

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İĞDECİK YÖRESİ (ISPARTA) EOSEN YAŞLI KİL
YATAKLARININ ENDÜSTRİYEL HAMMADDE OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

ERDEM BOR

Danışman: Prof. Dr. Nevzat ÖZGÜR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2008**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma, jürimiz tarafından JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda oybirliği/oyçokluğu ile YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Nevzat Özgür



Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü

Üye : Prof. Dr. Fuzuli Yağmurlu



Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü

Üye : Prof. Dr. Güleren Alsancak



Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü

ONAY

Bu tez 28/07/2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

.../.../2008

Prof. Dr. Fatma KOYUNCU
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Türkiye Maden Potansiyeli Açısından Killerin Yeri	1
1.3. Killerin Kullanım Alanları.....	5
2. KAYNAK BİLGİSİ.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. İnceleme Alanının Yeri.....	14
3.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü.....	14
3.1.3. Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım.....	14
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Örnek Alımı ve Örneklerin Analize Hazırlanması.....	15
3.2.2. Analiz Yöntemleri.....	16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	18
4.1. Bölgesel Jeoloji.....	18
4.2. Jeoloji.....	20
4.2 1. Stratigrafi ve Petrografi.....	20
4.2.1.1. Kayıköy Formasyonu (T _{Ka}).....	22
4.2.1.2. İncesu Formasyonu (T _{In}).....	28
4.2.1.3. Alüvyon (Q _a) ve Yamaç Molozları (Q _y).....	30
4.3. Kil Mineralojisi.....	30
4.3.1. XRD Tüm Kayaç Analizleri(XRD-TK).....	30
4.3.2. XRD Kil Fraksiyonu Analizleri (XRD-KF).....	34

4.3.3. Termal Analiz (TG/DTA) Çalışmaları.....	45
4.4. Jeokimya.....	50
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	52
6. KAYNAKLAR.....	55
EKLER.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	60

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İĞDECİK YÖRESİ (ISPARTA) EOSEN YAŞLI KİL YATAKLARININ ENDÜSTRİYEL HAMMADDE OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Erdem BOR

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri: Prof. Dr. Nevzat Özgür (Danışman)
Prof. Dr. Fuzuli Yağmurlu
Prof. Dr. Güleren Alsancak

Çalışma alanı Isparta ilinin kuzeybatısında bulunan İğdecik Köyü ve Gönen ilçesi arasında yer almaktadır. Yaklaşık 25 km²'lik bir alanı kapsayan bu çalışma alanı 1:25.000 ölçekli Isparta M-24 b-2 paftası içerisinde bulunmaktadır. İnceleme alanında stratigrafik olarak Orta-Üst Eosen yaşlı Kayıköy formasyonu ve bu birimin üzerini uyumlu bir şekilde üstleyen Oligosen yaşlı İncesu konglomeraları yer almaktadır. Kuvarterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonlar konglomeraları uyumsuz bir şekilde örtmektedir.

Çalışmanın esas amacını teşkil eden Kayıköy formasyonuna ait iki adet kil lokasyonunda ölçülü stratigrafik kesitler alınarak sistematik örneklemeler yapılmıştır. Alınan kayaç örneklerinin tümünde XRD-TK analizleri gerçekleştirilmiştir. Seçilen 6 örnekte ise XRD-TK analizleri yanında XRD-KF, DTA ve jeokimyasal analizler yapılmıştır. Yapılan XRD analizleri sonucunda örneklerin tümünde ortak mineraller olarak İllit, simektit, kalsit, kuvars ve klorit tespit edilmiştir. Bazı örneklerde diğer mineral fazları olarak serpantin, dolomit, ankerit ve feldispat mineralleri gözlenmiştir. DTA analizleri XRD sonuçları ile paralellik göstermekte olup İllit, simektit, klorit ve serpantin gibi minerallerin varlığı belirlenmiştir. Jeokimyasal analizlerden elde edilen veriler ışığında tüm örneklerde SiO₂ değerlerinin istenilen değerden (max: % 31) oldukça yüksek, Al₂O₃ değerlerinde I2-18 örneği haricinde standartlardan (max: % 4) daha düşük olduğu gözlenmiştir. Buna karşın MgO ve alkali (Na₂O ve K₂O) değerleri Türk çimento fabrikalarında kabul edilebilir sınırlar (Max: % 5 ve max: % 2) içerisinde yer almaktadır. Yapılan modül hesaplamalarında ise silikat modülleri (SM.) 5.75-14.41 arasında bulunmaktadır ve bu değerler standartlarda 1.9-3.2, Türk çimento fabrikalarında ise 2.2-2.6 arasında olması istenen değerlerin oldukça üstündedir. Alüminyum modülü (AM.) örneklerde 1.03-1.68 arasında olup I1-13 ve I2-1 örnekleri haricinde kabul edilebilir değerler (1.5-2.5) arasındadır.

Tüm jeokimyasal ve mineralojik sonuçlar biraraya getirildiğinde, standart değer aralıklarından oldukça yüksek olan silikat modüllerinin demir ve alüminyum katkılarıyla zenginleştirilerek uygun hale getirilebileceği ve böylece araştırılan killerin çimento hammaddesi olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda bu killerin alüminyum ve demir cevheri katkılarıyla birlikte kalkerli bir hammadde ile karıştırılarak deneysel amaçlı bir portland çimentosu üretimi kesin bir sonuç için faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İğdecik Köyü, Kil, Çimento, Endüstriyel hammadde, XRD, DTA

2008, 60 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF USE OF EOSENE CLAY DEPOSITS IN İĞDECİK AREA (ISPARTA) AS AN INDUSTRIAL RAW MATERIAL

Erdem BOR

**Süleyman Demirel University Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Geological Engineering**

Thesis Committee: Prof. Dr. Nevzat Özgür (Supervisor)
Prof. Dr. Fuzuli Yağmurlu
Prof. Dr. Güleren Alsancak

The study area is located between İğdecik and Gönen in the NW of Isparta. This study area covering an area of nearly 25 km² occur in M-24b-2 section of the 1:25 000 scale topographic map. Kayıköy formation in middle-upper Miocene age is conformably overlain by Oligocene İncesu conglomerates. İncesu Conglomerates are overlain unconformably by Quaternary alluvium and slope wash deposits.

From bottom to top, measured stratigraphic sections have been taken and systematic samplings have been performed at two clay outcrops in the Kayıköy formation. XRD-TK analyzes of all samples and additionally XRD-KF, DTA, geochemical analysis of selected 6 samples have been carried out at the Research and Application Centre for Geothermal Energy, Groundwater and Mineral resources. XRD analyses show that illite, smectite, calcite, quartz, chlorite are common minerals in the samples. In addition to other mineral phases, serpentine, dolomite, ankerite and feldspar minerals are observed in some samples. Results of XRD and DTA analyses confirm each other that samples include illite, smectite, chlorite, serpentine. It has been observed that SiO₂ content of all samples are higher than the acceptable value (max:% 31) but Al₂O₃ contents are lower, except for Sample 12-18, than the standarts (max:% 4). On the other hand, MgO and alkali (Na₂O and K₂O) contents varies in the acceptable limites (max:% 5 and max:% 2) of Turkish Cement Factories. Silicate modules (SM.) varies between 5.75-14.41 and these values higher than that of standarts (1.9-3.2) and Turkish Cement Factories (2.2-2.6). Aluminium module (A.M.) varies between 1.03-1.68 and can be interpreted as acceptable values, except for Sample I1-13 and 12-10.

By the interpretation of geochemical and mineralogical data, silica modules, are higher than standart value ranges, can be made suitable by enrichment with aluminium and iron materials so that the clay deposits in the investigated area might be used as cement raw materials. Furthermore, these clay deposits might be used as product of experimental portland cement by mixing with limestones and raw materials containing aluminium and iron.

Key Words: Village of İğdecik, Clay, Cement, Industrial Raw Material, XRD, DTA

2008, 60 pages

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenen 1538-YL-07 nolu “İğdecik Yöresi (Isparta) Eosen Yaşlı Kil Yataklarının Endüstriyel Hammadde Olarak Kullanılabilirliği” isimli araştırma projesi kapsamında, Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde gerçekleştirilmiştir. Tez çalışmalarım boyunca tüm çalışma olanaklarını sağlayan ve tezin hazırlanmasında görüş ve önerileriyle desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Nevzat Özgür’e teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımda bilimsel yönden destek olan ve tez süresince değerli görüş ve katkılarından faydalandığım Sayın Prof. Dr. Fuzuli Yağmurlu’ya, petrografik ince kesit incelemelerinde verdikleri katkılardan dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Ömer Elitok ve Yrd. Doç. Dr. Şemsettin Caran’a teşekkür borçluyum. Örneklerin jeokimyasal analizlerini gerçekleştiren Sayın Öğr. Gör. Dr. Selma (Altinkale) Demer ve Jeoloji Mühendisi Ümit Memiş ile ölçülü stratigrafik kesitlerin çizimlerinde destek olan Arş. Gör. Menekşe Zerener’e teşekkürlerimi sunarım. Ölçülü stratigrafik kesitlerin alımında birlikte çalıştığım Jeoloji Mühendisliği Bölümü lisans öğrencileri Kadir Konar, Özlem Albayrak ve Özer Tayboğa’ya teşekkür ederim.

Analiz sonuçlarımın çimentoya uygunluğu ile ilgili bilgiler veren Maden Müh. Yasemin Çankaya’ya (Göлтаş Çimento A.Ş.), XRD analiz sonuçlarının değerlendirilmesindeki katkılarından dolayı Arş. Gör. Dr. Zeynel Başbüyük’e (Cumhuriyet Üniversitesi) ve Diferansiyel termal analiz sonuçlarının yorumlanmasında katkıları olan Sayın Prof. Dr. Muazzez Çelik Karakaya’ya (Selçuk Üniversitesi) teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca sundukları maddi ve manevi katkılarla desteklerini esirgemeyen aileme şükranlarımı sunarım.

Erdem BOR
ISPARTA, 2008

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Türkiye kil yatakları haritası.....	2
Şekil 1.2 Çimento oluşum prosesleri.....	6
Şekil 3.1 Çalışma alanını gösterir yer bulduru haritası.....	15
Şekil 4.1 Isparta büklümü yapısal haritası.....	18
Şekil 4.2 Isparta büklümü oluşum şeması.....	20
Şekil 4.3 Çalışma bölgesine ait genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesit.....	21
Şekil 4.4 Kayıköy formasyonun çalışma bölgesinin güneyindeki yayılımı.....	22
Şekil 4.5 Kayıköy formasyonuna ait kumtaşlarında gözlenen diyabaz, çört ve kireçtaşı taneleri.....	23
Şekil 4.6 Kayıköy formasyonuna ait kumtaşlarında gözlenen serpantin, çört ve kireçtaşı taneleri.....	24
Şekil 4.7 Kayıköy formasyonuna ait killi kireçtaşlarında gözlenen çört, kireçtaşı, hematit ve muskovit taneleri.....	24
Şekil 4.8 I-1 lokasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit.....	26
Şekil 4.9 I-2 lokasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit	27
Şekil 4.10 İncesu formasyonundan bir görünüm.....	28
Şekil 4.11 İncesu formasyonuna ait konglomeralarda gözlenen serpantin,çört ve kireçtaşı taneleri.....	29
Şekil 4.12 İncesu formasyonuna ait konglomeralarda gözlenen çört ve kireçtaşı taneleri.....	29
Şekil 4.13 I1-1 örneğine ait XRD-TK difraktomu.....	31
Şekil 4.14 I1-13 örneğine ait XRD-TK difraktomu.....	31
Şekil 4.15 I1-25 örneğine ait XRD-TK difraktomu.....	32
Şekil 4.16 I2-1 örneğine ait XRD-TK difraktomu.....	32
Şekil 4.17 I2-10 örneğine ait XRD-TK difraktomu.....	33
Şekil 4.18 I2-18 örneğine ait XRD-TK difraktomu.....	33
Şekil 4.19 I1-1_N örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	34
Şekil 4.20 I1-1_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	35
Şekil 4.21 I1-1_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	35
Şekil 4.22 1-13_N örneğine ait XRD-KF-difraktomu.....	36
Şekil 4.23 I1-13_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	36

Şekil 4.24 I1-13_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	37
Şekil 4.25 I1-25_N örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	37
Şekil 4.26 I1-25_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	38
Şekil 4.27 I1-25_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	38
Şekil 4.28 I2-1_N örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	39
Şekil 4.29 I2-1_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	39
Şekil 4.30 I2-1_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	40
Şekil 4.31 I2-10_N örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	40
Şekil 4.32 I2-10_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	41
Şekil 4.33 I2-10_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	41
Şekil 4.34 I2-18_N örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	42
Şekil 4.35 I2-18_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	42
Şekil 4.36 I2-18_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu.....	43
Şekil 4.37 I1-1 örneğine ait DTA eğrisi.....	46
Şekil 4.38 I1-13 örneğine ait DTA eğrisi.....	47
Şekil 4.39 I1-25 örneğine ait DTA eğrisi.....	47
Şekil 4.40 I2-1 örneğine ait DTA eğrisi.....	48
Şekil 4.41 I2-10 örneğine ait DTA eğrisi.....	48
Şekil 4.42 I2-18 örneğine ait DTA eğrisi.....	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Türkiye maden rezervleri.....	3
Çizelge 1.2 Türkiye maden rezervlerinin zenginlik sınıflandırması.....	4
Çizelge 1.3 Genel çimentoların bileşimleri.....	7
Çizelge 4.1 XRD-TK ve XRD-KF analizleri yapılan örneklerle ait mineraller.....	44
Çizelge 4.2 Çalışma bölgesinden alınan kil örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları.....	50

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ICP/OES	Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
TÇMB	Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği
TG/DTA	Termogravimetrik Diferansiyel Termal Analiz
XRD	X-Ray Difraktometresi
XRD-TK	X-Ray Difraktometresi Tüm Kayaç Analizi
XRD-KF	X-Ray Difraktometresi Kil Fraksiyonu Analizi

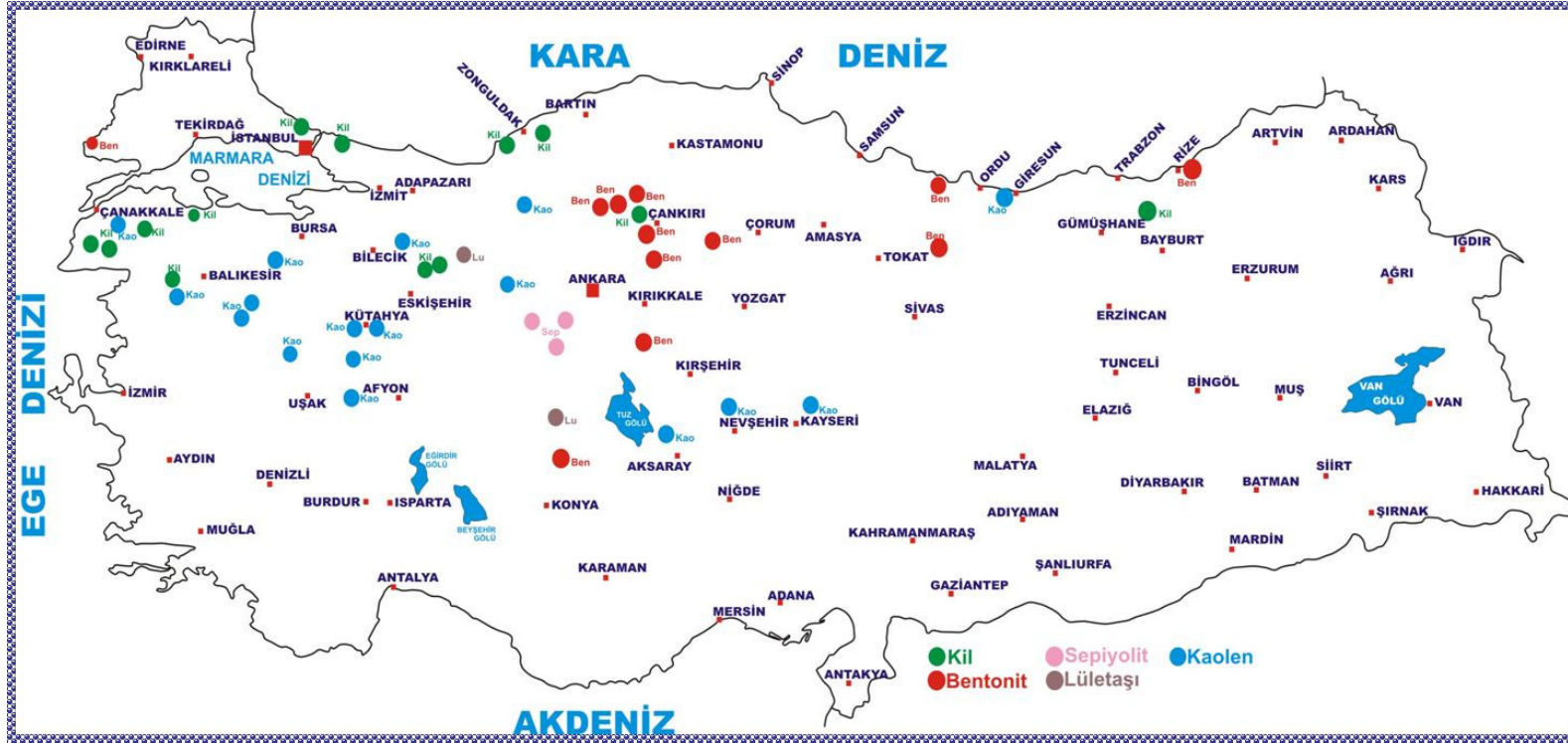
1. GİRİŞ

1. 1. Çalışmanın Amacı

Ülkemizde ve dünyada gittikçe yaygınlaşan ve gelişen endüstriyel hammadde aranması, işletilmesi ve değerlendirmesi işlemi, metalik maden yatakları arama ve değerlendirme çalışmalarını oldukça büyük bir farkla geride bırakmış durumdadır. Bu endüstriyel ürünler arasında en önemli yere sahip olan minerallerden biri kil yataklarıdır. Türkiye’de 89 milyon t. kaolen ve 354 milyon t. seramik ve refrakter kil rezervi bulunmaktadır (DPT, 2007). Türkiye seramik sektöründe Avrupa’da 3. dünyada 6. sıradadır. Türkiye’nin toplam üretim kapasitesi 145 milyon m²/yıl’dır (DPT, 2007; Çizelge 1.1). Bu değerler gözönüne alındığında kil yataklarının bulunduğu yerlerde yapılacak ayrıntılı etütler oldukça önem arz etmektedir (Şekil 1.1). İğdecik yöresi’nde bulunan Kayıköy Formasyonu içerisinde yer alan kil yataklarında yapılacak ayrıntılı jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal çalışmalarla bu yatakların özellikle çimento sektöründe endüstriyel hammadde olarak kullanılıp kullanılamayacağı tespit edilmeye çalışılacaktır. Zira böyle bir potansiyelin var olması bölge ekonomisi açısından ayrıca büyük önem arz etmektedir.

1. 2. Türkiye Maden Potansiyeli Açısından Killerin Yeri

Türkiye maden potansiyeli genel olarak “çeşitlilik açısından zengin, ancak birkaç örnek dışında dünya ölçeğinde rezervleri sınırlı” olarak tanımlanmaktadır. Bir ülkenin herhangi bir maden kaynağı açısından zengin olup olmadığı dünya maden kaynakları içerisinde o ülkenin sahip olduğu pay ile ilişkilidir. Türkiye yaklaşık olarak dünya kara yüzölçümünün %0.5’ine, dünya nüfusunun %1’ine sahiptir. Türkiye’nin payı ise bu oranlardan seçilen birine göre fazlaysa o ülke zengin, buna karşın az ise fakir demektir. Türkiye başta bor, trona, mermer, feldispat, manyezit, alçıtaşı, pomza, perlit, stronsiyum ve kalsit olmak üzere, bu maddeler açısından zengin ülkeler arasındadır. Kil bakımından ise normal-fakir ülkeler grubuna girmektedir (DPT, 2007; Çizelge 1.2).



Şekil 1.1. Türkiye kil yatakları haritası (MTA'dan alınmıştır).

Çizelge 1.1. Türkiye maden rezervleri

Cinsi	REZERV MİKTARI (Görünür+Muhtemel) (Ton)	AÇIKLAMALAR
Altın	609	Metal Au
Alünit	4 000 000	%7.54 K ₂ O
Antimuan	106 306	Metal Sb
Asbest	29 646 379	Değişik lif boylarında, lif yüzdesi %4 ' ün üzerinde
Asfaltit	74 370 000	AID:2876-5536 Kcal/kg
Bakır	2 279 210	Metal Cu
Barit	35 001 304	%71-99 BaSO ₄
Bentonit	250 543 000	Sondaj+döküm+ağartma
Bitümlü Şist	1 641 381 000	Or.AID 541-1390 Kcal/kg
Boksit	87 375 000	% 55 Al ₂ O ₃ (25.667.000 Metal Al)
Bor	3 066 300 000	% 24.4-35 B ₂ O ₃
Civa	3 820	Metal Hg
Çinko	2 294 479	Metal Zn
Demir	149 925 000	% 55 Fe (82 458 750 t metal Fe)
Diatomit	44 224 029	İyi kalite
Disten	3 840 000	% 21-52 Al ₂ O ₃
Dolomit	15 887 160 000	% 15 MgO ve üzeri
Feldspat	239 305 500	Albit ve Ortoklaz
Fosfat	70 500 000	% 19 P ₂ O ₅
Fluorit	2 538 000	% 40-80 CaF ₂
Grafit	90 000	2-17 C
Gümüş	6 062	Metal Ag
Kaolen	89 063 770	% 15-37 Al ₂ O ₃
Kaya Tuzu	5 733 708 017	% 88,5 üzeri NaCl içerikli (200.000.000 tonu göl rezervi)
Kil (Ser.+Ref.)	354 362 650	Seramik ve Refrakter Kili
Krom	25 931 373	% 20 üzeri Cr ₂ O ₃
Kurşun	860 387	Metal Pb
Kuars Kumu	1 307 414 250	% 90 Üzeri SiO ₂
Kuarsit	2 270 287 821	% 90 Üzeri SiO ₂
Kükürt	626 000	% 32 S
Linyit	9 300 000 000	AID:868-5000 Kcal/kg
Lületaş	(Sandık)1 483 000	İyi, orta kalite
Manganez	4 560 000	%34.54 Mn (Metal Mn İçeriği 1.576.000)
Manyezit	111 368 020	% 41-48 MgO
Mermer	5 161 milyon m ³ (13.933 milyon ton)	Toplam potansiyel rezerv
Pomza	(m ³) 1 479 556 876	İyi kalite

Çizelge 1.1.in devamı

Cinsi	REZERV MİKTARI (Görünür+Muhtemel) (Ton)	AÇIKLAMALAR
Pirofillit	6 644 000	Seramik+Refrakter+Çimento
Sepiyolit	13 546 450	% 50 üzeri Sepiyolit içerikli
Sodyum Sülfat	16 536 000	% 81 NaSO ₄ (13.040.000 tonu göl rezervi)
Stronsiyum	665 082	% 72 Üzeri SrSO ₄
Talk	482 736	İyi kalite
Taşkömürü	1 126 548 000	İyi kalite
Toryum	380 000	% 0.24 ThO ₂
Trona	842 000 000	% 31 ve % 56 üzeri tenörlü
Uranyum	9 137	% 0.05-0.1 U ₃ O ₈
Volfram	36 719	Metal W
Zeolit	345 148 875	Klinopitilolit+Hoylandit (gör+muh)
Zımpara	3 725 082	İyi kalite

Çizelge 1. 2. Türkiye maden rezervlerinin zenginlik sınıflandırması

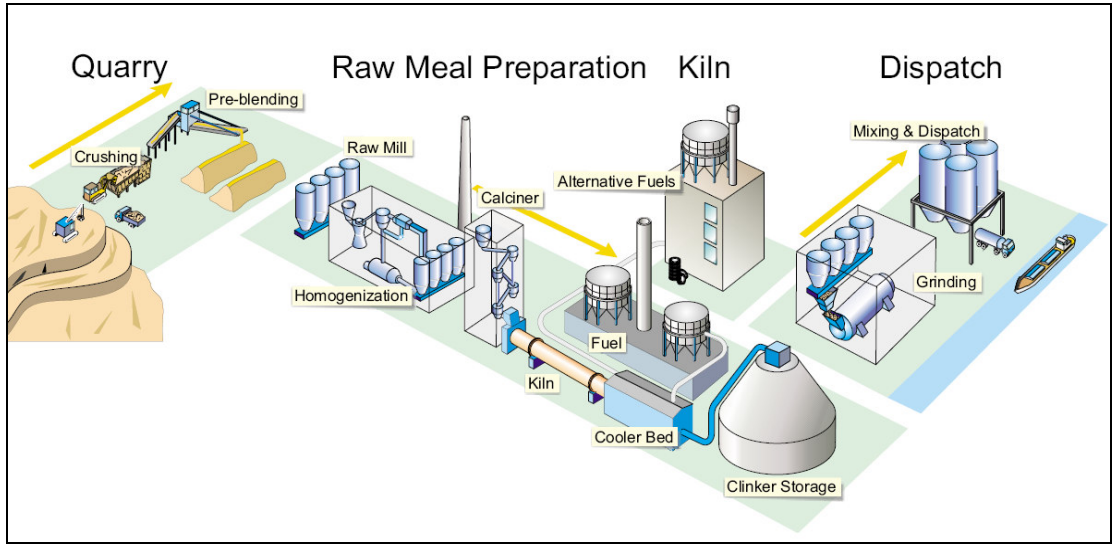
Cok Zengin	Zengin	Normal-Fakir	Yok
Krom	Altın	Bakır	Platin
Cıva	Gümüş	Kurşun	Kalay
Toryum	Wolfram	Çinko	Vanadyum
Lantan	Antimuan	Kadmiyum	Potas
Fluorit	Aluminyum	Demir	Zirkon
Feldspat	Linyit	Manganez	Rutil
Jips	Silis	Kobalt	Sillimanit-Andaluzit
Bentonit	Asbest	Nikel	Korendon
Bor	Sodyum sülfat	Molibden	Güherçile
Manyezit	Stronsiyum	Titan	Lityum
Mermer	Huntit	Arsenik	Elmas
Perlit	Sepiolit	Uranyum	Brom-İyot
Kalker-Marm	Kalsit	Taş kömürü	Kolombiyum
Dolomit	Disten	Petrol	
Zımpara	Diatomit	Doğal gaz	
Tuz	Alunit	Kükürt	
Barit	Olivin	Kil	
Zeolit	Şiferton	Kaolen	
Lületaşı	Vermikülit	Grafit	
Pomza	Fologobit	Fosfat	
	Yapı taşları	Vollastonit	
	Pirofillit	Mika	
	Kum-Çakıl	Lösit	
	Pirit	Süs taşları	
	Gröna	Boya T.	
	Glokonit	Talk	
	Tras	Arduvaz	
	Kuvarsit		

1.3. Killerin Kullanım Alanları

Doğal olarak oluşmuş, başlıca ince taneli bileşenlerden ($<1/256 \text{ mm}=0,0039 \text{ mm}$) meydana gelen, yeterli miktarda su katılınca genellikle plastikleşen ve kuruma veya pişme ile sertleşebilen malzemelere kil denir. Tane boyları nedeniyle kil olarak belirtilen mineral türlerinin veya ailelerinin çoğu yaygın biçimde bir mineral yapısına da sahiptir (Yalçın, 2004). Killer tabiatta bol miktarda bulunan minerallerdir. Ancak çok nadir olarak saf halde bulunurlar. Genellikle karbonat, silis, feldispat, zeolit ve demir oksitler ve organik maddelerle birlikte bulunurlar. Renkleri sarımtırak, kırmızımtırak ve siyaha kadar değişmekle birlikte, renklerinin belirlenmesinde ki esas faktör içerisindeki bileşimdir. Gerek bazı maden yataklarının belirlenmesinde bir kılavuz rolü oynamaları gerekse de endüstriyel ürün olarak geniş bir kullanım alanına sahip olması, kili oldukça önemli kılmakta ve killerin bulunduğu alanlarda ayrıntılı jeolojik ve jeokimyasal çalışmalar yapmayı bir gereklilik haline getirmektedir. Genellikle killer yoğunluklu olarak seramiklerde, refrakterlerde, çimentoda, dolgu kaplama olarak, sondaj kuyusu çamuru ve adsorbantlar olarak kullanılmaktadırlar.

Ayrıca çamaşır kili ve kaolen birlikte haşarat ve mantar ilaçlarında kimyasal değişime uğramayan taşıyıcı olarak yaygın bir şekilde kullanılırlar. Yine bentonit sondaj çalışmalarında, montmorillonit tipi killer radyoaktif atıkların depolanmasında kullanılmaktadır. Yüksek alüminyumlu killer, özellikle çakmaktaşı ve diasporlu killer ile kaolen, metalik alüminyumun gelecekteki potansiyel cevheridirler. Ülkelerin boksit rezervleri hızla tükenmeye başlayınca, daha güvenli bir kaynak onun yerine geçmelidir. Kil hiç şüphesiz bu kullanım amacıyla da yerini alacaktır (Kuşçu, 2001). Ayrıca günümüzde birçok çevre probleminin çözülmesinde killer önemli bir yer tutarlar (Öner, 2006). Killerin yukarıda sayılan kullanım alanları gözönünde bulundurulduğunda İğdecik bölgesinde geniş bir alanda yüzeylemiş olan kil yataklarının il ekonomisi açısından büyük bir potansiyel ürün olduğunun önemi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın esasını teşkil eden ve killerin kullanılabilirliğini araştırdığımız çimento sektörünün temel ürünü olan portland çimentosu genellikle gri renkli toz halinde bir maddedir. Elde edilmesi için önce kalker, kil ve gerekiyorsa bir

miktar alüminyum ve demir oksitler istenilen kimyasal bileşimi sağlamak üzere orantılı olarak harmanlanıp öğütülürler. Farin olarak adlandırılan hammadde karışımı döner fırında 1450 °C civarında bir sıcaklığa kadar pişirilir. Fırının çıkış ucuna doğru farin taneleri önce ergiyerek ve sonra çeşitli reaksiyonlar sonucu granule halde **klinker** adı verilen topakları (yaklaşık 2 cm) meydana getirirler. Daha sonra klinkere %5 civarında alçıtaşı katılarak **portland çimentosu** elde edilir (TÇMB, Çim.2007; Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Çimento oluşum prosesleri.

Anonim (2002) standartlarına göre CEM-I'den (Portland çimentosu) CEM-5'e (Kompoze çimento) kadar çimentolar 5 ana grupta toplanmıştır. Bu ana tipler çizelge 1. 3'de verilen 27 ana çimento tipini oluşturmaktadır. Bu 5 temel çimento tipi dışında kullanım alanlarına göre sülfatlara dayanıklı çimento, beyaz portland çimentosu, harç çimentosu, yüksek fırın cüruf katkılı, düşük erken dayanımlı çimentolar ve çok düşük hidratasyon ısıklı bazı özel çimentolarda üretilmektedir (Çizelge 1.3). Klinker çimentodaki SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 bileşiklerinin kaynağını oluşturur.

Çizelge 1.3. Genel çimentoların bileşimleri (Anonim (2002) e göre)

Çimento Tipi	Adı	Notasyon	Ana Bileşenler (Kütlece % olarak)										Minör İlave Bileşenler
			Klinker K	Yüksek Fırın Cürufu S	Silis Dumanı D	Doğal Puzolan P	Endüstriyel Puzolan Q	Silisel Uçucu Kül V	Kalkers Uçucu Kül W	Pişmiş Şist T	Kalker (Kireç Taşı) L	Kalker (Kireç Taşı) LL	
CEM I	Portland Çimento	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Portland Cürufu Çimento	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Silis Dumanlı Çimento	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Puzolanlı Çimento	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Uçucu Külü Çimento	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Portland Pişmiş Şistli Çimento	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
	Portland Kalkerli Çimento	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-5
	Portland Kompoze Çimento	CEM II/A-M	80-94	← 6-20 →									0-5
		CEM II/B-M	65-79	← 21-35 →									0-5
CEM III	Yüksek Fırın Cürufu Çimento	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM IV	Puzolanik Çimento	CEM IV/A	65-89	-	← 11-35 →					-	-	-	0-5
		CEM IV/B	45-64	-	← 36-55 →					-	-	-	0-5
CEM V	Kompoze Çimento	CEM V/A	40-64	18-30	-	← 18-30 →			-	-	-	-	0-5
		CEM V/B	20-38	31-50	-	← 31-50 →			-	-	-	-	0-5

Çimentoda hammadde olarak kullanılması düşünülen killerde mineralojik ve kimyasal özellikler oldukça önem arz etmektedir. Kimyasal analizleri yapılan killerde SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , SO_3 ve ateş kaybı (LOI) değerlerine bakılır. Bu değerlerin kullanılabilirliği ile ilgili kesin bir standart olmamakla birlikte genel olarak istenen bazı sınır değerler mevcuttur. Bu değerlerden MgO : max. % 5, alkaliler (K_2O ve Na_2O): max. % 2, Al_2O_3 : min. % 4, SiO_2 : max. % 31 ve rutubet: max. % 15 olarak sınırlandırılmıştır (Göлтаş Çimento Fabrikasından alınmıştır).

Ayrıca çimento hammaddesi olarak kullanılması düşünülen malzemenin kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen değerler biraraya getirilerek çeşitli modüller hesaplanır ve uygunluk değerlendirmesi yapılır. Bu modüllerden kil ile ilişkili olan iki modül şunlardır:

$$MS = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \quad (1.1)$$

MS: Silikat Modülü

Silis modülü 1.9 ile 3.2 arasında uygun ve Türk çimento fabrikalarında kabul edilen değer 2.2-2.6arasındadır (Özpınar vd., 2006). Değerlendirme kriterlerinden olan silikat modülünün belirli sınır değerlerinden yüksek oluşu, klinkerin pişme güçlüğüne fazla yakıt kullanımına, sinterleşmenin güç olmasına neden olmakta ve çimentonun donma basıncını geciktirerek, çimentonun dayanım kazanmasını geciktirmektedir. Silikat modülü düşük farinler ise kolay sinterleşmekte ve böylece erken dayanım veren çabuk sertleşen çimento üretimine uygun düşmektedir (Duda, 1988; Formül 1.1).

$$MA = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} \quad (1.2)$$

MA: Alüminyum Modülü

Alüminyum modülü değerinin 1.5 ile 2.5 arasında olması istenir. Alüminyum modülünün düşük olması klinkerleşme ısını düşürerek daha az yakıt kullanılmasını sağlamaktadır. Alüminyum modülünün yüksek olması halinde ise çabuk donan ve ilk dayanımları yüksek olan çimentolar üretilmektedir (Duda, 1988; Formül 1.2).

2. KAYNAK BİLGİSİ

Poisson (1977), Batı Toroslar'ın jeolojisi ile ilgili çalışmalar yaparak bölgede üç ana yapı ayırmıştır. Bunlar Triyas-Pliyosen aralığındaki kayaları kapsayan Beydağları otoktonu, Maestrihtiyen-Daniyen'de yerleşmiş Antalya napları ve Langiyen'de yerleşmiş Lisiyen (Likya) naplarıdır. Antalya napları alttan üste doğru Peridotit napları, Kocadağ masifi, Kargı, Ispartaçay ve Çataltepe üniteleri olarak belirlenmiştir. Lisiyen (Likya) napları ise alttan üste doğru Yavuz, Domuzdağ, Gülbahar ve Gümüşlü üniteleri olarak belirlenmiştir.

Gutnic vd. (1979), Isparta bükümünü ayrıntılı olarak çalışmışlardır. Araştırmacılar, bölgenin 1:100 000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası hazırlamışlardır. Yaptıkları çalışmada bölgeyi değişik ünitelere ayırmışlardır. Temelde alt otokton adı verilen Davras dağ ve Erenler formasyonunun bulunduğu, ayrıca Isparta-Burdur arasında Lisiyen naplarının varlığından ve bölgeye Miyosen sonrası bir yerleşimden bahsetmişlerdir. Isparta ve Dinar arasındaki Eosen istiflerini farklı kabul etmişler ve tektonik özellikleri dikkate alarak ayırmışlardır.

Koçyiğit (1981), Isparta Bükümü kuzey iç kenarında Liyas sırasında yaklaşık D-B doğrultulu çekim fayı özelliğinde bir kırığın gelişmesiyle Hoyran neritik karbonat platformunun biçim kazandığını ve bunun da Toros karbonat platformunun, özellikle Mesozoyik-Alt Tersiyer sırasında oluşan örnek istiflerinden biri olduğunu belirtmiştir. Isparta Bükümü kuzey iç kenarında, ilki Maestrihtiyen'de başlayan blok faylanmanın, aralıklı olarak Üst Lütésiyen sonu ve Oligosen boyunca geliştiğini ve Orta Oligosen'den sonra yeğinliğini arttırarak günümüze değin sürdüğünü belirten çalışmacı, özellikle Oligosen sonu ile günümüz arasında etkinliği artan çekme gerilimi tektoniği denetiminde, riftleşmenin bölgesel yükselme, faylanma ve volkanizma gibi evrelerinin geliştiğini ifade eder.

Koçyiğit (1983), Hoyran Gölü dolayının tektoniğini incelemiş, burada yinelenerek birbirini izleyen duraylı çekme tektoniği ve sıkışma tektoniğine bağlı jeolojik yapıları başlıca üç tektonizma dönemine ayırmıştır. Bunlar sırasıyla, Eski Tektonik

Dönem Geçiş Dönemi ve Yeni Tektonik Dönem olmaktadır. Bu çalışmayla günümüzde başlıca, KD-GB, KB-GD ve K-G gidişli diri çekim faylarının varlığı ve bunlara bağlı olarak bölgenin genişleyip kabuğun incelmekte olduğu, bu olgunun da, Anadolu-Ege levhasının kenarlarında etkin olan sıkışma geriliminin, levha içinde yarattığı çekme gerilimine bağlı blok faylanmayla ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Poisson vd. (1984), Beydağları'nın stratigrafisini ortaya koyarak çeşitli fasiyesler ayırtlamıştır. Beydağları'nın Liyas'dan başlayarak Senoniyen sonuna kadar resifal kireçtaşları olarak devam ettiğini, Senomaniyen'in pelajik kireçtaşlarından oluştuğunu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşında bir olistostrom varlığını, bunların üzerinde Lütésiyen kireçtaşının diskordan olarak durduğunu, Akitoniyen'in resifal kireçtaşları, Burdigaliyen'in fliş olarak devam ettiğini belirtir. Antalya naplarının üç ana naptan oluştuğunu ifade eden çalışmacı, kuzeybatıda Beydağları otoktonu üzerinde Likya naplarının bulunduğunu ifade etmektedir.

Koçyiğit (1984), Güneybatı Türkiye ve yakın dolayındaki tektonik gelişimi üç döneme ayıran çalışmacı, geçiş döneminin Alp dağ oluşum kuşağının birçok kesiminde gözlendiğini ve kalın bir molas istifile ötelendiğini belirtir. Yeni Tektonik Dönemin ise, çekme tektoniği denetiminde gelişen karasal tortullaşma, onunla yaşıt kıta içi volkanizma ve blok faylanma ile belirginlik kazandığını ifade eder. Yeni Tektonik Dönemi temsil eden olay ve yapıların, Kuzey Anadolu Fayından çok Ege hendeğine bağlı çekme tektoniği sonucu oluştuğunu ve bundan dolayı da bölgenin verrev atımlı normal faylarla sınırlı çok sayıda ve değişik boyutta bloğa bölünmüş, depremselliği yüksek alanlar olduğunu belirtir.

İnan (1985), Araştırmacı Gençler (Manavgat) yöresindeki Miyosen yaşlı kayaçların çimento hammaddesi olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Bu amaçla inceleme alanının 1:25.000 ölçekli jeoloji haritasını yaparak çeşitli örneklerde mineralojik ve jeokimyasal analizler gerçekleştirmiştir. Çalışmacı elde ettiği verilere dayanarak incelediği kayaçların çimento hammaddesi olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Yalçinkaya vd. (1986), Batı Torosların jeolojisine ilişkin çalışmada bölgenin jeoloji haritaları yapılmış ve yapısal özelliklerine açıklık getirilmiştir. Antalya napları, Beyşehir-Hoyran napları ve Likya naplarının Menderes Masifinin kuzeyindeki ofiyolitlerin, Üst Kretase-Üst Paleosen'de masifin güneyine, Üst Paleosen-Alt Eosen'de Anatolid-Torid platformunun güneyine aktarılmasıyla oluştuğunu, bunların aynı kökenli kuzeyden gelen ofiyolitler olduğunu belirtmişlerdir. Sıkışma etkisiyle otokton birimler üzerine allokton birimlerin yerleştiğini ve bu sıkışma rejiminin, Beydağları doğusunda alçalmayla, batısında ise yükselmeye sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Güneydeki D-B yönlü sıkışma rejimi, kuzeyde çekme gerilmelerine karşılık birçok horst ve grabenin oluşmasını ve bu yapıların çukurluklarında günümüze kadar ulaşan göllerin çanaklarının meydana gelmesini sağladığı sonucuna varmışlardır.

Duda (1988), Araştırmacının yayınladığı "Cement-Data-Book" isimli kitap çimento sektörü için bir kılavuz niteliğinde olup, çimento hammaddelerinin karışımında hangi oranlarda kullanılabileceğini hesaplayan formüller geliştirmiştir. Aynı zamanda çimento hammaddeleri ve portland çimentosuna ait bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin çimento üzerindeki olası etkilerini ele almıştır.

Yalçinkaya (1989), Çalışmada Isparta ve dolayında Batı Toroslarda Mesozoyik-Tersiyer kayalarının stratigrafisini ve ofiyolitik kayalarla olan devinimlerinin yönlendirdiği tektonizması incelenmiştir. Anatolid-Torid platformunun güneyinin Neotetisin güney koluna ilişkin rift çökelleri olduğunu, ofiyolitlerin burada henüz olgunlaşmadığını ve riftin tüm Mesozoyik boyunca devam ettiği vurgulanmıştır. Bölgeye büküm özelliği kazandıran D-B yönlü sıkışmanın Alt Miyosen ve sonrasında başladığı öne sürülmüştür. Ayrıca Ispartaçay formasyonunun allokton olmayıp Neotetisin güney kolunda gelişen ofiyolit yüzeylemesi aşamasında olgunlaşmamış rift çökelleri olduğunu ve ofiyolitik karmaşıkların yöreye ilk yerleşimlerinin Üst Paleosen-Alt Eosen denizi eşliğinde gerçekleştiği belirtilmiştir.

Karaman (1990), Isparta Ağlasun arasında kalan yaklaşık 150 km²'lik bir alanın jeoloji haritası yapılmıştır. Bölgedeki kaya birimleri otokton ve allokton olarak iki

birime ayrılmış ve bu birimlerin birbiriyle olan stratigrafik-tektonik ilişkileri açıklanmaya çalışılmıştır. Bölgenin jeolojik yapısını ve tektonik morfolojisini önemli ölçüde değiştiren bindirme olayının Orta Miyosen’de gerçekleştiği belirlenmiştir. Bölgedeki ilk volkanizma faaliyetlerinin de Miyosen-Pliyosen geçişine rastladığı belirtilmektedir.

Yağmurlu (1994), Araştırmacı, Isparta güneyinde Lütesiyen (Kayıköy formasyonu) ve Burdigaliyen (Ağlasun formasyonu) yaşları arasında değişen iki farklı türbiditik birim oluşunu ve bunları litofasiyes özelliklerine dayanılarak kendi içinde tortul düzeylere ayrıldığını belirtmiştir. Her bir tortul düzeyin birikim ve beslenme alanında etkili olan özgül tektonik ve depolanma koşulları olduğunu ifade etmiştir.

Görmüş ve Özkul (1995), Isparta-Gönen arasındaki istiflerin stratigrafisini yeniden değerlendirmişler ve istif adlandırmalarında, yaşlandırmalarında ve ortamsal yorumlarında bazı bulgular sunarak, formasyon adlamalarında ilk adlamaları benimsemişlerdir. Değişik litolojik ünitelerden oluşan İncesu formasyonunun yaşını Eosen olarak belirtmişlerdir.

Moore ve Reynolds (1997), Araştırmacıların “Kil Minerallerinin Analizleri ve X-Işınlarında Tanımlaması” konulu kitapları kil mineralleri ve analiz yöntemleri hakkında aydınlatıcı bir literatür olup özellikle killerin X-Işınları difraktometre cihazında tanımlanması konusunda faydalı bilgiler vermektedir.

Deniz vd. (1999), Isparta ve yöresindeki kil yataklarının seramiğe uygunluğunu araştırmışlardır. Bu amaçla Yalvaç, Sütçüler, Kibrit Ovası, Yarıkkaya Neojen Havzası, Burdur Neojen Havzası ve Yukarıkaşıkaya Neojen Havsanını kapsayan toplam 6 farklı bölgeden kil örnekleri alıp çeşitli fiziksel, kimyasal ve mineralojik analizler yapmışlardır. Sonuç olarak bu bölgelerden alınan üç örneğin seramikte kullanılabilirliğini ortaya çıkarmışlardır.

Poisson vd. (2003), Araştırmacılar yöredeki birimleri otokton, paraotokton ve allokton olarak değerlendirmişler ve değişik zamanda meydana gelen tektonik

gelişmeler ile yörenin bu günkü konumunu aldığını belirtmişlerdir. Çalışma alanında yer alan Üst Kretase yaşlı Davras kireçtaşlarını, Eosen yaşlı Isparta formasyonunu ve Miyosen yaşlı sedimanları otokton ve paraotokton olarak değerlendirmişler bunların altında yer alan Isparta çay formasyonunu ve ofiyolitleri ise allokton olan Antalya naplarına dahil etmişlerdir. Önceki çalışmaların sentezini yapan araştırmacılar, Bölgede ters faylanmalara ve bindirmelere bağlı bir model üzerinde durmuşlardır.

Karakaya (2006), Araştırmacı Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde kil mineralojisi ile ilgili çalışmalar yapmış olup son olarak 2006 yılında "Kil Minerallerinin Özellikleri ve Tanımlama Yöntemleri" isimli bir kitap yayınlamıştır. Araştırmacının bu çalışması kil minerallerinin sınıflandırılması, kil kimyası ve kil minerallerini inceleme yöntemleri hakkında aydınlatıcı bilgiler vermektedir.

Özpınar vd. (2006), Denizli Çimento Fabrikası'nda hammadde olarak kullanılabilirliğini araştırmak üzere Belevi (Çal) kil yataklarını incelemişlerdir. Bu amaçla yaklaşık 178 km²'lik bir alanın 1:25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış ve inceleme alanındaki bazı bölgelerde de 1:5.000 ve 1:2.000 ölçekli detay haritalamaları yapmışlardır. Araştırmacılar çalışma bölgesinden aldıkları örneklerde yapılan analizler sonucunda çimentoda hammadde olarak kullanılabilecek özellikteki bölgeleri tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. İnceleme Alanının Yeri

İnceleme alanı Isparta ilinin kuzeybatısında bulunan İğdecik ve Gönen bölgeleri arasında yer almaktadır. Yaklaşık 25 km²'lik bir alanı kapsayan bu çalışma alanı 1:25.000 ölçekli Isparta M-24 b-2 paftası içerisinde bulunmaktadır (Şekil 3.1).

3.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma bölgesi coğrafik açıdan Akdeniz Bölgesi'nde yer almasına rağmen deniz seviyesinden olan yüksekliği ve batı torosların konumu nedeniyle hem Akdeniz hem de karasal iklim koşullarını göstermektedir. Çalışma bölgesi daha çok Akdeniz ikliminin bitki örtüsü olarak tanımlanan yoğun bir maki ile kaplıdır ve bazı bölgelerdeki bu bitki örtüsü yoğunluğu çalışmaları güçleştirmektedir.

3.1.3. Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım

Çalışma alanı içerisinde Isparta-Ankara karayolu geçmektedir. Bölgedeki en önemli yerleşim alanı Isparta merkeze bağlı İğdecik Köyü'dür. İğdecik yöresine ulaşım köy garajı otobüsleri vasıtasıyla sağlanmaktadır.



Şekil 3.1. Çalışma alanını gösterir yer bulduru haritası.

3.2. Yöntem

3.2.1. Örnek Alımı ve Örneklerin Analize Hazırlanması

Arazi çalışmalarında iki türlü örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Birincisi çalışma bölgesindeki formasyonları oluşturan birimlerin belli bölgelerinden kayaçların mineralojik ve dokusal ilişkilerini saptamak amacıyla alınan kayaç örnekleri, diğeri ise çalışmanın esasını oluşturan Kayıköy formasyonuna ait kil yataklarından ölçülü stratigrafik kesit çalışmaları sonucu elde edilen kayaç örnekleridir. İnceleme alanından alınan örnekler SDÜ Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde yer alan örnek hazırlama laboratuvarında mineralojik ve kimyasal analizler için hazırlanmıştır. Bu amaçla Fritsch marka çeneli kırıcı ve Tungsten karbit öğütücü sistemli halkalı değirmen kullanılmıştır. Örnekler önce çeneli kırıcı yardımıyla 1 cm'den daha küçük bir boyuta indirgenene kadar kırılmıştır. Daha sonra kırılan bu örnekler Tungsten karbit öğütücü sisteminin diskleri arasına homojen bir şekilde dağıtılarak örneklerin ortalama sertliklerine göre belli bir devir ve süre ayarlanmış ve halkalı değirmende öğütülmüştür. Toz haline getirilen kayaç örneklerinden 6 tanesi nitrik asit (HNO_3), hidrojen florür (HF) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) kullanılarak mikrodalga parçalayıcı sistemde çözelti haline getirilerek jeokimyasal analizler için hazırlanmıştır. Toz

haline getirilmiş olan örnekler aynı zamanda kil ayırma işlemleri ve DTA analizleri içinde kullanılmıştır. Kil ayırma işlemi yapılan örneklerde öğütme süresi ve devir parametreleri daha kısa tutulmuş ve böylece kil dışı minerallerinde kil boyutuna indirgenmesi önlenmiştir.

3.2.2 Analiz Yöntemleri

Çalışma bölgesinden elde edilen örneklerde sırasıyla XRD, DTA ve jeokimyasal analiz yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan analizlerin tümü SDÜ bünyesinde bulunan Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

X-Işınları Difraktometre çalışmaları Panalytical marka PW3040/X'Pert Pro model XRD cihazı kullanılarak yapılmıştır. Toplam 46 örnekte XRD-TK (5-70°) ve 6 adet örnekte de kil fraksiyonu fiziksel ve kimyasal yöntemlerle ayrılarak XRD-KF (2-40°) çekimleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu analizler için şu aletsel parametreler kullanılmıştır:

Anot: Cu ($K\alpha$:1.5405)

Diverjan slit: Slit fixed 1/4°

Anti-scatter slit: Slit fixed 1/2°

Program receiving slit: 0.50mm

Soller slit: 0.04 rad.

Voltaj: 45kV

Akım: 40mA

XRD-KF analizleri için I-1 ve I-2 kil yataklarından alttan üste doğru ölçülü stratigrafik kesit çalışmaları sonucu alınan 6 örnek kullanılmıştır. Bu örnekler kırma öğütme işlemlerinden geçtikten sonra sırasıyla yıkama, dekantasyon, asitleme, santrifüjleme, sedimentasyon (3 saat 40 dakika bekletme) ve plaketlenme işlemlerine tabi tutulmuştur. Plaketlenme işlemi ile killerin 001 yansımalarının daha net elde edilmesi sağlanmıştır. Örneklerin plakamsı kil mineralleri, difraktometrenin

düzlemsel yüzeyine paralel ise bazal yansımaların şiddeti artar (Karakaya, 2006). Elde edilen bu kil fraksiyonu (çoğunlukla $<2\mu$) 3 ayrı işleme tabi tutulmuştur. Bunlardan ilki havada kurutulmuş haliyle normal çekim, diğeri 16 saat 60°C’da etilen glikol buharında desikatörde bekletme, diğeri ise 400 ve 550°C’lik fırında 1 saat ısıt işlem uygulanmasından oluşmaktadır. Şişen kil minerallerinin belirlenmesinde kullanılan birkaç yöntem daha bulunmaktadır ancak Novich ve Martin (1983)’e göre en tekrarlanabilir olanı 16 saat 60 °C’de etilen glikol buharında bekletme işlemidir.

DTA analizleri Perkin Elmer marka TG/DTA cihazında gerçekleştirilmiştir. Bu analizler için kil fraksiyonu ayrılan örneklerden ($<2\mu$) yaklaşık 20 mg alınarak, 50-1000°C sıcaklık aralığında, dakikada 25°C ısıtma hızı ve 200 ml/dak N₂ atmosferi kullanılarak yapılmıştır. Bazı araştırmacılar ise ~10K/dak oranları mineralojik araştırmalarda hemen hemen standart olarak almaktadır, fakat bu doğal olarak doğruluğundan ziyade çoğunlukla geçmişten gelen alışkanlıklara göre alınır (Peterson ve Swaffield, 1987). Yapılan analizlerde yaklaşık 25°C’lik kısmen yüksek ısıtma hızının kullanılmasının nedeni, düşük ısıtma hızlarında birden fazla mineralin karakteristik veya diğeri tanıtmak piklerinin aynı sıcaklık aralığında gözlenmesi ve bu nedenle piklerin aşırı yayvan veya hiç gözlenememesinden kaynaklanmaktadır.

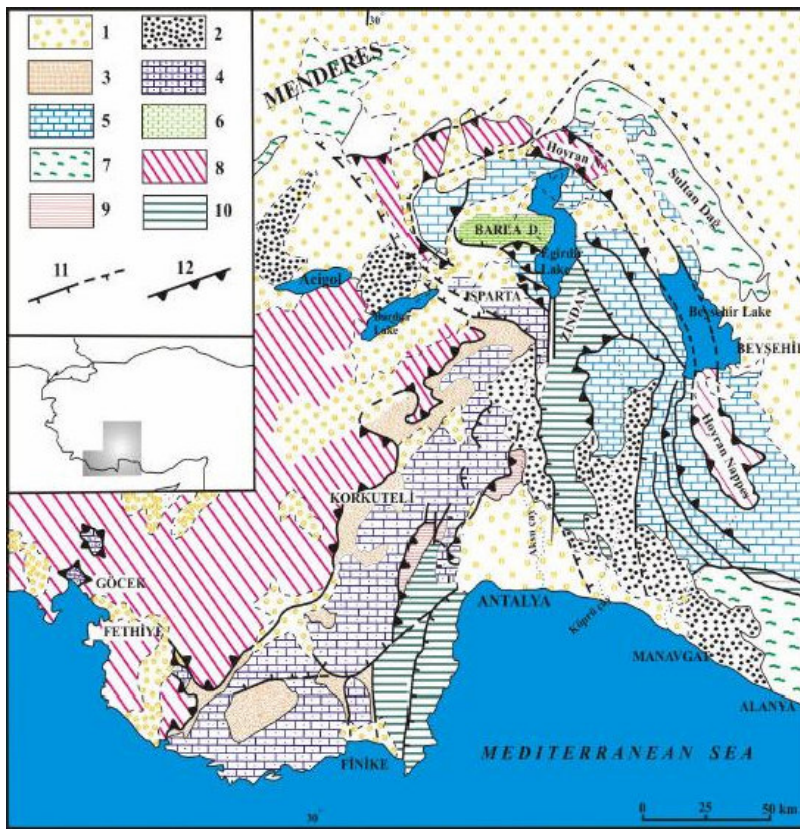
Bununla birlikte toplam 6 adet örneğin jeokimyasal analizleri Perkin Elmer marka ICP-OES cihazı kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla mikrodalga parçalayıcı sistem vasıtasıyla çözünmesi sağlanan örnekler için jeokimyasal analizlerde kullanılacak elementlere göre standartlar hazırlanmış ve bu şekilde ölçümler gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanından alınan el büyüklüğündeki bazı örneklerden de SDÜ Jeoloji Mühendisliği bünyesindeki ince kesit laboratuvarında toplam 6 adet ince kesit yapılarak bulunan petrografik özellikleri görüntülü analiz sistemi yardımıyla incelenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı Ketin (1966) tarafından Toridler olarak tanımlanır ve bugünkü yapısını Alpin orojenezi ile aldığı belirtilmiştir. Antalya Körfezi kuzeyinde, Toros kuşağının kuzeye doğru yönelmiş yaklaşık ters "V" biçimli olan bu kesimi Blumenthal (1963) tarafından "**Isparta Büklümü**" isimlendirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Isparta Büklümü yapısal haritası (Poisson vd.,1984).

- (1) Denizel Sedimanlar, (2) Antalya Formasyonu, (3) Beydağları Masifi, (4) Beydağları Platformu, (5) Karbonat Platform, (6) Barla Dağ ve Zindan Masifi, (7) Metamorfik Seri, (8) Likya ve Beyşehir-Hoyran Napları, (9,10) Antalya Napları, (11,12) Bindirme Fayı.

Kuzey kesimi "Göller Bölgesi" olarak da anılan Isparta Büklümü, genel olarak Denizli, Fethiye, Alanya, Antalya, Akseki, Ahirli, Seydişehir, Beyşehir, Akşehir, Çay, Afyon, Sandıklı ve Çivril ile sınırlanır (Koçyiğit, 1983).

Isparta Büklümünde kaya birimleri, platformdan okyanusal alana kadar uzanan farklı ortam koşullarında gelişmiş olup bir kısmı otokton, bir kısmı da allokton konumludur (Şenel, 1997). Otokton birimler, Antalya Körfezi batısında Beydağları platformu, doğusunda ise Anamas-Akseki platformlarını içeren iki Mesozoyik karbonat platformudur (Yağmurlu vd., 1997). Bu platformlar ayrılmışlardır ve tektonik olarak güneydeki Antalya napları tarafından üstlenirler (Poisson vd.,1984; Dilek ve Moores, 1990; Dilek ve Rowland, 1993). Bölgedeki allokton birimler ise, Isparta Büklümü'nün batı tarafında yer alan Likya napları ve doğusunda yer alan Beyşehir-Hoyran naplarıdır. Antalya ofiyolitik napları ise güney kesiminde yer alır (Yağmurlu vd., 1997).

Isparta Büklümü, Orta Tersiyer'den günümüze kadar geçirdiği sıkışma ve genişleme tektonik olaylarıyla biçim kazanmıştır. Ege plakasında grabenlerin oluşumu ve Kuzey Anadolu Fayı'nın şekillenmesi esnasında plakalar, güneybatıya doğru harekete geçmiş ve büklümün şekillenmesinde etkili olmuştur. Bunun yanında, Likya, Beyşehir-Hoyran ve Antalya naplarının Toros Karbonat Platformu üzerine yerleşmesiyle, Kıbrıs Helenik Yayları şekillenmiş ve bu yaylar boyunca Afrika ve Avrasya Plakaları birbirine yaklaşarak, Isparta Büklümü bölgesinde K-G doğrultulu sıkışma tektoniğinin oluşmasıyla sonuçlanmıştır. Ege plakasının güneybatı yönde genişlemesi ve Anadolu plakasının batıya olan hareketi, Isparta Büklümü batısındaki Likya bloğunun Burdur fayı boyunca GB doğrultuda saat yönünün tersi yönde dönmesiyle, büklümün doğu kanadının ise saat yönünde dönmesiyle sonuçlanmıştır (Kissel vd., 1993; Yağmurlu vd., 2000; Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Isparta Büklümü oluşum şeması (Yağmurlu vd., 2000).

- (1) Ege Bölgesi'nin genişleme rejimine bağlı olarak saat yönünün tersi yönde dönmesi,
- (2) Anadolu plakasının batıya doğru olan hareketine bağlı olarak saat yönünde dönmesi,
- (3) K-G sıkışma bölgesi

4.2. Jeoloji

4.2.1. Stratigrafi ve Petrografi

İnceleme alanında Tersiyer yaşlı tortul birimler gözlenmektedir. Bunlar alttan üste doğru sırasıyla Orta Eosen yaşlı Kayıköy formasyonu ve bunun üzerine uyumlu bir şekilde gelen Oligosen yaşlı İncesu Konglomeralarıdır. Tersiyer yaşlı bu birimlerin üzerini Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ve yamaç molozları uyumsuz bir dökünakla örtmektedir (Şekil 4.3).

ÜST SERİ	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	SİMGE	KALINLIK	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
S E N O Z O Y İ K	KUVATERNER	HOLOSEN		ALÜVYON	Qym Qal			Köşeli çakıllardan oluşan tutturulmamış yamaç molozu Gevşek tutturulmuş, tutturulmamış kum, kil, silt, çakıl boyutunda taneler içeren alüvyon
	T E R S İ Y E R	OLİGOSEN		İNCESU	Tln	850 m		UYUMSUZLUK
		EOSEN						
		ORTA - ÜST KAYIKÖY			Tka	1000 m ?		

Şekil 4.3. Çalışma bölgesine ait genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesit (Görmüş ve Özkul (1995)'den değiştirilerek).

4.2.1.1. Kayıköy Formasyonu (T_{Ka})

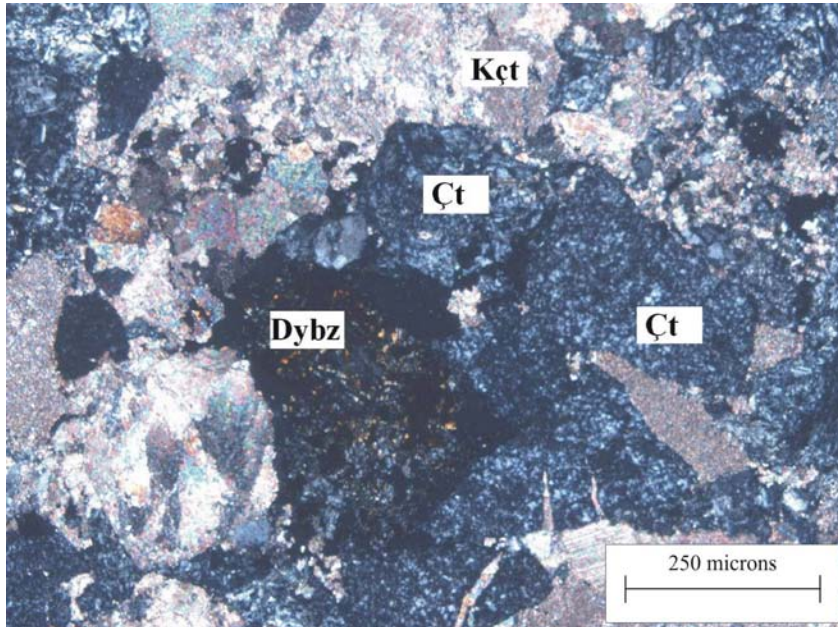
Birim ilk kez Gutnic vd. (1979) tarafından Isparta ve çevresinde geniş bir yayılım gösteren Eosen yaşlı tortullar için kullanılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarda Karaman (1988) Isparta'nın kuzeybatısında yayılım gösteren bu tortullar için Kayıköy formasyonu, Koçyiğit (1984) Uluborlu'nun batısında birime karşılık gelen tortulları Dereköy formasyonu olarak isimlendirmiştir. Egemen olarak şeyl, çamurtaşı, kıltaşı ve kumtaşı araldanmasından oluşan tortul kaya istifi bu çalışmada Kayıköy formasyonu olarak ele alınmıştır (Şekil 4.4). Birimin egemen litolojileri araştırma sahası dışında yapılan çalışmalarda (Karaman, 1994) sık denizel koşullarda çökelmiş kumtaşı, kumlu çakıltaşı, çakıltaşı, detritik kireçtaşı, kireçtaşı ile bunlarla arakatkılı kıltaşı, killi kireçtaşı ve çamurtaşı düzeylerinden oluştuğu belirlenmiştir. Birime ait tortullar genellikle açık gri, yeşilimsi-gri, kirli sarı renklerde ve düzgün tabakalı bir yapı sunarlar. Formasyona ait kumtaşları çoğunlukla yeşilimsi-gri, sarımsı boz renkli, ince ile orta düzenli katmanlı olup yer yer kumlu çakıltaşı görünümündedir. Kumtaşları karbonat çimentolu olup çoğunlukla serpantin, diyabaz, çört ve fosil kavkılarında oluşmaktadır. Akıntı ve gereçlerin oluşturduğu taban yapıları kumtaşlarında oldukça yoğun bir şekilde gözlenmektedir.



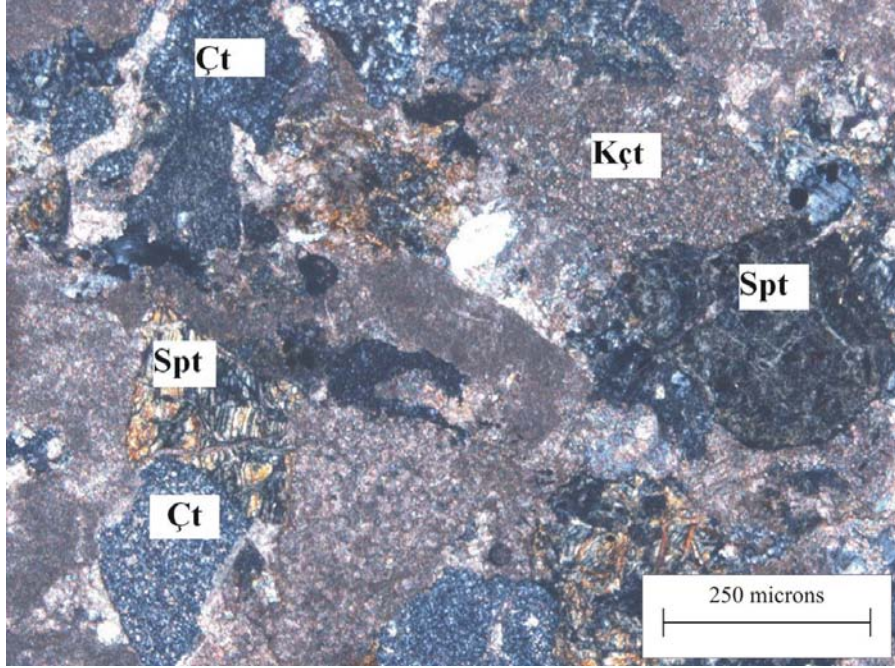
Şekil 4.4. Kayıköy ve İncesu formasyonları arasındaki dokanak sınırı (İğdecik Köyü kuzeybatısı, TKa: Kayıköy formasyonu, Tin: İncesu Formasyonu).

Birimi oluşturan egemen litoloji olan şeyller ise yeşilimsi-gri, gri ve yer yer kirli sarı renklerde gözlenmekte olup, çoğunlukla düzgün bir laminalanma göstermektedir. Diğer bir egemen litoloji olan çamurtaşları ise orta ile açık grimsi renklerde ince katmanlı ve gevrek bir yapıda olup kırılgan bir yapıya sahiptir. Kilitaşları genellikle yeşilimsi-gri gri renklerde ve oldukça düzgün bir laminalanma göstermektedir. Kilitaşları özellikle çamurtaşı ve şeyllerle birlikte oldukça düzgün aralanmalı yapı sunmaktadır.

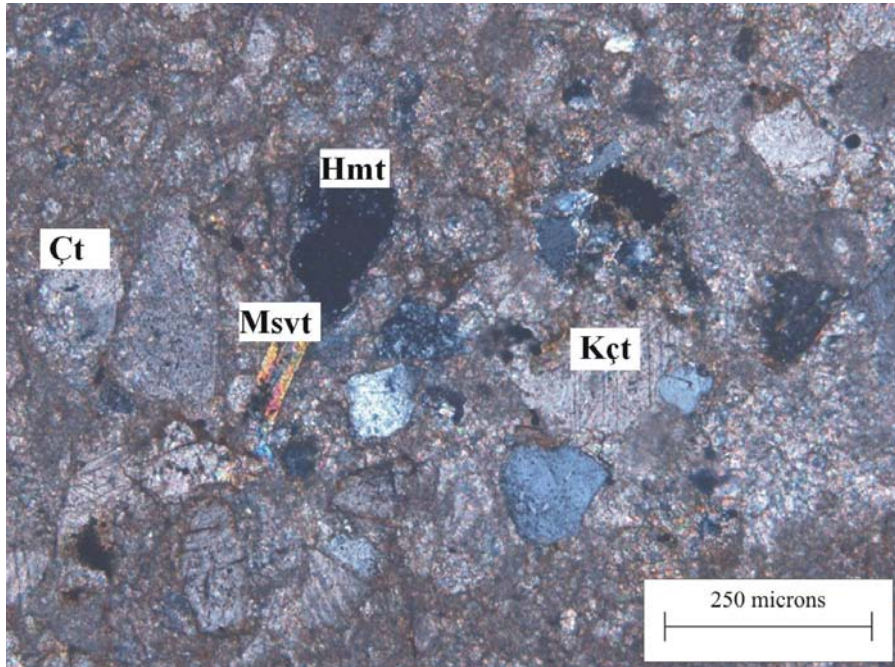
İnceleme alanını oluşturan Kayıköy formasyonuna ait çamurtaşı-kilitaşı örnekleri çoğunlukla kil boyutunda olduğundan ve kil dışı minerallerde buna paralel olarak oldukça küçük taneler halinde gözlendiklerinden dolayı bu örneklerde mikroskobik çalışma yapılamamıştır. Ancak formasyonu oluşturan diğer birim olan killi kireçtaşı ve kumtaşlarında mikroskobik çalışmalar yapılmış olup genel olarak bu birimlerde ince-orta taneli kireçtaşı kırıntısı, kuvars, çört, serpantin ve diyabaz gibi ofiyolitik parçalar, çok az miktarda paljioklas ve muskovit ve yer yer opak halde gözlenen hematit türünde demir oksit mineralleri gözlenmektedir (Şekil 4.5-9). Bu taneler birbirine çoğunlukla karbonat-kil bileşime sahip bir matriksle bağlanmaktadır.



Şekil 4.5. Kayıköy formasyonuna ait kumtaşlarında gözlenen diyabaz, çört ve kireçtaşı taneleri (Çt: Çört, Dybz: Diyabaz, Kçt: Kireçtaşı, Ç.N).



Şekil 4.6. Kayıköy formasyonuna ait kumtaşılarında gözlenen serpantin, çört ve kireçtaşı taneleri (Çt: Çört, Spt: Serpantin, Kçt: Kireçtaşı, Ç.N).



Şekil 4.7. Kayıköy formasyonuna ait killi kireçtaşlarında gözlenen çört, kireçtaşı, hematit ve muskovit taneleri (Çt: Çört, Kçt: Kireçtaşı, Hmt: Hematit, Msvt: Muskovit, Ç.N).

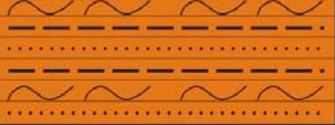
Kayıköy formasyonu çalışma alanında ki en yaşlı birim olup alt dokanak ilişkisi tespit edilememiştir. Ancak çalışma alanı dışında Üst Kretase yaşlı Senirce formasyonunu paralel uyumsuz bir dokanakla örtmektedir. Açık dokanak ilişkileri Söbü Dağı'nın batısında Senirce Köyü'nün doğusundaki mevkiilerde gözlenebilir (Yağmurlu, 1994). Üst dokanağında ise Oligosen yaşlı İncesu Konglomeraları uyumlu bir şekilde bu birimi örtmüştür.

Formasyonun kalınlığını Görmüş ve Özkul (1995) 1000 m.'nin üzerinde, Karaman (1994) ise 650-700 m. dolaylarında olabileceğini ifade etmişlerdir. Birimin yaşı önceki araştırmacılar tarafından Yıldız ve Toker (1991) İpresiyen-Alt Lütasiyen, Karaman vd., (1988) Orta Eosen, Yalçınkaya (1989) Alt-Orta Lütasiyen, Yağmurlu (1994) Numulites sp. ve diğer bentik foraminiferler(Alveolina sp., Assilina sp., Discocyline sp.)'den ötürü Orta-Eosen, Karaman (1994) yine benzer fosil içeriğinden ötürü Orta-Eosen olarak belirlemişlerdir. Birimin sığ denizel ortam koşullarında çökeldiği araştırmacılar tarafından (Yağmurlu, 1994; Karaman, 1994) belirtilmesine karşın açık denizde çökeldiğini öne sürenler de (Gutnic vd.,1979) bulunmaktadır.

Kayıköy formasyonuna ait ve yüksek derecede kil ihtiva eden iki ayrı bölgede ölçülü stratigrafik çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu bölgelerden ilki inceleme alanının güneydoğusunda yer alır ve I-1 kesiti olarak isimlendirilmiştir (Şekil 4.8). Diğer bir kesit alınan bölge ise I-2 olarak adlandırılmış olup (Şekil 4.9), çalışma alanının güneybatısında yer almaktadır.

TOPLAM YÜKSEKLİK	YÜKSEKLİK	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	ÖRNEK SAYISI
270,50m	35,00m		Çamurtaşı	11-26 (XRD, ICP, DTA) 11-25 (XRD) 11-24 (XRD)
	11,00m		Çamurtaşı - Konglomera	11-23 (XRD)
	17,50m		Çamurtaşı	11-22 (XRD)
	11,00m		Çamurtaşı	11-21 (XRD)
	19,50m		Kiltaşı çamurtaşı ardalı ve arasında pekleşmemiş çakıltaşılar	11-20 (XRD)
	12,50m		Hidrokarbonlu Çamurtaşı	11-19 (XRD)
	11,50m		Çamurtaşı	11-18 (XRD)
	12,00m		Çamurtaşı	11-17 (XRD)
	9,50m		Çamurtaşı - konglomera	11-16 (XRD)
	7,00m		Çamurtaşı	11-15 (XRD)
	9,50m		Çamurtaşı	11-14 (XRD)
	9,50m		Çamurtaşı	11-13 (XRD, ICP, DTA)
	5,00m		Çamurtaşı	11-12 (XRD)
	5,50m		Çamurtaşı	11-11 (XRD)
	12,50m		Çamurtaşı - kiltası	11-10 (XRD)
	10,50m		Hidrokarbonlu Çamurtaşı	11-9 (XRD)
	10,00m		Çamurtaşı	11-8 (XRD)
	9,50m		Çamurtaşı	11-7 (XRD)
	9,50m		Çamurtaşı - kiltası	11-6 (XRD)
	10,50m		Çamurtaşı - kiltası	11-5 (XRD)
	10,00m		Çamurtaşı - kiltası	11-4 (XRD)
	6,50m		Çamurtaşı	11-3 (XRD)
	10,50m		Çamurtaşı	11-2 (XRD)
	4,00m		Çamurtaşı	11-1 (XRD, ICP, DTA)

Şekil 4.8. I-1 lokasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit (Kayıköy Formasyonu)

TOPLAM YÜKSEKLİK	YÜKSEKLİK	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	ÖRNEK SAYISI
149,00m	99,00m		Çamurtaşı - Kilitaşı	I2-18 (XRD, ICP, DTA) I2-17 (XRD) I2-16 (XRD) I2-15 (XRD) I2-14 (XRD) I2-13 (XRD)
			Şeyl - Kilitaşı - Kumtaşı	I2-12 (XRD) I2-11 (XRD) I2-10 (XRD, ICP, DTA)
			Kilitaşı - Şeyl - Kumtaşı	I2-9 (XRD) I2-8 (XRD) I2-7 (XRD)
			Kumtaşı - Şeyl	I2-6 (XRD)
			Şeyl - Kilitaşı - Kumtaşı	I2-5 (XRD) I2-4 (XRD) I2-3 (XRD)
			Şeyl - Kilitaşı	I2-2 (XRD) I2-1 (XRD, ICP, DTA)

Şekil 4.9. I-2 lokasyonuna ait ölçülü stratigrafik kesit (Kayıköy Formasyonu)

4.2.1.2. İncesu Formasyonu (T_{in})

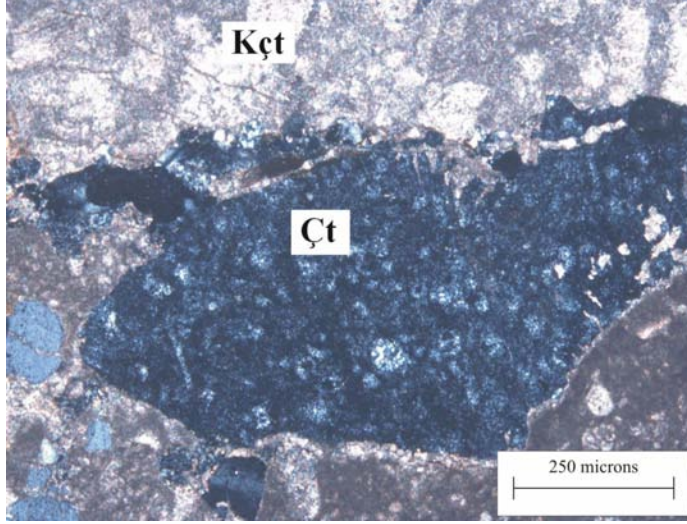
Birim ilk kez Gutnic vd., (1979) tarafından Keçiborlu güneybatısındaki İncesu dolaylarından İncesu konglomeraları olarak isimlendirmiştir. Bununla birlikte Koçyiğit (1984) Senirkent dolaylarındaki birimi İncesu formasyonu, Karaman vd., (1988) Gönen çevresinde ki birimi Gönen konglomeraları olarak adlandırmışlardır. Batı Toroslarda ki çalışmalarda ise Yalçinkaya vd., (1986) Yavuzlar formasyonunun İğdecik konglomera üyesi olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada ise Koçyiğit (1984) tarafından önerilen İncesu formasyonu olarak benimsenmiştir.

Değişik tip kırıntılı kayalar ile temsil edilen formasyon egemen olarak açık grimsi, bej renkli, çoğunlukla masif yapılı ve yer yer orta katmanlı çakıllardan oluşmaktadır. Formasyonu oluşturan çakılların büyük bir bölümü kireçtaşlarından oluşmakla beraber, bunun yanında çört, kumtaşı, diyabaz ve serpantin bileşenleride içermektedir. Birim tabanda kumtaşları ile başlar, kalın tabakalı konglomeralar ile devam eder ve kalkarenitik düzeylerle de sona erer (Görmüş ve Özkul, 1995).

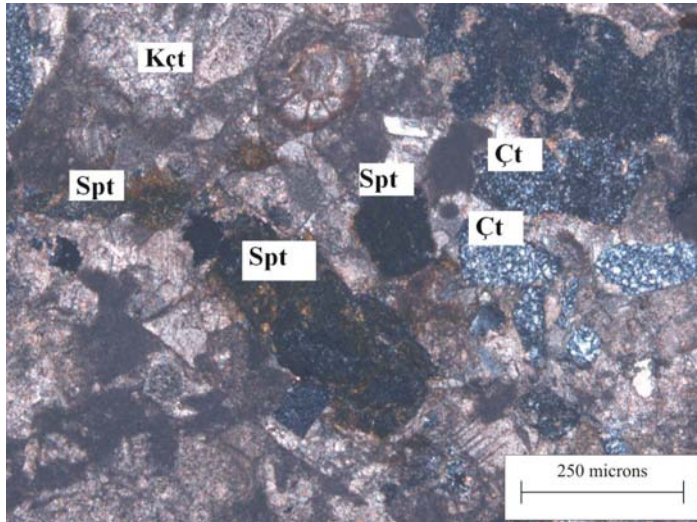


Şekil 4.10. İncesu formasyonundan bir görünüm (İğdecik Köyü kuzeybatısı).

İncesu konglomeralarından alınan örneklerin mikroskopik incelemelerinde egemen çakıllar iri-orta taneli ve mikritik yapılı kireçtaşı çakılları olup bunları takiben çört, serpantin ve diyabaz gibi ofiyolitik parçalar, kumtaşı taneleri, kuvars ve feldispat gibi mineraller ile bunları birbirine bağlayan karbonat ve kısmende silis bileşimli bağlayıcı malzemeden oluşmaktadır (Şekil 4.11-12).



Şekil 4.11. İncesu formasyonuna ait konglomeralarda gözlenen çört ve kireçtaşı taneleri (Çt: Çört, Kçt: Kireçtaşı, Ç.N).



Şekil 4.12. İncesu formasyonuna ait konglomeralarda gözlenen serpantin, çört ve kireçtaşı taneleri (Çt: Çört, Spt: Serpantin, Kçt: Kireçtaşı, Ç.N).

İncesu formasyonu Orta Eosen yaşlı Kayıköy formasyonunu uyumlu ve geçişli bir dokanakla üstler. Çalışma alanının üst kısımlarında bu geçiş belirgin bir şekilde göze çarpmaktadır. İstifin yaşı önceki araştırmacılar Görmüş ve Özkul (1995) Orta-Üst Lütesiyen, Yağmurlu (1994) ve Gutnic (1977) Oligosen, Karaman vd. (1989) Orta-Üst Miyosen olarak belirlemişlerdir. İncesu formasyonunu oluşturan tortulların bileşimsel ve sedimantolojik özellikleri bunların egemen olarak alüvyonal yelpaze ortamında depolanmış tortullar olduğunu yansıtır. Üste doğru kabalaşan tortul istifi ve devirsel tortul düzeyler, çökelme ile yaşıt gelişen tektonikliğin etkin olduğunu ve havza ekseninin beslenme alanına doğru sürekli yerdeğiştirdiğini yansıtır. İncesu çakıltaşları içinde ölçülen tane uzun eksen yönleri ve binik çakıllar, genellikle yörede kuzeyden güneye doğru gelişen bir tortul beslenmenin varlığını belgeler (Yağmurlu,1994).

4.2.1.3. Alüvyon (Q_a) ve Yamaç Molozları (Q_y)

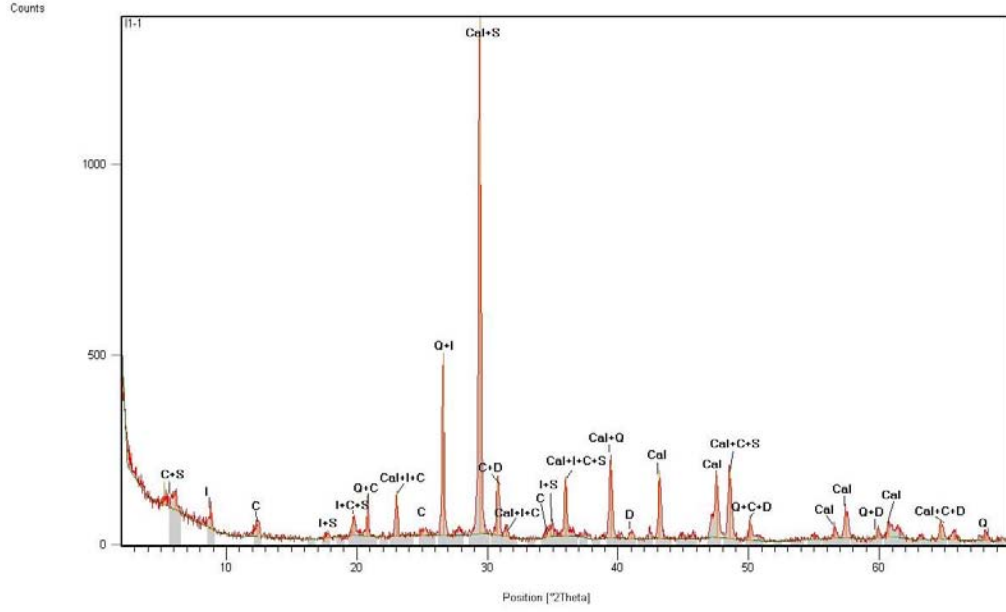
Çoğunlukla çevre kayalardan türemiş kötü boylanmalı kil, silt, kum ve çakıl boyutunda tutturulmamış malzemelerden oluşur.

4.3. Kil Mineralojisi

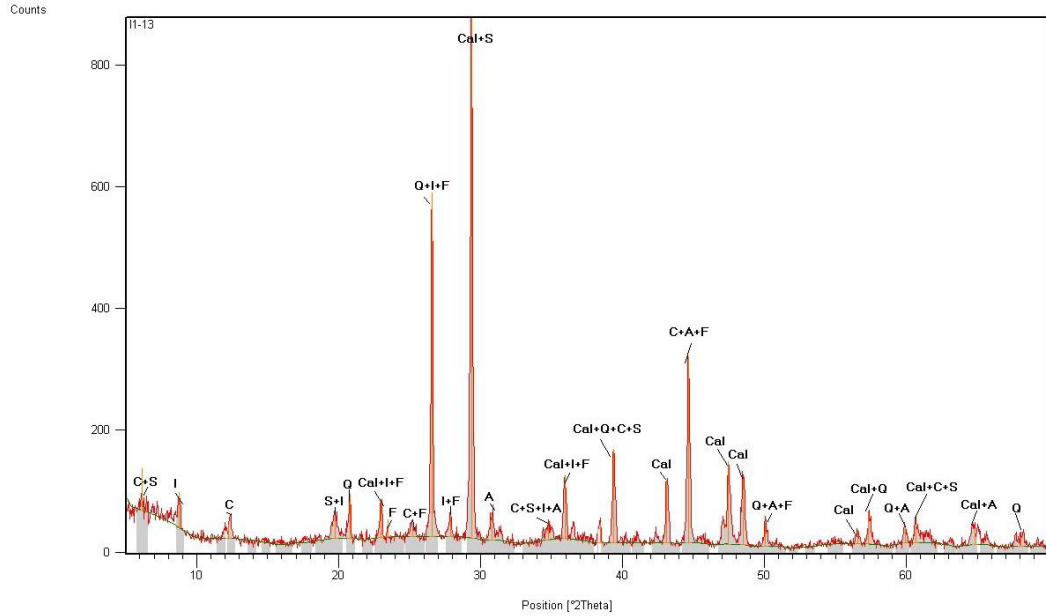
4.3.1. XRD Tüm Kayaç Analizleri (XRD-TK)

XRD-TK analizleri toplam 46 örnekte yapılmıştır. Bu analizler için 2 θ : 5-70° arası taranarak XRD difraktomları elde edilmiştir. Özellikle kil içeriği yüksek lokasyonlardan elde edilen kayaç örnekleri çeneli kırıcı ve değirmen kullanılarak toz haline getirilmiştir. Daha sonra çeyrekleme yapılarak herhangi bir işleme tabi tutulmadan XRD-TK çekimleri yapılmıştır (Şekil 4.13-18). İki ayrı kil yatağından alttan üste doğru alınan örneklerde genellikle İllit, simektit, klorit, kalsit, kuvars, dolomit, ankerit, albit ve serpantin gibi mineraller tespit edilmiştir. Alınan örneklerle göre bu minerallerin türü ve miktarında değişiklik göstermektedir. Chung (1974)

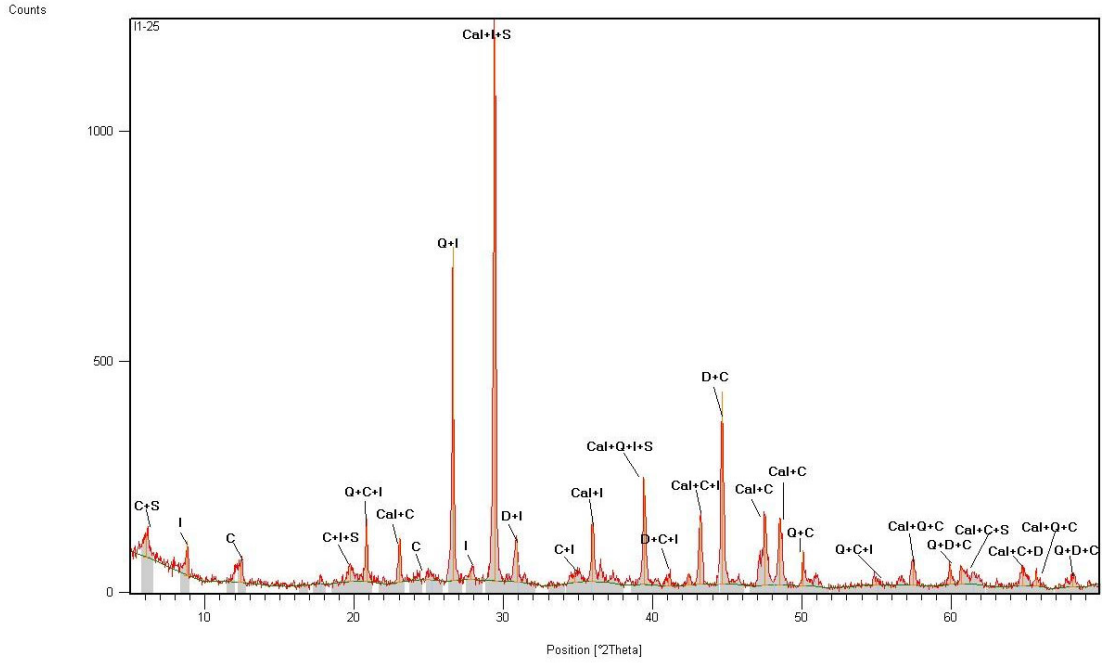
yöntemi (RIR: Reference Intensity Ratio) baz alındığında tüm örneklerdeki İllit oranının % 35-45 arasında olduğu belirlenmiştir.



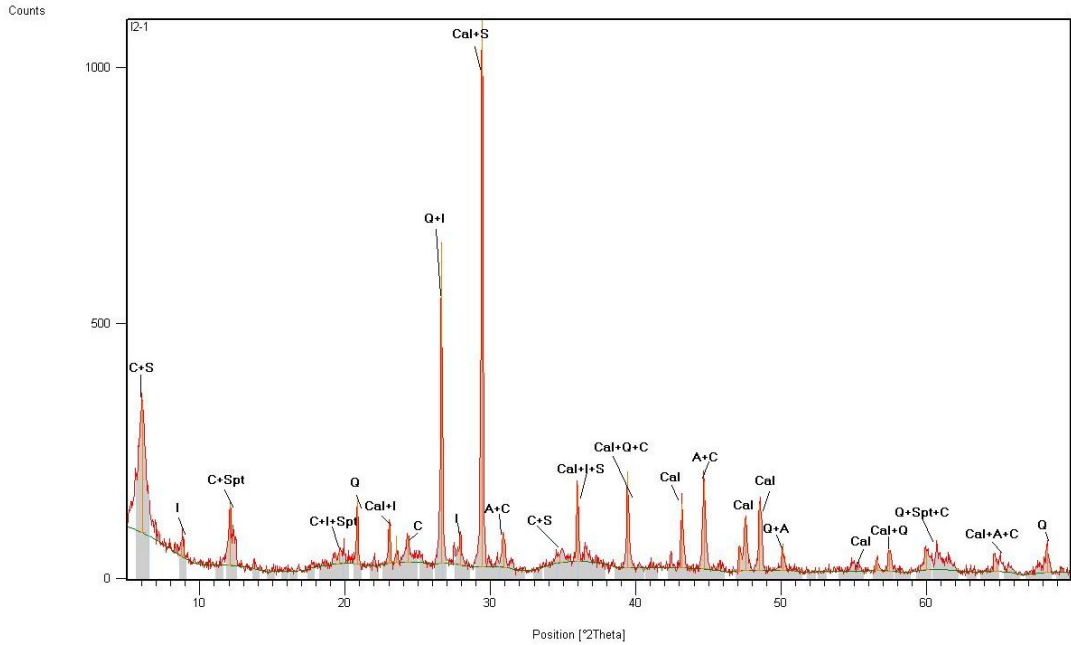
Şekil 4.13. I1-1 örneğine ait XRD-TK difraktomu (Q: Kuvars, Cal: Kalsit, I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, D: Dolomit).



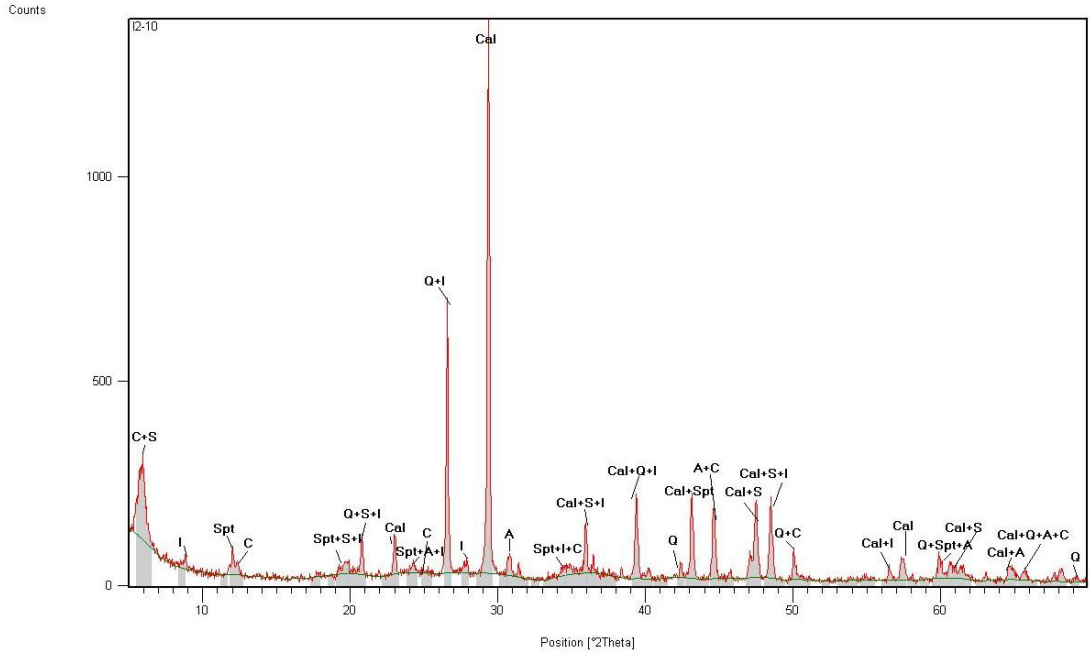
Şekil 4.14. I1-13 örneğine ait XRD-TK difraktomu (Q: Kuvars, Cal: Kalsit, I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, A: Ankerit, F: Feldispat).



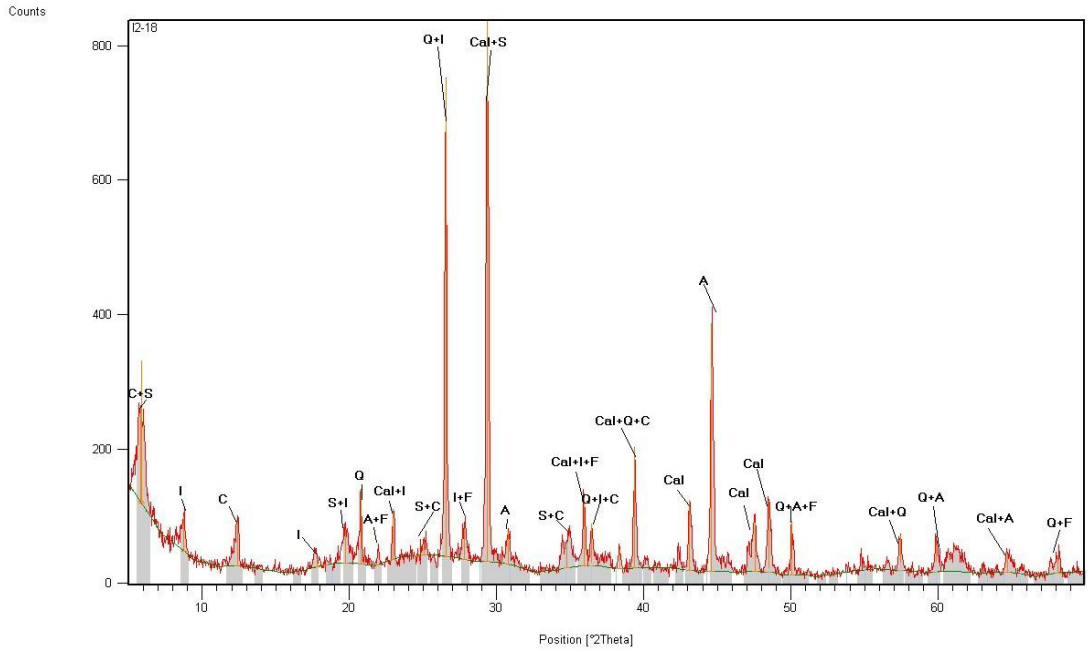
Şekil 4.15. I1-25 örneğine ait XRD-TK difraktomu (Q: Kuvars, Cal: Kalsit, I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, D: Dolomit).



Şekil 4.16. I2-1 örneğine ait XRD-TK difraktomu (Q: Kuvars, Cal: Kalsit, I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, A: Ankerit, Spt: Serpantin).



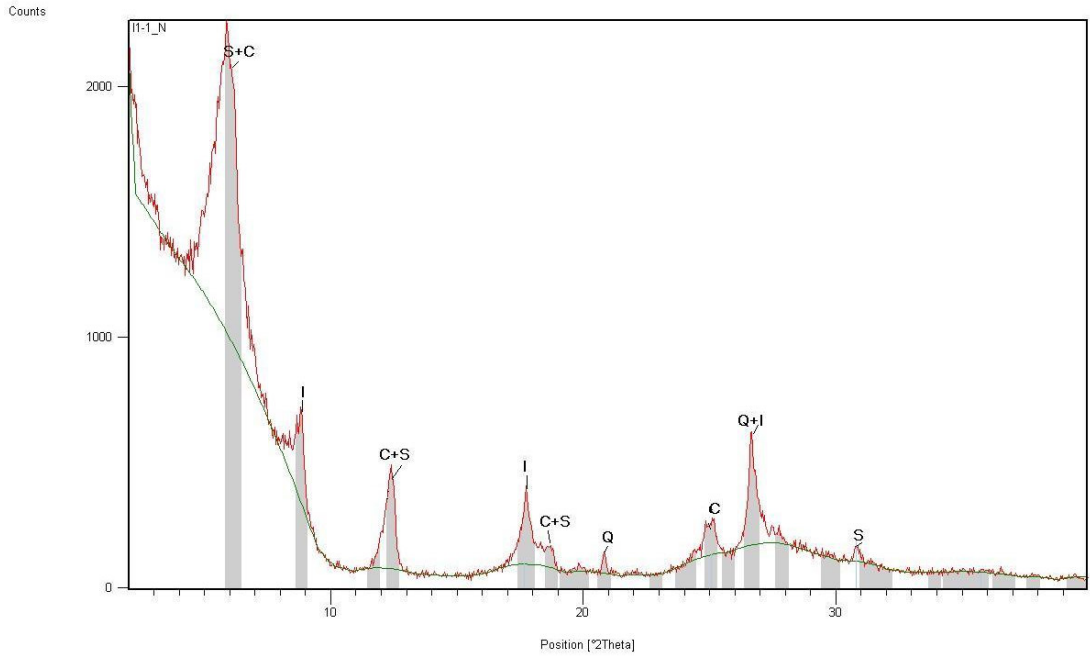
Şekil 4.17. I2-10 örneğine ait XRD-TK difraktomu (Q: Kuvars, Cal: Kalsit, I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, A: Ankerit, Spt: Serpantin).



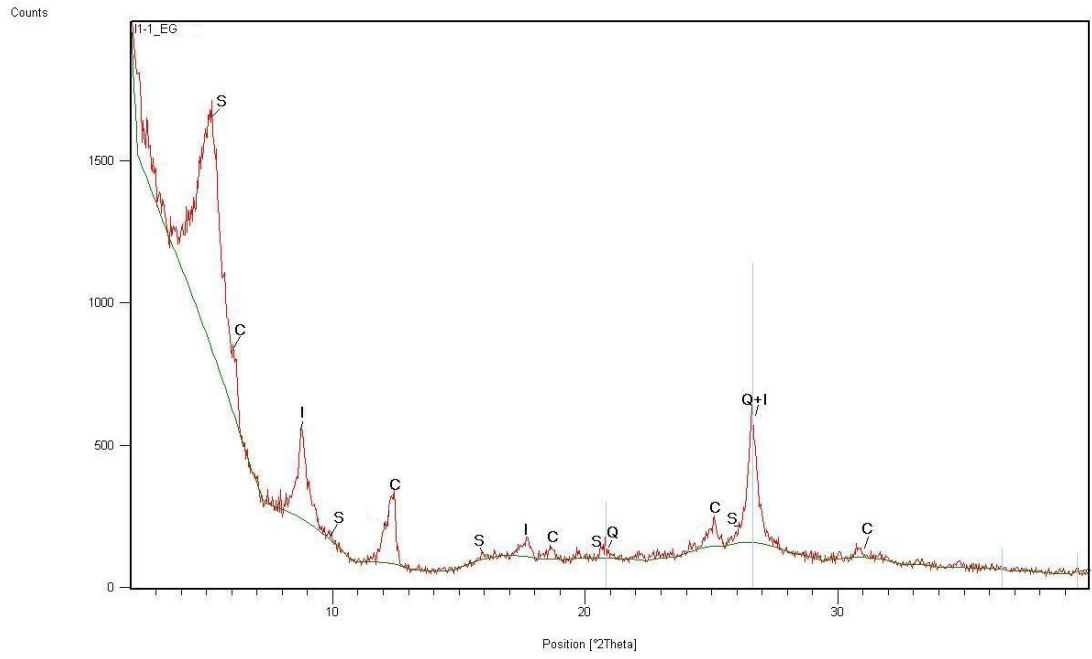
Şekil 4.18. I2-18 örneğine ait XRD-TK difraktomu (Q: Kuvars, Cal: Kalsit, I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, A: Ankerit, F: Feldispat).

4.3.2 XRD Kil Fraksiyonu Analizleri (XRD-KF)

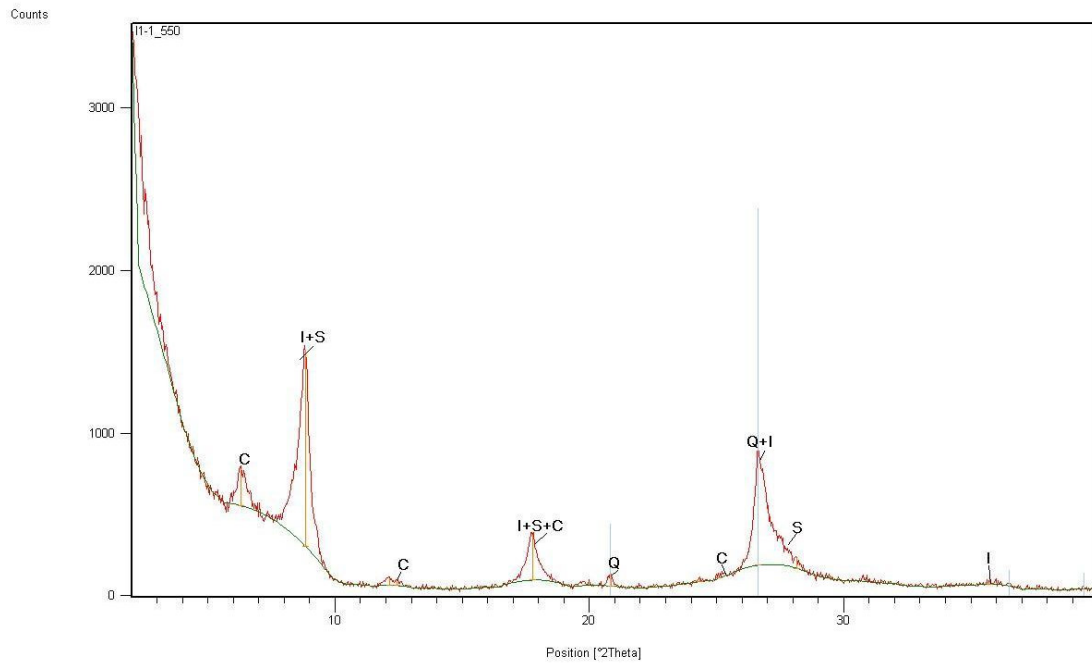
Kil fraksiyonu ayrılan örneklerde egemen mineral olarak İllit bulunmaktadır. d_{001} yansıması 14.47-14.95 Å° arasında değişen değerler Ca-smektitin varlığını işaret etmektedir (Brindley ve Brown, 1980). İllit mineralini takiben Ca-smektit ve klorit minerallerine rastlanmıştır. I2-1 ve I2-10 nolu örneklerde bu minerallere serpantin minerali eşlik etmektedir. Bununla birlikte I2-18 nolu örnekte illit, Ca-smektit ve kloritin yanında karışık tabakalı klorit-smektit mineralinin varlığı göze çarpmaktadır. Aynı zamanda kil fraksiyonu ayrılan tüm örneklerde kuvars mineralide bulunmaktadır. 2µ'dan küçük fraksiyonda fazla miktarda kuvars bulunması, numune hazırlama tekniğinden kaynaklanır ve buzul kayaların tozundan veya diyatome veya radyolaryya gibi çoğunlukla genç kayalarda bulunan orjinal iskeletini opalin silikanın oluşturduğu silisli mikrofosillerden kaynaklanır (Karakaya, 2006; Şekil 4.19-36).



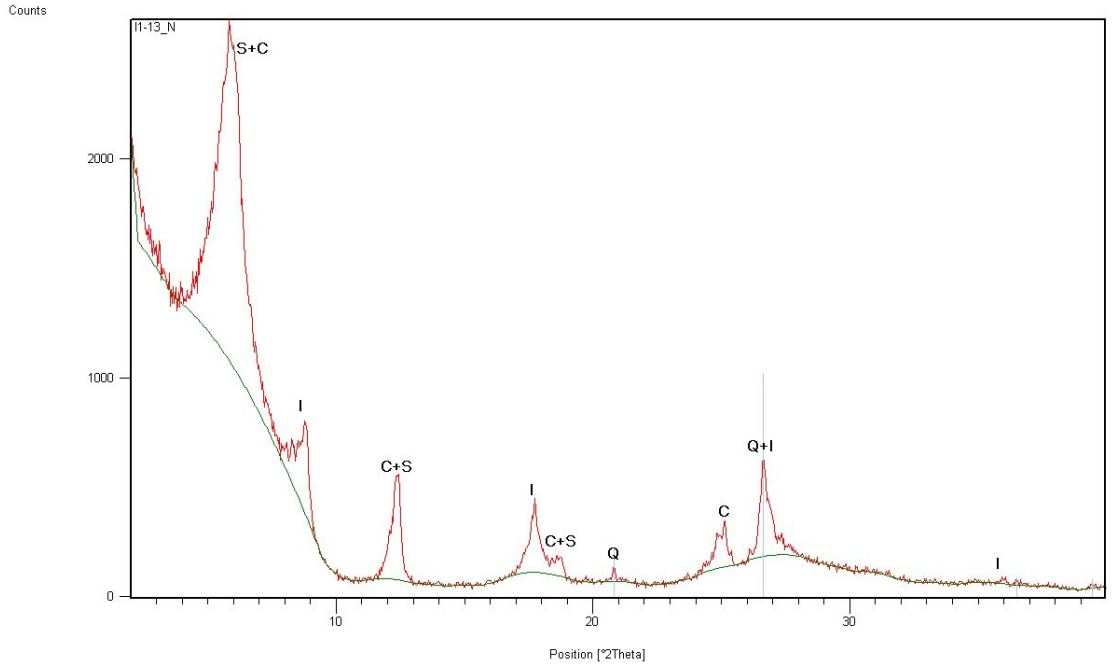
Şekil 4.19. I1-1_N örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Q: Kuvars).



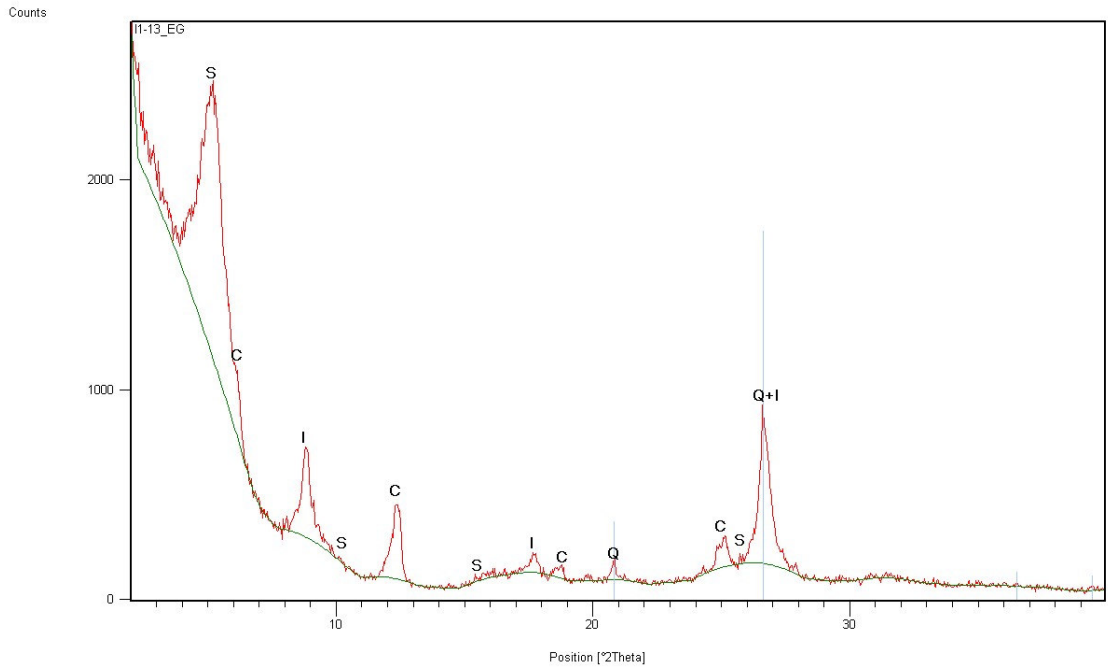
Şekil 4.20. I1-1_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Q: Kuvars).



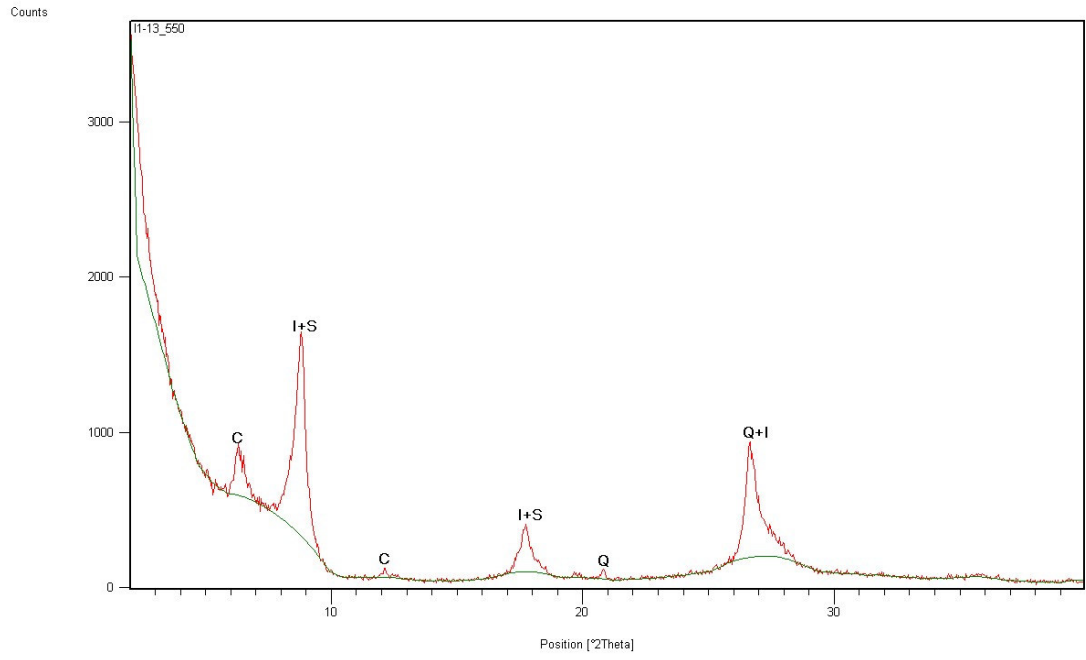
Şekil 4.21. I1-1_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Q: Kuvars).



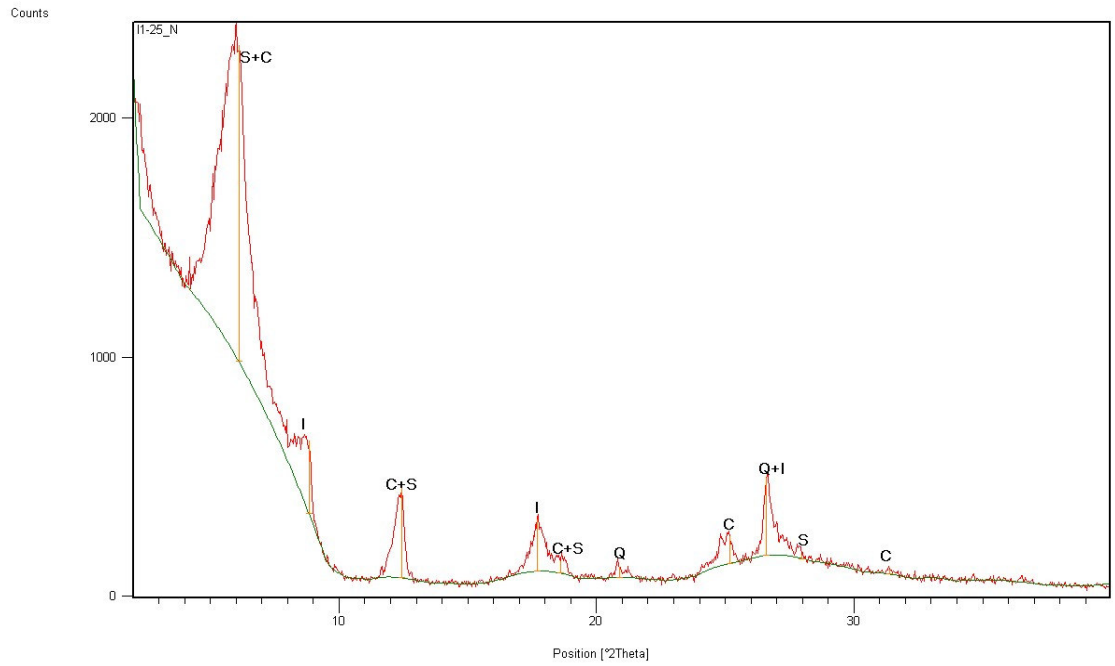
Şekil 4.22. 11-13_N örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Q: Kuvars).



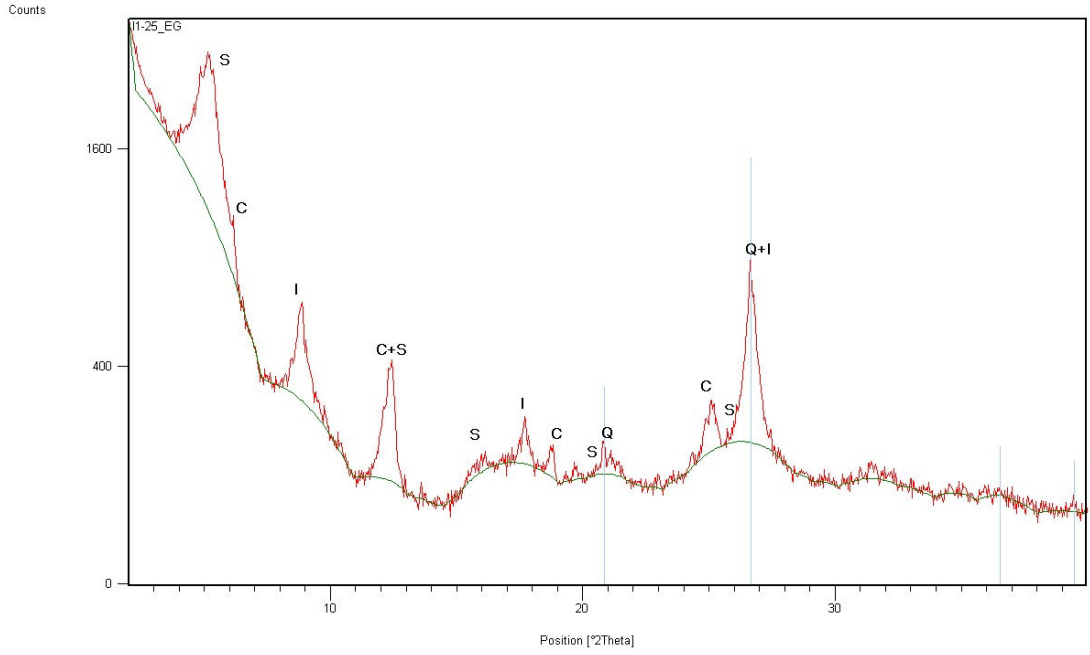
Şekil 4.23. 11-13_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Q: Kuvars).



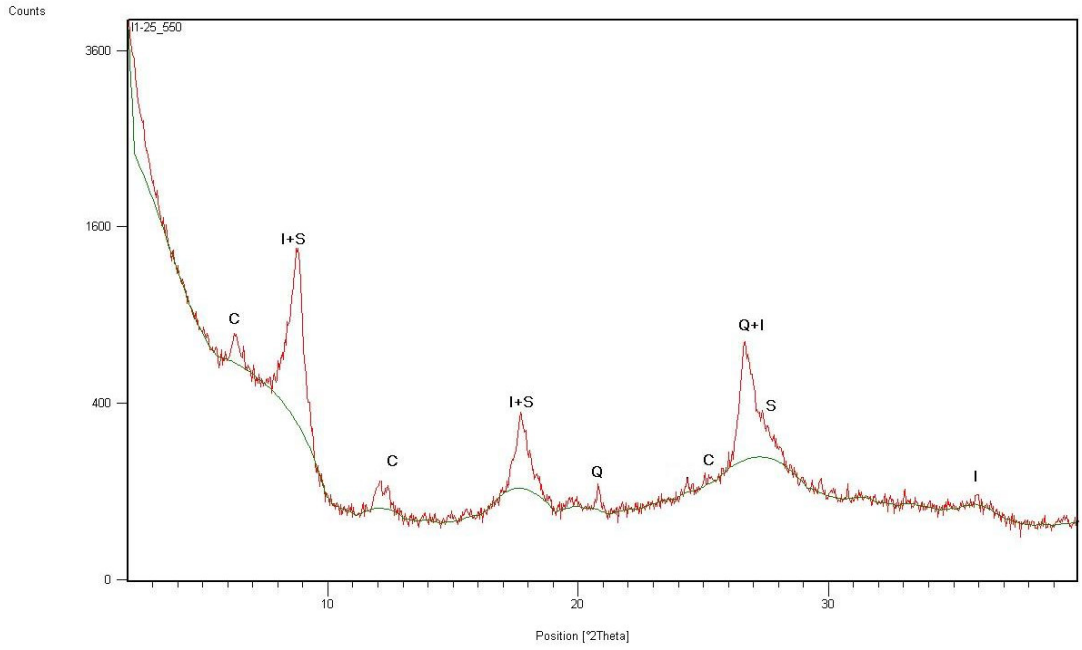
Şekil 4.24. I1-13_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Q: Kuvars).



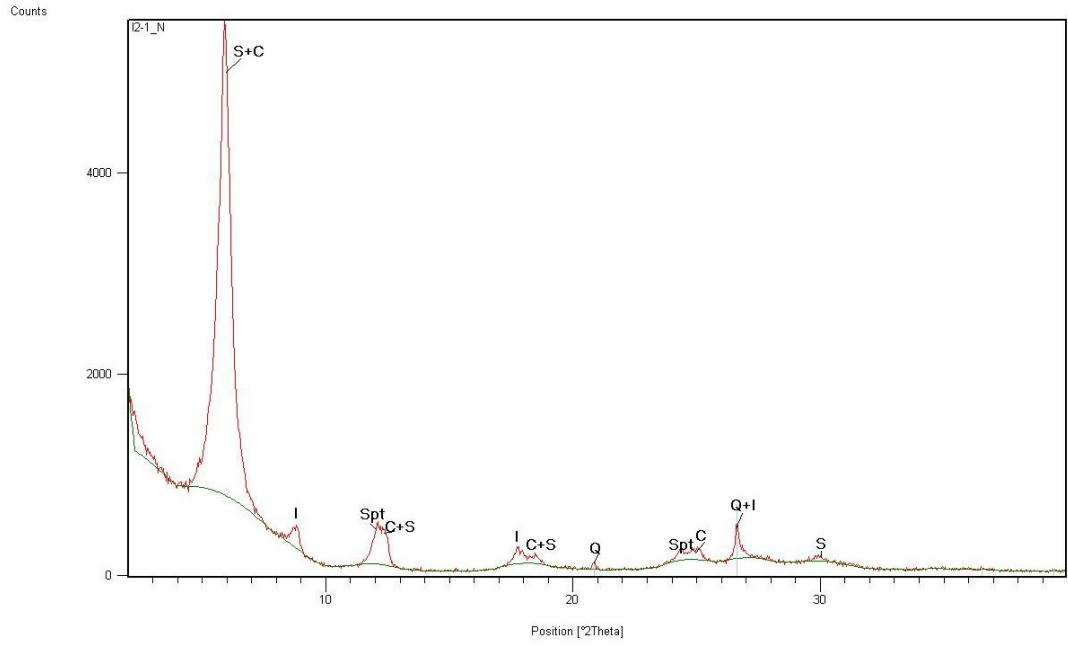
Şekil 4.25. I1-25_N örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Q: Kuvars).



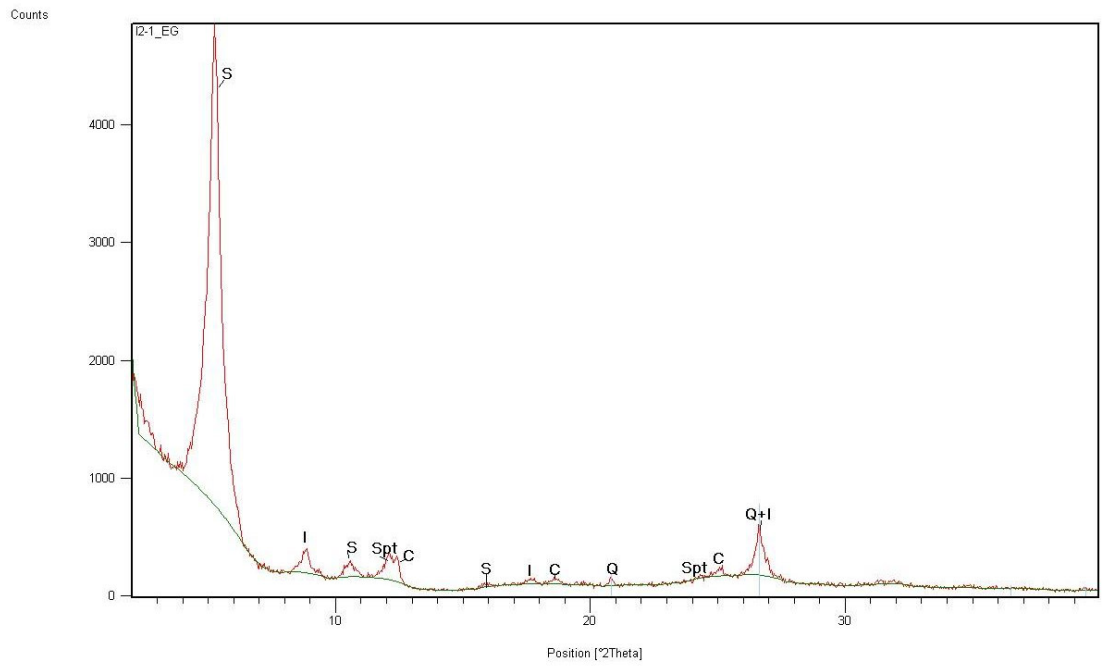
Şekil 4.26. I1-25_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Q: Kuvars).



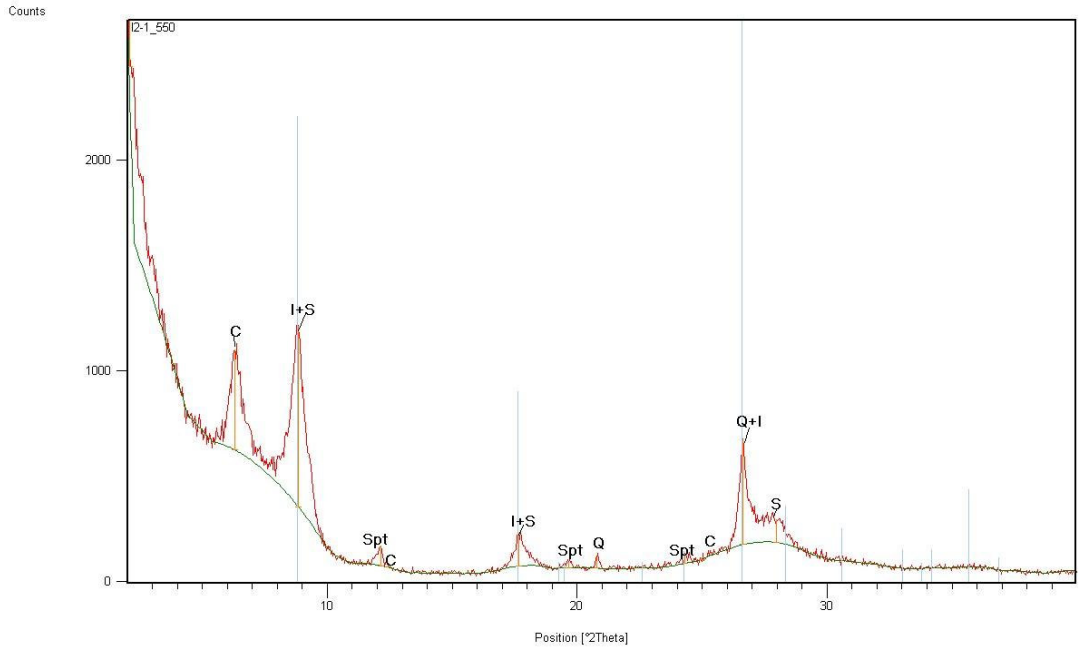
Şekil 4.27. I1-25_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Q: Kuvars).



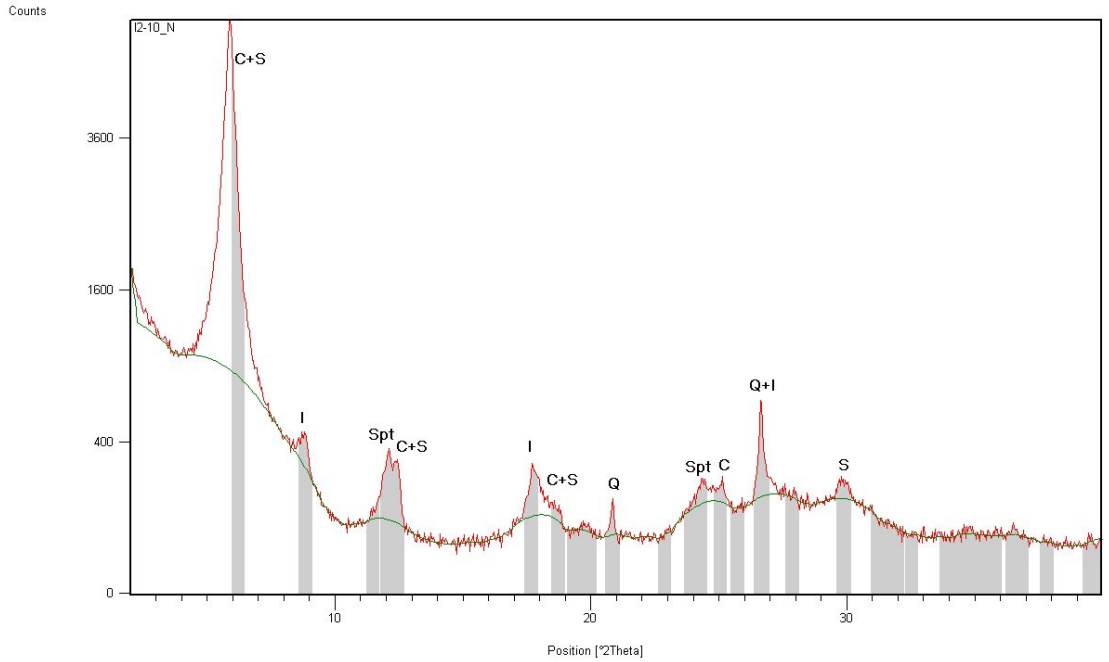
Şekil 4.28. I2-1_N örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Spt: Serpantin, Q: Kuvars).



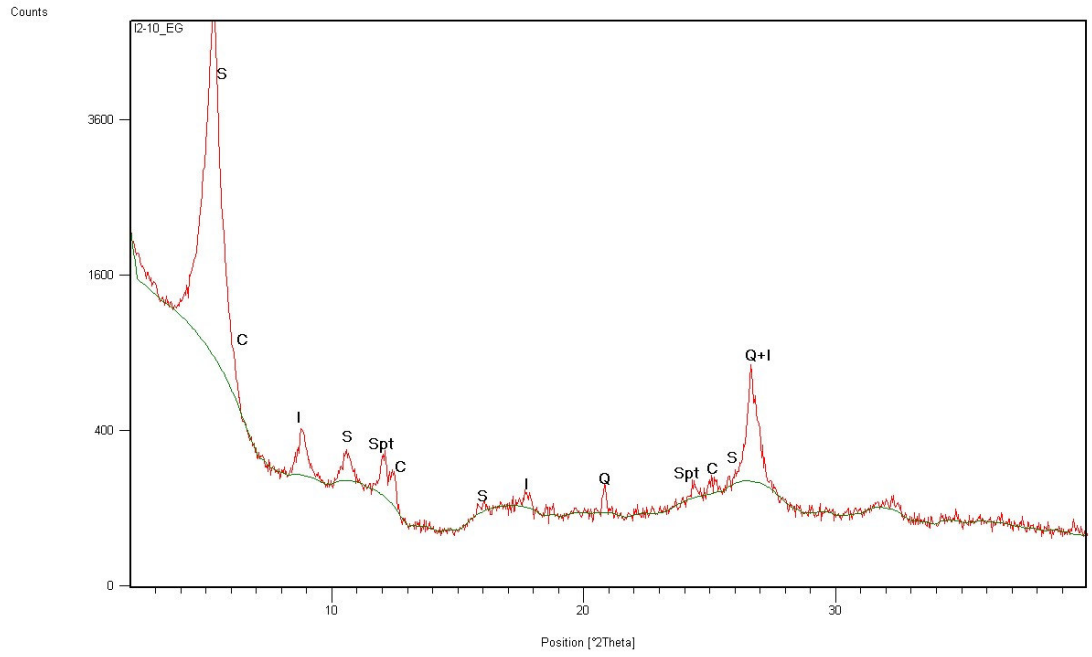
Şekil 4.29. I2-1_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Spt: Serpantin, Q: Kuvars).



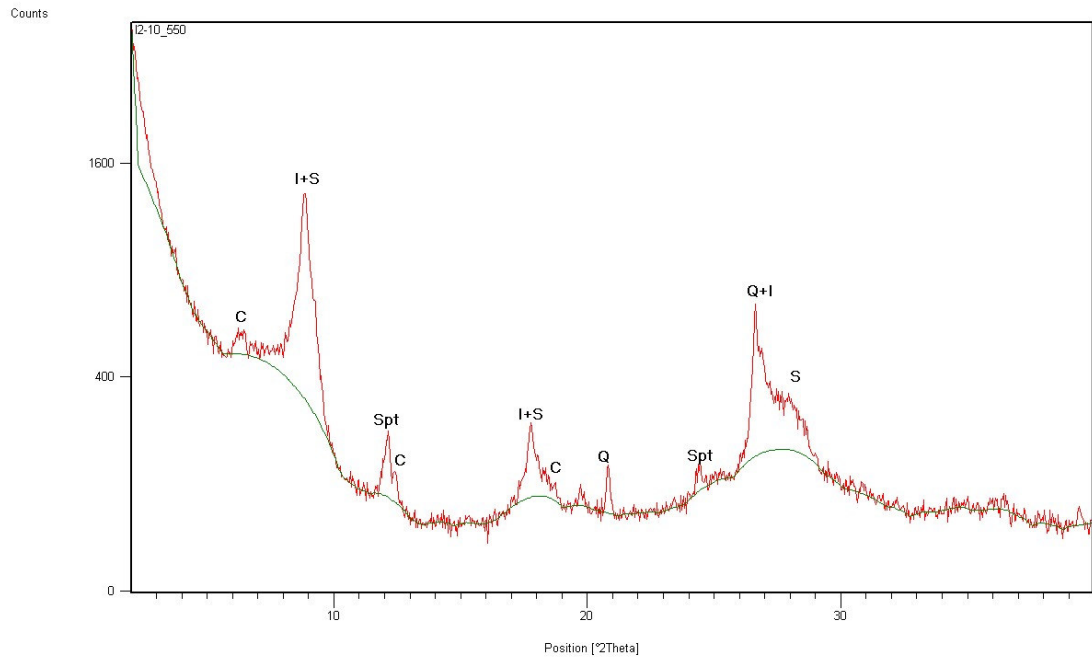
Şekil 4.30. I2-1_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Spt: Serpantin, Q: Kuvars).



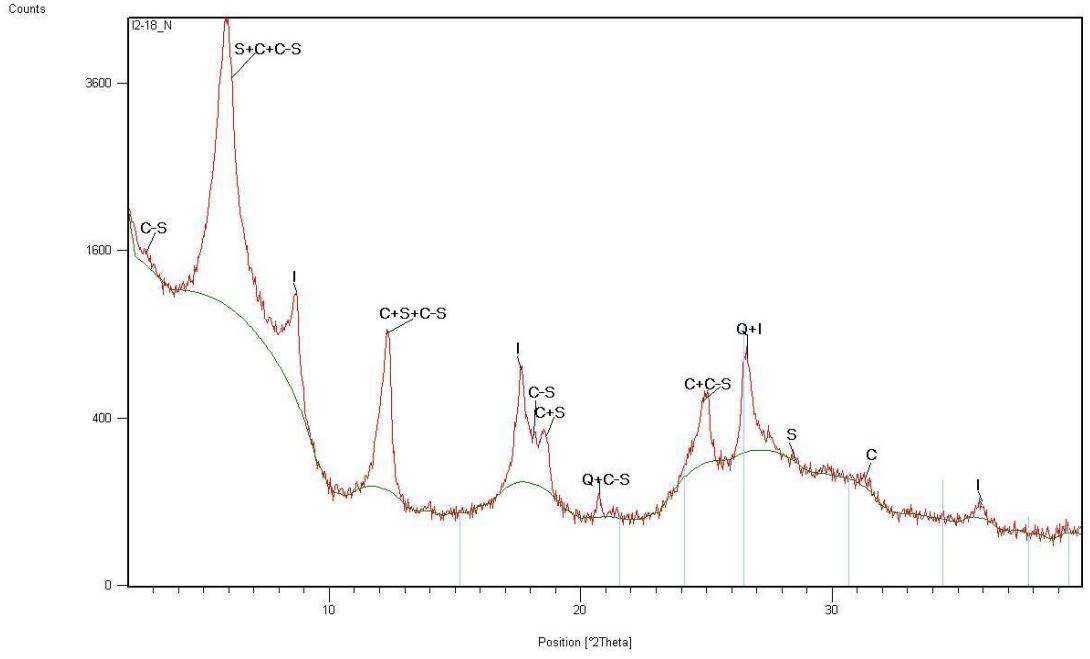
Şekil 4.31. I2-10_N örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Spt: Serpantin, Q: Kuvars).



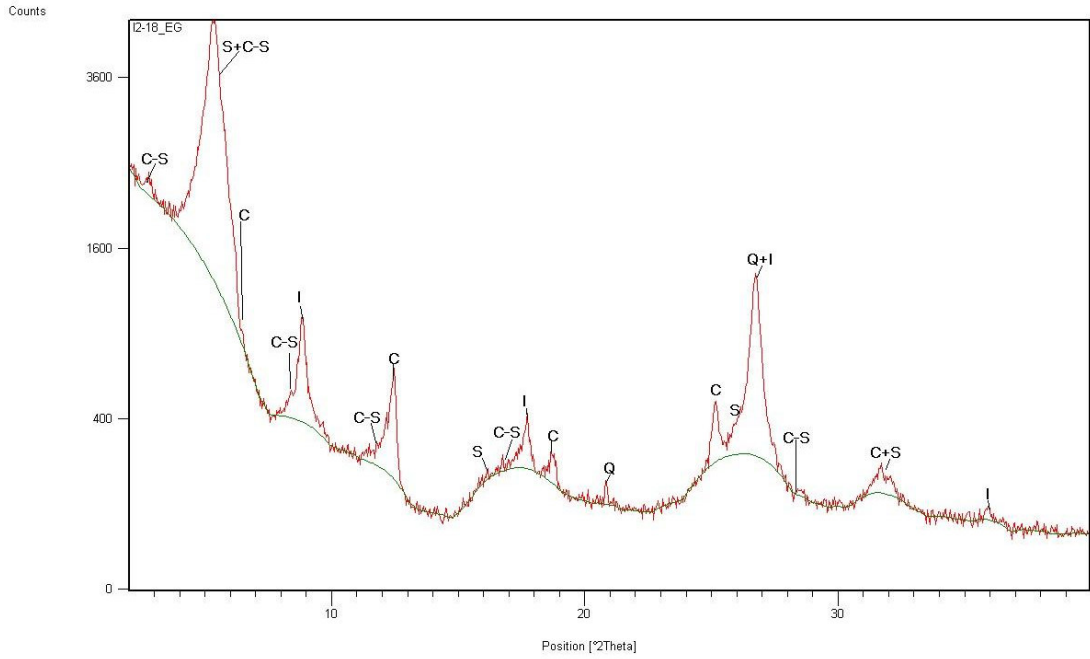
Şekil 4.32. I2-10_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Spt: Serpantin, Q: Kuvars).



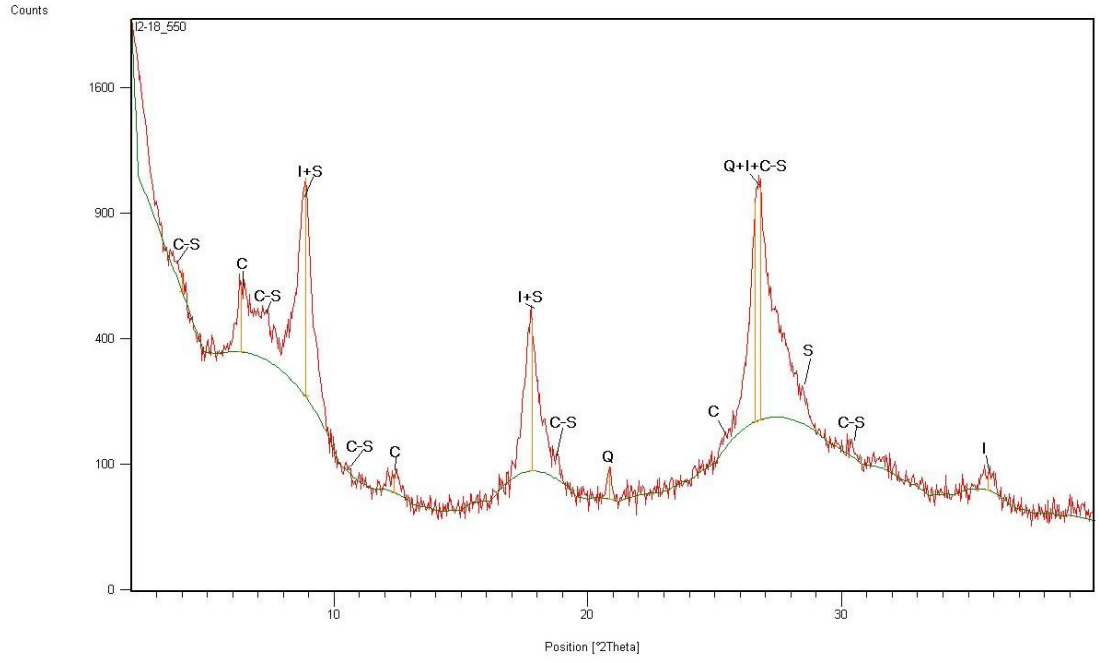
Şekil 4.33. I2-10_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, Spt: Serpantin, Q: Kuvars).



Şekil 4.34. I2-18_N örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, C-S: Klorit-Simektit karışık tabakalı Q: Kuvars).



Şekil 4.35. I2-18_EG örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, C-S: Klorit-Simektit karışık tabakalı Q: Kuvars).



Şekil 4.36. I2-18_550 örneğine ait XRD-KF difraktomu (I: Illit, C: Klorit, S: Simektit, C-S: Klorit-Simektit karışık tabakalı Q: Kuvars).

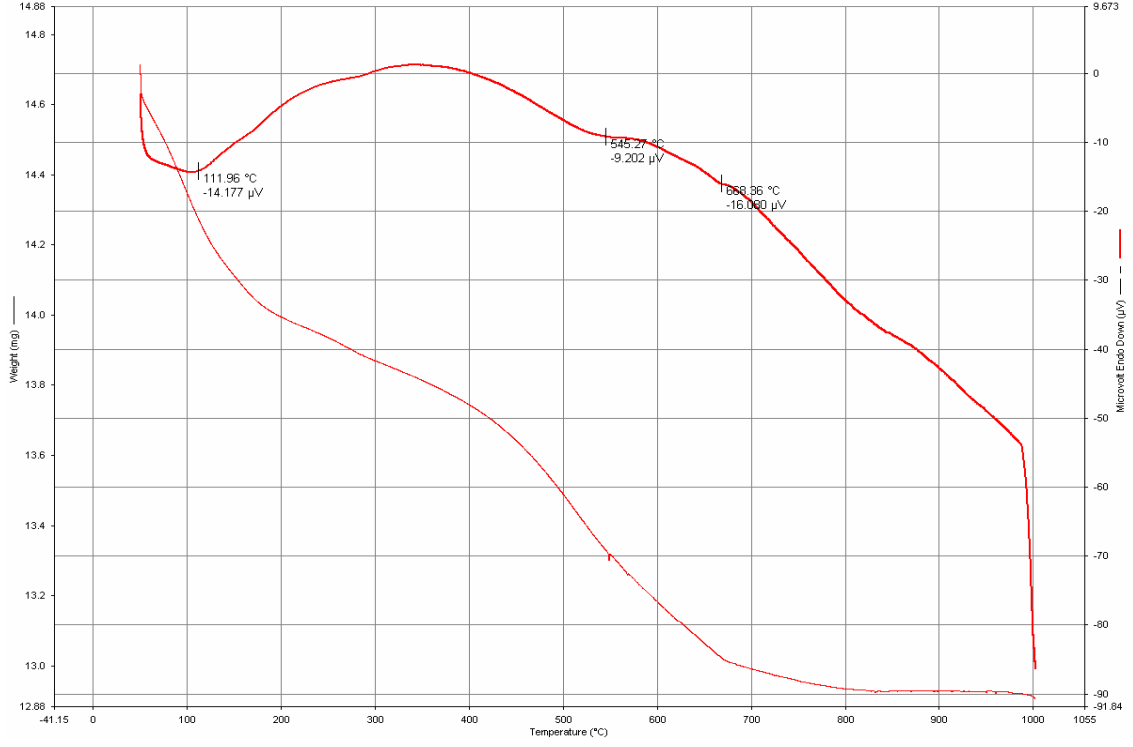
Çizelge 4.1. XRD-TK ve XRD-KF analizleri yapılan örneklere ait mineraller

Örnek No	XRD-TK	XRD-KF
I1-1	Kuvars, Kalsit, İllit, Simektit, Klorit, Dolomit	İllit, Simektit, Klorit, Kuvars
I1-13	Kuvars, Kalsit, İllit, Simektit, Klorit, Feldispat, Ankerit	İllit, Simektit, Klorit, Kuvars
I1-25	Kuvars, Kalsit, İllit, Simektit, Klorit, Dolomit	İllit, Simektit, Klorit, Kuvars
I2-1	Kuvars, Kalsit, İllit, Simektit, Klorit, Ankerit, Serpantin	İllit, Simektit, Klorit, Serpantin, Kuvars
I2-10	Kuvars, Kalsit, İllit, Simektit, Klorit, Feldispat, Ankerit, Serpantin	İllit, Simektit, Klorit, Serpantin, Kuvars
I2-18	Kuvars, Kalsit, İllit, Simektit, Klorit, Feldispat, Ankerit	İllit, Simektit, Klorit, Klorit- Simektit karışık tabakalı, Kuvars

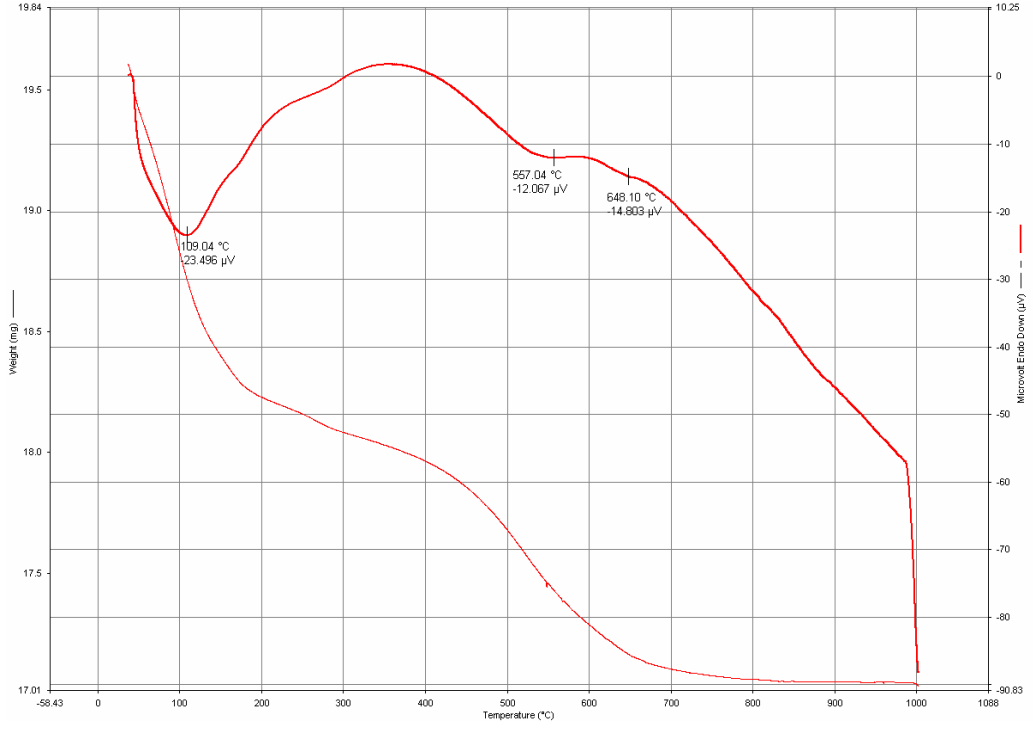
4.3.3. Diferansiyel Termal Analiz (TG/DTA) Çalışmaları

DTA eğrileri genel olarak incelendiğinde; I1-1 örneğindeki 111 °C, I1-13 örneğindeki 109 °C, I1-25 örneğindeki 139 ve 268 °C, I2-1 örneğine ait 100 ve 152 °C, I2-10 örneğindeki 110 ve 176 °C ile I2-18 numaralı örneğe ait 118 °C’da gözlenen endotermik pikler simektitler için büyük bir düşük endotermik pik sıcaklığını karakterize etmektedir. DTA eğirilerinde bu pikin oldukça yayvan olmasının nedeni olarak illitin 100-200°C’da gözlenen endotermik piki ile çakışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. I1-1 örneğindeki 668 °C, I1-13 örneğindeki 648 °C ve I2-1 örneğindeki 648 °C’da gözlenen endotermik pikler simektit mineraline ait ikincil endotermik piklerdir. I2-18 numaralı örnekte gözlenen 871 °C’deki endotermik pikinde yine simektit mineraline ait olduğu düşünülmektedir. Düşük sıcaklıktaki endotermik pik tabaka aralarındaki katyonlarla koordinasyon halindeki su moleküllerinin ayrılması ile ilişkili iken, diğer endotermik pik tabakadan OH gruplarının ayrılması ile ilişkilidir. Düşük sıcaklıktaki endotermik pikler adsorbe nemin kaybı ile tabaka arası bölgelerdeki suyun büyük bir kısmının kaybı nedeniyle oluşur (Karakaya, 2006). İllitlerin termal özelliklerinin oldukça değişken olması nedeniyle tanımlama amaçlı çalışmalarda termoanalitik yöntemlerin kullanımı sınırlıdır (Karakaya, 2006). Ancak illitler çoğunlukla 550 °C üzerindeki dehidroksilasyon pikleri ile tanınırlar. İllitten hidroksilin ayrılması ortalama 400 °C’da başlar ve 900 °C’ye kadar devam edebilir (Özpınar vd., 2006). Bu açıdan I1-1 örneğine ait 545 °C, I1-13 örneğine ait 557°C, I1-25 örneğine ait 550 °C, I2-1 örneğindeki 529 °C, I2-10 örneğindeki 541 °C ve I2-18 örneğine ait 552 °C’da ki endotermik pikler illit mineraline ait dehidroksilasyon pikleridir. Aynı zamanda klorite ait karakteristik endotermik pik sıcaklığı 500-600 °C arasında gözlenmekte olup illite ait olan ikincil endotermik piklerin klorit piki ile çakıştığı ve tek bir pik üzerinde olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte I2-1 örneğine ait 766 °C, I2-10 örneğine ait 778 °C endotermik piklerin serpantin mineraline ait olduğu tahmin edilmektedir. Mackenzie (1957)’ye göre serpantin mineralleri 700 °C’nin üzerinde ki endotermik pikleri ile tanınırlar. XRD difraktomlarında tespit edilmesine rağmen Kuvars mineraline ait polimorfik değişimi karakterize eden yaklaşık 573 °C’deki ekzotermik piklerin gözlenememesi hem ısıtma hızının yüksekliğinden hem de illit

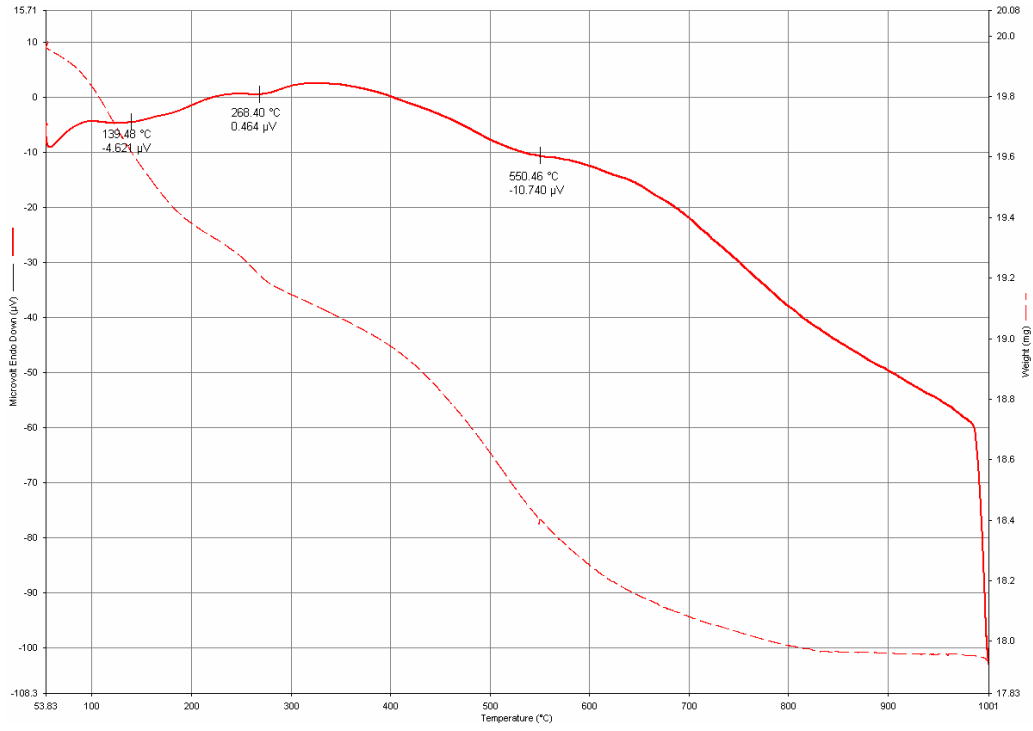
ve klorit gibi minerallerin ana endotermik piklerinin 500-600 °C arasında olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen DTA eğrileri genel olarak yorumlandığında XRD analizlerinden elde edilen mineralojik tanımlamalar ile uygunluk göstermektedir (Şekil 4.37-42).



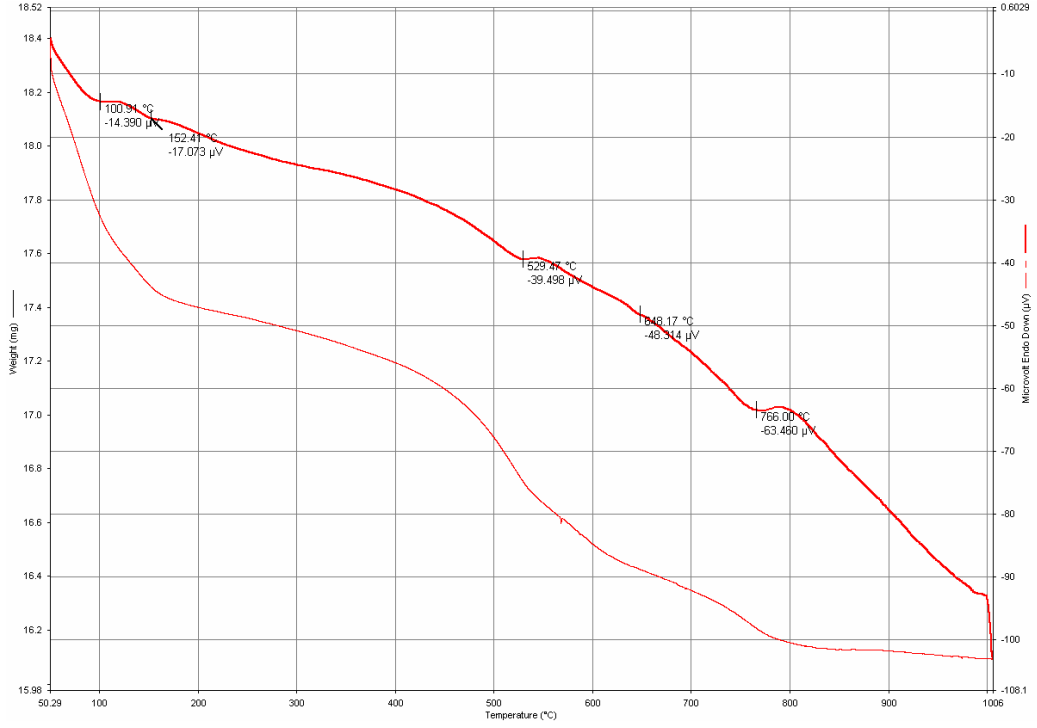
Şekil 4.37. I1-1 örneğine ait DTA eğrisi.



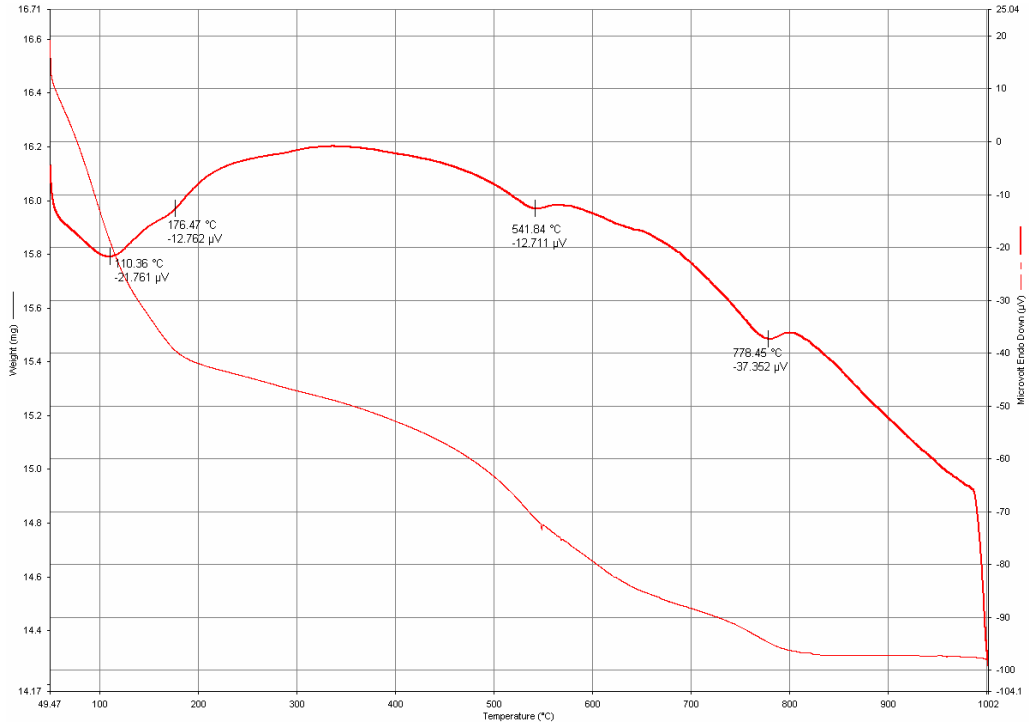
Şekil 4.38. I1-13 örneğine ait DTA eğrisi.



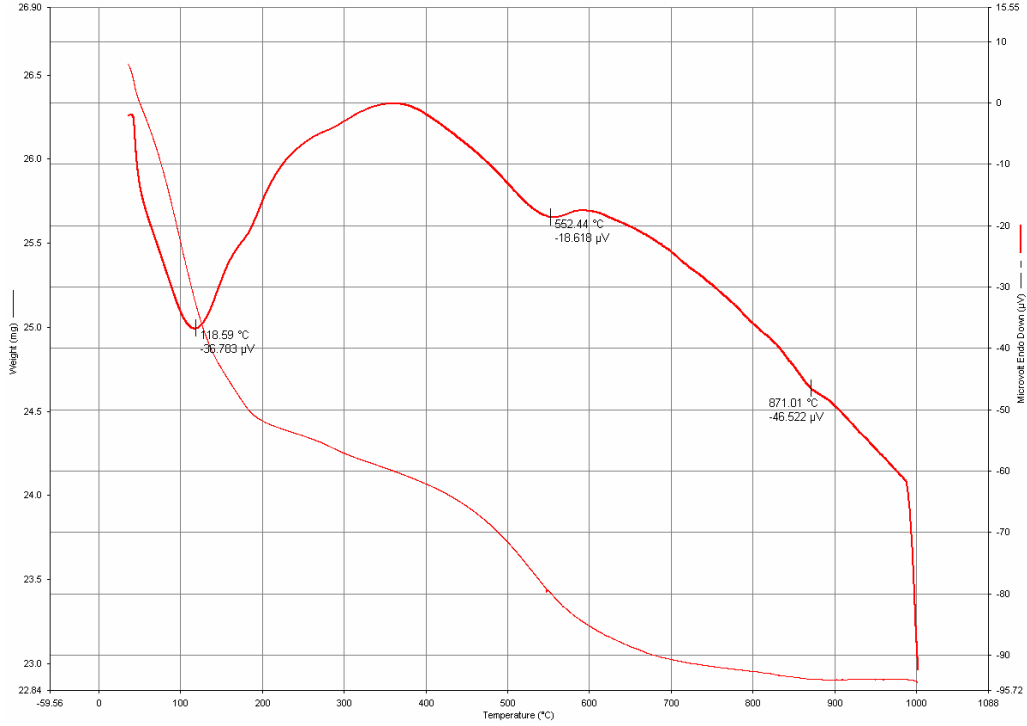
Şekil 4.39. I1-25 örneğine ait DTA eğrisi.



Şekil 4.40. I2-1 örneğine ait DTA eğrisi.



Şekil 4.41. I2-10 örneğine ait DTA eğrisi.



Şekil 4.42. I2-18 örneğine ait DTA eğrisi.

4.4. Jeokimya

Jeokimyasal analizler Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde yer alan ICP-OES cihazında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla toplam 6 örnekte CaO, SiO₂, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O, MnO, TiO₂, SO₃ ve ateş kaybı değerleri bulunmuştur.

Kimyasal analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde örneklerdeki CaO, SiO₂, MnO, TiO₂, SO₃ değerlerinin tüm örneklerde benzer düzeylerde olduğu gözlenmektedir. Tüm örneklerdeki SiO₂ oranları %50-54.5 arasında olup diğer oksitlere göre daha yüksek oranda bulunmaktadır. Bu yüksek değerler örnekteki kuvars ve diğer silikat minerallerine dayanmaktadır. Aynı zamanda örnekler içerisinde kuvars minerali veya silisli fosil kavkısı şeklinde gözlenen silisyumca zengin materyalinde bu değer diğerlerine göre daha yüksek çıkmasına neden olduğu tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.2. Çalışma bölgesinden alınan kil örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları (S.M.: Silikat modülü, A.M.: Alüminyum modülü).

Örnek no	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	Ateş kaybı	Toplam	SO ₃	S.M	A.M
I1-1	9.25	1.71	0.30	0.95	51.45	1.34	2.23	0.42	0.05	28.65	96.36	<1.0	14.41	1.66
I1-13	12.26	2.38	0.50	1.42	50.51	2.94	3.74	0.54	0.05	24.64	99.00	<1.0	7.56	1.27
I1-25	9.06	2.11	0.32	0.89	53.42	1.48	2.48	0.40	0.05	27.65	97.86	<1.0	13.48	1.68
I2-1	8.05	3.95	0.48	0.95	54.57	2.65	2.74	0.45	0.05	22.13	96.02	<1.0	10.12	1.03
I2-10	10.04	2.99	0.40	0.83	53.46	2.36	3.61	0.38	0.07	25.79	99.93	<1.0	8.95	1.53
I2-18	8.79	2.53	0.54	1.27	54.04	3.76	5.64	0.60	0.08	21.98	99.24	<1.0	5.75	1.5

I1-13, I2-1, I2-10 ve I2-18 nolu örneklerde Fe_2O_3 oranının diğer örneklerdeki orana göre daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Bu örneklerdeki XRD sonuçları incelendiğinde ankerit mineralinin varlığının bu değerlerle ilişkili olması yüksek ihtimaldir.

I2-1 ve I2-10 nolu örneklerdeki MgO değerlerine bakıldığında sırasıyla %3.95 ve %2.99 civarında olduğu ve bu değerlerinde örneklerde yer alan ortak minerallere ek olarak serpantin minerali ihtiva ettiği ve bu yüksek MgO değerlerinde bu minerale bağlı olduğu sonucuna varılmıştır.

I2-18 nolu örnekte Al_2O_3 bileşiği %5.64 civarındadır ve bu değer diğer örneklerdeki sonuçlara göre daha yüksektir. Bu örneğe ait XRD-TK (Tüm kayaç taraması) ve XRD-KF (Kil fraksiyonu incelemesi) difraktomları incelendiğinde XRD-TK sonuçlarına göre tüm minerallerde ortak olarak bulunan minerallere ek olarak feldispat minerali içerdiği, XRD-KF incelemelerinde ise kil fraksiyonunda ortak olarak gözlenen minerallere ek olarak klorit-simektit karışık tabakalı kil minerali içerdiği gözlenmiştir. Al_2O_3 miktarındaki artış bu minerallerle ilişkilidir. I1-13 ve I2-18 nolu örneklerdeki alkali bileşiklerin diğerlerine göre yüksek olmasının bu minerallerdeki feldispat içeriğiyle bağlantılı olması muhtemeldir.

Tüm kayaç örneklerinin kimyasal analizleri incelendiğinde ateş kaybı değerlerinin oldukça yüksek değerlerde olduğu buna karşın SiO_2 dışındaki değerlerin ya normal değerlerde olduğu veya beklenen değerlerin altında olduğu gözlenmektedir. Ateş kaybındaki bu yüksek değerler alınan kil örneklerinin büyük bir olasılıkla yüksek oranda organik materyal ihtiva ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte örneklerdeki gri-koyu gri renk tonlarında organik materyal olabileceğini doğrulamaktadır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İğdecik Köyü (Isparta) dolaylarında yapılan bu çalışmada, yaklaşık 25 km²'lik bir alandaki kaya birimleri tanımlanarak formasyon sınırları tespit edilmiş ve bölgenin 1:10.000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanarak enine kesitleri çizilmiştir. Bu sonuca bağlı olarak bölgede en yaşlı birim Orta-Eosen yaşlı Kayıköy formasyonu olup, bunun üzerine İncesu formasyonu olarak adlandırılan Oligosen yaşlı konglomeralar uyumlu bir şekilde gelmektedir. Kuvarterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonal malzemelerde bu birimi uyumsuz bir şekilde örtmektedir. Bu gözlemler Karaman (1989;1994) ile Görmüş ve Özkul (1995)'un çalışmaları ile paralellik arz etmektedir.

Çalışmanın esasını teşkil eden ve ayrıntılı stratigrafik çalışmaların yapıldığı Kayıköy formasyonuna ait iki adet kil yatağında, alttan üste doğru ölçülü stratigrafik kesit alımı gerçekleştirilmiştir. **I1** (Çalışma alanının GD'sunda) ve **I2** (Çalışma alanının GB'sında) olarak isimlendirilen lokasyonlardan alınan örneklerin mineralojik analizlerinde tüm örneklerde illit, simektit, klorit, kuvars ve kalsit mineralleri tespit edilmiştir. Bu minerallere ek olarak bazı örneklerde serpantin, dolomit, ankerit ve feldispat mineralleri gözlenmektedir. Kil fraksiyonu ayrılan 6 örneğin XRD analizlerinde de yine tüm örneklerde simektit minerali gözlemlendiği ve d₀₀₁ değerlerinden yola çıkarak bu mineralin Ca-simektit bileşimde olduğu belirlenmiştir. Ca-simektitle birlikte tüm örneklerde illitin egemenliği göze çarpmakta ve bu minerallere klorit ve kil ayırma işlemi sonucu örnekten uzaklaştırılamayan kuvars bileşimli materyal eşlik etmektedir. Ayrıca I2-1 ve I2-10 nolu örneklerde bunlara ek olarak serpantin mineralinin varlığı göze çarpmaktadır. Yine I2-18 nolu örnekte karışık tabakalı klorit-simektit minerali tespit edilmiştir.

Kil fraksiyonu ayrılan 6 örnekte gerçekleştirilen termal analiz sonuçlarında simektit, illit, klorit gibi minerallere ait pikler tanımlanarak bu sonuçların XRD sonuçları ile uyum sağladığı görülmüştür.

Jeokimyasal analiz sonuçlarından elde edilen veriler çimento hammaddesi olarak kullanılan üründe istenilen sınır değerlerle karşılaştırıldığında MgO değerlerinin %

1.71-3.95 değerleri arasında olduğu ve tüm örneklerde sınır değerler (Max.: % 5) içerisinde kaldığı, buna karşın Al_2O_3 değerlerinin % 2.23-5.64 arasında olduğu ve I2-18 örneğin dışındaki diğer tüm örneklerde sınır değerin(min.: %4) altında kaldığı gözlenmektedir. Bununla birlikte max.: % 31 civarında olması istenen SiO_2 değerlerindeki % 50.51-54.57 değerleri arasında olup oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çimentoda kullanılacak malzemede miktarı sınırlandırılmış olan diğer bir bileşik olan alkali değerleri tüm örneklerde istenen sınırlar içerisinde (max.: % 2) yer almaktadır. Normal portland çimentosu için kabul edilebilir max. SO_3 içeriği $\leq$ % 3.5 olup tüm örneklerde çıkan sonuçlar % 1'in altında ve standartlar içerisinde yer almaktadır.

Jeokimyasal sonuçlardan SiO_2 , Fe_2O_3 ve Al_2O_3 değerlerinin kullanılmasıyla oluşturulan silikat ve alüminyum modülleri hesaplanmıştır. Standartlarda 1,9-3,2 arasında olması istenen ancak Türk çimento işletmelerinde istenen değerler 2,2-2,6 olan silikat modülleri, örneklerde 5,75 ile 14,41 arasında olup standart değer aralıklarıyla uyuşmamaktadır. Alüminyum modülü 1,5 ile 2,5 değerleri arasında uygun olup I1-1, I1-25, I2-10 ve I2-18 nolu örneklerin alüminyum modülü açısından uygun ve buna karşın I1-13 ve I2-1 nolu örneklerin sırasıyla 1,27 ve 1,03'lük alüminyum modülüyle standart değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Tüm jeokimyasal analiz sonuçları ve hesaplanan modüller değerlendirildiğinde genel olarak en önemli kriterler olan MgO değerleri, toplam alkali oranları (K_2O+Na_2O) ve alüminyum modülü açısından (I-13 ve I2-1 örnekleri dışında) killerin hammadde olarak çimentoda kullanılabilmeye uygun olduğu görülmüştür. Buna karşın silikat modüllerinin oldukça yüksek olmasından dolayı bu uygunluk teyid edilememiştir. Bu açıdan araştırılan killerin çimentoda hammadde olarak kullanılıp kullanılamayacağının kesin tespiti için silikat modüllerini düzenleyici birtakım katkıları (boksit ve demir cevheri gibi) yapmak ve diğer bir hammadde olan kalkerle bir karışım yaparak deneme amaçlı bir portland çimentosu üretmek gerekmektedir. Zira çalışma bölgesinin birkaç km yakınında bulunan Göltaş Çimento Fabrikası'nda yine Kayıköy formasyonuna ait ve araştırılan killere aynı özellikleri taşıyan farklı bir kil yatağında hammadde üretimi yapmakta ve bu killeri demir ve boksit cevheri

gibi katkılarla düzenleyerek çimento üretiminde kullanmaktadır. Aynı zamanda araştırılan kil sahalarında 1:5.000 veya daha büyük ölçekli detay haritalarının yapılması sağlıklı bir hammadde etüdü açısından daha uygun olacaktır.

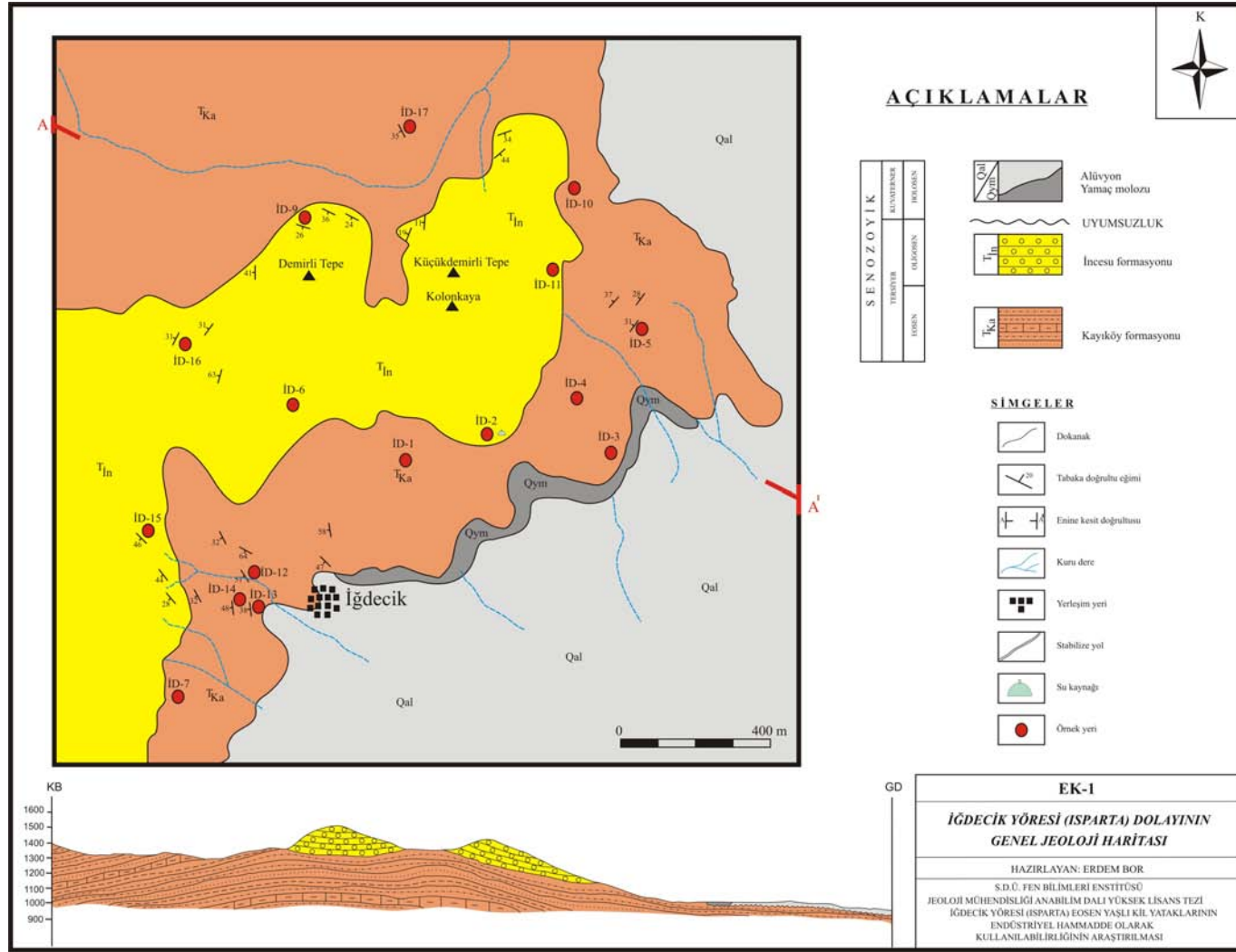
6. KAYNAKLAR

- Anonim, 2002. Genel Çimentolar-Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri. Türk Standartları Enstitüsü (TS EN 197-1). Ankara.
- Blumenthal, M., (1963). Le système structural du Taurus Sud-Anatolien: in Livre à la mémoire du Professeur P. Fallot. , 2, 611-622. Mém. hs. sér. Soc. Géol. France Paris.
- Brindley, G. W., 1980. Order-disorder in clay mineral structures, in Brindley, O. W., and Brown, O., eds, Crystal structures of clay minerals and their X-ray ,dentification, 125-129, Min. Soc. London.
- Chung, F.H., 1974. Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns, I. Matrix-flushing method of quantitative multicomponent analysis, J. Appl. Cryst, 7, 513-519.
- Deniz, V., Ünal, S., Yağmurlu, F., 1999. Isparta Yöresi kil yataklarının seramiğe uygunluğunun araştırılması. 3. endüstriyel hammaddeler sempozyumu, 14-15 Ekim 1999, S. 73-80. İzmir.
- Dilek, Y., Thy, P., Moores, E. M., Ramsden, T. W., 1990. Tectonic evolution of the Troodos Ophiolite within the tethyan framework. Tectonics, 9, 811-823.
- Dilek, Y., Rowland, J., 1993. Evolution of conjugate passive margin pairs in Mesozoik southern Turkey. Tectonics, 12, 954-970.
- Duda, W.H., 1988. Cement-Data-Book., Bauverlag. S.519. Wiesbaden und Berlin.
- Görmüş, M. ve Özkul, M., 1995. Gönen-Atabey (Isparta) ve Ağlasun (Burdur) arasındaki bölgenin stratigrafisi. SDÜ Fen Bil. Ens. Derg., 43-64, Isparta.
- Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A. ve Dumont, J. F., 1979. Geologie des Taurides occidentales (Turquie). Mem. Soc. Geol. France, 137, 112. Paris.
- İnan, N., 1985. Gençler (Manavgat) Yöresi Miyosen yaşlı kayaların çimento hammaddesi olarak değerlendirme olanakları. C.Ü. Jeoloji Müh. Dergisi, 21-25, Sivas.
- Karakaya, M.Ç., 2006. Kil minerallerinin özellikleri ve tanımlama yöntemleri. 640s. Ankara.
- Karaman, M. E., 1990. Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri. TJK Bülteni, 57-67, Ankara.

- Karaman, M. E., 1994. Isparta-Burdur arasının jeolojisi ve tektonik özellikleri. TJK Bülteni, 119-134. Ankara.
- Karaman, M. E., Meriç, E., ve Tansel, İ., 1988. Çünür (Isparta) dolaylarında Kretase-Tersiyer geçişi. Akd. Üniv. Isparta Müh. Fak. Derg., 4, 80-100. Isparta.
- Karaman, M. E., Meriç, E., ve Tansel, İ., 1989. Gönen-Atabey arasındaki bölgenin jeolojisi. Cum. Üniv. Müh. Fak. Derg., Sivas.
- Ketin, İ., (1966). Tectonic units of Anatolia. Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey, No: 66, 35. Ankara.
- Kissel, C., Averbuch, O., Lamotte, D., Monod, O., Allerton, 1993. First paleomagnetic evidence for a post-Eocene clockwise rotation of the Western Taurus Belt east of the Isparta reentrance (SW-Turkey). Earth Planet. Sci. Lett. 117, 1-14.
- Koçyiğit, A., 1981. Isparta Büklümü'nde (Batı Toroslar) Toros Karbonat Platformunun Evrimi. Türkiye Jeo. Kur. Bül. 24, 15-23.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) dolayının tektoniği. Türkiye Jeo. Kur. Bül. 26, 1-10.
- Koçyiğit, A., 1984a. Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik Gelişim. Türkiye Jeo. Kur. Bül. 27, S. 1-15.
- Koçyiğit, A., 1984b. Tectono-stratigraphic characteristics of Hoyran Lake region (Isparta Bend). In: Geology of the Taurus Belt Proceed. Int. Symp. (Tekeli, O., ve Göncüoğlu, M. C. eds.), 53-68, Ankara.
- Kuşçu, M., Endüstriyel kayaçlar ve mineraller. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın No: 10, 381s. Isparta.
- Mackenzie, R. C., 1957. The differential thermal investigation of clays. Mineralogical Society, London.
- Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2007. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Yayın No: DPT: 2739-ÖİK:690, 15-17, Ankara
- Moore, D.M., Reynolds, R.C., 1997. X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. Oxford University, 378s.
- Novich, B. E. and Martin, R. T., 1983, Solvation methods for expandable layers. Clays clay minerals 31, 235-238.

- Öner, F., 2006. Kil minerallerinin kantitatif ve kalitatif analizlerinde FTIR (Fourier Transform İnfrared) spektroskopi yönteminin önemi. Geosound, Yerbilimleri, No: 48-49, 103.
- Özgül, N., 1976. Torosların temel jeolojik özellikleri. TJK Bülteni, 91 65-78, Ankara.
- Özpınar, Y., Haçer, M. ve Semiz, B., 2006, Belevi (Çal) kil yatakları, Çal Sempozyumu, 1-3 Eylül 2006, Pamukkale Üniversitesi, Denizli. 2006.
- Peterson, E. and Swaffield, R., 1987. Thermal analysis, 99-132, in: a handbook of determinative methods in clay mineralogy, (Wilson, M.J., ed.), Blackie, London.
- Poisson, A., 1977. Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquies), Thèse d'état., Univ. de Paris-Sud Orsay, 795s.
- Poisson, A. 1984. The extension of the Ionian trough into southwestern Turkey. In: Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F. (eds). The geological evolution of the Eastern Mediterranean. Geol. Soc. London Spec. Publ. 17, 241-250.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F. ve Uysal, Ş., (1984). The Isparta Angle: A Mesozoic Paleorift in the Western Taurides. Geology of the Taurus Belt (eds., Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C.). International Symposium. 11-26. Ankara.
- Poisson, A., Yağmurlu, F., Bozcu, M. and Şentürk, M., 2003. New insights on the tectonic setting and evolution around the apex of the Isparta Angle (SW Turkey): Geol. J. 38: 257-282.
- Sarız, K., 1985. Keçiborlu kükürt yataklarının oluşumu ve yörenin jeolojisi. Anadolu Üniv. yayın., 91, Doktora tezi, Eskişehir.
- Şenel, M., 1997. 1:250 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Isparta paftası. MTA yayınları No:4, 47s., Ankara.
- Şengör, A. M. C., (1980). Türkiye'nin neotektoniğinin esasları: Türkiye Jeol. Kur. Konferans dizisi, 40s.
- Şenel, M., 1984. Discussion of the Antalya nappes. In Geology of Taurus belt (edited by O. Tekeli, M.C. Göncüoğlu), Proceedings, 41-51.
- Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği., 2007. Çimento (Yeni bir çağın malzemesi). TÇMB, 16, Ankara.
- Yağmurlu, F., 1994, Isparta güneyinde yeralan Tersiyer yaşlı türbitidik birimlerin fasiyes özellikleri: Geosound-Yerbilimleri Dergisi, 24, 17-28, Adana.

- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y. ve Ergün, M., (1997). Relation of alkaline volcanism and active tectonism within the evolution of the Isparta Angle, SW-Turkey. The Journal of Geology. 105, 717-728.
- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y. ve Bozcu, M., (2000). Neotectonic events within the SW-Turkey and importance of tectonic evolution of Isparta Angle. International Earth Sciences Congress on Aegean Regions, Abstracts, 43s. İzmir.
- Yalçın, H., 2004. Kil mineralojisi ve jeolojisi ders notları. Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eylül 2004, Sivas.
- Yalçınkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö. P., Taner, K. ve Dalkılıç, H., 1986. Batı Torosların jeolojisi; Isparta projesi raporu. MTA Genel Müdürlüğü raporları (yayınlanmamış), Ankara.
- Yalçınkaya, S., 1989. Isparta-Ağlasun (Burdur) dolaylarının jeolojisi. İ. Üniv. Fen Bilimleri Ens., Doktora tezi (yayınlanmamış), 176s., İstanbul.
- www.mta.gov.tr/etut/haritalar/maden_yataklari_hrt/kil_kaolen.jpg. Erişim Tarihi: 28.06.2008.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Erdem Bor

Doğum Yeri ve Yılı : Hakkari, 1981

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : Almanca, İngilizce



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : 1996-1999 Mehmet Akif Ersoy Lisesi, Van

Lisans : 2001-2006 Süleyman Demirel Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü