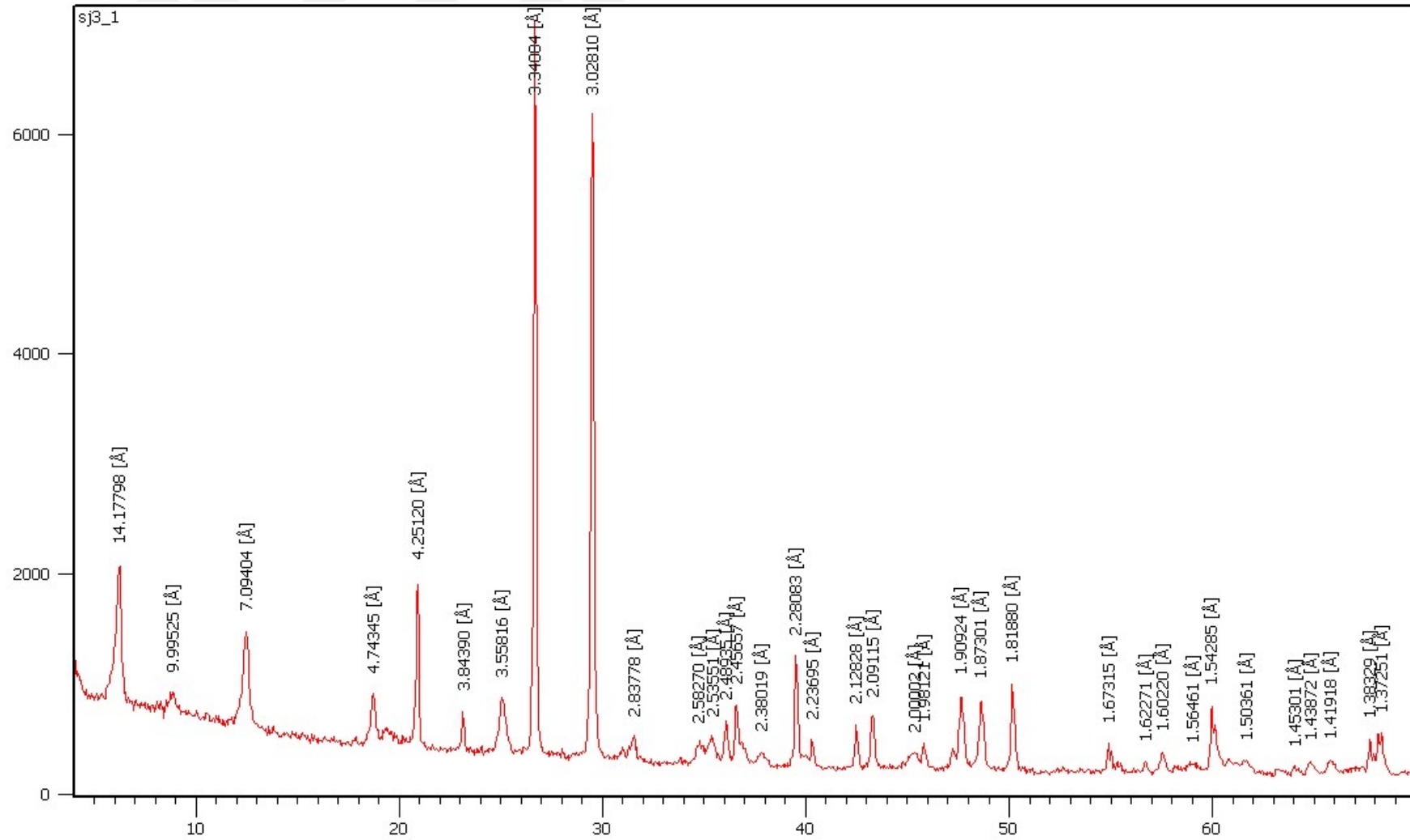
EK-2.36: SJ1 nolu örneğin XRD difraktomu



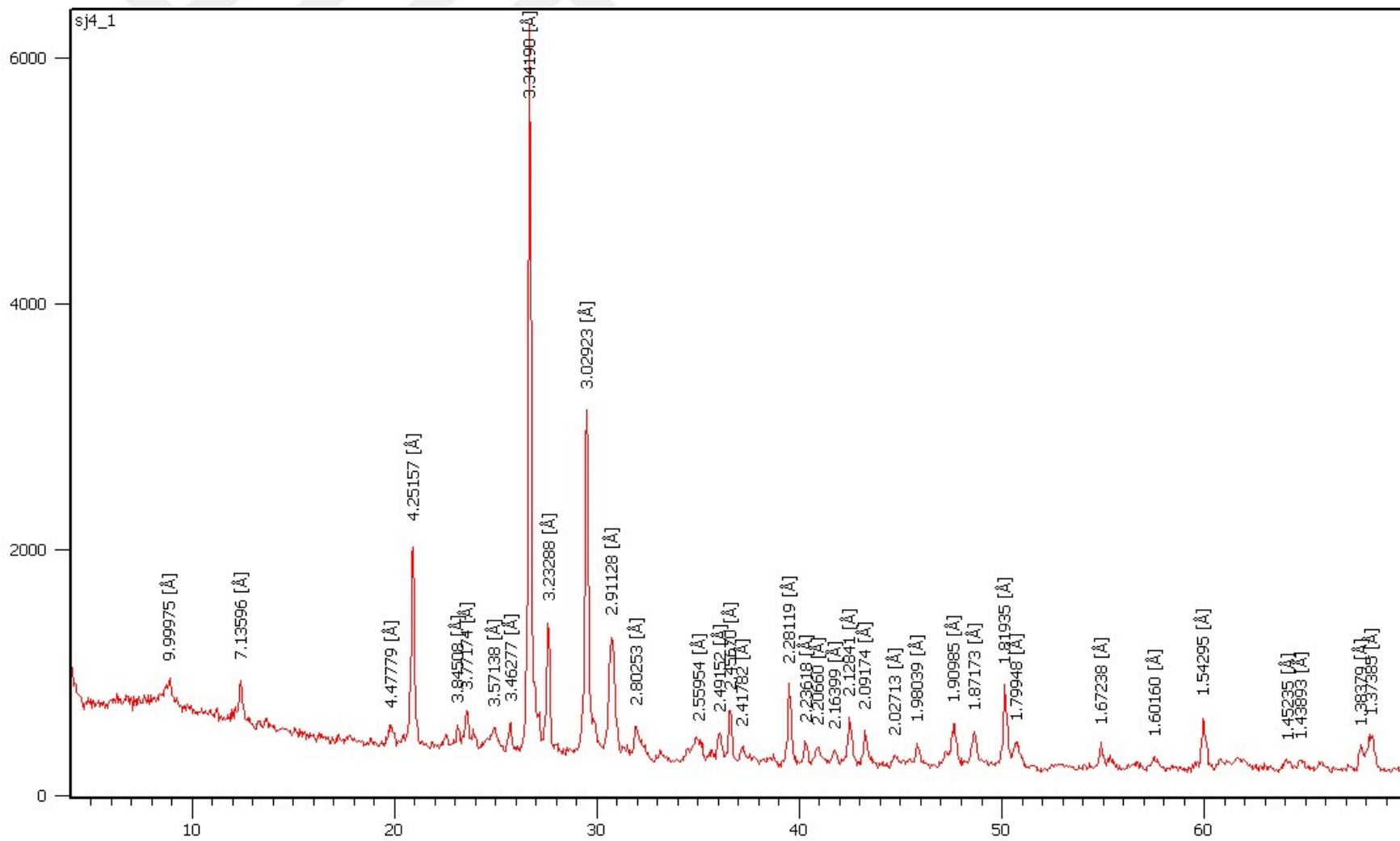
EK-2.37: SJ2 nolu örneğin XRD difraktomu



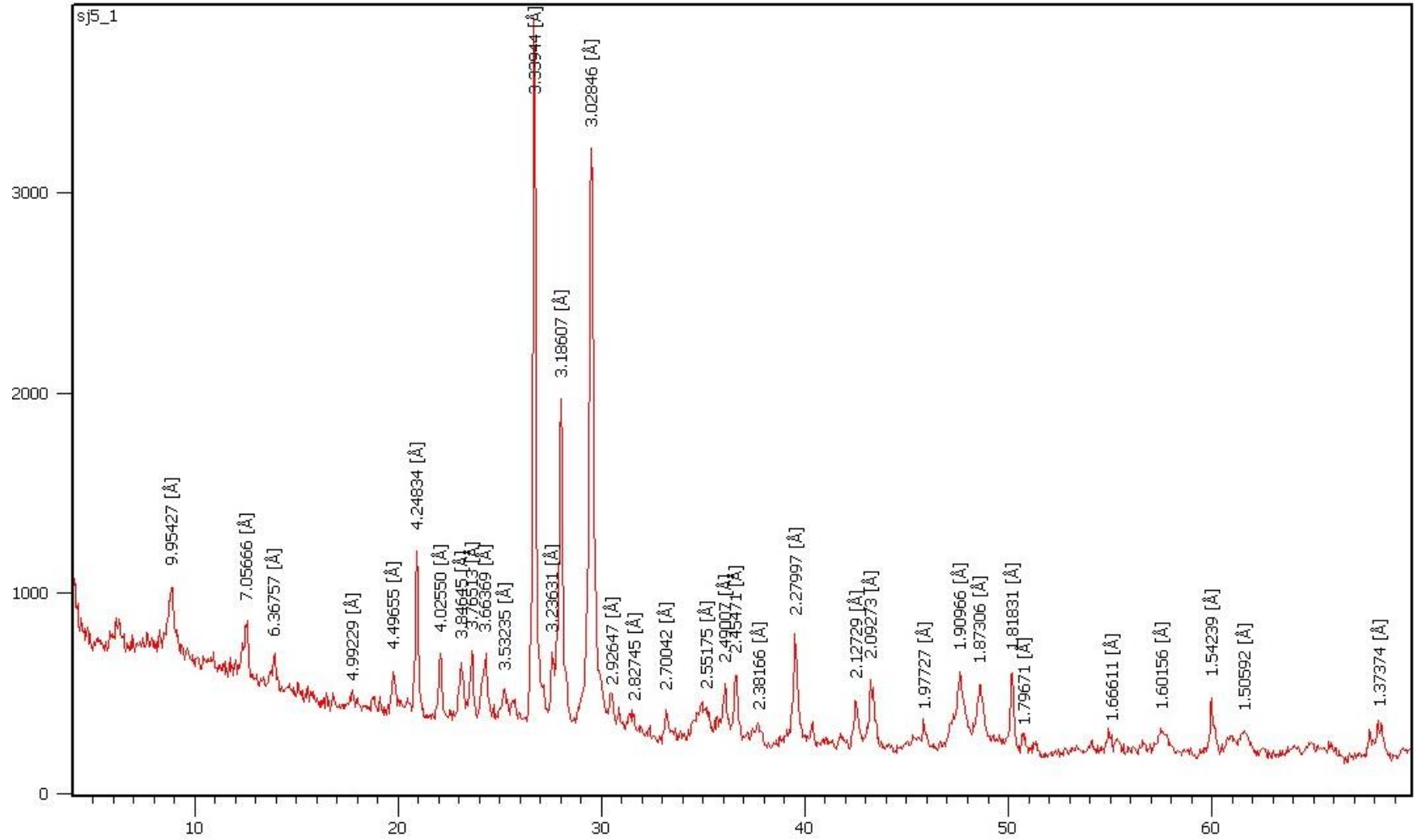
EK-2.38: SJ3 nolu örneğin XRD difraktomu



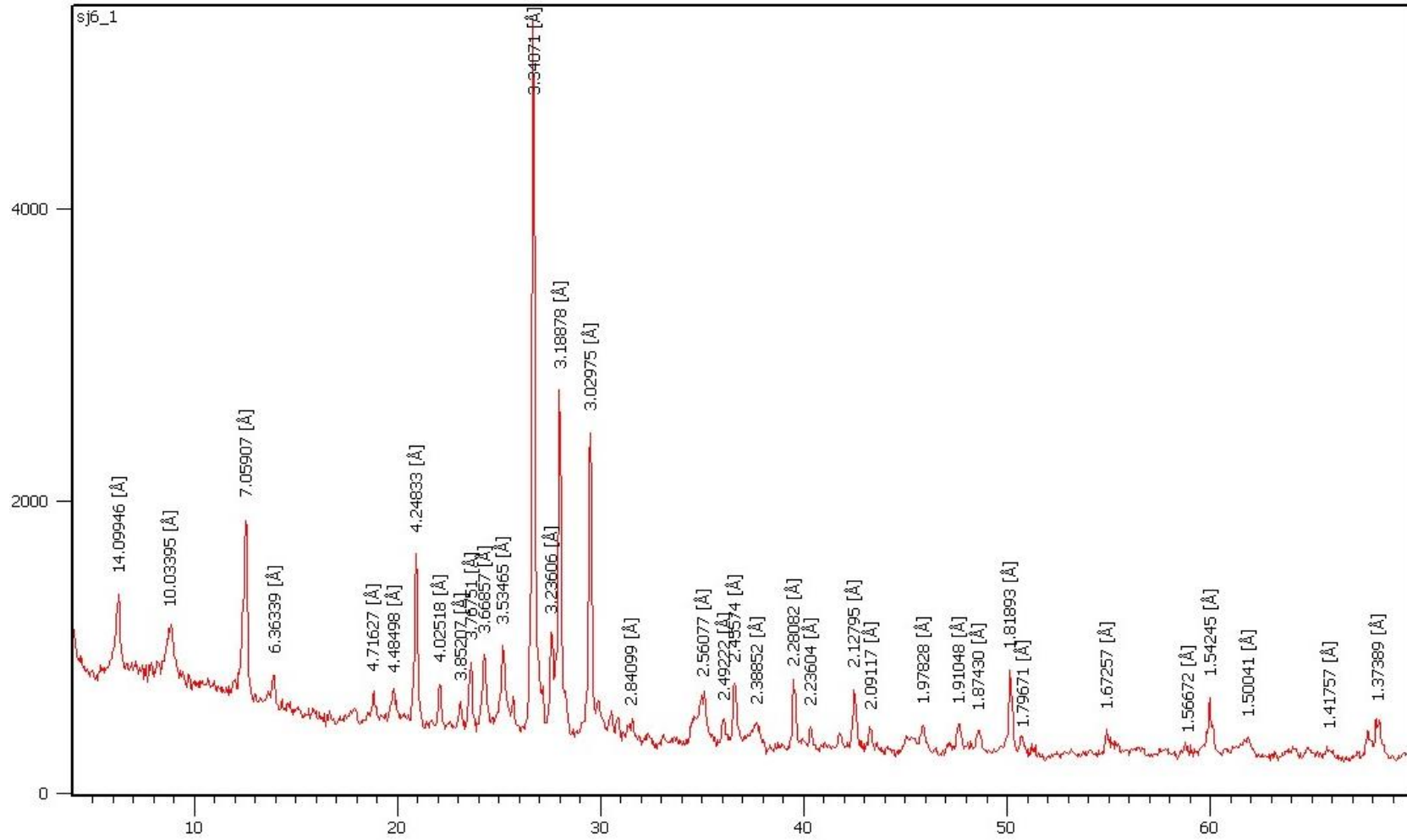
EK-2.39: SJ4 nolu örneğin XRD difraktomu



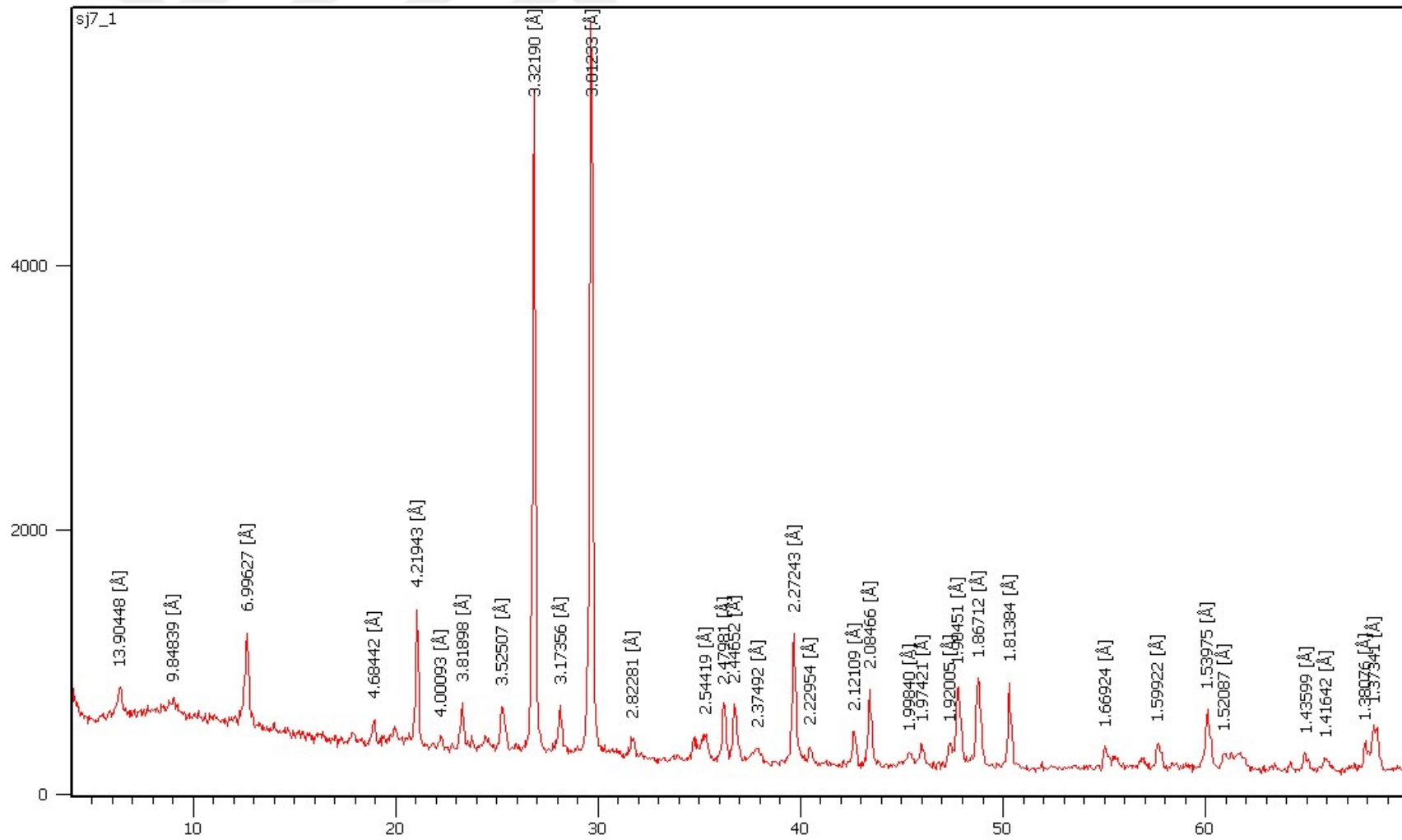
EK-2.40: SJ5 nolu örneğin XRD difraktomu



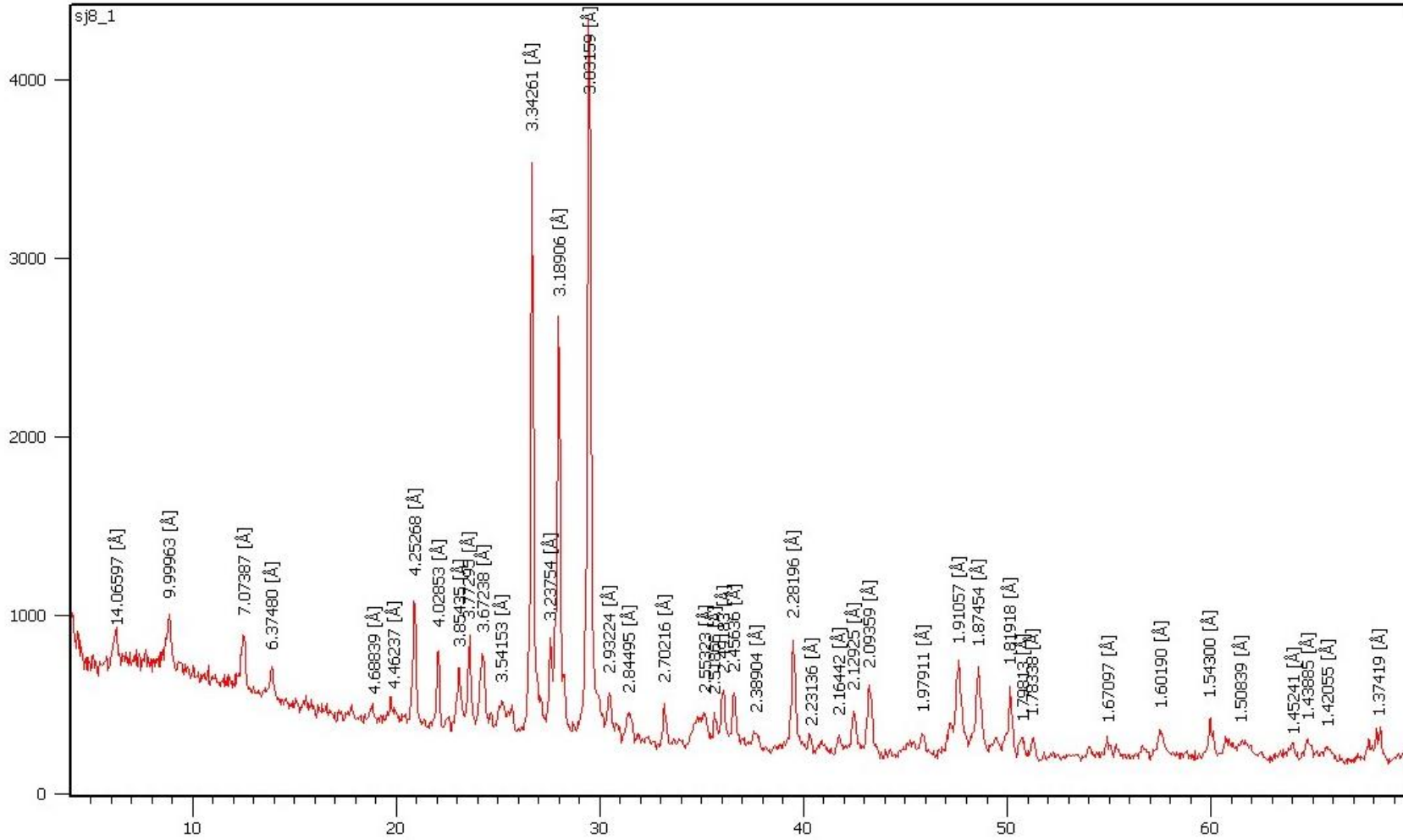
EK-2.41: SJ6 nolu örneğin XRD difraktomu



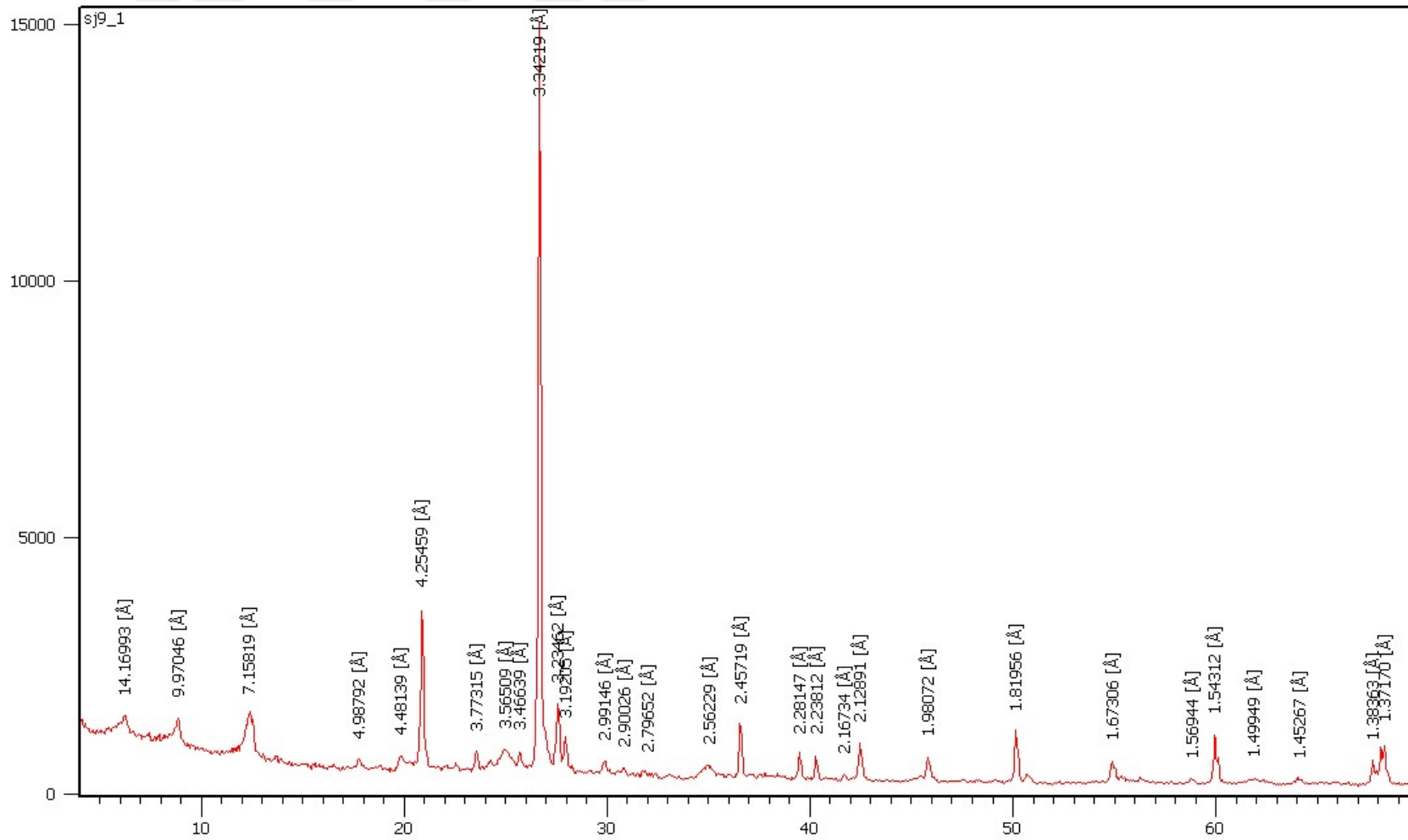
EK-2.42: SJ7 nolu örneğin XRD difraktomu



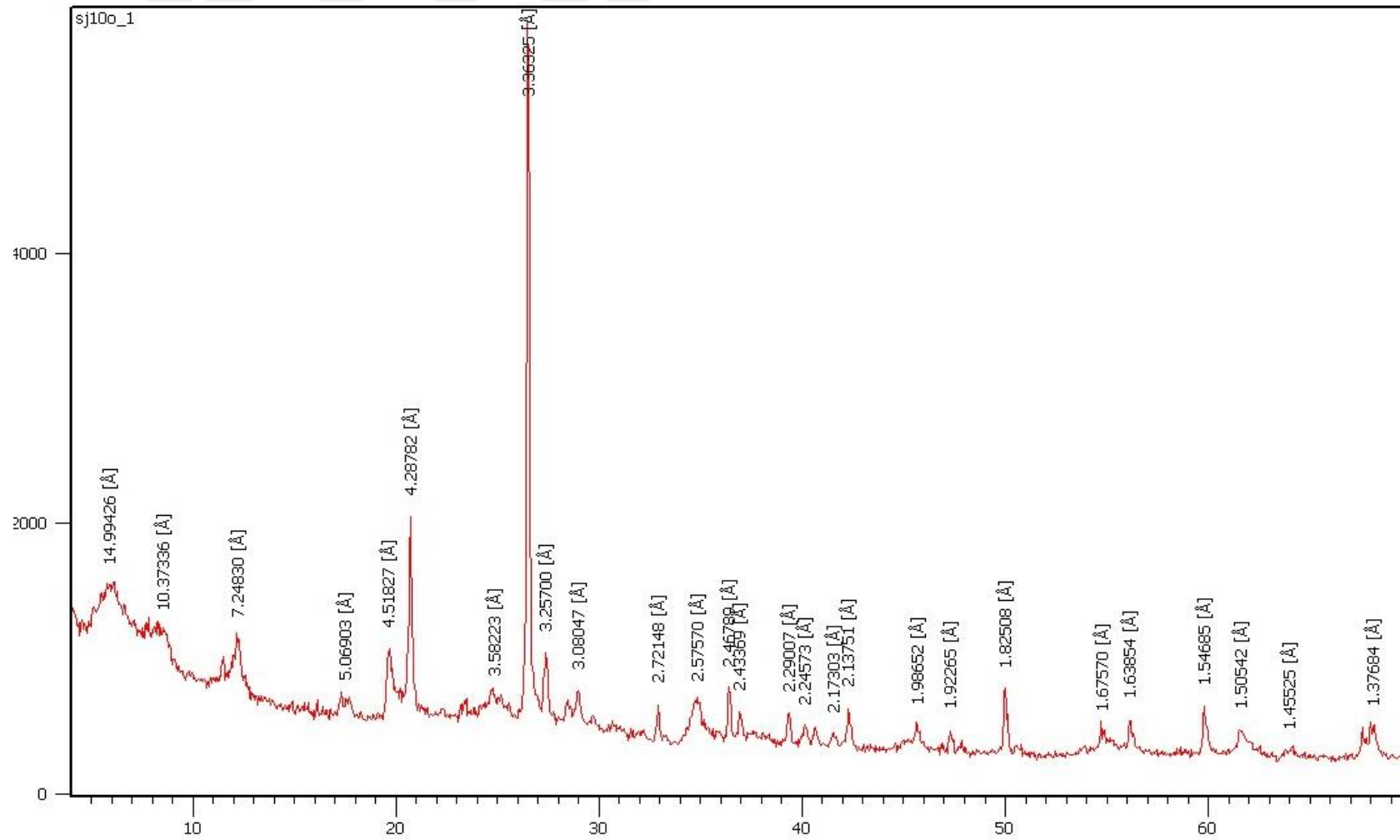
EK-2.43: SJ8 nolu örneğin XRD difraktomu



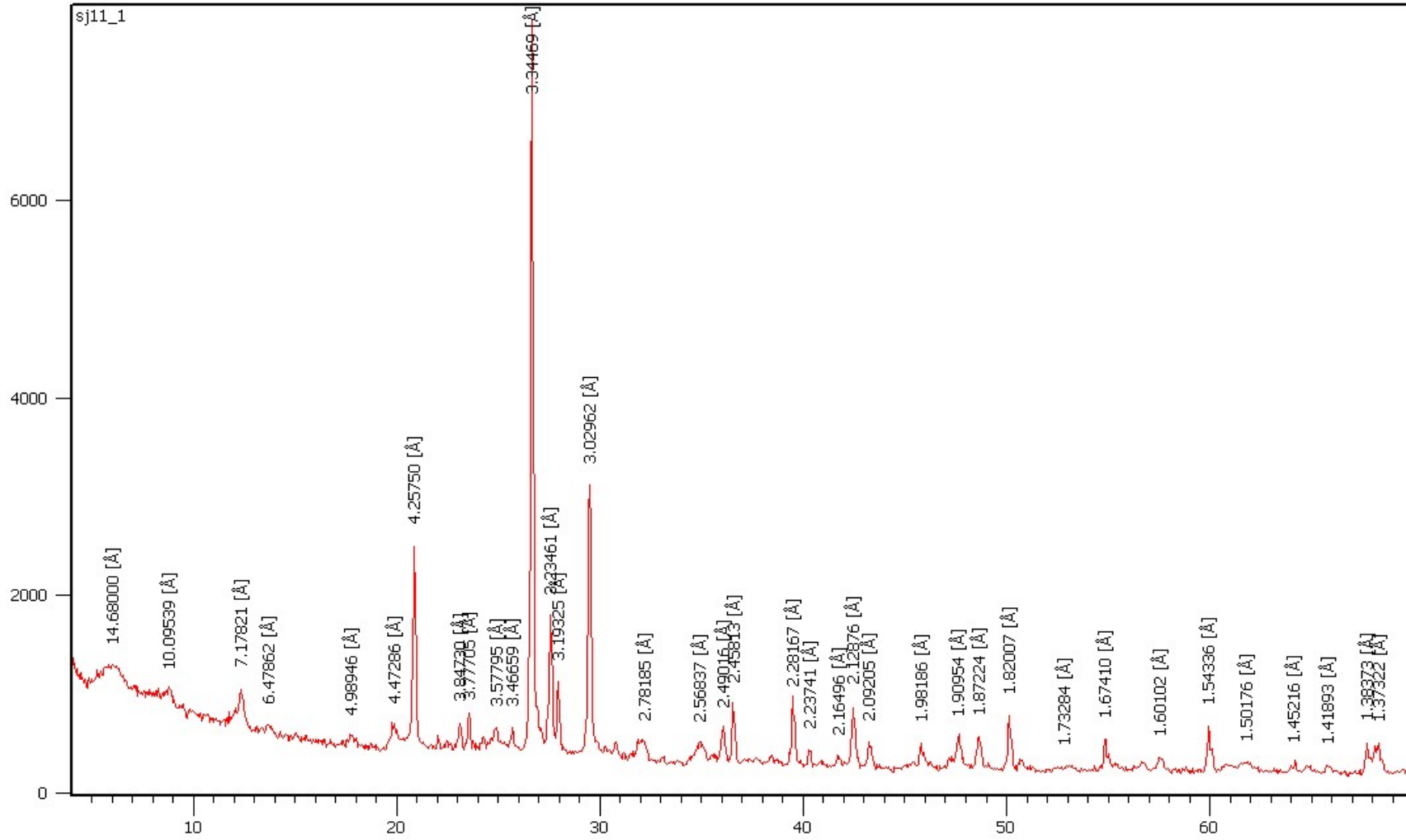
EK 2.44: SJ9 nolu örneğin XRD difraktomu



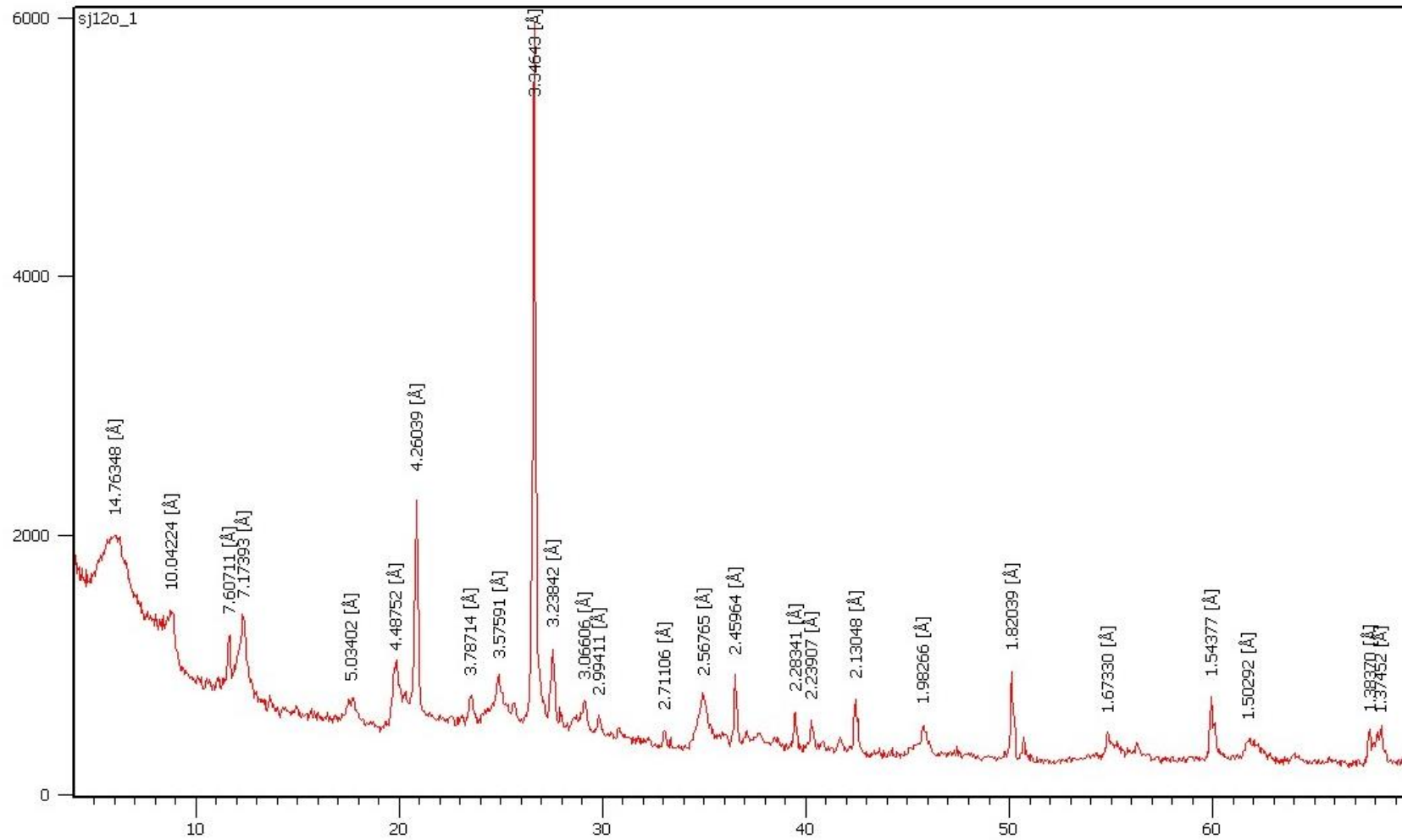
EK-2.45: SJ10 nolu örneğin XRD difraktomu



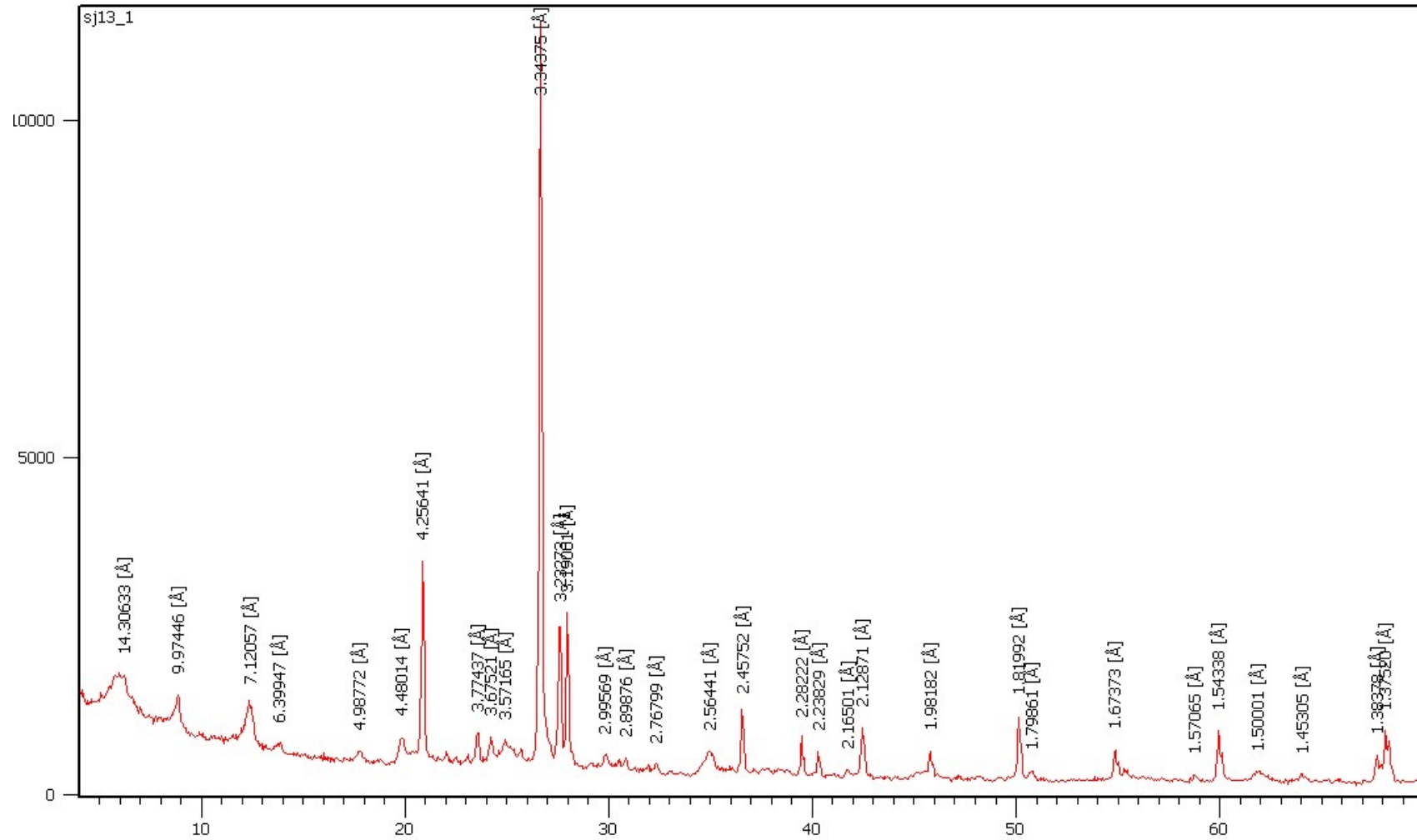
EK-2.46: SJ11 nolu örneğin XRD difraktomu



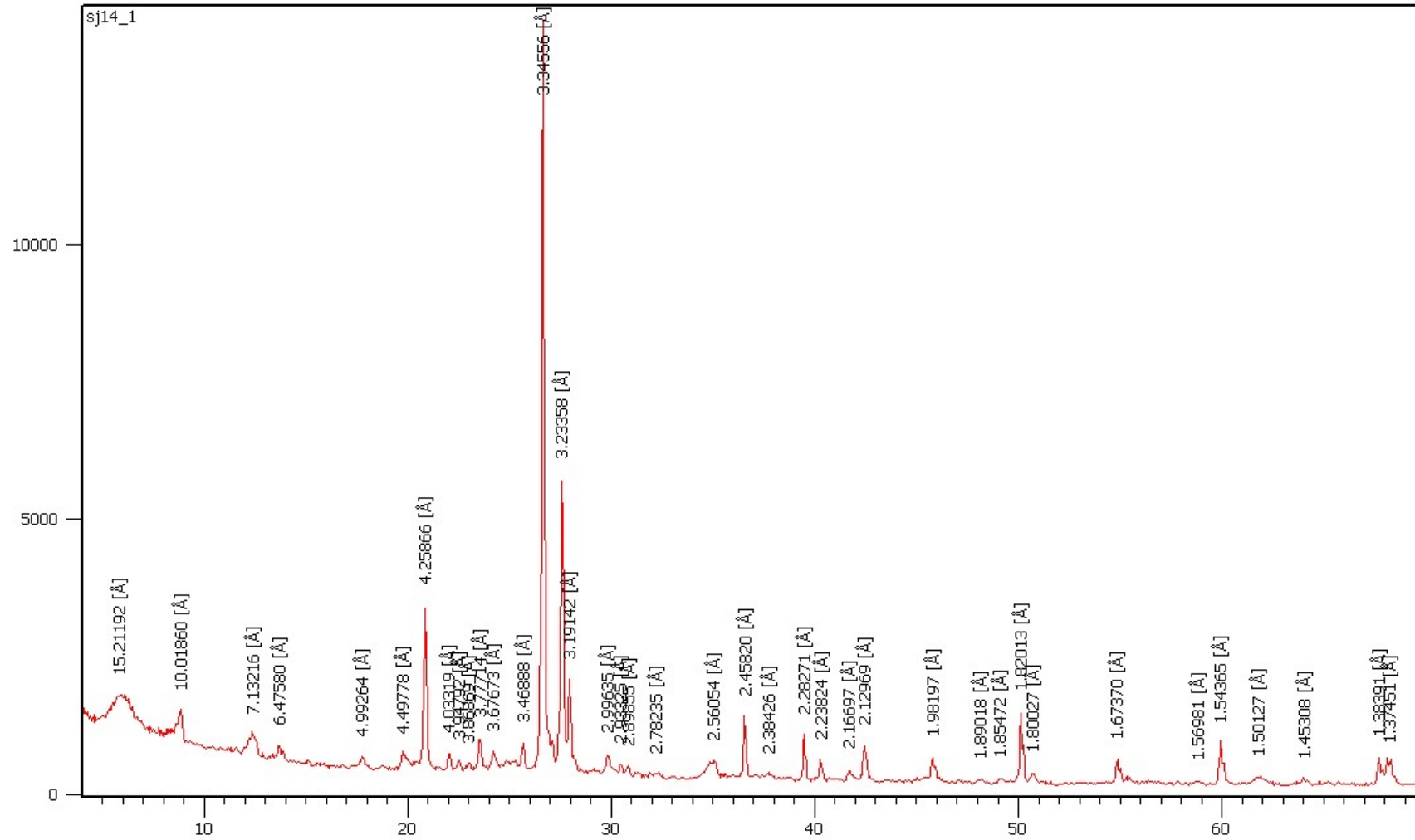
EK-2.47: SJ12 nolu örneğin XRD difraktomu



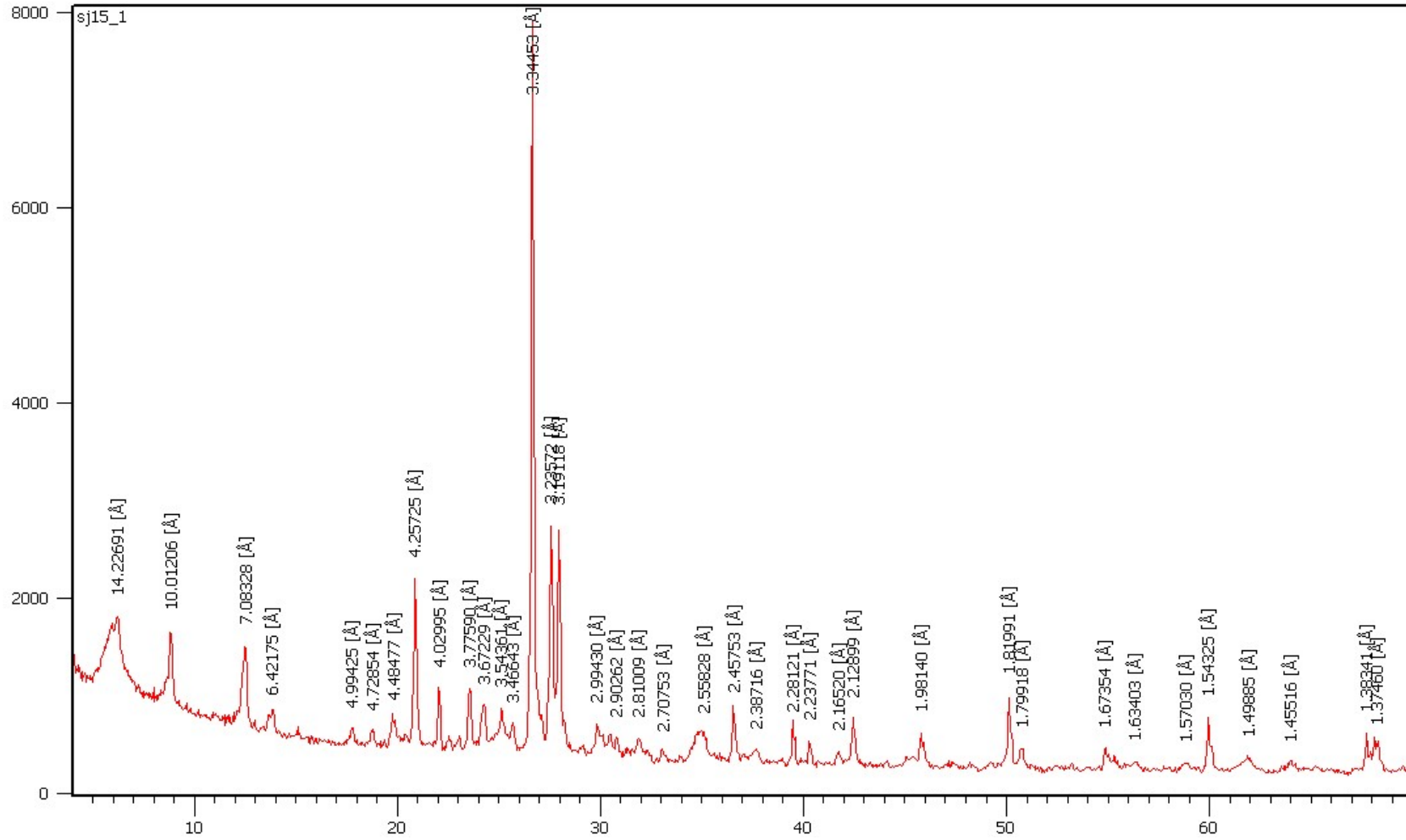
EK-2.48: SJ13 nolu örneğin XRD difraktomu



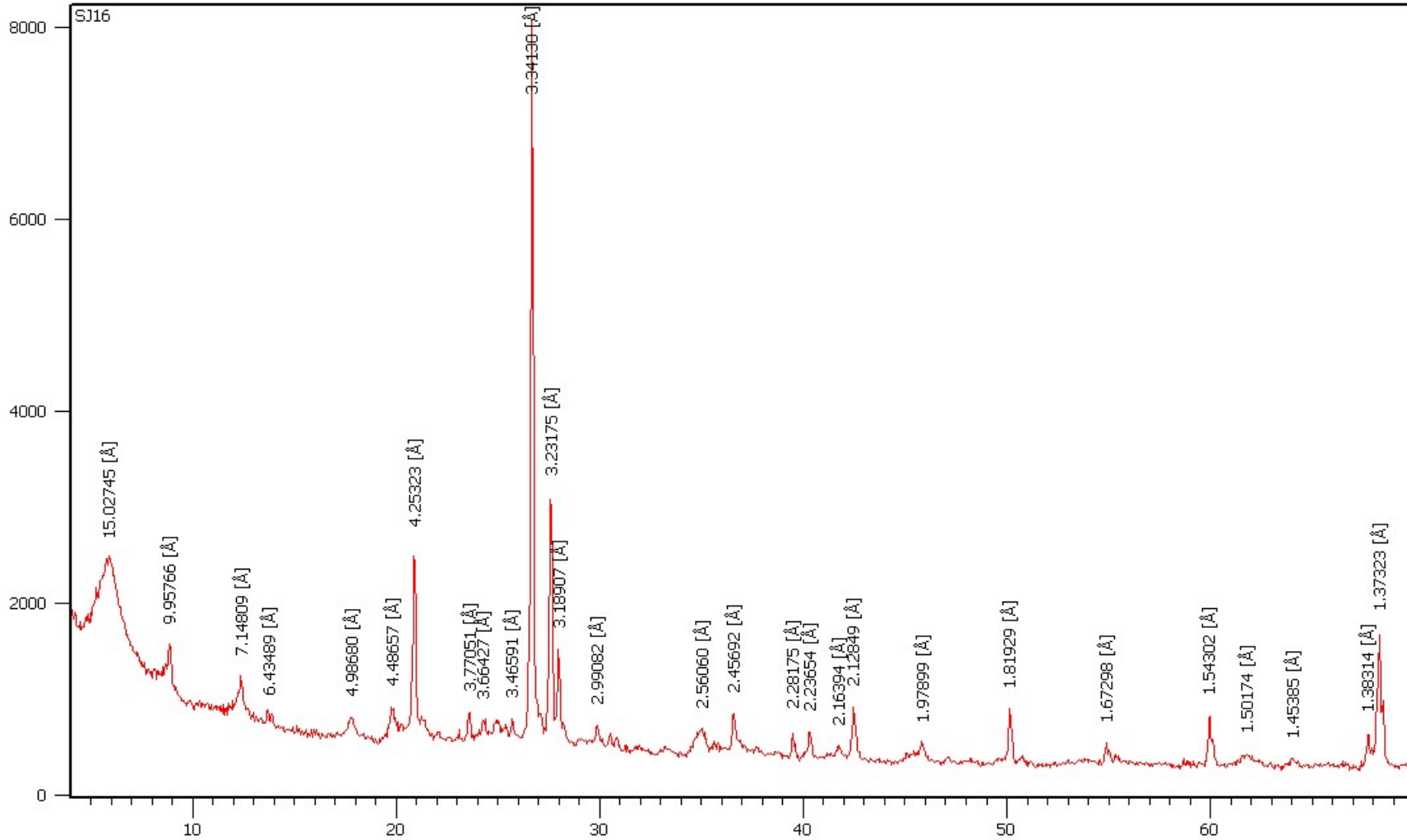
EK-2.49: SJ14 nolu örneğin XRD difraktomu



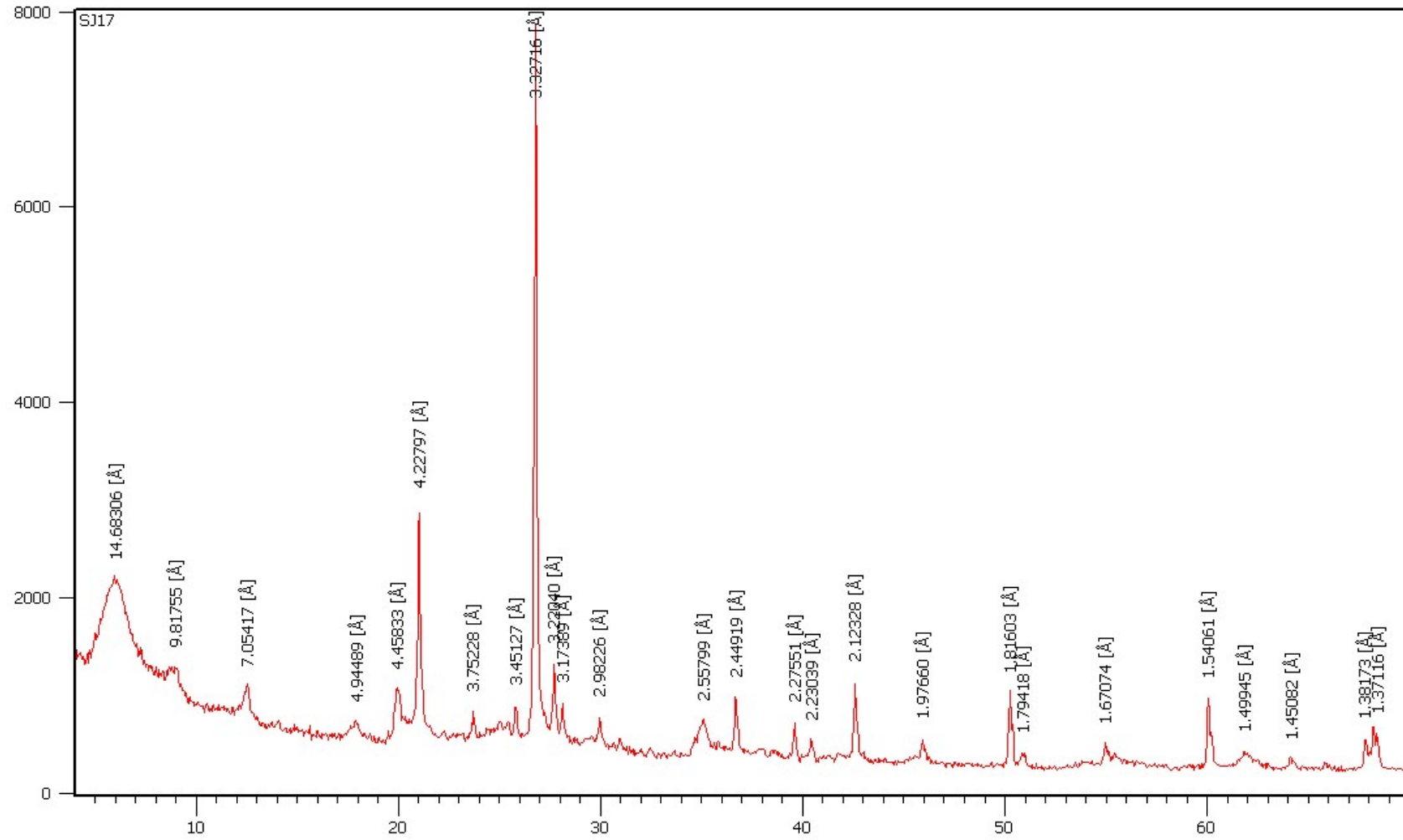
EK-2.50: SJ15 nolu örneğin XRD difraktomu



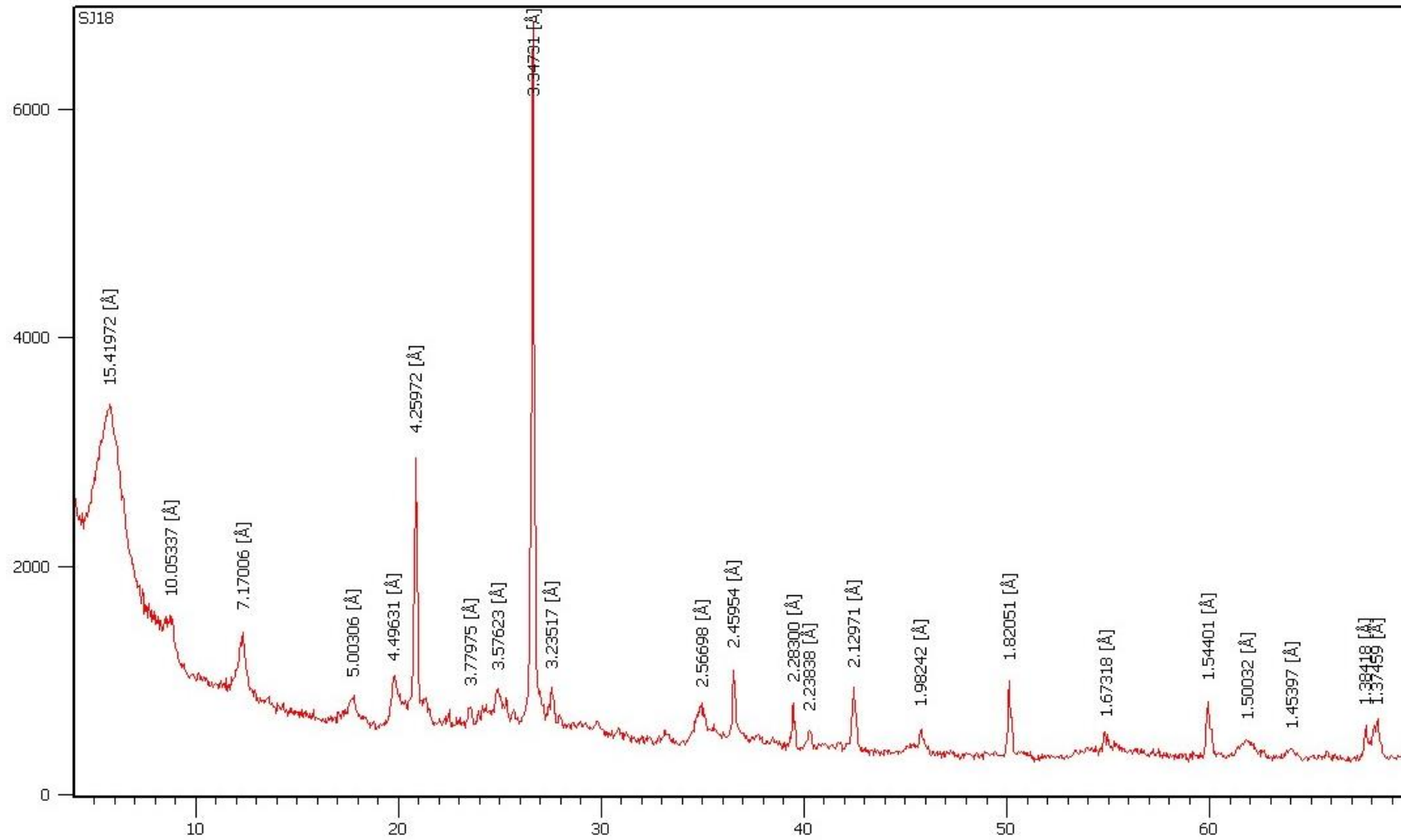
EK-2.51: SJ16 nolu örneğin XRD difraktomu



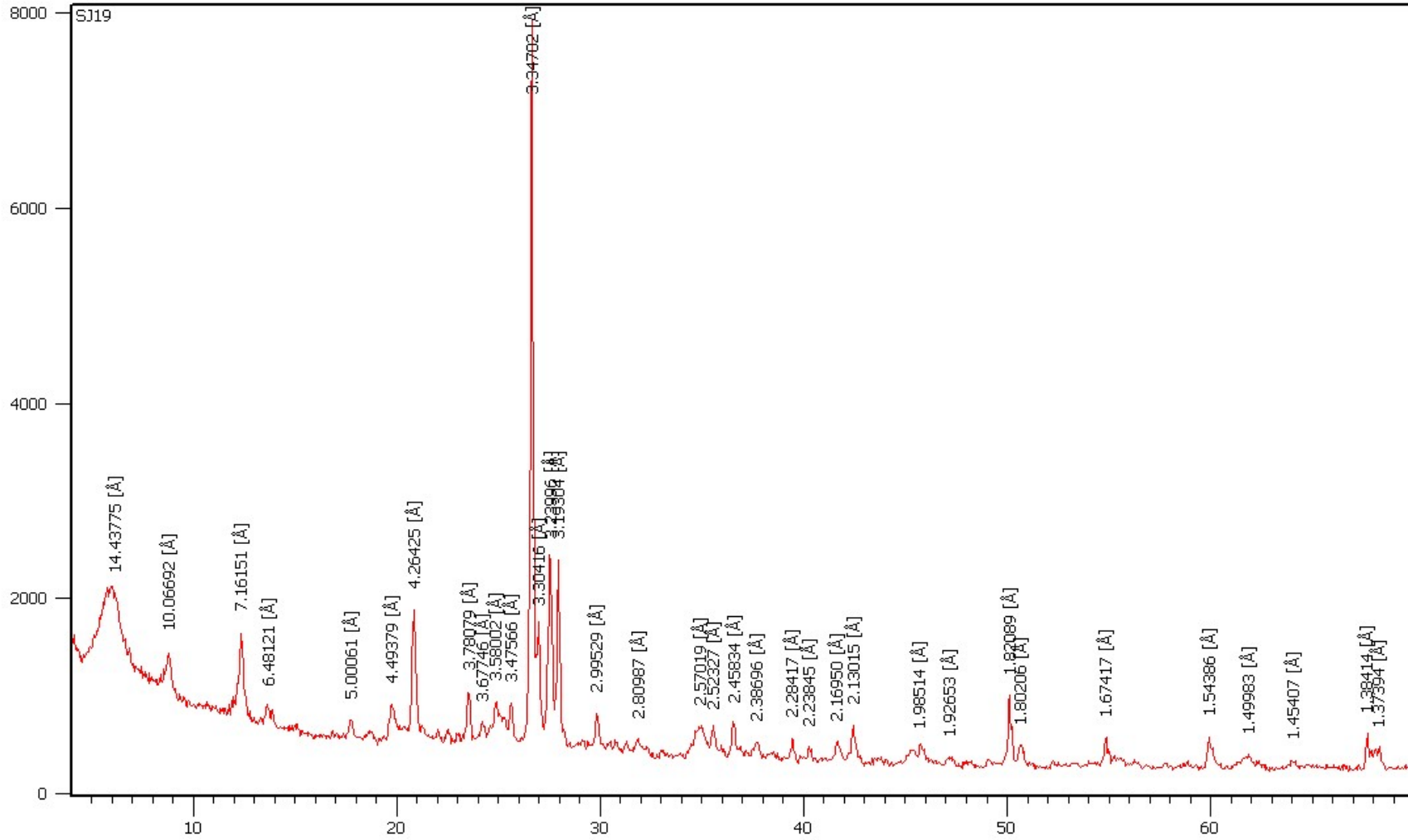
EK-2.52: SJ17 nolu örneğin XRD difraktomu



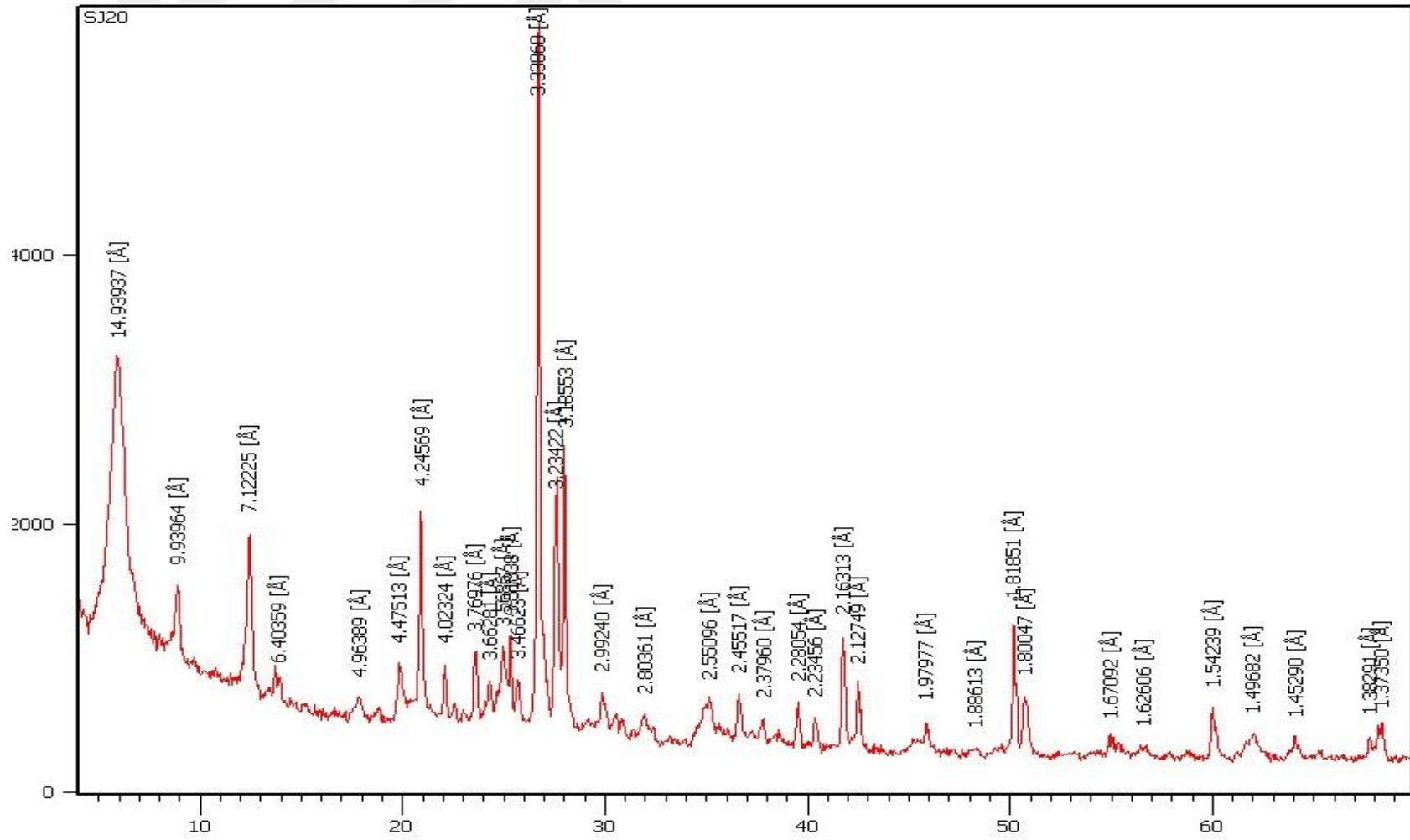
EK-2.53: SJ18 nolu örneğin XRD difraktomu



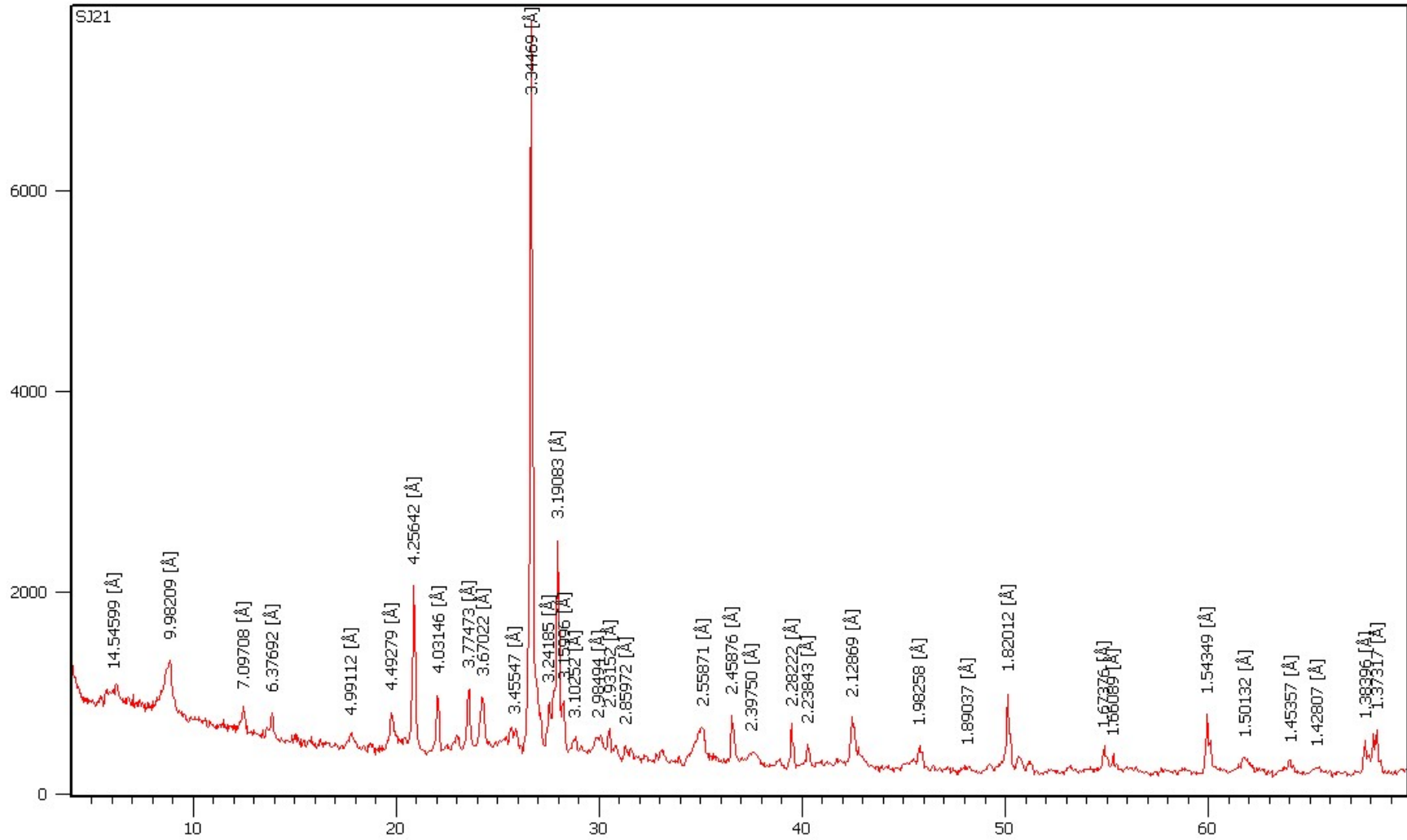
EK-2.54: SJ19 nolu örneğin XRD difraktomu



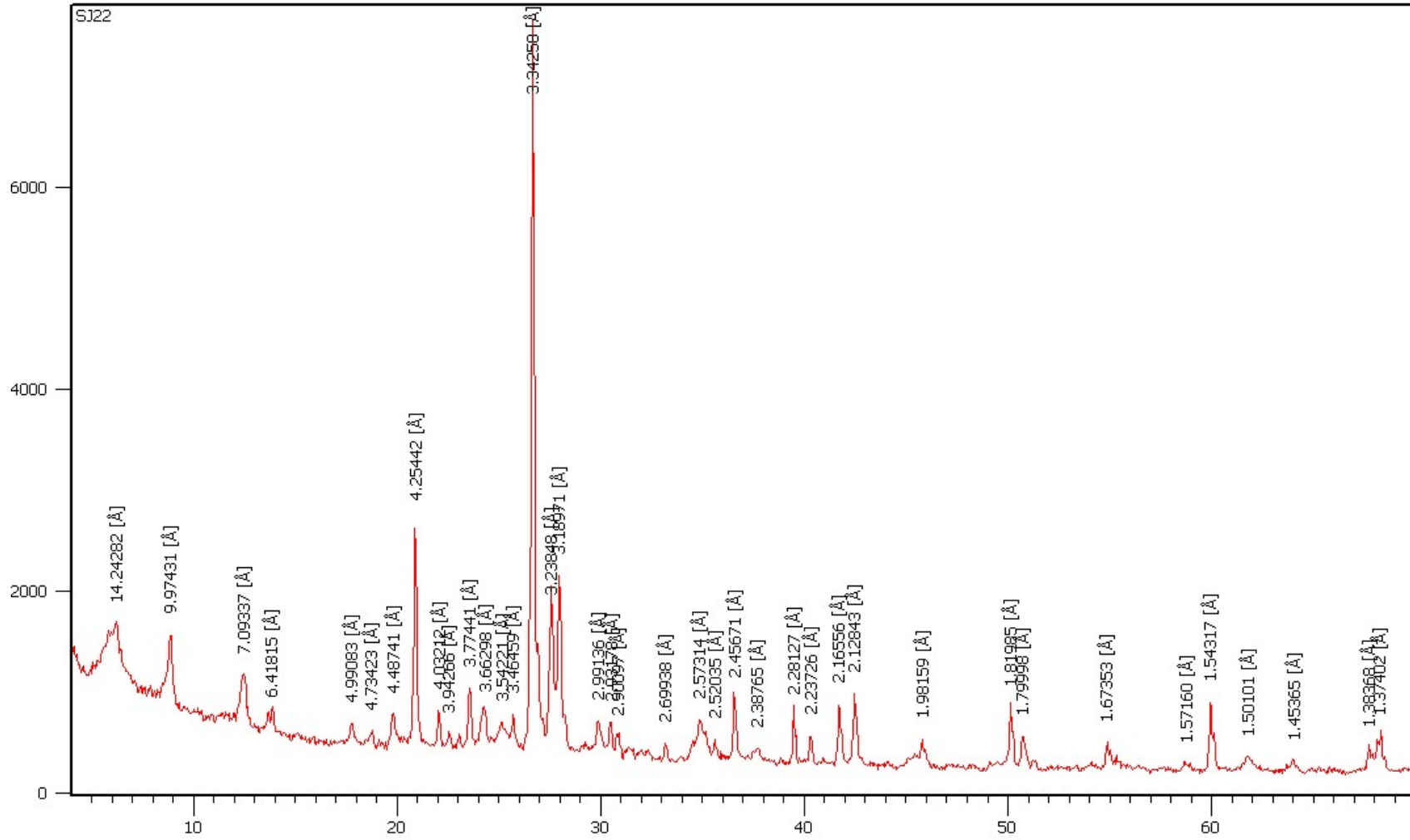
EK-2.55: SJ20 nolu örneğin XRD difraktomu



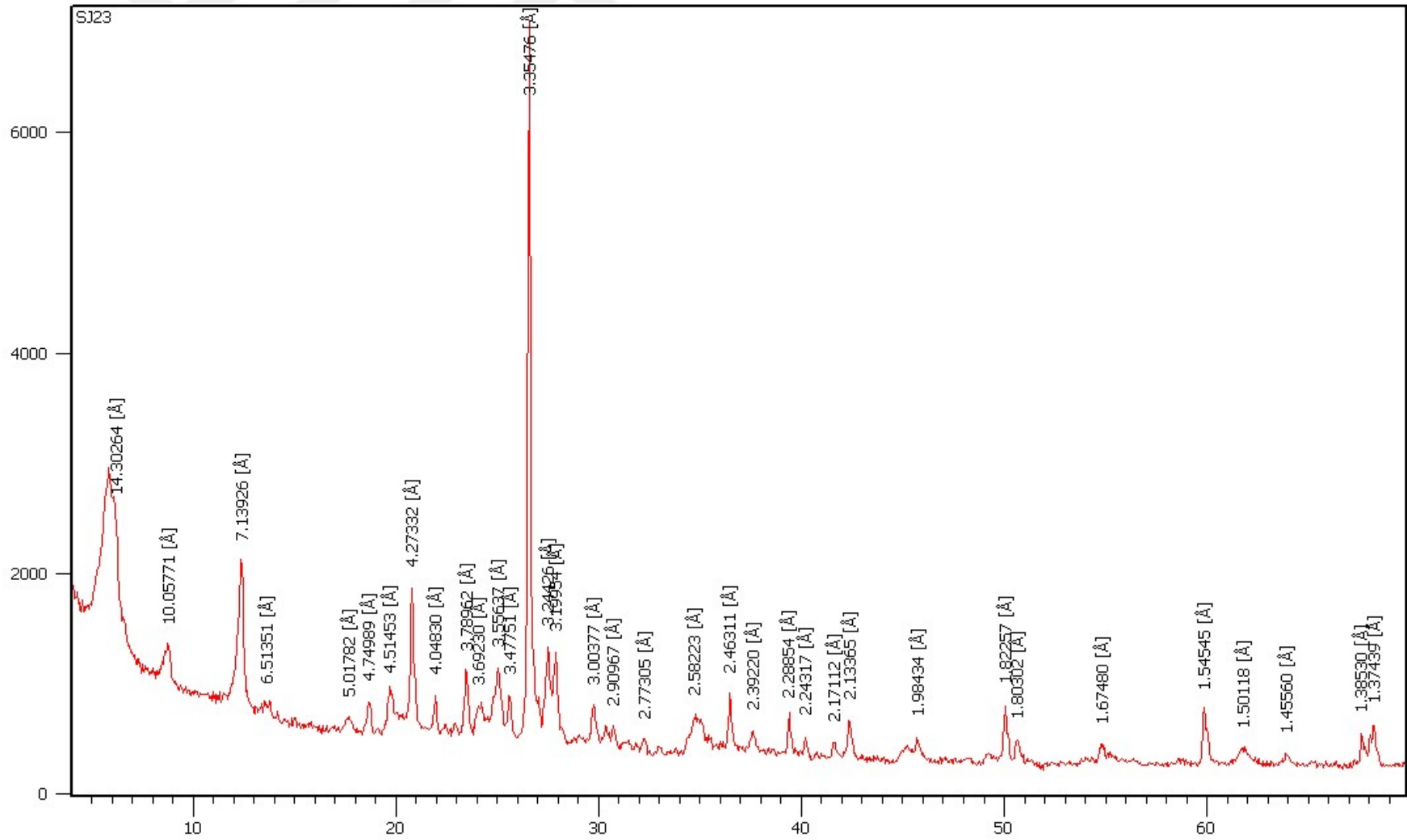
EK-2.56: SJ21 nolu örneğin XRD difraktomu



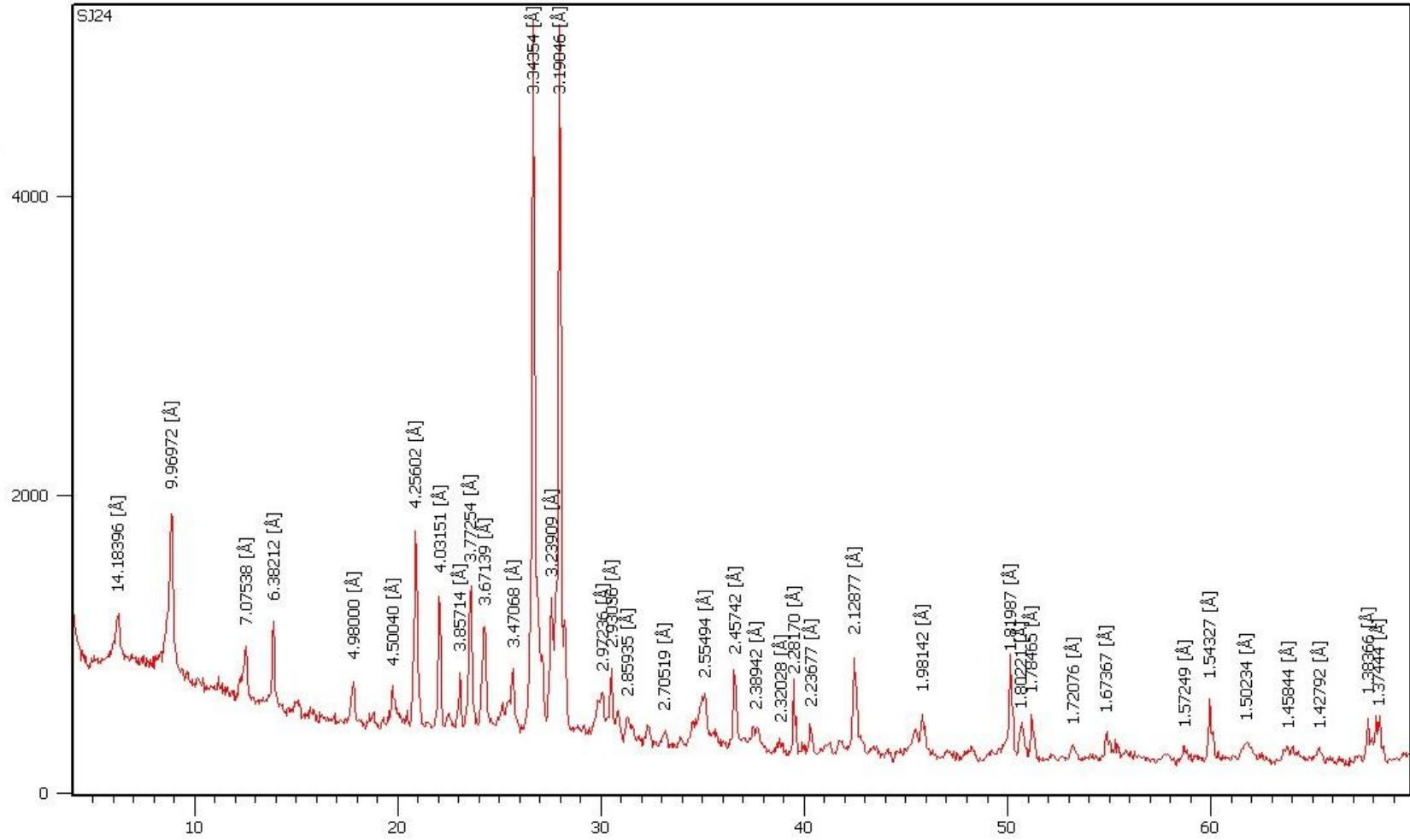
EK 2.57: SJ22 nolu örneğin XRD difraktomu



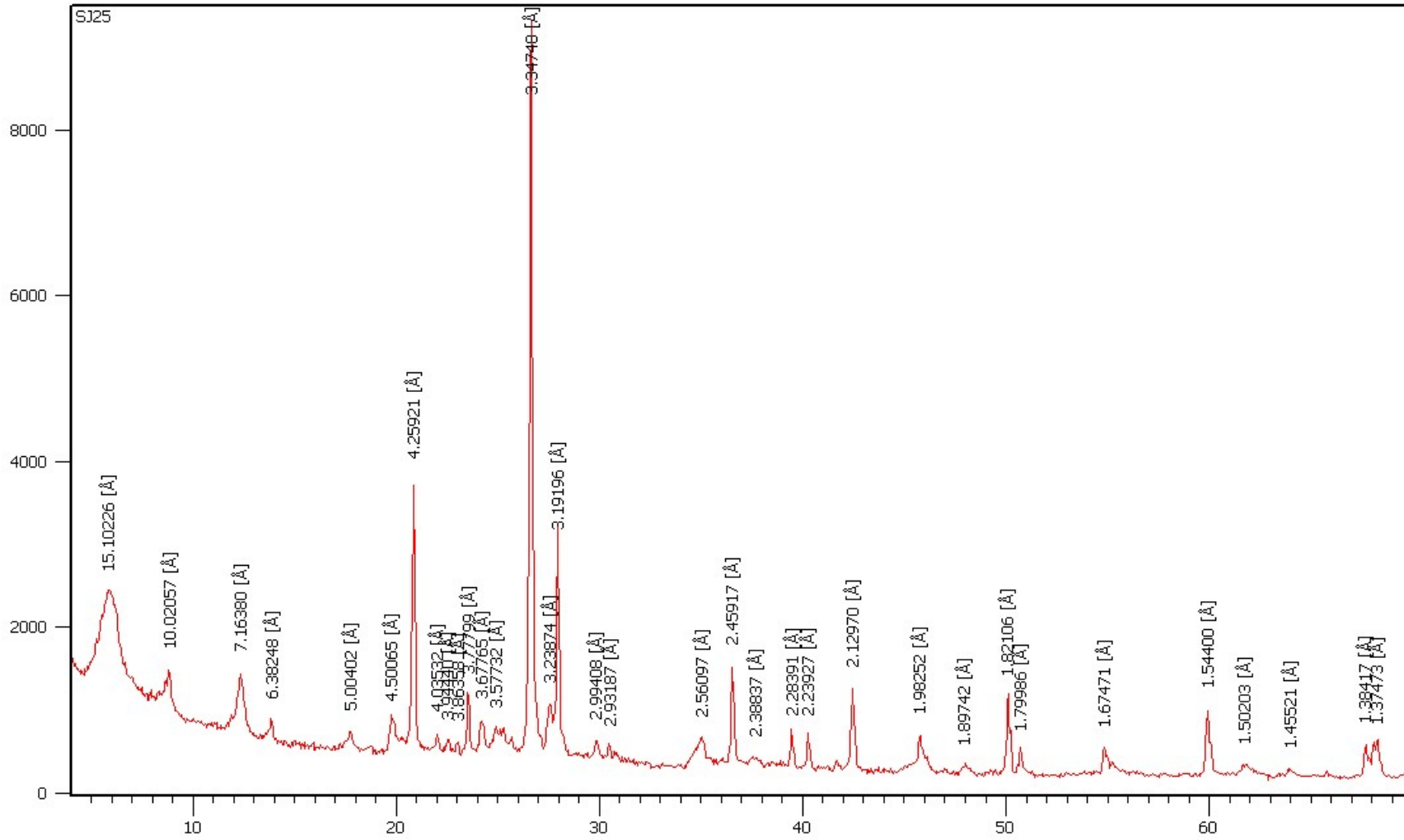
EK-2.58: SJ23 nolu örneğin XRD difraktomu



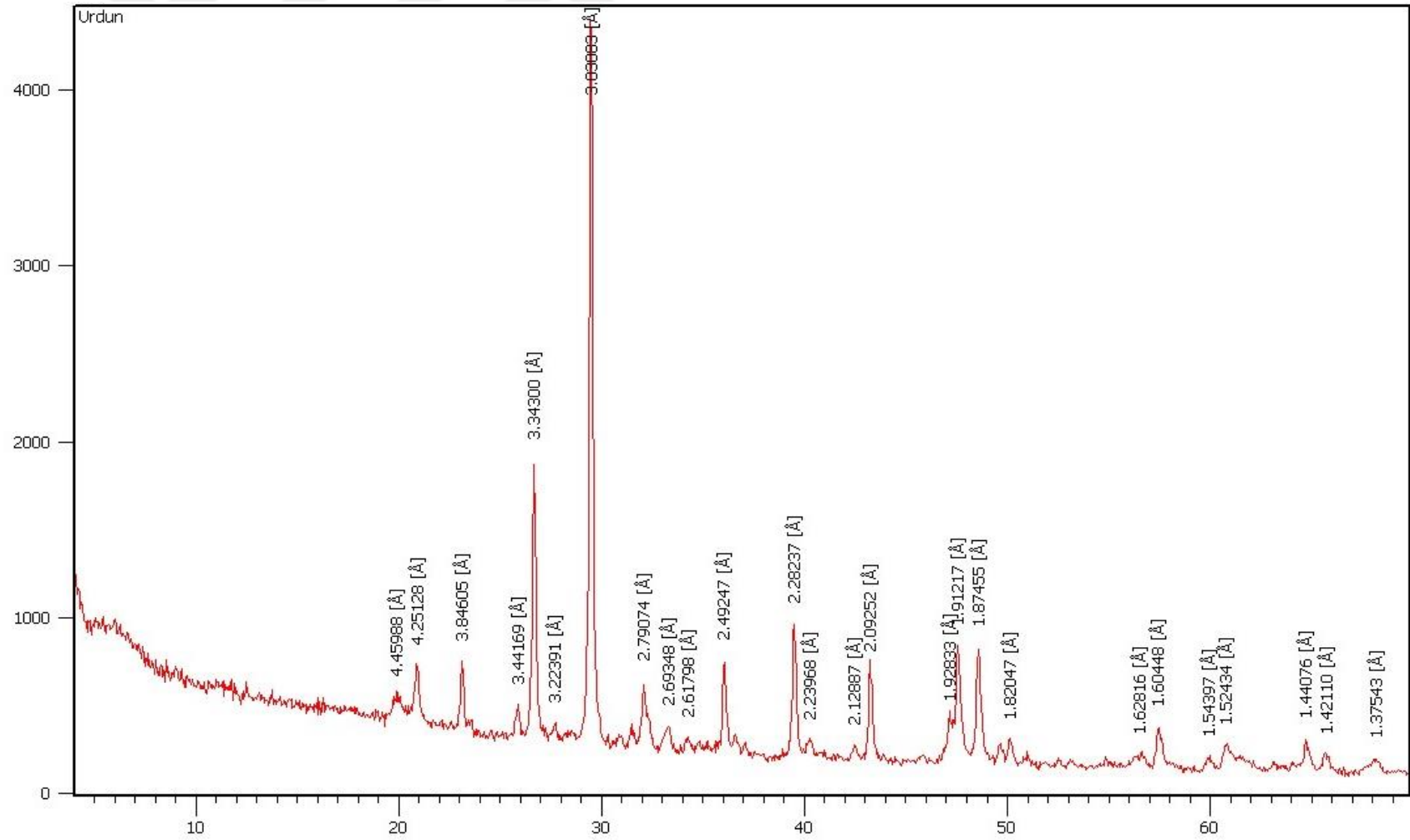
EK-2.59: SJ24 nolu örneğin XRD difraktomu



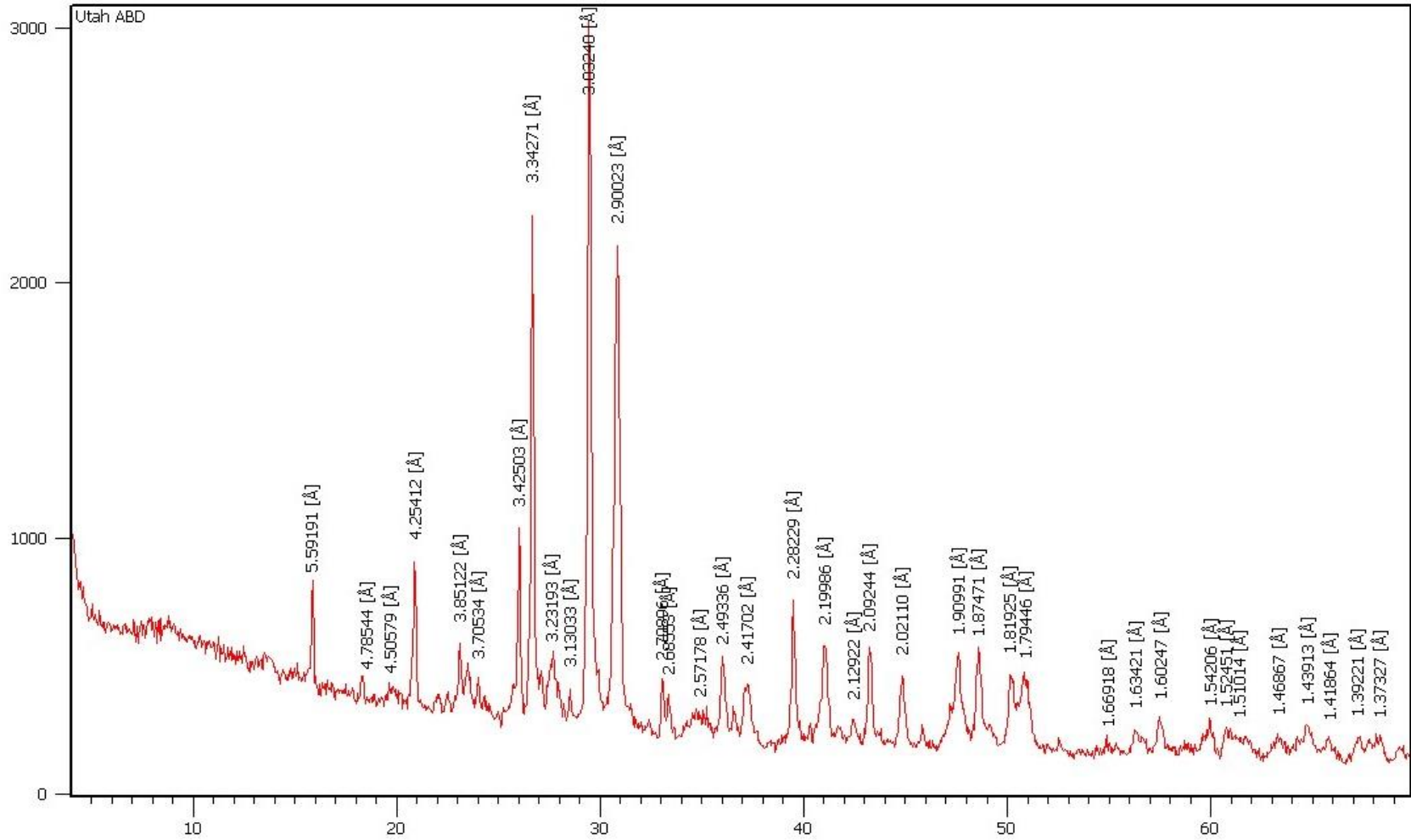
EK-2.60: SJ25 nolu örneğin XRD difraktomu



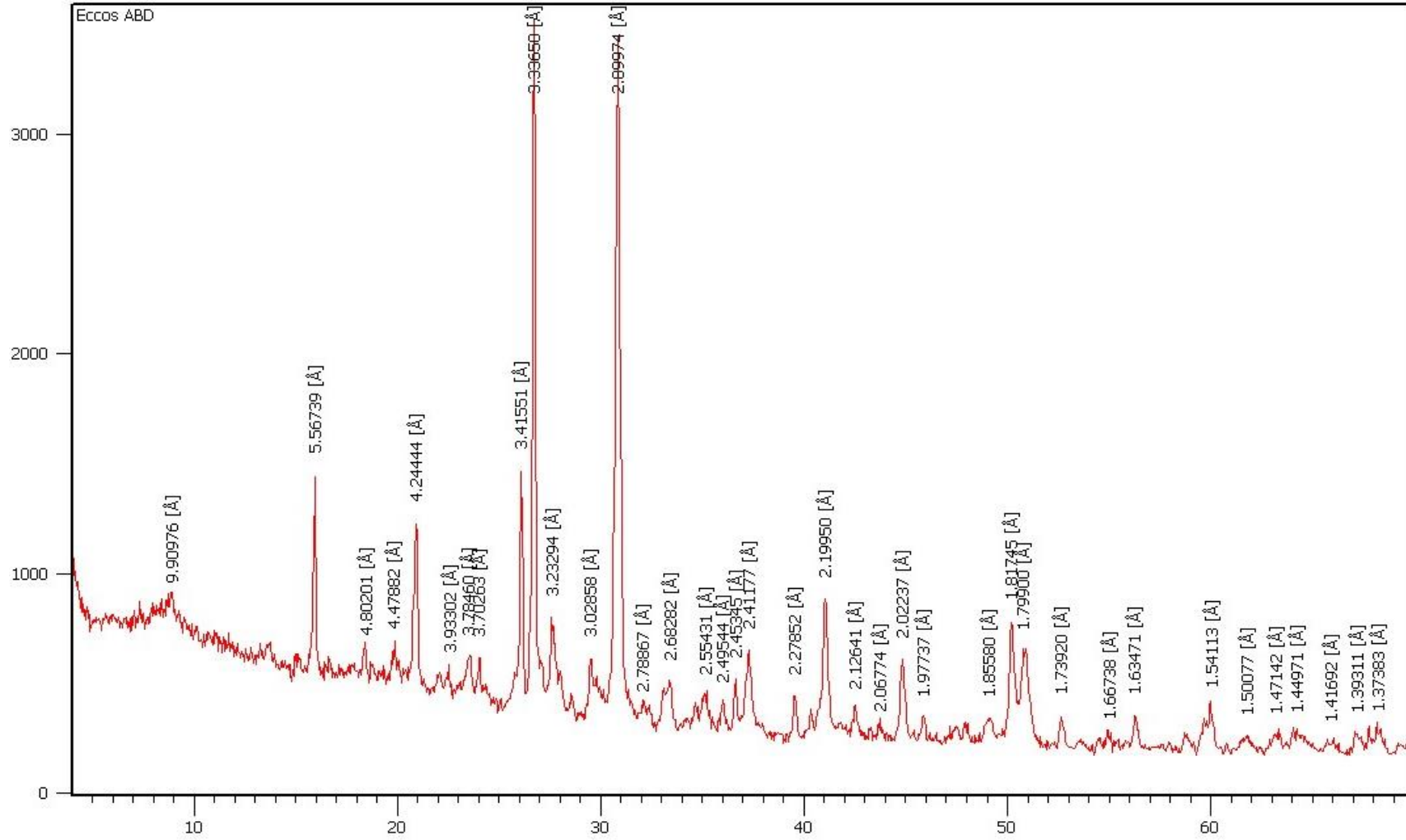
EK-2.61: Ürdün nolu örneğin XRD difraktomu



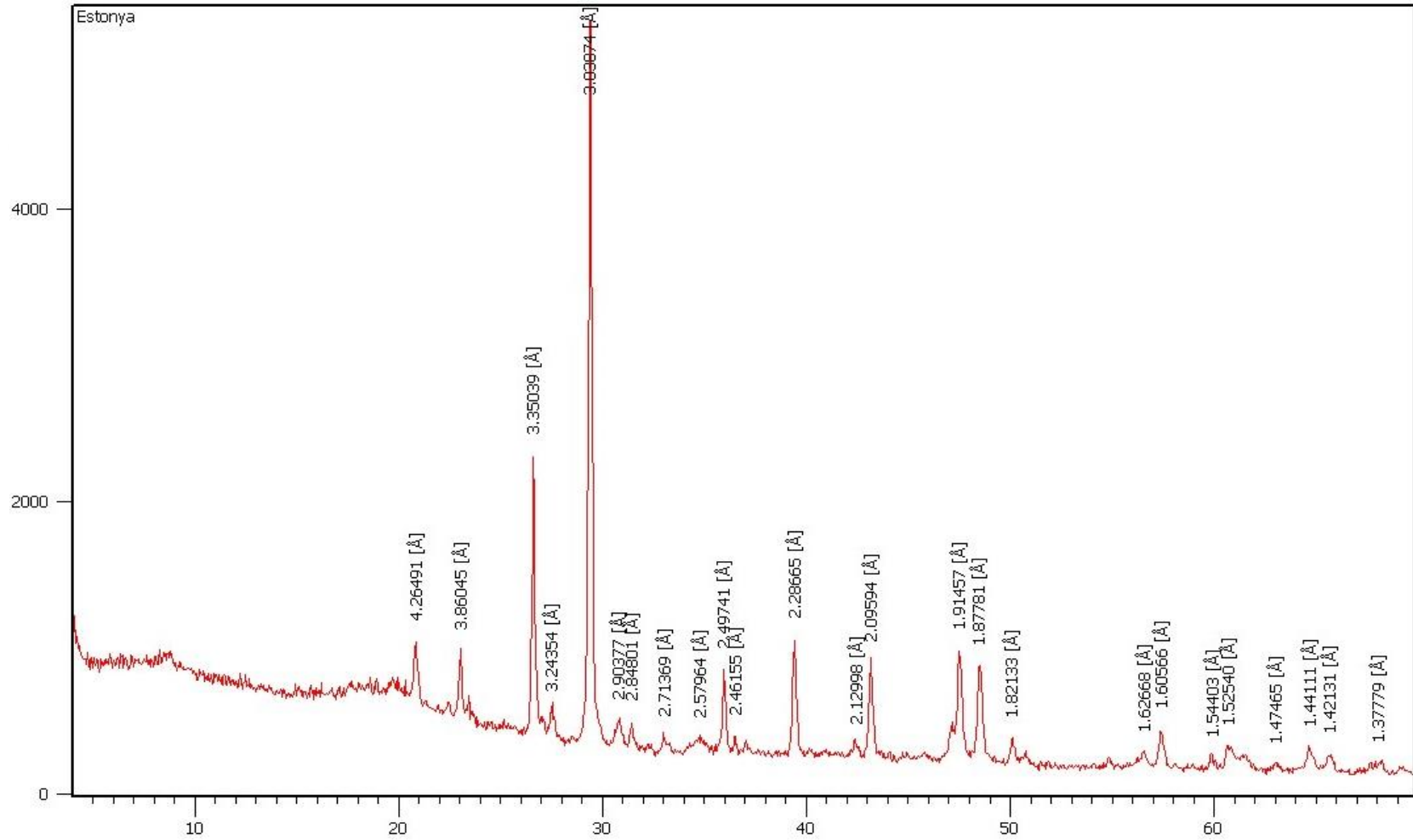
EK 2.62: Utah nolu örneğin XRD difraktomu



EK 2.63: Eccos nolu örneğin XRD difraktomu



EK 2.64: Estonya nolu örneğin XRD difraktomu



EK-3. Ç nolu örneğe ait tüm elementlerin korelasyon matrisi.

Correlation Matrix (R)																																																	
	Si	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Ti	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Rb	Sc	As	Be	Bi	Co	Cu	Ge	Mo	Nb	Ni	Pb	Sb	Ta	V	Zr	Hf	Zn	Sr	Cd	Cs	Th	U	Ga
Si	1.000	0.412	0.207	0.093	0.447	0.024	0.056	0.072	-0.294	0.691	-0.181	-0.018	-0.050	-0.078	-0.088	-0.157	-0.180	-0.146	-0.180	-0.416	-0.204	-0.182	-0.155	-0.143	-0.153	-0.168	-0.465	0.026	-0.001	0.000	0.063	-0.229	-0.275	0.059	0.480	-0.236	0.029	-0.143	0.421	0.023	0.173	0.032	-0.121	-0.089	-0.255	-0.261	-0.182	0.007	0.076
Al		1.000	-0.349	0.263	-0.582	-0.282	-0.082	-0.101	-0.007	0.139	0.310	0.370	0.337	0.277	0.261	0.211	0.199	0.211	0.239	-0.136	0.284	0.309	0.360	0.360	0.327	0.059	-0.320	0.359	0.528	0.000	0.295	0.202	0.041	0.658	0.832	-0.077	0.474	0.310	0.710	0.401	-0.455	-0.065	0.179	-0.065	0.078	0.116	0.262	0.416	0.468
Ca			1.000	0.220	0.090	0.201	0.150	0.156	0.381	-0.294	0.088	-0.037	-0.025	0.006	-0.001	0.031	0.043	0.030	0.059	-0.012	0.103	0.081	0.080	0.060	0.075	-0.271	0.247	0.135	-0.003	0.000	0.096	-0.010	0.201	-0.073	-0.403	-0.012	-0.085	0.243	-0.230	-0.127	-0.112	0.171	-0.107	0.806	-0.018	-0.267	-0.145	-0.057	0.005
Fe				1.000	-0.471	0.473	0.513	0.549	0.466	-0.654	0.435	0.230	0.215	0.186	0.282	0.185	0.210	0.216	0.271	0.125	0.406	0.405	0.443	0.435	0.449	-0.569	0.204	0.890	0.687	0.000	0.712	0.588	0.371	0.642	-0.168	0.492	0.358	0.682	-0.049	0.602	-0.319	0.338	0.434	0.365	0.365	-0.472	-0.422	0.348	0.215
K					1.000	0.204	0.011	0.046	-0.251	0.582	-0.508	-0.392	-0.378	-0.346	-0.359	-0.347	-0.360	-0.343	-0.410	-0.275	-0.498	-0.502	-0.533	-0.523	-0.510	-0.160	-0.068	-0.409	-0.576	0.000	-0.285	-0.458	-0.336	-0.655	-0.339	-0.163	-0.472	-0.526	-0.308	-0.431	0.660	0.084	-0.352	-0.070	-0.349	-0.318	-0.316	-0.444	-0.389
Mg						1.000	0.631	0.750	0.251	-0.352	-0.125	-0.238	-0.222	-0.193	-0.151	-0.142	-0.115	-0.145	-0.132	-0.098	-0.097	-0.120	-0.129	-0.124	-0.090	-0.330	0.654	0.335	-0.193	0.000	0.111	0.488	0.116	-0.242	-0.525	0.656	-0.229	-0.020	-0.505	0.240	-0.133	0.415	0.194	-0.124	-0.071	-0.504	-0.305	-0.216	-0.099
Mn							1.000	0.974	0.385	-0.292	-0.048	-0.107	-0.109	-0.094	-0.066	-0.080	-0.072	-0.079	-0.061	-0.087	-0.031	-0.045	-0.040	-0.035	-0.001	-0.180	0.242	0.502	-0.113	0.000	0.113	0.399	-0.033	-0.107	-0.292	0.442	-0.064	-0.063	-0.309	0.135	-0.134	0.407	0.063	-0.022	0.024	-0.179	-0.065	-0.085	-0.079
Na								1.000	0.441	-0.321	-0.074	-0.141	-0.143	-0.129	-0.095	-0.112	-0.102	-0.108	-0.094	-0.095	-0.060	-0.073	-0.070	-0.064	-0.032	-0.220	0.315	0.545	-0.130	0.000	0.140	0.508	-0.016	-0.128	-0.358	0.571	-0.096	-0.046	-0.349	0.191	-0.155	0.442	0.100	-0.054	0.018	-0.260	-0.136	-0.112	-0.082
P									1.000	-0.533	0.431	0.342	0.349	0.351	0.380	0.352	0.356	0.361	0.380	0.313	0.417	0.420	0.406	0.404	0.410	-0.216	0.254	0.614	0.135	0.000	0.083	0.599	0.428	0.065	-0.342	0.549	0.350	0.302	-0.188	0.404	-0.103	0.337	0.329	0.344	0.501	-0.208	-0.033	0.354	0.190
Ti										1.000	-0.491	-0.272	-0.288	-0.292	-0.353	-0.345	-0.374	-0.353	-0.406	-0.387	-0.493	-0.476	-0.474	-0.462	-0.490	0.211	-0.458	-0.510	-0.360	0.000	-0.247	-0.602	-0.582	-0.286	0.498	-0.546	-0.299	-0.542	0.389	-0.463	0.347	-0.147	-0.482	-0.226	-0.488	0.088	0.087	-0.319	-0.136
Y											1.000	0.944	0.942	0.934	0.970	0.920	0.929	0.935	0.961	0.405	0.994	0.997	0.993	0.994	0.989	-0.234	0.087	0.447	0.562	0.000	0.048	0.367	0.850	0.436	0.126	0.148	0.944	0.668	0.188	0.748	0.016	0.116	0.583	0.265	0.829	-0.165	0.042	0.962	0.372
La												1.000	0.996	0.987	0.982	0.959	0.951	0.967	0.966	0.337	0.947	0.955	0.944	0.950	0.933	-0.072	-0.048	0.303	0.437	0.000	-0.108	0.278	0.734	0.331	0.249	0.107	0.951	0.527	0.297	0.662	0.107	0.056	0.502	0.141	0.775	-0.044	0.159	0.974	0.323
Ce													1.000	0.994	0.983	0.976	0.969	0.980	0.978	0.340	0.950	0.955	0.939	0.943	0.925	-0.067	-0.012	0.299	0.412	0.000	-0.121	0.266	0.755	0.298	0.223	0.027	0.935	0.498	0.276	0.647	0.110	0.072	0.497	0.147	0.776	-0.039	0.195	0.959	0.321
Pr														1.000	0.981	0.987	0.981	0.987	0.983	0.367	0.949	0.950	0.928	0.932	0.916	-0.066	0.028	0.254	0.362	0.000	-0.162	0.251	0.765	0.239	0.183	0.015	0.908	0.465	0.247	0.614	0.138	0.079	0.496	0.146	0.780	-0.046	0.212	0.940	0.297
Nd															1.000	0.965	0.965	0.975	0.980	0.402	0.973	0.976	0.958	0.965	0.957	-0.173	0.052	0.338	0.422	0.000	-0.105	0.307	0.804	0.287	0.140	0.098	0.946	0.540	0.184	0.713	0.164	0.137	0.565	0.152	0.837	-0.127	0.090	0.970	0.320
Sm																1.000	0.998	0.992	0.992	0.394	0.947	0.940	0.908	0.910	0.895	-0.054	0.121	0.245	0.319	0.000	-0.172	0.264	0.796	0.184	0.122	0.060	0.859	0.423	0.168	0.587	0.125	0.132	0.483	0.142	0.768	-0.048	0.264	0.896	0.272
Eu																	1.000	0.991	0.994	0.395	0.956	0.948	0.915	0.917	0.903	-0.077	0.159	0.256	0.327	0.000	-0.161	0.277	0.821	0.188	0.102	0.084	0.857	0.438	0.142	0.604	0.117	0.146	0.495	0.146	0.768	-0.065	0.252	0.893	0.276
Gd																		1.000	0.989	0.382	0.955	0.951	0.924	0.926	0.910	-0.083	0.095	0.262	0.361	0.000	-0.138	0.259	0.793	0.210	0.101	0.060	0.875	0.479	0.171	0.596	0.142	0.105	0.464	0.147	0.776	-0.056	0.206	0.915	0.197
Tb																			1.000	0.396	0.979	0.974	0.948	0.950	0.938	-0.112	0.130	0.314	0.394	0.000	-0.109	0.305	0.835	0.261	0.119	0.099	0.896	0.505	0.161	0.648	0.082	0.141	0.519	0.183	0.793	-0.082	0.205	0.927	0.317
Dy																				1.000	0.412	0.401	0.379	0.377	0.394	-0.135	0.036	0.095	0.138	0.000	-0.049	0.240	0.263	0.067	-0.152	0.062	0.296	0.141	-0.077	0.219	0.044	0.146	0.586	0.036	0.753	-0.104	-0.048	0.357	0.073
Ho																					1.000	0.997	0.986	0.987	0.981	-0.203	0.144	0.410	0.507	0.000	0.002	0.364	0.858	0.378	0.112	0.148	0.924	0.625	0.160	0.723	0.011	0.145	0.570	0.244	0.817	-0.147	0.102	0.946	0.353
Er																						1.000	0.993	0.994	0.988	-0.197	0.110	0.417	0.530	0.000	0.013	0.368	0.848	0.404	0.135	0.140	0.941	0.640	0.193	0.734	0.012	0.114	0.574	0.243	0.821	-0.144	0.088	0.959	0.367
Tm																							1.000	0.998	0.992	-0.202	0.077	0.442	0.581	0.000	0.059	0.375	0.822	0.464	0.169	0.127	0.949	0.680	0.238	0.744	-0.031	0.087	0.576	0.265	0.811	-0.151	0.059	0.963	0.372
Yb																								1.000	0.995	-0.198	0.081	0.437	0.567	0.000	0.040	0.385	0.819	0.452	0.172	0.136	0.957	0.673	0.226	0.760	-0.013	0.095	0.581	0.237	0.813	-0.151	0.052	0.969	0.377
Lu																									1.000	-0.227	0.103	0.437	0.557	0.000	0.037	0.396	0.822	0.439	0.130	0.160	0.948	0.682	0.175	0.769	-0.014	0.092	0.602	0.230	0.822	-0.171	0.019	0.958	0.380
Rb																										1.000	-0.080	-0.514	-0.418	0.000	-0.537	-0.141	-0.221	-0.290	0.275	-0.289	-0.191	-0.422	0.156	-0.401	-0.213	-0.286	-0.410	-0.358	-0.312	0.805	0.646	-0.172	-0.137
Sc																											1.000	0.049	-0.261	0.000	-0.175	0.447	0.351	-0.340	-0.458	0.596	-0.088	0.003	-0.527	0.266	-0.170	0.351	0.163	-0.124	0.030	-0.176	0.092	-0.093	0.025
As																											1.000	0.597	0.000	0.615	0.597	0.365	0.574	-0.031	0.536	0.444	0.523	0.057	0.642	-0.224	0.444	0.417	0.337	0.429	-0.408	-0.281	0.411	0.359	
Be																											1.000	0.000	0.792	0.196	0.342	0.956	0.228	-0.039	0.														

Ek-5.1. Ç nolu örneklerin derinliğe bağlı mineral içeriği ve PAAS'a Normalize Element Zenginleşmeleri

Ç nolu sondajın tip kesiti			Örnek no	D (m)	Mineraller	Zenginleşen Elementler
	<p>Ölçeksiz</p>	<p>Açıklamalar</p>	Ç.2	18	Kuvars,Feldispat, Pirit, Klorit Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
			Ç.3	19	Kuvars,Feldispat, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
			Ç.4	20	Kuvars, Kalsit, Pirit, Klorit Mika/illit	Ti, P,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
			Ç.5	21	Kuvars, Kalsit, Pirit, Klorit Mika/illit	Ca, Ti,Cr, U, Th, Pb
			Ç.7	23	Kuvars, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Fe, Ca, Ti, P, Mn,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
			Ç.8	25	Kuvars,Feldispat, Kalsit, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Fe, Ca, Ti, Mn,Cr, U, Th, Sr, Y, Mo, Pb, Zn
			Ç.9	26	Kuvars,Feldispat, Kalsit, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Ti, P,Cr, U, Th, Sr, Y, Mo, Pb, Zn
			Ç.10	28	Kuvars,Feldispat, Pirit, Kaolinit,	Ti,Cr, U, Th, Y, Mo, Pb, Zn
			Ç.11	29	Kuvars, Pirit, Klorit Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb
			Ç.12	30	Kuvars, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Ti, Mn,Cr, U, Th, Mo, Pb, Zn
			Ç.14	32	Kuvars,Feldispat, Dolomit, Pirit, Kaolinit, Klorit Mika/illit	Ca, Ti, P,Cr, U, Th, Sr, Y, Pb
			Ç.16	34	Kuvars,Feldispat, Dolomit, Kaolinit, Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb
			Ç.17	35	Kuvars,Feldispat, Kalsit, Dolomit, Pirit, Kaolinit, Klorit Mika/illit	Ca, Ti,Cr, U, Th, Sr, Mo, Pb
			Ç.18	36	Kuvars,Feldispat, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Pb
			Ç.19	37	Kuvars,Feldispat, Kalsit, Pirit, Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Pb
			Ç.20	37,5	Kuvars,Feldispat, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Fe, Ca, Ti, Mn,Cr, U, Th, Mo, Pb
			Ç.21	38	Kuvars, Kalsit, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Ca, Ti,Cr, U, Th, Sr, Pb
			Ç.22	39	Kuvars, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb
			Ç.23	40	Kuvars, Kaolinit, Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Pb
			Ç.25	43	Kuvars,Feldispat, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Pb
			Ç.27	45	Kuvars, Pirit, Kaolinit, Mika/illit	Ti,Cr, U, Th, Sr, Mo, Pb
Ç.28	46	Kuvars, Kaolinit,	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb			
Ç.29	47	Kuvars, Kaolinit,	Ti, P, U, Th, Y, Mo, Pb, Zn			
Ç.31	50	Kuvars, Kalsit, Dolomit, Pirit, Kaolinit	Ti, U, Th, Mo, Pb, Zn			
Ç.32	50	Kuvars,Feldispat, Pirit, Kaolinit,	Ti, U, Th, Mo, Pb			
Ç.33 a	52	Kuvars, Pirit, Kaolinit,	Fe, Ti, U, Sr, Mo, Pb			
Ç.33 b	53	Kuvars, Kaolinit	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb			
Ç.34	56	Kuvars,Feldispat, Kaolinit,	Ti,Cr, U, Th, Mo, Pb			

EK-5.2. SJ nolu örneklerin derinliğe bağlı mineral içeriği ve PAAS'a normalize element zenginleşmeleri

SJ nolu sondajın tip kesiti			Örnek no	D (m)	Mineraller	Zenginleşen Elementler
<p>Kalınlık</p> <p>10</p> <p>25</p> <p>91</p> <p>93</p> <p>95</p> <p>95,5</p> <p>96</p> <p>96,5</p> <p>100</p> <p>110</p> <p>115</p> <p>118</p> <p>129</p> <p>135</p>	<p>Litoloji</p> <p>YüzeY Toprağı</p> <p>Gri renkte kilitaşı</p> <p>Gri renkte bitümlü şeyl</p> <p>Kömür</p> <p>Bitümlü şeyl</p> <p>İnce taneli kumtaşı</p> <p>Killi kömür</p> <p>İnce taneli kumtaşı</p> <p>Bitümlü şeyl</p> <p>Killi kömür</p> <p>İnce taneli kumtaşı</p> <p>Killi kömür</p> <p>İnce taneli kumtaşı</p> <p>Diyorit</p>	<p>Açıklamalar</p>	SJ.1	30	Kuvars, feldispat, Jips, Klorit, Mika/illit	Si, Ca, Na, K, P, Cr, U, Th, Sr, Pb
			SJ.2	36	Kuvars, feldispat, kalsit, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	Si, Ca, K, P, Mn, Cr, U, Th, Sr, Mo, Pb
			SJ.3	40	Kuvars, kalsit, Klorit, Mika/illit	Si, Fe, Mg, Ca, P, Mn, Cr, U, Th, Co, Ga, Hf, Sr, Pb, Zn
			SJ.4	53	Kuvars, feldispat, kalsit, Kaolinit, Mika/illit	Si, Fe, Mg, Ca, K, P, Mn, Cr, U, Th, Hf, Sr, Zr, Y, Pb, Zn
			SJ.5	54	Kuvars, feldispat, kalsit, Kaolinit, Mika/illit	Si, Ca, Na, K, P, Mn, Cr, U, Th, Co, Cs, Sr, Y, Pb
			SJ.6	60	Kuvars, feldispat, kalsit, Klorit, Mika/illit	Si, Mg, Ca, Na, K, P, Cr, U, Th, Hf, Sr, Pb, Zn
			SJ.7	67	Kuvars, feldispat, kalsit, Klorit, Mika/illit	Si, Mg, Ca, Na, P, Mn, Cr, U, Th, Hf, Sr, Y, Mo, Cu, Pb, Zn
			SJ.8	68	Kuvars, feldispat, kalsit, Klorit, Mika/illit	Si, Fe, Mg, Ca, Na, K, P, Mn, Cr, U, Th, Sr, Y, Pb
			SJ.9	80	Kuvars, feldispat, kalsit, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	Si, Fe, Cr, U, Th, Cs, Pb
			SJ.10	81	Kuvars, feldispat, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	Cr, U, Th, Cs, Sr, Mo, Pb, Zn
			SJ.11	82	Kuvars, feldispat, kalsit, Klorit, Mika/illit	Ca, Mn, Cr, U, Th, Cs, Sr, Mo, Pb
			SJ.12	83	Kuvars, feldispat, Pirit, Jips, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	Cr, U, Th, Cs, Sr, Y, Mo, Pb, Zn
			SJ.13	85	Kuvars, feldispat, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	Cr, U, Th, Cs, Pb
			SJ.14	86	Kuvars, feldispat, Kaolinit, Klorit, Mika/illit, Simektit	Si, K, Cr, U, Th, Sr, Pb
			SJ.15	88	Kuvars, feldispat, Pirit, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	Si, Na, K, P, Cr, U, Th, Sr, Mo, Pb
			SJ.16	88,5	Kuvars, feldispat, Kaolinit, Klorit, Mika/illit, Simektit	Cr, U, Th, Cs, Sr, Pb
			SJ.17	90	Kuvars, feldispat, Klorit, Mika/illit	Cr, U, Th, Cs, Sr, Pb
			SJ.18	90,5	Kuvars, feldispat, Kaolinit, Klorit, Mika/illit, Simektit	Cr, U, Th, Cs, Sr, Pb
			SJ.19	91	Kuvars, feldispat, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	K, P, Cr, Th, Cs, Sr, Pb
			SJ.20	93	Kuvars, feldispat, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	P, Cr, U, Th, Cs, Sr, Y, Pb
			SJ.21	94	Kuvars, feldispat, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	Si, Na, K, P, Cr, U, Th, Cs, Sr, Mo, Pb
			SJ.22	95	Kuvars, feldispat, Kaolinit, Klorit, Mika/illit	Si, Na, K, P, Cr, Th, Cs, Sr, Mo, Pb
			SJ.23	96	Kuvars, feldispat, kalsit, Kaolinit, Klorit, Mika/illit, Simektit	Na, P, Cr, Th, Cs, Sr, Pb
			SJ.24	98	Kuvars, feldispat, kalsit, Pirit, Klorit, Mika/illit	Si, Na, K, P, Cr, Th, Sr, Pb
			SJ.25	100	Kuvars, feldispat, kalsit, Kaolinit, Klorit, Mika/illit, Simektit	Si, Cr, U, Th, Sr, Y, Pb

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Ankara'da doğan Zübeyde Deniz EKİNCİ orta ve lise öğrenimini sırasıyla Köşklüdere İlkokulu, Kayaş Ortaokulu ve Çankaya 50. Yıl Lisesi'nde tamamlamıştır. 2000 yılında kazandığı Niğde Üniversitesi Aksaray Kampüsü Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümünü 2006 yılında başarıyla bitirmiştir.

2011 yılından itibaren MTA Genel Müdürlüğü MAT Dairesi Mineroloji Petrografi Koordinatörlüğü'nde Jeoloji Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki çocuk annesidir.

İletişim Bilgileri

Adres : MTA Genel Müdürlüğü Üniversiteler Mahallesi No:139 Karot Binası A-12

Telefon : 0 (507) 3737523

İş : 0 (312) 201 27 03

E-posta : denizekinci06@hotmail.com