

**65630**

**SEYİTÖMER (KÜTAHYA) KÖMÜR  
HAVZASI KİLLERİNİN JEOLJİSİ, MİNERALOGİSİ VE SERAMİK ENDÜSTRİSİNDEKİ  
KULLANIM OLANAKLARI**

**Gürsel YANIK**  
**Jeoloji Mühendisi**


**Dumlupınar Üniversitesi**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca**  
**Maden Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Olarak Hazırlanmıştır.**


**Danışman: Doç. Dr. İskender IŞIK**

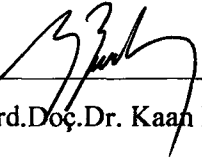
**Şubat-1997**

Gürsel Yanık'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Seyitömer (Kütahya) Kömür Havzası Killerinin Jeolojisi, Mineralojisi ve Seramik Endüstrisindeki Kullanım Olanakları" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

15/6/1997

Üye :   
Doç. Dr. İskender IŞIK

Üye :   
Doç. Dr. İ.Göktay EDİZ

Üye :   
Yrd. Doç. Dr. Kaan ERARSLAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 11/7/97 gün ve 09. sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Doç. Dr. İ.Göktay EDİZ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Seyitömer (Kütahya) Kömür Havzası Killerinin Jeolojisi, Mineralojisi ve Seramik Endüstrisindeki  
Kullanım Olanakları

Gürsel Yanık

Maden Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 1997

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İskender IŞIK

ÖZET

Seyitömer Linyit İşletmesi (SLİ) imtiyaz sahasının tabanında Üst Kretase yaşlı başlıca lifsi bir mineral olan lizardit'ten  $[(Mg, Fe^{+2})_6(OH)_8(Si_4O_{10})]$  oluşan serpantin yer almaktadır. Bu birimi uyumsuz bir şekilde örten Geç Miyosen yaşlı Seyitömer Formasyonu'nda iki ayrı kömür damarına sahiptir. Alt kömür damarı (B damarı) çamurtaşı-kiltaşı üyesinin üst kısmında yer alır. Laminallı şeyl üyesinin üst kısmında yer alan kömür damarı (A damarı) ince katmanlı olup kil-killi kömür ar dalanmasından meydana gelmektedir. İnceleme alanı Batı Anadolu genişleme ortamının içinde yer almaktadır. Killi seviyeler arazide genellikle gri-bej ancak alt seviyelerde daha koyu çoğunlukla siyah ve yeşilimsi renklerde dir. Çalışma alanındaki killerin 7 ayrı değişik seviyesinden alınan örneklerin yapılan tane boyu analiz sonuçlarına göre kil ( $\leq 5\mu m$ ) boyutu malzeme oranının %17-33 arasında değiştiği belirlenmiştir. X ışınları kırınım (XRD) ve taramalı elektron mikroskop (SEM) analizleri sonuçlarına göre belirlenen başlıca kil mineralleri illit  $\{K_y (Al, Mg, Fe)_2(Al_y-Si_{4-y})O_{10}(OH)_2\}$   $y < 1$  ve klorit  $[(Mg, Fe)_6(AlSi_3)O_{10}(OH)_8]$ 'dir. Kaolinit içermeyen bu mineralojik bileşime göre burada yer alan killerin benzerlerinden farklı olarak bir taban kili olmadığı söylenebilir. XRF'le yapılan örneklerin kimyasal analizleri sonucunda başlıca ana element olarak Al, Si, K, Fe ve Mg tespit edilmiştir. Buda XRD sonuçlarıyla bu kil minerallerinin kimyasal bileşimleri bakımından uyumunu göstermektedir. Seyitömer Kömür Havzası'nda Seyitömer Formasyonunda yer alan killerin orijin olarak tabandaki serpantinden türemiş olduğu sanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kil, Seyitömer,

THE GEOLOGY AND MINERALOGY OF CLAYS IN THE BASIN OF SEYİTÖMER  
(KÜTAHYA) AND THEIR POSSIBLE APPLICATIONS IN THE CERAMIC INDUSTRY

Gürsel Yanık

Mining Engineering, M.S. Thesis, 1997

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. İskender IŞIK

SUMMARY

Upper Cretaceous aged serpentine formed principally from lizardite is occupied first place as basement unit within Seyitömer Lignite Mining Area. The basement unit is underlied unconformably by Late Miocene aged Seyitömer Formation containing two different coal levels associated with clayey units such as mudstone. The studied area is located in the extensional environment of West Anatolia.

Clayey units are generally gray and beige in the field; however, they are black and green down to the bottom. Clay-size mineral is determined as 17 to 33% referring to the result of particle size analysis of seven clayey samples. On the basis of XRD and SEM, the most common clay minerals are illite  $\{K_y (Al, Mg, Fe)_2(Al_y-Si_{4-y})O_{10}(OH)_2 y<1\}$  and chlorite  $[(Mg, Fe)_6(Al Si_3)O_{10}(OH)_8]$ .

The clayey units studied can not be named as underclay due to the absence of kaolinite. No confliction is detected among the analysis results of XRD, XRF and SEM. It is concluded that the clayey units in the area might have been derived from lizardite  $[(Mg, Fe^{+2})_6 (OH)_8(Si_4O_{10})]$ , a fibrous mineral of serpentine, as a result of alteration.

Keywords: Clay, Seyitömer

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dumlupınar Üniversitesi (DPÜ), Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Bölümü, Jeoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmayı öneren ve yöneten Doç.Dr. İskender IŞIK'a ve XRD'lerin yapılmasında yardımcı olan Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği öğretim üyesi Doç. Dr. Ercüment YALÇIN'a, Dilatometre-DTA-TG analizlerinin yapılmasını sağlayan Kütahya Porselen Teknik Genel Müdür Muavini Mehmet KARAOVA'ya ve analizleri yapan Ar-Ge Şefi Kimya Müh. Müzeyyen Şirin'e, tezimin her safhasında bana yardımcı olan DPÜ Maden Mühendisliği Arş. Gör. Hakan AYKUL'a, pişme deneylerinde yardımcı olan Jeoloji Müh. Ahmet Hikmet GÜCÜM'e ve arazi çalışmalarında yardımcı olan Jeoloji Müh. Gökhan KARAASLAN'a, literatür ve harita temininde yardımcı olan Seyitömer Linyitleri Bölge Müdürlüğü Etüd Proje Başmühendisi Lütfü ERKMEN'e, ve Maden Müh. Hamdi BOHUR'a, arazi çalışmalarında değerli yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Yük. Müh. Hüseyin DAŞCI ve Jeoloji Mühendisi Hüsnü ÖZKUL'a , bilgisayar programlarını temin eden Jeoloji Yük.Müh. Hacı Ali BEDER'e ve maddi manevi yardımını esirgemeyen kardeşim Hakan YANIK'a verdikleri destek ve yardımlardan dolayı teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
EKLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
<b>1. GİRİŞ</b>	
1.1. Amaç ve Önceki Çalışmalar.....	1
1.2. Çalışma Sahasının Genel Özellikleri.....	4
1.2.1. Çalışma Sahasının Yeri.....	4
1.2.2. Ulaşım ve Yol Durumu.....	4
1.2.3. Topoğrafya.....	4
1.2.4. İklim ve Bitki Örtüsü.....	4
1.3. Çalışma Sahasının Jeolojisi.....	6
1.3.1. Temel Kayaları.....	6
1.3.2. Seyitömer Formasyonu.....	8
1.3.3.1. Kumtaşı- Çakıtaşı Üyesi.....	8
1.3.3.2. Çamurtaşı Kilitaşı Üyesi.....	9
1.3.3.3. Laminallı Şeyl Üyesi.....	10
1.3.3.4. Silisli Kireçtaşı Üyesi.....	11
1.3.3.5. Tüfit Seviyeli Killi Kireçtaşı.....	12
1.3.3. Alüvyon , Yamaç Molozu ve Suni Oluşuklar.....	13
1.4. Tektonik.....	14
1.5. Ekonomik Jeoloji.....	17
2.1. Killere İlgili Genel Bilgiler.....	19
2.1.1. Kilin ve Kil Mineralinin Tanımı.....	20
2.1.2. Kil Minerallerinin Özellikleri.....	21
2.1.3. Kil Minerallerinin Sınıflandırılması.....	21

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ (devam)

	<u>Sayfa</u>
2.1.4. Ana Kil Gruplarının Kökeni.....	22
2.1.4.1. Kaolen Grubu Kil Mineralleri.....	23
2.1.4.2. Illit Grubu Kil Mineralleri.....	23
2.1.4.3. Montmorillonit Grubu Kil Mineralleri.....	24
2.1.4.4. Karışık Tabakalılar.....	24
2.1.4.5. Klorit Grubu Kil Mineralleri.....	24
2.1.4.6. Sepiyolit ve Atapuljit Grubu Kil Mineralleri.....	25
2.1.4.7. Glakonit Grubu Kil Mineralleri.....	25
2.2. Materyal ve Metod.....	28
2.2.1. Araziden Kil Örneklerinin Alınması.....	28
2.2.2. Kil Örneklerinin Analizlere Hazırlanması.....	30
2.2.3. Mineralojik Analiz.....	30
2.2.4. Kimyasal Analiz.....	30
2.2.5. Tane Boyu Analizi.....	31
2.2.6. Pişme Deneyleri.....	31
2.3. Bulgular.....	32
2.3.1. Jeolojik.....	32
2.3.2. Mineralojik ve Kimyasal.....	32
2.2.3. Tane Boyu Analizi.....	35
2.3.4. Pişme Deneyleri.....	36
3. SONUÇLAR.....	40
4. ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	44

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
1.1: Çalışma Alanının Yer Bulduru Haritası.....	5
1.2: Serpantinlerden Oluşan Taban Kayaları.....	6
1.3: Çalışma Alanının Stratigrafik Sütun Kesiti.....	7
1.4: Kum ve Çakıllardan Oluşan Taban Konglomeraları.....	8
1.5: Altta ve Üstte Killi Seviyelerle Kaplı Çamurtaşı-Kiltaşı Üyesi İçerisinde Yer Alan B Damarı	9
1.6: Laminallı Şeyl Üyesi İçerisinde Yer Alan A Damarı Kömürleşme Seviyelerini Göstermektedir	10
1.7: Silisli Kireçtaşı Üyesi İçerisinde Kıvrımlı Yapı Gösteren Yanık Seri.....	11
1.8: Çalışma Alanının En Üst Seviyelerinde Görülen Tüfit Seviyeli Killi Kireçtaşı Üyesini Gösteren Panaroma.....	12
1.9: Çalışma Alanının KD'sunda Yer Alan Suni Oluşukları Gösteren Kül Harmanı.....	13
1.10: Çalışma Alanının GB'sında Yer Alan 10 m Eğim Atımlı Normal Fay.....	14
1.11: Çalışma Alanının Jeolojik Evrimi.....	16
2.1: Örneklerin Lokasyonları.....	29
2.2: 1200°C 'de Pişirilmiş Ham Örnek 2'nin Koyukahverengi Görüntüsü.....	37
2.3: 1400°C 'de Pişirilmiş Ham Örnek 3'ün Koyukahverengi Görüntüsü.....	37
2.4: 1200°C 'de Pişirilmiş Ham Örnek 4'ün Kahverengi Görüntüsü.....	38
2.5: 1400°C 'de Pişirilmiş Ham Örnek 7'nin Koyukahverengi Görüntüsü.....	39
2.6: Örnek 3'e ait İllit'in SEM Görüntüsü (x2000).....	43
2.7: Örnek 5'e ait Klorit'in SEM Görüntüsü (x3000).....	43



**TABLULAR DİZİNİ**

<b><u>Tablo No</u></b>	<b><u>Sayfa No</u></b>
1.1: Seyitömer kömür havzasının 1991 yılı itibariyle A ve B kömür damarlarının buldukları bölümlere göre rezerv dağılımları.....	17
1.2: Kömür damarlarının bazı özellikleri.....	18
2.1:Yerkabuğunda en fazla bulunan bazı minerallerin ayrışma ürünleri.....	27
2.2: Örneklerin koordinatları.....	29
2.3: Tane boyu sınıflaması.....	31
2.4: SLİ İmtiyaz sahası Seyitömer bölümü killi seviyeleri örneklerinin X ışınları difraksiyonu ile saptanan mineral dağılımları ve X ışınları floresans ile saptanan elementel dağılımları.....	34
2.5: Örneklerin kimyasal analiz sonuçlarının ağırlıkça yüzde oranları.....	35
2.6: Örneklerin tane boyu analizi sonuçları.....	36

## EKLER DİZİNİ

Ek-1: SLİ Seyitömer (Kütahya) Bölgesinin Jeoloji Haritası ve Jeolojik Kesitleri

Ek-2: Çalışma Alanının Windsurfer Programı İle Yapılan Blok Diyagramı

Ek-3 a: Örnek 1'e ait Tane Boyu Analizi

Ek-3 b: Örnek 2'ye ait Tane Boyu Analizi

Ek-3 c: Örnek 3'e ait Tane Boyu Analizi

Ek-3 d: Örnek 4'e ait Tane Boyu Analizi

Ek-3 e: Örnek 5'e ait Tane Boyu Analizi

Ek-3 f: Örnek 6'ya ait Tane Boyu Analizi

Ek-3 g: Örnek 7'ye ait Tane Boyu Analizi

Ek-4 a: Örnek 1'e ait X-Işımları Difraktogramı

Ek-4 b: Örnek 2'ye ait X-Işımları Difraktogramı

Ek-4 c: Örnek 3'e ait X-Işımları Difraktogramı

Ek-4 d: Örnek 4'e ait X-Işımları Difraktogramı

Ek-4 e: Örnek 5'e ait X-Işımları Difraktogramı

Ek-4 f: Örnek 6'ya ait X-Işımları Difraktogramı

Ek-4 g: Örnek 7'ye ait X-Işımları Difraktogramı

Ek-5 a: Örnek 1'e ait DTA Eğrisi

Ek-5 b: Örnek 2'ye ait DTA Eğrisi

Ek-5 c: Örnek 3'e ait DTA Eğrisi

Ek-5 d: Örnek 4'e ait DTA Eğrisi

Ek-5 e: Örnek 5'e ait DTA Eğrisi

Ek-5 f: Örnek 6'ya ait DTA Eğrisi

Ek-5 g: Örnek 7'ye ait DTA Eğrisi

Ek-5 h: Örnek 8'e ait DTA Eğrisi

Ek-6 a: Örnek 1'e ait Dilatometre Eğrisi

Ek-6 b: Örnek 2'ye ait Dilatometre Eğrisi

Ek-6 c: Örnek 3'e ait Dilatometre Eğrisi

Ek-6 d: Örnek 4'e ait Dilatometre Eğrisi

Ek-6 e: Örnek 5'e ait Dilatometre Eğrisi

Ek-6 f: Örnek 6'ya ait Dilatometre Eğrisi

**Ek-6 g: rnek 7'ye ait Dilatometre Eğrisi**

**Ek-6 h: rnek 8'e ait Dilatometre Eğrisi**



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

km	kilometre
m	metre
cm	santimetre
mm	milimetre
$\mu\text{m}$	mikrometre
$\text{gr/cm}^3$	yoğunluk
Kcal/kg	kalori değeri
$^{\circ}\text{C}$	santigrad derece
$\text{m}^2/\text{g}$	özgül yüzey alanı

### Kısaltmalar

K	Kuzey
KD	Kuzeydoğu
GD	Güneydoğu
GB	Güneybatı
SLİ	Seyitömer Linyitleri İşletmesi
GLİ	Garp Linyitleri İşletmesi
DEÜ	Dokuz Eylül Üniversitesi
XRD	X ışınları difraksiyonu
XRF	X ışınları floresansı
DTA	Diferansiyel Termal Analiz

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Amaç ve Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı Kütahya'nın kuzeybatısında yer almaktadır (Şekil 1.1). Kömür üretimi sırasında killer pasa olarak atılmaktadır. Bu güne kadar bu killerin nitelik ve nicelikleri üzerine ayrıntılı bir çalışma yapılmadığından, havza ortalarında 100 m'ye varan havza kenarlarında ise 14 m kalınlıkta olan (H.Daşcı, kişisel görüşme, SLİ etüd arama mühendisi, Mayıs 1997) ve önemli bir rezerve sahip olduğu tahmin edilen bu killerin potansiyel kullanım alanlarında saptanamamıştır. Aynı zamanda killi seviyeler kömür üretim maliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı; SLİ imtiyaz sahasında yer alan Seyitömer Bölümü killerin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelemesini yaparak bu killerin nitelik ve niceliklerini ayrıntılı belirlemektir.

Bölgenin bilinen önemli kömür yataklarına yönelik yapılan çalışmaların bazıları aşağıda özetlenmiştir:

Çakıcı (1985)'nin bildirdiğine göre bölgede resmi olarak ilk kez 1934 yılında MTA Enstitüsü tarafından kömür aranmaya başlanmıştır. Kömür damarlarından alınan karot ve el örneklerinin kül ve nem oranının değerlendirilmesi sonucunda ekonomik olmadığı saptanarak çalışmalara ara verilmiştir. 1955 yılında MTA Enstitüsü Seyitömer Havzası'nda yeniden kömür arama faaliyetlerine başlamış, 1934 yılı aramaları ile üst damar, 1955 yılında yapılan derin sondajlarla da alt damar bulunarak Seyitömer Havzası'nın ekonomik bir kömür rezervine sahip olduğu saptanmıştır.

Lebküchner (1959), Seyitömer yöresi birimlerinin iki ekonomik kömür damarı içerdiğini ve bu birimlerin Orta-Geç Miyosen yaşlı olduklarını belirtmiştir.

Akkuş (1962), bölgenin denizaltı volkanizması sonucu oluştuğunu, bu nedenle denizaltı volkanizması sonucu ofiyolitlerin geniş sahalara yayıldığına değinir. Yazar ayrıca çalışma alanının Paleozoik'te bir jeosenklinal halinde olduğunu, Hersiniyen Orojenezi ile kara haline geçen bu sahanın, Mesozoik'te Tetis Jeosenklinaline girerek Laramiyen Orojenezi ile yükselmiş ve sonra bir daha Jeosenklinal içine dalmakla beraber Neojen'de ise çalışma alanının uzun zaman göllerle kaplı kaldığını belirtir.

Kalafatçoğlu (1962), serpantinleşmenin sebebinin ofiyolit intruzyonlarının geniş çaplı tektonik durumlarından ötürü meydana geldiğini, Üst Kretase'ye ait kalkerlerin üzerine gelen Maestrichtien Filişi içerisinde rastlanılan diyabaz, volkanik breş, serpantin ve radiolarit filişle karışmış ve yer yer de üstünde bir durum gösterdiğinden ofiyolitlerin yaşının Maestrichtien olarak saptadığını bildirmektedir.

Arslan (1979), Tunçbilek (Kütahya) kömür havzasında yapılan sondajların karot örneklerinden saptadığı palinolojik bulgulara göre kömür oluşumunu Geç Miyosen olarak yaşlandırır. Yörede ekonomik anlamda iki ayrı kömür damarının varlığından bahseder.

Okay (1981), Tavşanlı (Kütahya) bölgesinde ofiyolitli melanji meydana getiren kayaların bir okyanus tabanında oluştuğunu fakat bu melanj içindeki volkano sedimanter oluşumların temelinin belirsiz olduğunu savunmaktadır.

Baş (1986), Kütahya çevresinde Orta Miyosen'de başlayan neotektonik evreyle çöküntü havzalarının açılmaya başladığına değinir. Yazar Pliyosen'de daha fazla genişleyen bu havzalara akarsu ve gölssel tortulların ekonomik düzeyde iki ayrı kömür damarı kapsadığını belirtir.

Özcan (1986), Seyitömer (Kütahya) yöresinde yer alan kömürlü tortulların çökeliminde günümüzdeki Doğu Karadeniz ikliminden biraz daha sıcak iklim koşullarının oluştuğunu; tortulların biriktiği gölün çevresini yüksek yapılı ağaçlardan oluşan ormanların çevrelediğini ve bu ağaçların kömürleşmeye katıldığını belirtir. Yazar tortulların yaşını Geç Miyosen olarak bildirmiştir. Yazara göre; havzanın bitki örtüsü Salix (söğüt), Taxodium (bataklık selvisi), Alnus (kızılağaç), Ulmus (karaağaç), Tilia (ıhlamur), Carya (ceviz), Castanea (kestane), Pinus (çam), gibi ağaçlardan oluşmaktadır. Bu bitki örtüsü, nemli toprağı seven göl kıyısı bataklıkları ile nemli havayı seven bataklık üstü kesimlerde yetişen bitki grubunu temsil eder. Pinus (çam) polenleri ise daha yüksek ve dağlık kesimlerde gelişmiş ormanlardan rüzgar ve akarsularla göle taşınmış olabileceğini belirtmiştir

Sarııldız (1987), Seyitömer (Kütahya) yöresinde yaptığı çalışmada; temeli Kretase yaşlı ultrabazik kayaların oluşturduğu, Neojen istifini ise alttan üste doğru Seyitömer ve Kocayatak Tepe Formasyonları olarak ayırmıştır. Çalışma alanındaki Geç Miyosen yaşlı Seyitömer Formasyonu'nun tabanında yer alan kumtaşı-çakıltası üyesi, temel kayalarını net bir

uyumsuzlukla üstlediğini belirtir. Temelden türeme bileşenler içeren bu üye Geç Miyosen başında etkileşen yapısal olaylara bağlı büyük ölçekli yükselmelerin doğurduğu akarsu sistemlerinin ürünü olduğu ve bu ortamın özgün tortul yapılarını kapsadığını, çalışma alanında Üst Miyosen'de kıvrılmalar, faylanmalar ve kaymalar meydana gelerek fosil heyalanları meydana getirmiş olduğunu ve basamaklı bir morfolojik yapı oluşturduğunu belirtmiştir. Ayrıca Kuvaterner başlarında çeşitli olaylar sonucu kaba kırıntılar çöktüğünü açıklamıştır. Alüvyon oluşumları günümüzde de devam etmektedir.

Nakoman (1988), Seyitömer havzasındaki Neojen birimleri üzerinde yaptığı çalışmada bu birimlerin Geç Miyosen-Pliyosen yaşında olduğuna değinir. Sahada oldukça kuvvetli bir kırılma tektoniği olduğunu belirtmiştir. Fayların esas istikametleri Güneybatı-Kuzeydoğu olduğunu gözlemiş ve fayların Pliyosen sonrası devirlerde meydana geldiğine değinmiştir.

Koçak ve Ergüder (1989), Seyitömer (Kütahya) Linyit işletmesi Kuzeydoğusundaki Türkmen Tepe çevresinde görülen çatlakları dik kesecek şekilde Jeofizik profiller üzerinde kömürlü zonun kalınlığını ve kayma yüzeyini belirleyebilmek için elektrik ölçümleri yapmışlardır.

Baba (1992), Seyitömer (Kütahya) Linyit Havzası Kuzeydoğusu'nda yer alan bölgenin jeolojisi ve mühendislik jeolojisi konusunda çalışma yapmıştır. Yapılan çalışma neticesinde tabanda Kretase yaşlı Ultrabazik kayalar ile bunları uyumsuzlukla üstleyen Seyitömer ve Kocayatak Tepe Formasyon'larını belirlemiştir. Ayrıca Türkmen Tepe ve çevresinden alınan süreksizlik ölçüleri projeksiyona geçirilerek, süreksizliklerin genel doğrultusunun Kuzeybatı-Güneydoğu olduğu saptanmıştır.

Parlak (1995), Seyitömer (Kütahya) Linyit Havzası'nın rezervini jeostatistiksel yöntemle hesaplamıştır. Bu işlemde Surfer adlı bilgisayar programından yararlanarak 1200 kalorinin üzerindeki kömürlerin rezervini 280 milyon ton olarak bulmuştur.

Beder (1996), Seyitömer (Kütahya) Linyit Havzası'nın jeolojisini inceleyerek, kömür rezervlerini Surfer adlı bilgisayar programını kullanarak hesaplamıştır. Bu çalışmasının sonucunda çalışma alanındaki toplam kömür rezervini 263 milyon ton, ortalama yoğunluğu  $1.51 \text{ gr/cm}^3$ , ortalama kalori değerini 1990 Kcal/kg olarak bulmuştur. Yukarıda görüldüğü gibi bu kömür havzasında yer alan killere ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

## 1.2. ÇALIŞMA SAHASININ GENEL ÖZELLİKLERİ

### 1.2.1. Çalışma Sahasının Yeri

Kütahya İli 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritasının İ23-c1 ve İ23-c4 paftalarında yer alan çalışma alanı 35 km<sup>2</sup> alanı kapsamaktadır (Ek-1). Seyitömer Linyit Havzası, Kütahya il merkezinin 20 km kuzeybatısında olup, Kınık, Boztepe, Kızık, İshakçılar, Eğriöz, Mahmudiye, Aslanlı, Elmacık, Ayvalı köylerinin sınırladığı alanlar içinde yer almaktadır (Şekil 1.1).

### 1.2.2. Ulaşım ve Yol Durumu

Seyitömer Linyit Havzası, Kütahya-Tavşanlı karayolunun 17. km'sine 11 km uzunluğunda asfalt, Bozüyük ilçesine ise 40 km'lik stabilize yol ile bağlıdır. Müessese ayrıca 27 km'lik demiryolu ile Eskişehir-Balıkesir demiryolu hattına bağlıdır.

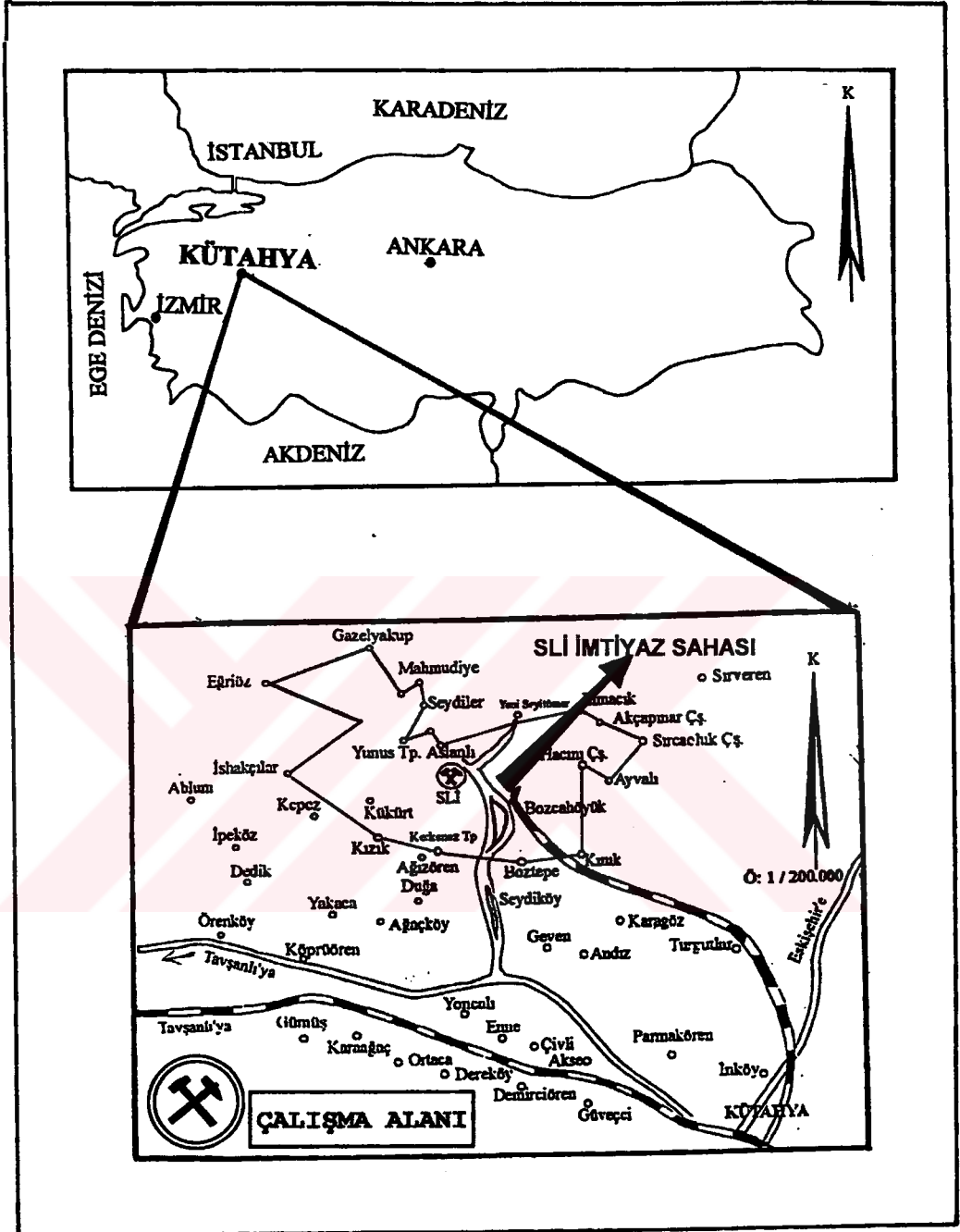
### 1.2.3. Topoğrafya

Çalışma sahasının denizden yüksekliği 1000-1300 m'ler arasında olup, genel olarak üç farklı morfolojik yapı gözlenmektedir. Bunlardan birincisi, çalışma alanının güney ve güneybatısında gözlenen basamaklı topoğrafya, ikincisi kuzey ve kuzey doğusunda gözlenen yüksek ve engebeli topoğrafya (Türkmen Tepe), üçüncüsü ise güneydoğusunda yer alan düz ve engebesiz topoğrafyadır. Çalışma alanındaki derelerdeki su rejimleri mevsimlere göre değişmektedir.

### 1.2.4. İklim ve Bitki Örtüsü

Bölgede genellikle karasal iklim etkindir. Meteorolojik verilere göre yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Yılın en sıcak ayı Ağustos, en soğuk ayı ise Şubat ayıdır. Sıcaklık -28 °C ile +36 °C arasında değişmektedir. Bölgede nem oranının az olmasına karşın yılda ortalama yağış miktarı 550 mm günlük maksimum yağış miktarı ise 67 mm seviyelerine çıkmıştır. Çalışma alanı seyrek yapılı ardıc ve makilerle kaplıdır. Tarıma elverişli düz alanlarda tahıl üretimi yapılmaktadır.





Şekil 1.1. Yer Bulduru Haritası

### 1.3. ÇALIŞMA SAHASININ JEOLJİSİ

#### 1.3.1. TEMEL KAYALARI

Çalışma alanının temelini Kretase (Akkuş, 1962, Kalafatçoğlu, 1962, Kaya,1972 ve Okay,1981) yaşlı serpantinler oluşturmaktadır (Şekil 1.2). Serpantinler; kayalık ve engebeli bir topografya görüntüsüne sahip olup gri-yeşil, koyu yeşilimsi, kahverengimsi renklerde dir. Yer yer ayrışma ve çatlak zonları boyunca beyazımsı renkli silis dolgu ağlarıyla örülmüşlerdir. Okay (1981) serpantinlerin; olivin, ortopiroksen, spinel ve az oranda da klinopiroksenlerden oluştuğunu belirtmiştir.

Temel kayaları; çalışma alanının kuzeydoğu ve güneydoğu kesimlerinde görülmekte olup, üst dokanağı ile Seyitömer Formasyonu'nun taban oluşukları arasında yaş farklılığı sebebinden dolayı uyumsuzluk gösterir. Alt dokanağı ise gözlenememektedir. Şekil 1.3'de çalışma alanının stratigrafik sütun kesiti görülmektedir.



0 ————— 20m

**Şekil 1.2.** Serpantinlerden oluşan taban kayaları (Çalışma alanının KD'sunda çekilmiştir.)

DEVİR	ALT DEVİR	KAT	FORMASYON	UYE	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
KUVATERNER							Alüvyon , ince daneli zeminler	
T E R S İ Y E R							UYUMSUZLUK	Yer yer süflü seviyeleri içeren, beyazımsı-gri renkli düzensiz katmanlı kili kireçtaşı. Başlıca feldspat, mika ve kuvars kırıntıları içeren
N E O J E N							> 8	Sarımsı, gri renkli düzensiz katmanlı, ince taneli çok sertleşmiş silisli kireçtaşı. Bazı seviyelerde yanık aseri içermektedir
G E Ç M İ Y O S E N							22	Üst kömür damarı: Düzensiz katmanlı, kili kömür, silttaşı ve silisli kçt. aradalanımlı. Açık kahverenkli silisli kçt. ara katmanlı, laminalı çeyit, ve ander olarak açık gri renkli silttaşı.
S E Y İ T Ö M E R F O R M A S Y O N U							> 14	Altı kömür damarı: Siyah renkli, mat orta kalın katmanlı kili, kili kömür. Yeşillimsi gri renkli, orta dayanımlı, üst seviyelere doğru kömürleşmiş bitki kırıntıları, tabana doğru ince kum ve çakıl içeren kili taşı.
M E S O Z Ö İ K						99	Sarımsı gri renkli, düzensiz lamine kırıntı taşı. Taneler bolluk oranına göre, kçt. kuvars, serpantin ve kumlu çört kayalar kırıntılarından, çimento maddesi, silis içermiş kili ve ince kum. Açık gri renkli, ofiyolitik kaymalı çok sertleşmiş konglomera, ara madde, çakıl kırıntıları	
KRETASE							UYUMSUZLUK	Serpantinler, gri-yeşil, koyu yeşillimsi renklere, ayrışma ve çatlak zonları boyunca silis dolgululu. Ortostroksen, spinel ve az oran da kinopiroksenlerden oluşmaktadır.
ÜST KRETASE								
T E M E L								
ÇAMURTAŞI ÇAKILTAŞI DYESİ								
ÇAMURTAŞI MİLTAKTAŞI DYESİ								
LAMİNALI SEYİL DYESİ								
SİLİBLİ KÇT. DYESİ								
TUFTİSEVİTELİ KİLİ KÇT.						12		

Şekil 1.3. Çalışma Alanının Stratigrafik Sütun Kesiti

### 1.3.2. SEYİTÖMER FORMASYONU

Akarsu ve göl tortularından meydana gelen Seyitömer Formasyonu Özcan (1986) tarafından Miyosen yaşında olduğu ve beş ayrı üyeden oluştuğu bildirilmiştir. Alttan üste doğru bu üyeler

1. Kumtaşı-Çakıltası Üyesi
2. Çamurtaşı-Kil taşı Üyesi
3. Laminallı Şeyl Üyesi
4. Silisli Kireçtaşı Üyesi
5. Killi Kireçtaşı Üyesi dir. Özcan (1986) tarafından yapılan bu üye isimlendirmeleri karışıklığa neden olunmaması için bu çalışmada aynen kullanılmıştır.

#### 1.3.2.1. Kumtaşı-Çakıltası Üyesi

Çalışma alanının kuzey ve kuzeybatısında yayılım gösteren kumtaşı-çakıltası üyesi egemen olarak kumtaşı ve çakıltasından, çok ender olarak da silisli kireçtaşından meydana gelmiştir. Kumtaşı-çakıltası üyesi Neojen birimlerinin taban çakılı olarak temel kayalarının üzerine uyumsuz bir şekilde gelmektedir (Şekil 1.4). Üyenin içinde yaş saptamasında kullanılabilecek bir fosil bulunamamış olup birimler arasındaki ilişkilerden (süper pozisyon) yaşının Geç Miyosen olduğu Özcan (1986) tarafından bildirilmiştir.



**Şekil 1.4.** Kum ve çakıldan oluşan taban konglomeraları (Çalışma alanının KD'sunda çekilmiştir)

### 1.3.2.2. Çamurtaşı-Kiltaşı Üyesi

Çalışma sahasının doğu, batı, kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı kesimlerinde yayılım göstermektedir. Kumtaşı-Çakıltaşı üyesinin üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Genel olarak yeşilimsi gri renkli, yer yer açık yeşil renklidir. Yer yer 3-4 m kalınlıktadır. Üst seviyelere doğru kömürleşmiş bitki kırıntıları, tabana doğru ise ince ve kaba kum çakıllarından oluşan kırıntılı seviyeler içerir. Çamurtaşı-kiltaşı üyesinin en üst bölümlerinde alt kömür damarı (B damarı) yer almaktadır (Şekil.1.5). 1986 yılında S.L.İ. ocaklarından derlenen omurgalı fosillere ve kömür örneklerinde saptanan spor polenlerine göre çamur-kiltaşı üyesinin yaşı Geç Miyosen (Sarmasiyen sonu-Ponsiyen başı) olarak Özcan (1986) tarafından bildirilmiştir.



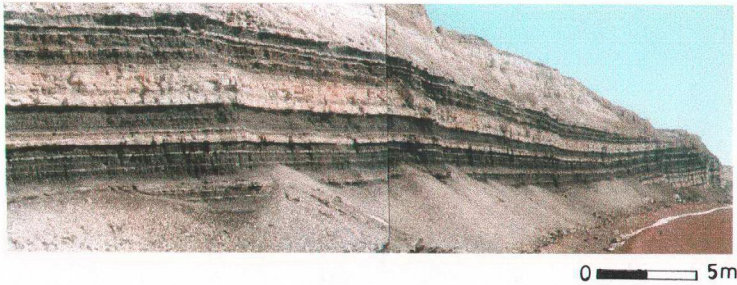
0 ————— 5m

**Şekil 1.5.** Altta ve üstte killi seviyelerle kaplı çamurtaşı-kiltaşı üyesi içerisinde yer alan B damarı

### 1.3.2.3. Laminalı Şeyl Üyesi

Laminalı şeyller genel olarak yeşilimsi gri, yeşilimsi beyaz ayrışma renklidir. B damarının hemen üstünde 0.5-1.00 m kalınlıkta boz renkli sileksit ile başlayan laminalı şeyllerin tabakaları 3-4 m ve yer yer masif arası değişen kalınlıktadır (Şekil 1.6). Tabakalanmaya uygun düzlemsel ve düzgün dilinimlidir. Laminalı şeyller az oranda sarımsı gri renkli silttaşı ve açık kahverenkli, beyazımsı ayrışma renkli, düzenli tabakalı, yer yer gastropod ve ostrakod fosilleri içeren silisli kireçtaşı arakatmanları içerir. Üyenin tavan kesiminde üst kömür damarı (A damarı) yer alır (Daşcı ve Özkul,1992).

Üst kömür damarı (A damarı) genel olarak; düzenli tabakalı, sarımsı gri renkli, grimsi ayrışma renkli ve çok miktarda kömürleşmiş bitki kırıntıları içeren silttaşı, kahverengimsi siyah renkli, yer yer sert, ve bitki fosilleri içeren killi kömür, kömür ve yer yer silisli kireçtaşı araldanmasından oluşmuştur. Silisli kireçtaşı; grimsi beyaz renkli, çok sert, az sayıda planorbis sp. vb. gastropod fosilleri içerir (Özcan, 1986). Laminalı şeyllerin alttan kilitaşı-çamurtaşı ve üstten silisli kireçtaşı üyeleriyle uyumlu geçişleri vardır. Üyenin tavanında yer alan üst kömür damarı (A damarı) laminalı şeylleri uyumlu örter. Laminalı şeyl üyesinin yaşı içerdiği bol sporomorf, gastropod ve ostrakod fosillerine göre Geç Miyosen'dir (Özcan, 1986). Genellikle faylanmalar ve aşınmalarla, laminalı şeyl üyesinin ihtiva ettiği hidrokarbonlu maddelerin havayla teması sonucu kendi kendine yanmaları yüzünden üst damar oluşumunun bulunmadığı yerlerde kiremit renginde ve küçüklü büyüklü alanlar halinde yanık marn seviyeleri görülmektedir.



**Şekil 1.6.** Laminalı şeyl üyesi içerisinde yer alan A damarı kömürleşme seviyelerini göstermektedir

#### 1.3.2.4. Silisli Kireçtaşı Üyesi

Silisli kireçtaşı üyesi, sarımsı gri, beyazımsı gri ve genellikle ince, yer yer orta kalınlıkta tabakalı, çok sertleşmiş silisli kireçtaşlarından oluşmuştur. Silisli kireçtaşları genellikle silis ve yeniden kristallenme sonucu gelişmiş mikrospor kalsitten oluşmuştur. Ortalama kalınlık 5 m olan silisli kireçtaşı üyesi çalışma sahasının kuzeybatısında kömürlü seviyelerin incelik kamalanması sonucu doğrudan taban oluşukları olan çamurtaşı-kiltaşı üyesini örter. Bazı seviyelerde gastropod ve ostrakod fosilleri içerir (Şekil 1.7). Paleontolojik bulgulara göre üyenin yaşı Geç Miyosen olarak tespit edilmiştir (Özcan,1986).

Silisli kireçtaşlarının yaygın silis içermesi, çökelti ortamının tortullaşma anında silisçe zengin sularla beslenmesi sonucu oluşmuştur (Sarıyıldız, 1987). Ortamdaki silis varlığı Lebküchner (1959)'ye göre volkanizmaya bağlı püskürme öncesi hidrotermal evrenin etkilerini yansıtmaktadır. Silisli kireçtaşı üyesi içerisinde yer yer kıvrımlı yapı gösteren yanık serilere rastlanılmaktadır.



0 3m

Şekil 1.7. Silisli kireçtaşı üyesi içinde kıvrımlı yapı gösteren yanık seri

### 1.3.2.5. Tüfit Seviyeli Killi Kireçtaşı

SLİ imtiyaz sahasının güney ve batısında büyük bir yayılım gösteren üye, grimsi beyaz renkli killi kireçtaşından ve beyazımsı gri renkli tüfit ara seviyelerinden oluşmaktadır (Şekil 1.8).

\* Killi kireçtaşları; grimsi beyaz renkli sarımsı beyaz ayrışma renkli, ince taneli, ve genellikle ince tabakalı bölgesel olarak tabakalanmaya bağlı düzgün dilinimlidir. Üye bazı kesimlerinde planorbis sp. vb. gastropod fosilleri içerir (Özcan, 1986).

\* Tüfitler; grimsi renkli, orta sertlikte tabakaları genellikle ince bazen orta kalınlıktadır. Bileşenler bolluk sırasına göre; siyah mika, feldspat, kuvars, beyaz mika ve çeşitli kaya kırıntılarıdır. Taneler az ve orta yuvarlaklıkta ve bağlayıcı madde olarak tüf ile bağlanmıştır. Üyenin yaşı altındaki üyenin yaşına bağlı olarak Geç Miyosen olarak Sarıyıldız (1987) tarafından tahmin edilmektedir. Tüfit seviyeli killi kireçtaşı üyesi gölsel bir ortamda çökelmiştir (Daşçı ve Özkul, 1992).



**Şekil 1.8.** Çalışma alanının en üst seviyelerinde görülen tüfit seviyeli killi kireçtaşı üyesini gösteren panorama



### 1.3.3. Alüvyon, Yamaç Molozu ve Suni Oluşuklar

Çalışma alanında bulunan vadi içlerinde taşkınlarla ve akarsularla gelerek çökelen alüvyonlar en genç (Kuvaterner) formasyonu olarak yer almaktadır. Ayrıca Kuvaterner yaşlı yamaç molozları da şev diplerinde ve yamaç eteklerinde birikim göstermektedir.

Günümüzde kömür üretimi için örtü tabakaları alınıp uygun bir yerde harman yapılmaktadır. Yine termik santralde yakılan kömürün külü başka bir yerde biriktirmektedir. Bu toprak ve kül harmanları günümüz atık suni oluşuklarını teşkil etmektedir (Şekil 1.9).



**Şekil 1.9.** Çalışma alanın KD'sunda yer alan suni oluşukları gösteren kül harmanı

#### 1.4. TEKTONİK

Neotektonik dönemde Batı Anadolu'da gelişen grabenleşme ile ilgili çeşitli araştırmacılar değişik modeller öngörmüşlerdir (Dişli, 1996). Mc.Kenzie (1978)'e göre Batı Anadolu'nun kıtasal litosferini bir elin parmaklarının açılmasına benzer bir şekilde gerilerek yayıldığını ve bunun sonucunda K-G doğrultulu açılma tektoniğinin oluştuğunu ileri sürmüştür. Alptekin (1973) ise batıya doğru hareket eden bir tek Anadolu plakasının varlığını kabul etmekte ve K-G yönlü açılmanın nedenini üst mantoda meydana gelen yükselme ile açıklamaktadır.

Dewey ve Şengör (1979) ise Anadolu bloğunun batıya hareketinin Yunan makaslanma zonu boyunca D-B doğrultulu sıkışmaya neden olduğunu ve bu sıkışmanın da K-G doğrultulu açılma ile karşılandığı görüşünü ortaya atmışlardır. Şengör (1982)'ye göre Ege'deki K-G yönlü açılmanın yaşının en çok Tortoriyen'e kadar indiğini, ancak graben bugünkü boyutlarına Pliyosen'de ulaşmıştır.

Çalışma sahasında zayıf fleksürler gösteren bir fay tektoniği hakimdir. Faylar genellikle kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan, atımları 10-60 m arasında değişen eğim atımlı normal faylardır (Ek.1). Fayların niteliği, SLİ ve MTA tarafından yapılmış olan jeofizik (sismik rezistivite) ve sondaj çalışmalarına dayanılarak belirlenmiştir. Kömür havzasında birbirini kesen atımları 5-15 m arasında değişen çok sık eğim atımlı normal faylara rastlanmaktadır (Şekil 1.10). Fayların eğimler  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$  civarında güney batıya doğrudur (Daşcı ve Özkul,1992).



**Şekil 1.10.** Çalışma alanının GB'sında yer alan yaklaşık 10 m eğim atımlı normal fay

Kısa graben faylarına ve basamaklı faylara bir çok yerde rastlanılmaktadır. Böylece; örneğin Kükürt Köyü'nün kuzeybatısındaki Yaşlı Neojen'in içindeki Genç Neojen kompleksleri ile Elmacık'ın batısındaki taban konglomeralarının içinde bulunan bir esas damar kompleksi (tavan serisi ile birlikte) erozyondan korunmuştur. Genç Neojeni içinde muhafaza etmiş olan Bozcaküyük çukurluğu bir çöküntü kazanı olarak değerlendirilebilir. 160 m ile en büyük atım miktarına sahip fay da buradadır. Pliosen sonuna (?) ait olan genç bazalt lavları ile daha yaşlı olan (?) ve tekrar açılmış olan faylar arasındaki bir ilişkinin varlığı kabul edilebilir (Lebküchner, 1959).

Erol (1982 ), Batı Anadolu genç tektonik olayları, Miyosen'den Kuvaterner'e doğru giderek ve dereceli olarak biçim ve yön değiştiren faylanmalar halinde olduğu, fay zonlarının morfolojide belirginleştiğini ve zonların deprensellik açısından önemli olduğunu belirtmiştir.

Çalışma alanında doğu-batı yönlü özellikle marn üyelerinde ve silisli kireçtaşları içerisinde yer alan yanık serilerde belirgin bir şekilde kıvrımlar gözlenmektedir (Şekil 1.7)

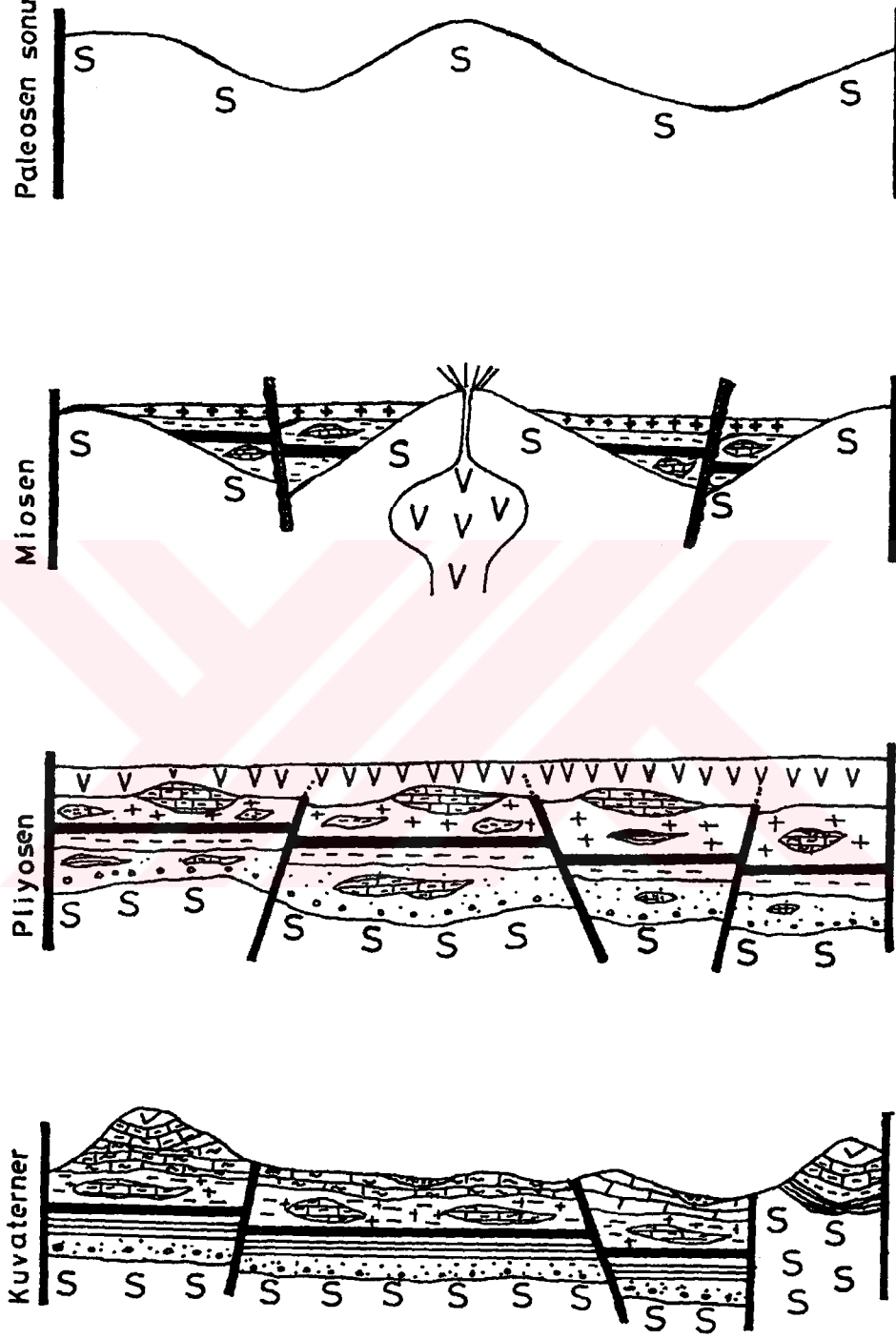
Çalışma alanındaki bütün tortul kayaçların tabaka eğimleri genellikle yatay ve yataya yakın olup, 5<sup>0</sup>-10<sup>0</sup> güney ve güney doğuya doğru eğimlidirler.

İnceleme alanın jeolojik evrimi Işık (1983)'de belirtildiği gibi aşağıdaki gibi sıralanabilir (Şekil 1.11).

\* Paleosen sonrası morfolojisi tektonizmanın yardımı ile havzaların oluşumunu başlatmıştır.

\* Miyosen'de bu havzalarda biriken organik kalıntılardan kömür oluşumları başlar. Miyosen ve Pliosen boyunca volkanizma-tektonizma ilişkileri sürmüştür. Özellikle kırıntılı volkanikler ile sediment ardalanmaları gerçekleşmiştir. Bu safhada kil yataklanmalarının olması beklenir. Bölgenin genişmesi sonucu oluşan normal faylanmalar ile aşınma, taşınma olaylarının yanı sıra, volkanik dayklar, artık çözeltiler ve hidrotermal sular aktivitelerini sürdürmüştür.

\* Kuvaterner'de aktif tektonizma karasal ortamda sürerken, depremler ve sıcak sular yaygındır. Alüvyon taraçaları oluşur.



Şekil 1.11. Çalışma alanının jeolojik evrimi (Işık, 1983'den değiştirilerek alınmıştır).

## 1.6. EKONOMİK JEOLJİ:

Seyitömer Linyitleri İşletmesi imtiyaz hudutları içinde kalan saha 6641.30 hektardır (Şekil 1.1). Kömürlü saha üç bölümden oluşmaktadır.

1. Arslanlı bölümü
2. Seyitömer bölümü
3. Ayvalı bölümü

Bu üç bölümde 1991 yılı sonu itibariyle 195.308.000 ton görünür, 25.214.000 ton hazır olmak üzere 220.522.000 ton toplam linyit rezervi mevcuttur (Daşcı ve Özkul, 1992). 220.522.000 ton toplam linyit rezervinin bölümlere göre dağılımı Tablo.1.1'de verilmiştir.

**Tablo.1.1.** Seyitömer kömür havzasının 1991 yılı itibariyle A ve B kömür damarlarının buldukları bölümlere göre rezerv dağılımları (Daşcı ve Özkul, 1992).

BÖLÜM ADI	A DAMARI (Ton)	B DAMARI (Ton)	1991 YILI ÜRETİMİ (Ton)	TOPLAM (Ton)
Arslanlı	47.226.000	90.090.000		56.316.000
Seyitömer	54.081.000	104.711.000	6.086.000	152.706.000
Ayvalı	11.500.000			11.500.000
<b>TOPLAM</b>	<b>112.807.000</b>	<b>113.801.000</b>	<b>6.086.000</b>	<b>220.522.000</b>

İmtiyaz sahası içinde yapılan sondajlı etüd çalışmalarında şimdiye kadar 1559 adet 121.838 m sondaj yapılmıştır. Bu sondajlardan 376 adet 28.530 m si MTA tarafından, 1183 adet 93.308 m sondajda GLİ ve SLİ tarafından gerçekleştirilmiştir. Seyitömer bölgesinde halen üretilen A, B (B1, B2, B3) damarları ve dragline panosu kömürlerinin kimyasal bileşimleri Tablo 1.2.'de görülmektedir.

**Tablo 1.2.** Kömür Damarlarının Bazı Özellikleri (Daşcı ve Özkul, 1992).

Özellikleri	A DAMARI (%)	B1 DAMARI (%)	B2 DAMARI (%)	B3 DAMARI (%)	DRAGLINE KÖMÜRÜ (%)
Nem	39.03	36.88	36.60	33.49	35.42
Kül	42.75	29.42	37.38	40.41	32.95
Uçucu Madde (KK)*	44.16	40.73	39.92	44.35	43.71
Sabit Karbon (KK)*	12.97	29.92	22.56	14.47	23.36
Toplam Kükürt	1.75	1.22	1.54	1.62	1.33
Altı Isı Değeri (OK)*	1,736	2,519	2,252	2,123	2,361

(OK)\* : Orjinal Kömür Bazında (Kcal/Kg)

(KK)\* : Kuru Kömür Bazında

## 2.1. KİLLERLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Kayıtlı tarihin başlangıcından beri, kendilerine ait üstün kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı insanoğluna çok yönlü yararlı bir malzeme olan killer, doğada yaygın olarak bulunan ve önemli endüstri kollarının ana hammaddesini oluşturan bir malzeme olmalarının yanı sıra, çeşitli mühendislik uygulamalarında temel zemini, yapı malzemesi veya yer üstü ve yeraltı kazılarında sorunlar yaratabilen bir malzeme olarak da mühendislerin karşısına çıkmaktadır. Fizikokimyasal özellikleriyle de ilgi çeken killer, ayrıca ziraat açısından da büyük önem taşımakta ve tarım sektörünün temel taşı oluşturmaktadır (Işık, 1995).

Plastiklik killerin önemli özelliklerinden biridir. Herhangi bir doğrultuda malzemenin baskı altında bırakılmadan geçirdiği geçici deformasyon miktarı plastiklik olarak tanımlanmıştır (Murray, 1996). Çok plastik olan killere şişen kil (fat clay-özlü kil) denir. Düşük derecede plastik olan killere ise zayıf kil (lean clay-özsüz kil) denir.

Murray (1996) killerin plastikliğini etkileyen faktörleri; kil minerallerinin tipi, parça boyutu, tane şekli, organik madde, çözünür tuzları, iyon adsorpsiyonu, kil dışı minerallerin miktarı ve tipi, killerin kuru (dry strength) ve ham (green strength) dayanımları olarak belirtmiştir. Plastiklik ve ham dayanım birbirlerine yakın kavramlardır. Kuru dayanım mevcut ince tane oranına, tanelerin şekline, kil fraksiyonunun hidrasyon derecesine, mamül üretim metoduna ve kurutma oranına bağlıdır.

**Kurutma ve ateş kaybı:** Kilin önemli özelliklerindedir. Üretilecek olan ürün için kayıp, kilin yakıldıktan veya kurutulduktan sonraki hacim kaybıdır. Kurutma kaybı, su içeriğine, kil mineralinin türüne ve parça boyutuna bağlıdır. Çoğu plastik mineraller kurutma ile küçülür, buda üründe çatlak ve çarpıklığa sebep olur. Kumlu kil veya düşük plastiklikteki killer düşük kayıp özelliğine sahiptirler. Fakat bu ise zayıf bir poroz yapısına sebep olur. Ateş kaybı, kilin yoğunluğuna, uçucu malzeme miktarına, fırınlanma boyunca kristal faz değişimlerinin tipine, kil minerallerinin dehidratasyon karakterine bağlıdır.

**Vitrifikasyon:** Kademeli bir ergitme işlemidir. Bazı killer düşük vitrifikasyon sınırına sahiptir. Böyle killeri pişirme işlemi sırasında fırın ısısı çok hassas ayarlanmalıdır. Çok miktarda illit, smektit ve klorit içeren killer, kaolenitçe zengin killere göre daha düşük vitrifikasyon sıcaklığına sahiptir. Kildeki kalsit-feldispat gibi bazı safsızlıklar vitrifikasyon

sıcaklığını düşürür. Genellikle vitrifikasyon derecesi nihai üründe ihtiyaç duyulan porozite ve kayıp miktarları ile düzenlenir.

**Renk:** Pek çok kil için üniform renk gerekli bir özelliktir. Ürünün rengi oksidasyon ve demir minerallerinin tane boyuna, fırınlanma sıcaklığına, vitrifikasyon derecesine (bu alümina oranına kireç ve kil minerallerindeki magnezyaya ve yakma işlemi sırasındaki fırında bulunan gazın bileşimine) bağlı olarak değişir. Killerin pek çoğu, Prekambrien'den Holoesen'e kadar olan zaman aralığında oluşmuş kayalardan meydana gelirler. Bunlar, buzul kil, toprak, alüvyon, lösler, şeyl, şist ve sleytlerdir. Çeşitli kil gruplarını içeren bazı ateş killeri ve kaolenler yapısal kil ürünlerinin imalinde kullanılır (Murray, 1996).

### 2.1.1. Kil ve Kil Mineralinin Tanımı

Işık (1996)'da bu tanımlar aşağıdaki gibi bildirilmiştir. Kilin tanımı ilk defa 1546 yılında Agricola tarafından yapılmıştır. Her ne kadar plastiklik, tane boyu ve pişirilince sertleşmeyi içeren esaslar çoğunlukla sabit kalmışsa da, bu tanım o zamandan beri bir çok kez değiştirilmiştir. 1963 yılına kadar yapılan tarihsel tanımların geniş şekilleri bazı araştırmacılarca kaleme alınmıştır. Kil tanımı, kil bileşenlerinin önemini vurgulamaktadır. Bazı yazarlar bir çok neden arasında, kil minerali kil karakteristiğinde olmayan bir çok aksesuar mineral içerebileceğinden dolayı “kilde oluşan herhangi bir mineral” olarak kil mineralini tanımlamanın uygunsuzluğuna işaret etmiştir.

Kil mineralinin önceki tanımları basitçe kil minerallerini tabakalı silikatlerle (phyllosilicate) özdeşleştirmiştir. Böylece geçerli bir neden olmaksızın bu terimin kullanılması kabul ediliyordu. Ancak kil minerali tanımı kil bileşeni anlamında kullanıldığı zaman yararlıdır. Kil mineralleriyle, tabakalı silikatlerin aynı anlamda kullanılması yaklaşımı, bütün kilin özelliklerinin kilin bileşenlerinin özellikleriyle ilişkilerini göz önünde bulundurulduğunda başarısız olmaktadır.

Bazı yazarlar kil bileşenlerinin tane boyutu gerekliliğini mineralojiyle birleştiren kavramsal probleme ilave bir karışıklık olarak değinmektedir. “Mineral” terimi tane boyutunu kapsamayan tam bir tanıma sahip olduğundan dolayı, bundan bir mineral grubunun tanımı tane boyutu esas alınarak yapılamaz sonucu çıkar.



Kil; doğal olarak oluşmuş, başlıca ince taneli minerallerden meydana gelen, yeterli miktarda su katılınca genellikle plastikleşen ve kuruma veya pişmeyle sertleşebilen malzemedir. Her ne kadar kil genellikle tabakalı silikatleri kapsarsa da, plastiklik veren ve kurutulup veya pişirildiği zaman sertleşen diğer malzemeleri de içerebilir. Kildeki ortak fazlar, plastiklik yapmayan materyaller ve organik maddeler içerebilir.

Kilin “doğal oluşum” zorunluluğu, sentetik olanları kapsam dışı tutar. Mineralin standart tanımı esas alındığında, killer başlıca inorganik materyaller olup, çok miktarda organik madde içeren turba, bataklık çamuru ve bazı topraklar kapsam dışında tutulur. Organik fazlar gibi ortak fazlar kilde bulunabilir.

**"Kil minerali"** tanımı, tabakalı silikat grubu mineraller ile killere plastiklik veren kuruma veya pişmeyle sertleşen mineraller için kullanılır.

### 2.1.2. Kil Minerallerinin Özellikleri

Kil minerallerinin özellikleri, yüzey alanı, yüzey yükü, kation değiştirme kapasitesi, su ile etkileşmesi, organik bileşiklerle etkileşmesi, plastisite, tiksotropi vb. gibi mineralojik, kimyasal ve fiziksel özellikler ile doğrudan veya dolaylı olarak ilgilidir. Jeologlar için kil minerallerinin en önemli özellikleri kation değiştirme kapasitesi ve killerin su ile etkileşimleridir.

Kation değişimi üç bakımdan önemlidir. Tabaka yükünü nötr yaparlar, fiziksel etkileri vardır (örneğin bir çok kil mineralinin endüstriyel özellikleri ve X ışını verileri, kation sayısı ve mineral yapısı ile değişebilir). Kimyasal etkileri vardır. Kil mineralleri yer aldığı bir çok tepkimeyi yönlendirirler. Kil boyutunda mineraller içeren kil minerallerinin bir çok özelliği kil mineraline bağlı su ile ilgilidir.

### 2.1.3. Kil Minerallerinin Sınıflandırılması

Kil mineralleri bileşim ve sınıflandırma bakımından en karmaşık sanayi mineralleri arasında yer alır. Pek çok çalışmacı tarafından killerin fiziksel, kimyasal ve mineralojik

özellikleri esas alınarak sınıflama türleri geliştirilmiştir. Fakat hala kesin bir sınıflama mümkün değildir. Killerin sınıflandırılmasına geçmeden önce bilinmesi gereken bazı önemli özellikler vardır.

Bunlar;

a- Temel Yapı Elementleri: Kil mineralleri bir kaç istisna dışında, fillosilikatlerden olup mikalar gibi devamlı tabaka yapısındadırlar. Killerin iki ayrı tipte tabakanın ardışıklı olarak tekrarlanmasından meydana gelmiş karakteristik bir yapıları vardır. Bunlar genellikle sürekli tabakalardan oluşan tetrahedral (dört köşeli) ve oktahedral (sekiz köşeli) tabakalı sulu alüminyum silikatlerdir. Oktahedral yapıdaki tabakalar kenarlarda her biri  $Al^{+3}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Fe^{+2}$ ,  $Fe^{+3}$  kanyonlarının etrafında yer alan oksijen ve hidroksit iyonlarının kompozisyonlarıdır. Tetrahedral tabakalarda köşelerde olmak üzere etken olarak  $Si^{+4}$  daha az miktarda  $Al^{+3}$  ve nadiren  $Fe^{+3}$  kanyonları bulunur. Alüminyum kanyonları oktaederin merkezinde ise oktahedral merkezlerin sadece üçte ikisi doludur. Buna dioktahedral denir. Magnezyum kanyonları merkezde ise tüm oktaeder merkezleri doludur. Buna da trioktahedral denir.

b- Temel Tabaka Tipleri: En basit fillosilikat kil minerali yapısı, tek alüminyum oktaeder tabakası ve 1:1 yapısındaki tek silikat tetrahedral katmanlarının birleşimidir. 2:1 tabaka yapısındaki 2 tetrahedral ve 1 oktahedral tabakaları içeren başka ana tabaka türleri de vardır. Üç tabaka ya dioktahedral ya da trioktahedral olabilir. Bu bireysel katmanlar ya nötrdür veya ara tabakalardaki boşluktaki kanyonlarca dengelenen negatif yükleri taşırlar. Kanyon yükü her iki tabakadaki kanyonların bileşimine kontrol edilir (Işık, 1995).

Kil mineralleri aşağıdaki kriterlere göre sınıflandırıldığı Işık (1995)'de bildirilmektedir.

1. Tabaka tipleri,
2. Ara malzemelerin türü,
3. Tabaka yükleri,
4. Oktahedral tabakadaki kanyon içerikleri

#### **2.1.4. Ana Kil Mineraller Gruplarının Kökenleri**

2.1.4.1- 2.1.4.7 bölümler Işık (1995) tarafından hazırlanmış olan Kil Teknolojisi yüksek lisans ders notlarından derlenmiştir.

#### 2.1.4.1. Kaolen Grubu Kil Mineralleri

Bu grubun ana kayaçları feldspat ve feldspatoitik (granit, diyorit, nefelin, gnays) kayaçlardır. Genelde her kayaç eğer kayaçlar fiziksel ve kimyasal şartlar hazırlanmış ise kaolenit grubu kil mineralleri yapmak için ayrışabilir. Kaolen grubu mineraller hidrotermal çözeltilerden otojenik mineraller olarak da oluşabilir. Bu grubun oluşabilmesi için gerekli ana jeokimyasal ve fiziksel şartlar;

- a. Hümit ve tropikal ortam: Yeterli suyun bulunduğu bir ortamdır. Bu su Na, K, Ca, Mg iyonlarını ortamdaki uzaklaştırırken Al ve Fe iyonlarını ortamda bırakır.
- b. Geçirgen kayaçların varlığı: Bu kayaçlar ortamı drene etmeye müsade ederler , buda ayrışmayı hızlandırır. Aynı zamanda alkalilerin hareketliliğini de artırır.
- c. Bir eğimin varlığı: Hareketli iyonların tahliyesine izin verir.
- d. Ortamın pH'ı asidik olmalıdır. Çünkü kaolen grubu mineraller bazik şartlarda dengede değildirler.

#### 2.1.4.2. İllit Grubu Kil Mineralleri

Bu grup pek çok farklı yolla oluşabilir.

- a. Bir çözeltiden, bir çökelti olarak otojenik olarak oluşabilir.
- b. Detritik bir mineral olarak mika veya feldspatların ayrışması ile oluşabilir.
- c. Ya deniz suyunda veya diyajenez esnasında simektitlerden oluşabilir.

İllit grubu için gerekli şartlar;

1. Ortamdaki alkalilerin bir kısmını uzaklaştıran fakat  $K^+$  iyonlarını bırakan bir sıcaklık ve hümid iklim. Özellikle  $Mg^+$  iyonları bu grup için uygun iyonlar değildir. Aynı zamanda tropikal iklim de bu grup kil mineralleri için uygun iklim değildir.
2. Drenaj tam olarak iyi olmalıdır, fakat çok aşırı olmamalıdır.
3. K iyonlarının stabilitesi için ortamın pH'ı 7'den büyük olmalıdır.
4. Eğim ortalama olmalıdır.

### 2.1.4.3. Montmorillonit (Smektit ?) Grubu Kil Mineralleri

Montmorillonit çok çeşitli ortamlarda (deniz suyu, kıtalar, v.s.) oluşabilir.  $Mg^+$ ,  $Ca^+$ ,  $Al^+$ ,  $Si^+$  içeren kayaçların hepsi ana kayaç olabilir. Fakat mafik ve intermediatik magmatik kayaçlar en idealidir.

Smektitlerin oluşması için gerekli şartlar:

1. Kuru ve çöl iklim (arid): Bu iklimde alkalilerin yıkanması ile ortamdan uzaklaştırılması,
2. Ana kayaç olarak volkanik killer ve kayaçlar (bazalt ve volkanik cam) sayılabilir.
3. pH 7'den büyük olmalıdır ve yüksek silis içermelidir.

### 2.1.4.4. Karışık Tabakalılar

Çok geniş ortamlarda oluşabilirler. Başlıca, detritik ve diyajenetiktirler. Bunların oluşumu için gerekli şartlar ise;

1. Ana kayaç mafik ve intermediate bileşiminde olmalıdır (andezit, bazalt, andezitik ve bazaltik tüfler).
2. İklim kuru ve arid olmalıdır.
3. pH tam olarak bazik olmalıdır.

### 2.1.4.5. Klorit Grubu Kil Mineralleri

Kloritler çok sınırlı şartlarda oluşurlar. Detritik mineral olarak;

1. Yıkanmanın yoğun olmadığı bölgelerde  $Mg^+$  ve  $Fe^+$  iyonları korunabilir.
2. Mafik minerallerle zengin bir anakaya (biotit, amfibol, piroksen ve olivin) gereklidir.

Otojenik mineral olarak; deniz suyunun derin kısımlarında smektit ve K iyonları reaksiyonu ile oluşurlar veya diyajenez esnasında vermikülit veya illitin dönüşümü ile oluşabilirler. Kloritin ileri alterasyonu vermiküliti oluşturabilir.

#### 2.1.4.6. Sepiyolit ve Atapuljit Grubu Kil Mineralleri

Bu killer diğer killerden farklıdır. Çünkü bunlar zincir yapılarına sahiptirler. Sınırlı bölgelerde otojenik olarak oluşurlar. Gereken şartlar ise;

1. Karasal veya hidrotermal ortam,
2. Çok büyük miktarlarda  $Mg^{+}$  iyonunun varlığı
3. pH 8'den büyük (çok alkali) olmalıdır.

#### 2.1.4.7. Glakonit Grubu Kil Mineralleri

Montmorillonit,  $Fe^{+}$  ve  $Mg^{+}$  iyonlarının oktahedral tabakada  $Al^{+3}$ lerin yerini almasıyla ve sonuç olarak K iyonunun katılmasıyla glakonite dönüşebilir. Gereken şartlar ise;

1. Çok çalkantılı bir su
2. Tuzlu oksidasyon ortamı
3. Çoğu glakonitler denizlerde, bazıları karasal ortamda oluşur.

#### 2.1.5. Kil Minerallerinin Oluşum Ortamları

Krauskopf (1985)'e göre, kil minerallerinin alüminyum silikatlarının değişimi sonucu, ayrışma ve düşük ısı sıcak su işlemleri ile oluşmuşlardır. Bu bilgi jeolojik ilişkilerden edinilmiştir ancak değişim işlemlerinin ayrıntıları belirsizdir. Kil mineralleri aynı zamanda yavaş gelişen tepkimeler ile, killeri meydana getiren elementlerin oksitleri veya bu elementlerin çözeltileri ile ancak yüksek ısıda elde edilebilecek koşullar altında oluşurlar. Normal ısıda asit çözeltilerinin kaolinit, bazik çözeltilerinde montmorillonitin oluşumunu sağladığı, bu nemli iklimlerinin yamaçlarında, yaygın bitki tabakasının toprak çözeltilerini asitleştirdiği ve katyonların yıkanarak taşındığı ortamlardaki toprakların ana mineralidir; montmorillonit ise daha az nemli iklimlerdeki toprak çözeltilerinin hafif alkalın ve katyonların daha yavaş uzaklaştığı ortamların karakteristik mineralidir. Bu genellemeler doğru gibi gözükmektedirler, ancak bazı jeologlar bu fikre karşı çıkmaktadırlar çünkü killerin büyük bir kısmı kendilerinden evvelki tortulların ürünleridir ve genellikle kendi buldukları yerde oluşmamışlardır.  $K^{+}$ 'nin illitin oluşması için gerekli olduğu fikri, uzun zamandan beridir potasyum gübresi kullanılan topraklarda illitin oluşması ile destek bulmuştur. Ayrıca bu montmorillonitin kısmen

illite dönüşebileceğini de KCl ve KOH içeren çözeltilerinin kaynatılmaları ile kanıtlanmıştır. İllit aynı zamanda çöllerdeki alkali toprakların ve  $K^+$  içeren sokulum kayaçları oluşan toprakların ana mineralidir.

Kil mineralleri genellikle 5 ortamda oluşurlar,

1. Ayrışma ortamı
2. Sedimentasyon ortamı
3. Gömülme ortamı
4. Diyajenez ortamı
5. Hidrotermal alterasyon ortamı

**Ayrışma ortamı:** Işık (1997)'ye göre yüzey veya yüzeye yakın kayaçlarda hava, su ve canlılar tarafından yapılan parçalanma, ufalanma, ayrılma, çözünme, çürüme gibi değişikliklerin tümüne ayrışma yada bozunma denir. Ayrışma mekanik ve/veya kimyasal olabilir.

a. Mekanik ayrışma: Kayaçların kimyasal bileşimlerinin değişmeden ufak parçalara ayrılmasıdır.

Mekanik ayrışma genişleme-büzülme, donma-çözülme ve organizmaların işlevleri ile meydana gelmektedir.

b. Kimyasal ayrışma: Bir mineral düşük sıcaklık, düşük basınç, su ve atmosferik gazları içeren yüzey şartları altında dengesi bozulduğu zaman, kimyasal ayrışma meydana gelir. Kimyasal ayrışma ilerlerken, mineralin bileşenleri yer yüzü şartlarında denge halinde olan mineral ve bileşikleri oluşturmak için tekrar birleşirler (Tablo 2.1).

**Diyajenez ortamı:** Tortular ilk çökelme yerlerinde su ile hemen hemen doymuş (%80-90  $H_2O$ ) çamur veya kırıntı malzeme yığını halinde bulunurlar. Bu nedenle bu malzemenin elemanları ayrıkırlar. Topluca bakıldığı zaman ise plastik bir özellik gösterirler. Bu tortuların, bir takım fiziko kimyasal olaylar sonunda, sağlam kayaç haline dönüşmeleri olayına diyajenez adı verilir. Diyajenez sonunda sertleşen kayaçların en önemli özelliklerinden biri sertlikleri, diğeri ise kırıntı veya otijen mineraller içermesidir (Abdüsselamoğlu,1982).

**Tablo 2.1.** Yer kabuğunda en fazla bulunan minerallerin ayrışma ürünleri (Işık, 1997)

Orijinal mineral	H <sub>2</sub> O ve CO <sub>2</sub> etkisi	Ana katı ürün	Diğer ürünler
Feldispat	—————▶	Kil minerali	+ iyonlar, SiO <sub>2</sub>
Ferromagnezyan mineral (Biyotit mika içerikli)	—————▶	Kil minerali	+ iyonlar, SiO <sub>2</sub> , Fe oksitler
Muskovit mika	—————▶	Kil minerali	+ iyonlar, SiO <sub>2</sub>
Kuvars	—————▶	Kuvars taneleri	
Kalsit	—————▶	—————	iyonlar

**Hidrotermal alterasyon ortamı:** Sıcak sular ve jeotermal sistemlerdeki kayalar arasındaki birbirlerini etkileme ikincil minerallerin bir takımını üretir. Bu minerallerin kimliği ve çokluğu, hüküm süren fiziksel ve kimyasal şartlara bağlıdır. Hidrotermal yataklarda oluşan minerallerin çoğu aktif jeotermal sistemlerdeki aynıdır. Meydana gelen hidrotermal alterasyonun tarzı ve yoğunluğu, rezervuar kayaların kendilerini bulduğu yeni çevreyi yansıtır. Bu yüzden bir volkanik ve jeotermal çevrenin arasındaki büyük farklılıktan dolayı, volkanik kayalar çok kolay alterasyona uğrarlar. Fakat düşük dereceli metamorfik kayalar 200° C’de alkali klorit sularıyla hemen hemen nötr pH’de zayıfça reaksiyona girer (Işık, 1995).

## 2.2. MATERYAL VE METOD

Tez kapsamında yapılan çalışmalar literatür taramasından sonra arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Arazi Çalışmaları; SLİ imtiyaz sahasının Seyitömer bölümü dokanak izleme metodu ile 1/10.000 ölçekli jeolojik haritası 1996 yaz aylarında yapılmıştır. Ayrıca arazi çalışmaları örnek alımı ile arazi fotoğraflarının çekimini de kapsamaktadır.

Laboratuvar Çalışmaları; Araziden alınan kil örneklerinin; x-ray difraksiyon, x-ray floresans, DTA, TG, dilatometre ve tane boyu analizine ve scanning elektron mikroskopuna (SEM) hazır hale getirilmesi işlemleri yapılmıştır (Ek-1). Hazırlanan örneklerin nitelik ve nicelik araştırmaları için aşağıdaki deney ve analizler yapılmıştır.

- \* Mineralojik analiz
- \* Kimyasal analiz
- \* Tane boyu analizi
- \* Pişme deneyleri

Büro Çalışmaları; Jeolojik harita ve kesitlerinin çizilmesi, analiz sonuçlarının değerlendirilip tezin yazılması çalışmalarıdır.

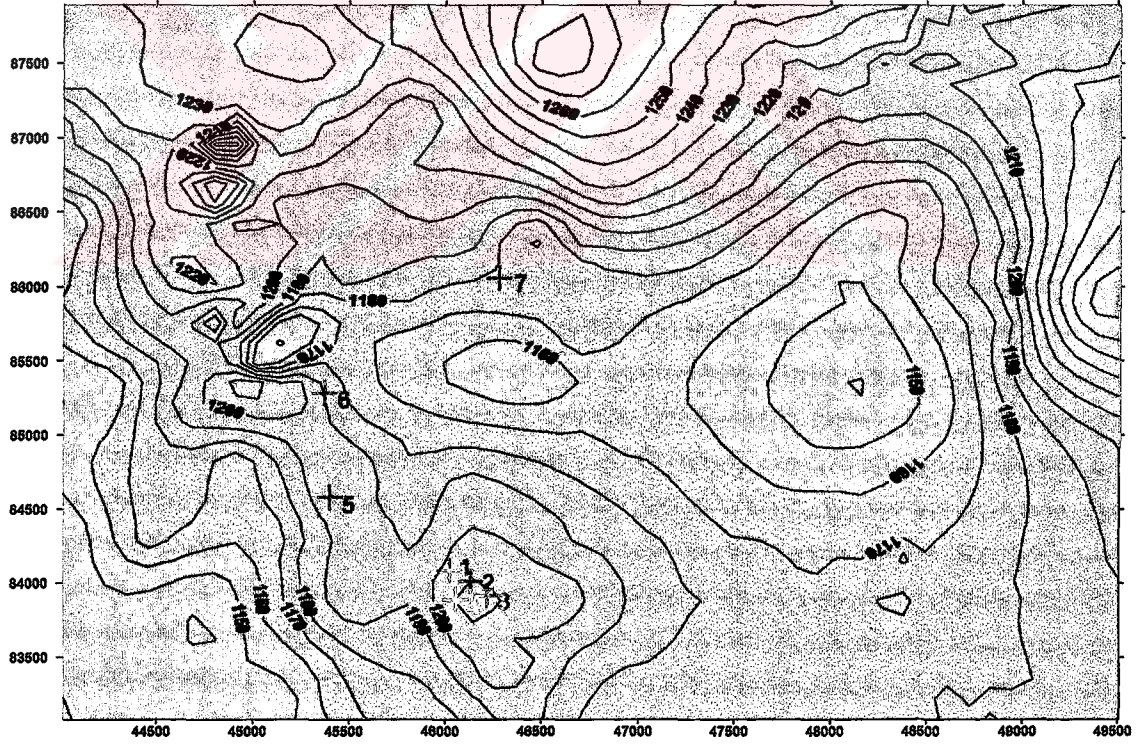
### 2.2.1. Araziden Kil Örneklerinin Alınması

Araziden Tablo 2.2' de koordinat değerleri verilen 7 ayrı kil seviyesinden örnekler alınmıştır. Çalışma sahasında bulunan bütün kil seviyelerinden yarmalar açılarak sistematik bir şekilde örnekler alınmış ve laboratuvar çalışmaları için ayrı ayrı numaralanarak paketlenmiştir. Lokasyon seçimlerinde, örneklerin farklı seviyeleri ve farklı makroskobik özellikleri temsil edici özelliği esas alınmıştır.



**Tablo 2.2. Örneklerin Koordinatları**

Örnek No	Koordinatları (x, y)	Açıklama
1	46019-84015	b <sub>1</sub> -b <sub>2</sub> ara kili, gri
2	46155-83983	taban kili, yeşil
3	46153-83969	ara yeşil
4	46159-83957	b <sub>1</sub> ara kesme, siyah
5	45448-84534	b <sub>1</sub> -b <sub>2</sub> ara kili, gri
6	45404-85273	b <sub>1</sub> ara kesme, siyah
7	46276-86045	taban kili, yüzey, yeşil
8	49000-83000	taban kavası (serpantin, lizardit)



**+1 Örnek yerleri**

**Şekil 2.1. Koordinatları yukarıda verilen örneklerin lokasyonları (Bkz. Şekil 1.1 ve Ek-2 ayrıntı için)**

### 2.2.2. Kil Örneklerinin Analizlere Hazırlanması

Araziden alınan örnekler aşağıdaki işlem sıralarına göre analizlere hazırlanmıştır.

1. Araziden laboratuvara getirilen örnekler çekiç yardımı ile 1-2 cm boyutuna indirilmiştir,
  2. 1-2 cm boyutuna indirilen örnekler daha sonra 105<sup>0</sup> C'deki etüve 6 saat konarak nemi alınmıştır,
  3. Etüvden çıkarılan numuneler daha sonra bilyalı değirmenlerde yaklaşık 30 dakika kadar öğütülmüşlerdir,
  4. Öğütülen numuneler 80 mesh elekten geçirilmiş, geçmeyen elek üstünde kalan örnekler için tekrar öğütme işlemi yapılmış ve daha sonra tekrar eleme işlemi yapılmıştır.
- 80 mesh elekten geçen örnekler analizlere gönderilmiştir.

### 2.2.3. Mineralojik Analizler

Örneklerin içerdikleri minerallerin tespiti için bu analiz yapılmıştır. Mineralojik analizler JEOL JSDX-100 S<sub>4</sub> X-Ray Spektrometer and Diffractometer cihazında yapılmış olup; çekimler aşağıdaki şartlarda yapılmıştır.

Cu= Tüp, 32 kV 22 MA,

Dedöktör GM, 1.10<sup>3</sup> cps,

2 time constant,

20 mm/dak kont. hızı,

2<sup>0</sup> / dak tarama hızına sahiptir. Bu analizler DEÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü araştırma laboratuvarında Eylül-1996 tarihinde yapılmıştır (Tablo 2.4).

DTA (Ek 5-a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h) ve TG (Ek 6-a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h) çekimleri Kütahya Porselen Ar-Ge laboratuvarında yapılmıştır.

### 2.2.4. Kimyasal Analizler

Kimyasal analizler örneklerin içerdikleri element ve oksitlerin tespiti için yapılmıştır.

Bu analizler 2 şekilde yapılmıştır.

1. X-ray fluoresans cihazında, elementel analizler DEÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü araştırma laboratuvarında Eylül-1996 tarihinde yapılmıştır (Tablo 2.4).

2. Örnek No 1'den 7'ye (Tablo 2.5) kadar JEOL JSM-6400 scanning elektron mikroskobuna (SEM) bağlı Noran Instruments Voyager 2110 energy dispersive spectrometer (EDS) ile elementel kimyasal analizler yapılmıştır. Örnek No 8 ise Kütahya Porselen Ar-Ge Laboratuvarında, Perkin Elmer 1100 B model Atomik absorpsiyon spektroskopisi metodu ile yapılmıştır. Analiz sonuçları oksitlerin % ağırlıkları olarak verilmiştir (Tablo 2.5).

### 2.2.5. Tane Boyu Analizi

Tane boyu analizi örneklerin içerdiği kil miktarının tespiti için yapılmıştır (Ek-3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g). Tane boyu analizleri Master Sizer Analyser cihazında Güral Porselen A.Ş.'de Eylül-1996 tarihinde yapılmıştır.

Kil için bütün disiplinler tarafından kabul edilmiş bir tane boyu yoktur. Örneğin, çoğu jeologlar ve toprak bilimcileri kil tane boyu için 2  $\mu\text{m}$ 'den sedimantologlar kil tanımını aynı zamanda yalnızca tane boyutunu 4  $\mu\text{m}$ 'den ve kolloid kimyacılar 1  $\mu\text{m}$ 'den daha küçük tane boyunu belirtmek için kullanır (Işık, 1996). Rollings&Rollings (1996)'da ise 5 $\mu\text{m}$  kil için tane boyutu olarak verilmiştir.

**Tablo 2.3.** Tane boyu sınıflaması (Rollings and Rollings, 1996'dan değiştirilerek alınmıştır)

TOPRAK BİLEŞENLERİ	BOYUT ( $\mu\text{m}$ )	
	MAKSİMUM	MINİMUM
İRİ KUM	4.750	2.000
ORTA KUM	2.000	0.425
İNİÇ KUM	0.425	0.075
SİLT	0.075	0.005
KİL	0.005	

### 2.2.6. PIŞME DENEYLERİ

Pişme sonrası renk değişiminin tespiti, pişme sırasında erime başlangıcı ve erime ısılarının görülmesi, pişme mukavetinin gözlenmesi için bu deney yapılmıştır.

### **Örneklerin hazırlanışı:**

Araziden alınan örnekler, laboratuvarında çekiç yardımı ile 1-2 cm tane boyutuna indirilmiş, daha sonra ayrı ayrı porselen tabaklara konarak oksidasyonlu fırınlara pişmeleri için gönderilmişlerdir. Örnekler 1200°C ve 1400°C'lerde 45' şer dakika pişirilmiş, pişme renkleri, erime durumları tespit edilmiştir. Bu deneyler Kütahya Porselen A.Ş.'de yapılmıştır.

## **2.3. BULGULAR**

### **2.3.1. Jeolojik**

Bu çalışma kapsamında 35 km<sup>2</sup>lik alanın 1/10.000 ölçekli haritası ve kesitleri yapılmıştır

(Ek-1). Çalışma alanında temelde çoğunlukla serpantinlerden oluşan Kretase yaşlı ultrabazik kayalar, bu kayaların üzerinde uyumsuz olarak killi seviyeleride içeren beş üyeli Seyitömer Formasyonu gelmektedir. Bu formasyonların üzerinde Kuvaterner yaşlı alüvyon yer almaktadır (Şekil 1.3). Serpantin örneğinin dilatometre grafiğinin yorumuna göre serpantinleri oluşturan başlıca mineral lizardittir (Ek 6 h).

### **2.3.2. Mineralojik ve Kimyasal**

XRD'de yapılan mineralojik analizlerde 7 ayrı kil seviyesindeki örneklerin genelinde çokluk sırasına göre; kuvars, illit, ortoklas, klorit ve muskovit mineralleri saptanmıştır (Tablo 2.4).

XRF'de yapılan elementel kimyasal analiz sonucunda örneklerin genelinde; Al,Si, K, Ca, Fe, ana elementler olarak, Ti, Ca, Fe, Mg, tali elementler olarak ve Ba, Sr, Rb, Zr, Cu ve Ni' de eser elementler olarak tespit edilmiştir (Tablo 2.4).

JEOL JSM-6400 scanning elektron mikroskopuna (SEM) bağlı Noran Instruments Voyager 2110 energy dispersive spectrometer (EDS) ile elementel kimyasal analiz sonuçlarına göre 1'den 7'ye kadar olan örneklerin oksit değerleri % olarak Na<sub>2</sub>O:0.00-1.30, MgO:1.34-5.60,

$Al_2O_3$ :16.19-23.63,  $SiO_2$ :55.01-60.84,  $K_2O$ :1.08-5.22,  $CaO$ :0.49-1.44,  $TiO_2$ : 0.93-1.90,  $FeO$ : 9.80-13.61 arasında olduğu tesbit edilmiştir (Tablo 2.3). Bu oranlar başlıca lizardit mineralinden oluşan taban karmaşığı biriminde (Serpantin) ise % olarak  $Na_2O$ : 0.09,  $MgO$ : 29.31,  $Al_2O_3$ : 0.74,  $SiO_2$ : 41.54,  $K_2O$ : 0.10,  $CaO$ : 2.87,  $TiO_2$ : 0.14 ,  $FeO$ : 8.04 ve A.K: 17.02 olarak elde edilmiştir (Tablo 2.5).



**Tablo 2.4.** SLİ imtiyaz sahası Seyitömer bölümü killi seviyeleri örneklerinin X ışınları difraksiyonu ile saptanan mineral dağılımları ve X ışınları fluoresans ile saptanan elementel dağılımları

Örnek No	DENEYSEL MİNERALOGİK (XRD) <sup>1</sup>	BOYUKLUKLER KİMYASAL (XRF) <sup>2</sup>
1	Kuars	
	İllit	Ana Element: Al, Si, K, Ca
	Ortoklas	Tali Element: Ti, Fe, Mg
	Klorit	Eser Element: Ba, Zr, Sr
	Muskovit	
2	Kuars	Ana Element: Al, Si, K
	Ortoklas	Tali Element: Ti, Ca, Fe, Mg
	İllit	Eser Element: Ba, Zr, Rb, Zn, Cu, Ni
	Klorit	
3	İllit	Ana Element: Ca, Al, Si
	Kuars	Tali Element: K, Ti, Mg
	Klorit	Eser Element: Zn, Ba, Ni, Cu
	Ortoklas	
4	İllit	Ana Element: Ca, Si, Al
	Ortoklas	Tali Element: K, Ti, Mg, Fe
	Klorit	Eser Element: Ba, Zr, Sr
5	Kuars	
	Muskovit	Ana Element: Al, Si, K
	Klorit	Tali Element: Ca, Fe, Mg, Ti
	Ortoklas	Eser Element: Ba, Sr, Rb
	İllit	
6	İllit	Ana Element: Al, Si
	Kuars	Tali Element: Ti, Ca, Fe
		Eser Element: Mg, Sr, Zr, Cu, Ni
7	Kuars	Ana Element: Al, Si
	Ortoklas	Eser Element: Ca, Mg, K, Cu, Fe
	İllit	

<sup>1</sup>ve <sup>2</sup> Çokluk oranlarına göre sıralanmışlardır. X ışın Difraktogramları için bkz . Ek-4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g.

**Tablo 2.5. Örneklerin kimyasal analiz sonuçlarının ağırlıkça yüzde oranları\***

ÖRNEK NO	Ö R N E K N O							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Na <sub>2</sub> O	1.30	0.63	0.11	0.10	0.68	1.00	0.40	0.09
MgO	1.34	3.19	3.27	3.60	1.76	3.75	5.60	29.31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.57	19.77	19.35	17.39	23.63	20.76	16.19	0.74
SiO <sub>2</sub>	56.67	60.84	60.24	62.68	55.01	55.72	60.84	41.54
K <sub>2</sub> O	3.94	1.83	2.21	1.76	5.22	3.10	0.40	0.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.05	0.49	0.81	1.40	1.30	1.23	1.13	2.87
CaO	0.93	0.22	1.31	0.44	1.90	1.44	1.15	0.14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13.21	11.39	12.70	12.28	10.50	9.80	13.61	8.04
TOPLAM	100.01	99.99	100	100	100	100.01	100	99.85

\* Örnek No 1 den 7'ye kadar Jeol JSM-6400 SEM'e bağlı EDS ile, Örnek No 8 ise Atomik Absorpsiyon Metodu ile Kütahya Porselen Ar-Ge'de yapılmıştır.

### 2.3.3. Tane Boyu Analizi <sup>\*1 \*2</sup>

Yapılan tane boyu analizleri sonucunda, 7 ayrı kil seviyesinden alınan örneklerde % olarak;

kil, 16-33

silt, 49-74

kum, 9-27 olarak,

**üniformluk katsayıları:**

1.082-2.256,

**ortalama tane çapları:**

D(4,3)= 20.29-55.04  $\mu$ m

D(3,2)= 4.03-7.28  $\mu$ m ayrıca örneklerin **özgül yüzey alanları:** 0.8246-1.4905 m<sup>2</sup>/g olarak saptanmıştır (Tablo 2.6).

<sup>\*1</sup> Rakamlar bir üst sayıya yuvarlanmıştır

<sup>\*2</sup> Tane boyu analiz grafikleri için bkz. EK-3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g

Tablo 2.6. Örneklerin tane boyu analizi sonuçları

ÖRNEK NO	% KUM	% SİLİ	% KİL	ÜNİFORMLUK KAT SAYISI	YÜZELERİ YERİNE KALAN ALAN
1	9	74	17	D(0,075)100 µm D(0,15)100 µm D(0,3)100 µm	1.082
2	10	59	31	D(0,075)100 µm D(0,15)100 µm D(0,3)100 µm	2.093
3	9	68	33	D(0,075)100 µm D(0,15)100 µm D(0,3)100 µm	2.206
4	26	49	25	D(0,075)100 µm D(0,15)100 µm D(0,3)100 µm	2.256
5	5	67	28	D(0,075)100 µm D(0,15)100 µm D(0,3)100 µm	1.511
6	27	57	16	D(0,075)100 µm D(0,15)100 µm D(0,3)100 µm	1.621
7	20	69	17	D(0,075)100 µm D(0,15)100 µm D(0,3)100 µm	1.381

#### 2.3.4. Pişme Deneyleri

##### Örnek No:1

Pişmeden önceki rengi: gri

1200°C'deki pişme rengi kahverengi olup, 1mm den küçük tanelerde sinterleşme görülmüştür.

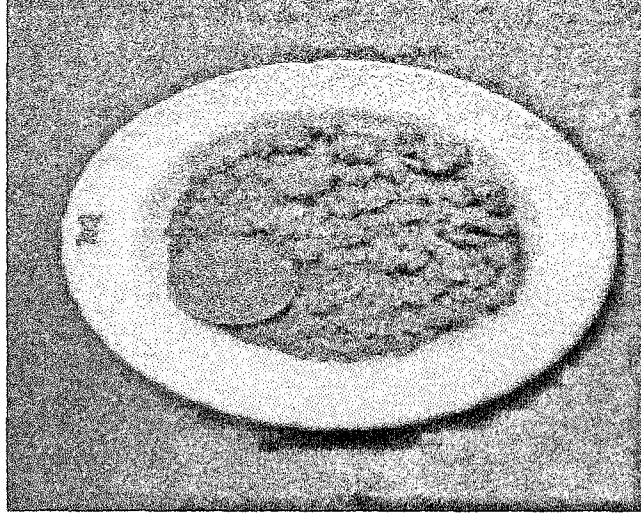
1400°C'de renk metalik siyaha dönüşmüş olup üzerinde kahve renkli benekler bulunmaktadır.

Tamamen erime gerçekleşmiştir.

##### Örnek No:2

1200°C'de taneler yüzey gerilimi nedeniyle yuvarlak, üzüm taneleri yuvarlaklığında dış yüzeyi erimeli, iç yüzeyi süngersi görünümde ve kırmızı, haki renkte, sinterleşme görülmektedir (Şekil 2.2). 1400°C'de erime olayı tamamen gerçekleşmiş olup renk, kahverengi-mavimsi gri bir hal almıştır.





**Şekil 2.2.** 1200<sup>0</sup>C'de pişirilmiş ham Örnek 2'nin kahverengimsi görüntüsü

### **Örnek No:3**

Pişmeden önceki rengi: yeşil

1200<sup>0</sup>C'de taneler üzüm salkımı biçiminde birbirine yapışmış, pişme özellikleri ve rengi örnek no 2 ile aynı özellikler göstermektedir. 1400<sup>0</sup>C'de erime olayı tamamen gerçekleşmiş olup renk, kahverengi bir hal almıştır (Şekil 2.3).

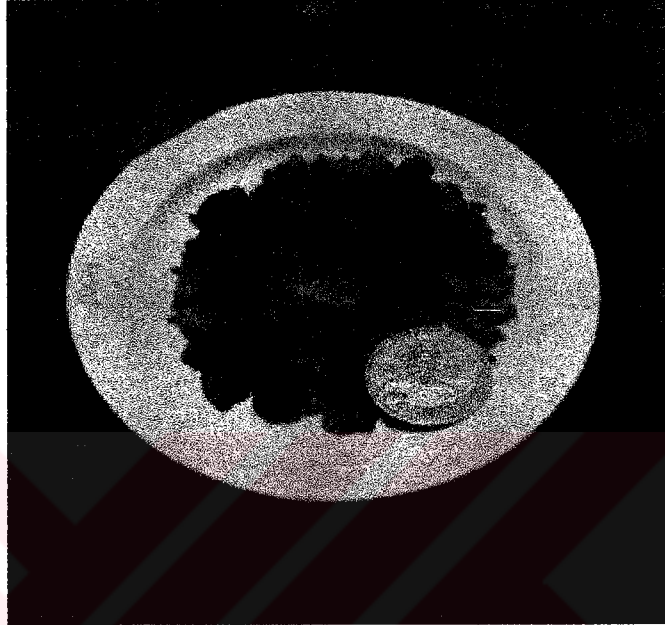


**Şekil 2.3.** 1200<sup>0</sup>C'de pişirilmiş ham Örnek 3'ün kahverengimsi görüntüsü

**Örnek No:4**

Pişmeden önceki rengi: siyah

1200°C'de pişme rengi kahve-siyah olup sinterleşme olayı görülmüştür.1400°C'de tamamen erime gerçekleşmiştir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. 1200°C'de pişirilmiş ham Örnek 4'ün kahverengimsi görüntüsü

**Örnek No:5**

Pişmeden önceki rengi: gri

1200°C'de pişme rengi koyu kahve olup sinterleşmenin çok az olduğu görülmüştür. 1400°C'de pişme rengi değişmemiş olup, erime başlangıcını geçmiş olduğu görülmüştür.

**Örnek No:6**

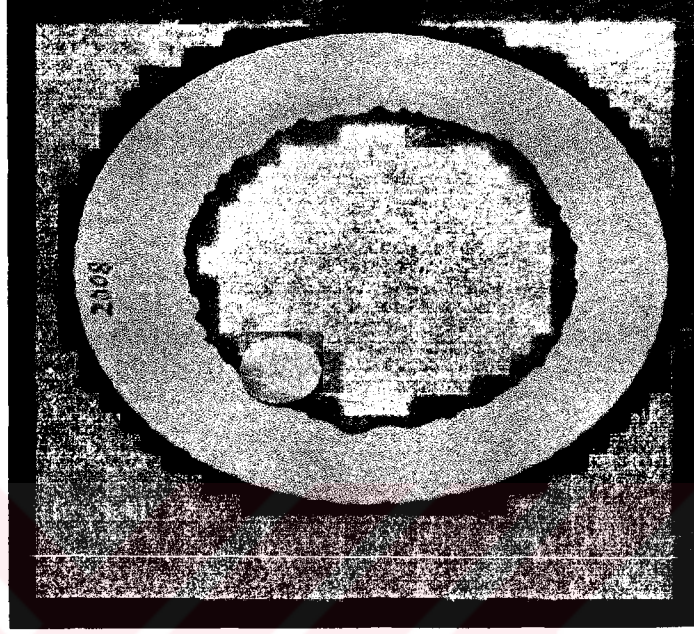
Pişmeden önceki rengi: siyah

1200°C'de pişme rengi kahverengi, sinterleşmemiş ve tabakalı bir pişme meydana geldiği görülmüştür. 1400°C'de renk koyu gri-siyah'a dönüşmüş olup, erime olayı tamamen gerçekleşmiştir.

**Örnek No:7**

Pişmeden önceki rengi: yeşil

1200°C'de pişme rengi koyu kahverengi, biraz sinterleşme başlamış olup dış yüzeylerde hafif erime görülmüştür. 1400°C'de pişme rengi koyu kahverengi bir hal almış olup, erime olayı tamamen gerçekleşmiştir (Şekil 2.5).



**Şekil 2.5.** 1400°C'de pişirilmiş ham Örnek 7' nin kahverengimsi görüntüsü

Örneklerin 1200°C'de ve 1400°C'lerde pişmeleri sonucunda, örneklerin bünyelerinde yer alan yüksek demir içeriği nedeniyle pişme renklerinin genellikle kahverengi-koyu kahverengi olduğu görülmüştür.

### 3. SONUÇLAR

1. İnceleme alanında yer alan birimler alttan üste doğru Üst Kretase yaşlı serpantin (lizardit) ve bunun üzerine uyumsuz olarak Geç Miyosen yaşlı 5 üyeden oluşan kil ve kömür seviyelerini içeren yaklaşık 155 metre kalınlıktaki Seyitömer Formasyonu gelmektedir (Şekil 1.3). Bu formasyonun üzerinde uyumsuz olarak Kuvaterner'de oluşmuş alüvyonlar gelmektedir. Seyitömer Formasyonu'nun en alttaki çakıltası üyesi muhtemelen tabandaki serpantinlerden türemiş bir taban konglomerası görünümündedir. Bu birimin üzerine uyumlu olarak kömüraltı kil minerallerinide (illit-klorit, illit) içeren çamurtaşı-kıltası üyesi gelmektedir. Bölgede yer alan diğer kil seviyelerine laminalı şeyl üyesi sahiptir.

2. İnceleme alanının tektoniği, genişleme ortamının bütün özelliklerini yansıtmakta olup bu bakımdan Batı Anadolu tektonizması ile genelde uyumludur.

3. İnceleme alanının jeolojik evrimi aşağıdaki gibi olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 1.11).

\* Paleosen sonrası morfolojisi tektonizmanın yardımı ile havzaların oluşumunu başlatmıştır.

\* Miyosen'de bu havzalarda biriken organik kalıntılardan kömür oluşumları başlar. Miosen ve Pliosen boyunca volkanizma-tektonizma ilişkileri sürmüştür. Özellikle kırıntılı volkanikler ile sediment aralanmaları gerçekleşmiştir. Bu safhada kil yataklanmalarının olması beklenir. Bölgenin genişmesi sonucu oluşan normal faylanmalar ile aşınma, taşınma olaylarının yanı sıra, volkanik dayklar, artık çözelltiler ve hidrotermal sular aktivitelerini sürdürmüştür.

\* Kuvaterner'de aktif tektonizma karasal ortamda sürerken, depremler ve sıcak sular yaygındır. Alüvyon taraçaları oluşur.

4. Kimyasal analiz sonuçlarına göre;

1'den 7'ye kadar olan kil örneklerinin oksit değerleri % olarak Na<sub>2</sub>O:0.00-1.30, MgO:1.34-5.60, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:16.19-23.63, SiO<sub>2</sub>:55.01-60.84, K<sub>2</sub>O:1.08-5.22, CaO:0.49-1.44, TiO<sub>2</sub>: 0.93-1.90, FeO: 9.80-13.61 arasında olduğu tesbit edilmiştir (Tablo 2.3). Bu oranlar başlıca lizardit mineralinden oluşan taban karmaşığı biriminde (Serpantin) ise % olarak Na<sub>2</sub>O: 0.09, MgO: 29.31, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.74, SiO<sub>2</sub>: 41.54, K<sub>2</sub>O: 0.10, CaO: 2.87, TiO<sub>2</sub>: 0.14 , FeO: 8.04 ve A.K: 17.02 olarak elde edilmiştir (Tablo 2.5).

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Örnek 1,2,3,4,5,6 ve 7 nin MgO ve CaO oranları taban karmaşığı (serpantin: lizardit) birimi olan Örnek 8'e göre nispeten önemli oranlarda azalmıştır. Buna karşın  $Al_2O_3$ , FeO,  $K_2O$  ve  $SiO_2$  oranlarda Örnek 8'e göre önemli oranlarda artmıştır.

XRF'de yapılan elementel kimyasal analiz sonucunda örneklerde başlıca; Al,Si, K, Ca, ana elementler olarak K, Ti, Ca, Fe, Mg, tali elementler olarak ve Ca, Zn, Ba, Sr, Rb, Zr, Cu ve Ni'de eser elementler olarak tespit edilmiştir (Tablo 2.4).

5. Yapılan tane boyu analizleri sonucu 7 ayrı kil seviyesinden alınan örneklerde % olarak;

kil: 16-33

silt: 49-74

kum: 9-27 olarak tespit edilmiştir (Tablo 2.6).

Üniformluk katsayıları: 1.082-2.256

Özgül yüzey alanları: 0.8246-1.4905  $m^2/g$  olarak saptanmıştır. En büyük özgül yüzey alanı Örnek 3'de elde edilmiştir. Bu da illitin bu örnekte hakim mineral olmasından kaynaklandığını düşündürmektedir. Örnek 3 haricinde kil oranlarıyla özgül yüzey alanları arasında doğru orantılı bir ilişki görülmektedir. Örneklerin hemen hepsinde silt boyutu hakimdir.

6. Ek 4a-g ve Tablo 2.4'de görüldüğü gibi örnekler kuvars, ortoklas, muskovit, illit ve klorit den meydana gelmiştir. Ancak Örnek 6 ve 7'de sadece illit kil minerali olarak yer almaktadır. Bu da kloritin illite transformasyonunu düşündürmektedir. Örnek 1 ve 5 mineral içeriği bakımından birbirlerine benzemektedirler (Tablo 2.4). X ışınları difraksiyon ve bunu doğrulayan X ışınları floresans kimyasal analizi sonucunda; illit (Şekil 2.6) ve klorit (Şekil 2.7) çalışma alanında en yaygın olarak bulunan kil mineralleridir.

Tablo 2.4'deki örneklerin XRD sonuçlarıyla kimyasal analiz sonuçları (Tablo 2.5) uyumludur. Klorit  $[(Mg, Fe)_6 (AlSi_3)O_{10}(OH)_8]$  ve illit  $\{[K_y (Al, Mg, Fe)_2 (Al_y-Si_{4-y})O_{10}(OH)_2] y<1\}$  varlığından; ortamın bazik ( $pH>7$ ) olduğunu, bu minerallerin mafik minerallerce zengin bir kayadan muhtemelen temeldeki bir serpantin minerali olan lizarditten  $[(Mg, Fe^{+2})_6 (OH)_8(Si_4O_{10})]$  türediklerini, yıkanmanın yoğun olmadığı bölgede çözeltiden otojenik olarak oluşabileceklerini ve kil mineralleri oluşumu sırasında iklimin humid olabileceğini söylemek mümkündür.

7. Ek 6'da görülen dilatometre eğrilerinin benzerlik gösterdikleri grafikler aşağıdaki gibidir.

Örnek 1 (Ek 6-a), muskovit

Örnek 2 (Ek 6-b), klorit

Örnek 3 (Ek 6-c), illit

Örnek 4 (Ek 6-d), illit

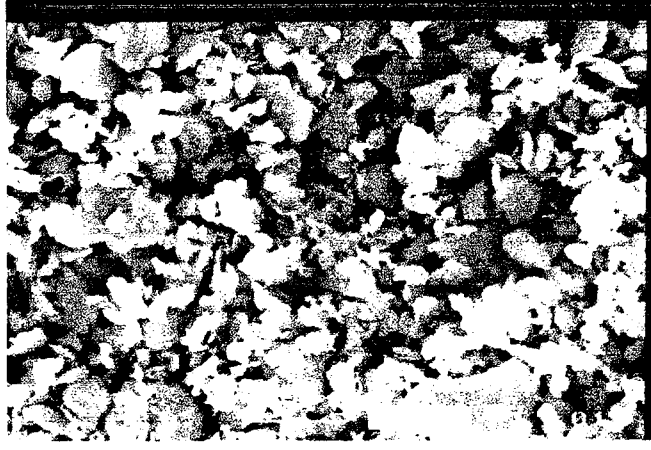
Örnek 5 (Ek 6-e), muskovit

Örnek 8 (Ek 6-h), lizardit, piklerde görülen sapmaların safsızlıklardan dolayı olduğu sanılmaktadır.

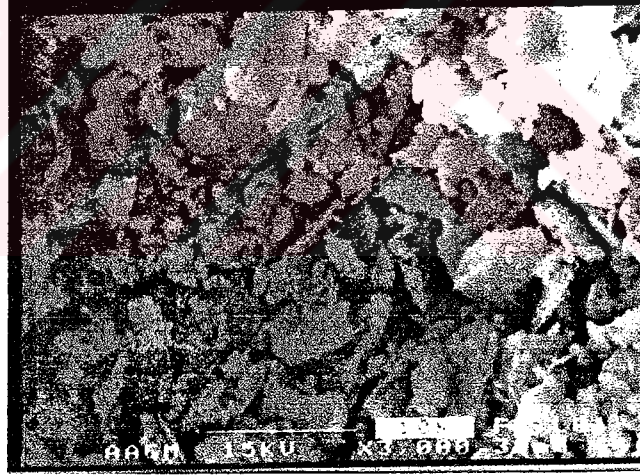
Örnek 8'e ait dilatometre eğrilerinin Alman firması Netzch'e ait dilatometre eğrilerine benzer yorumu sonucunda taban karmaşığında (serpantin) alınan örneğin lifsi bir serpantin minerali olan lizardit  $[(Mg, Fe^{+2})_6(OH)_8(Si_4O_{10})]$  olduğu tespit edilmiştir (Ek-6h).

8. İnceleme sahası killeriindeki % 10-14 mertebesindeki FeO'dan ve pişme örneklerinin koyu renkte olmalarından dolayı beyaz massenin önemli olduğu seramik üretiminde kullanılması mümkün değildir.

9. Yapılan mineralojik analiz sonuçlarında kaolinitik bir kile rastlanamamıştır. Dolayısıyla kömürlü birimlerin birlikte bulunduğu kaolinitik türden taban kilinin en azından çalışma sahasında yer almadığı söylenebilir.



Şekil 2.6. Örnek 3'e ait İllit'in SEM görüntüsü (x2000)



Şekil 2.7. Örnek 5'e ait Klorit'in SEM görüntüsü (x3000)

#### **4. ÖNERİLER**

1. Bu killerin CaO oranlarının düşüklüğü nedeniyle tuğla-kiremit yapımında kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmalıdır.
2. Zenginleştirilerek seramik sanayinde kullanılması araştırılmalıdır.
3. Rezerv hesaplaması yapılmalıdır.
4. Stonware üretiminde kullanıma elverişli olması beklenir ancak bu araştırılmalıdır.
5. Havza analizi yapılabilmesi için bölge genelinde çok sayıda kil örnekleri alınarak ayrıntılı kil mineralojisi ve jeokimyası yapılmalıdır.





## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdüselamoğlu, M.Ş., 1982, Tortul Kayaç Petrografisi, s.19, İTÜ, İstanbul**
- Akkuş, M. F., 1962, Kütahya Gediz Arasındaki Sahanın Jeolojisi: MTA Derg., no: 58, s.: 20-30**
- Alptekin, Ö., 1973, Focal Mechanisms Of Earthquakes In Western Turkey And Their Implications (Ph. D. Thesis): New Mexico Institute Of Mining And Technology, 95 p., Socorro, New Mexico, USA.**
- Arslan, R., 1979, Kütahya-Tunçbilek Sahasındaki Sondaj Örneklerinin Palinolojik İncelenmesi: TJK Bül., 22 (1), s. 135-140**
- Baba, A., 1992, Seyitömer (Kütahya) Linyit Açık İşletmesi Kuzeydoğusunun Jeolojisi ve Mühendislik Jeolojisi: D.E.Ü. M.MF. Jeoloji Müh. Bitirme Projesi, 75 s., (Yayınlanmamış), İzmir**
- Baş, H., 1986, Domaniç-Tavşanlı-Kütahya-Gediz yöresinin Tersiyer Jeolojisi: Jeol.Müh.Derg., No:27, say.11-18**
- Beder, H.A., 1996, Seyitömer Kömür Havzasının Jeolojisi ve Rezerv Hesabı: D.P.Ü. Fen Bil. Ens. Yük.Lis. Tezi, 70 s., (Yayınlanmamış), Kütahya**
- Çakıcı, A., 1985, Seyitömer Kömür Havzası Hakkında Kısa Bilgiler: GLİ Raporu, 2. say. (Yayınlanmamış), SLİ, Kütahya**
- Daşcı, H. ve Özkul, H., 1992, TKİ-SLİ Müessese Müdürlüğü İmtiyaz Sahası ve Civarının Jeolojisi Raporu, 15 s., (Yayınlanmamış), SLİ, Kütahya**
- Dewey, J.F. and Şengör, A.M.C., 1979, Aegean and Surrounding Regions: Complex Multiphase And Continuum Tectonics In A Convergent Zone, Geol.Soc.of America Bull., Part 1, 90, pp. 84-92, USA**
- Dişli, B., 1996, Abide (Gediz) Yöresi Kaplıcalarının Jeotermal Potansiyeli ve Sularının Özellikleri: D.P.Ü. Fen Bil. Ens. Yük.Lis. Tezi, 98 s., (Yayınlanmamış), Kütahya**

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Erol, O., 1982, Batı Anadolu Genç Tektoniğinin Jeomorfolojik Sonuçları, T.J.K.Panel Kitabı, 15-21, Ankara**
- Işık, İ., 1983, Düvertepe Nahiyesi Çevresinin Jeolojisi ve Ekonomik Potansiyeli, AÜ Fen Bil. Ens.Yüksek Lisans Tezi, 100 s., (yayınlanmamış), Eskişehir**
- Işık, İ., 1995, Kil Teknolojisi: D.P.Ü.Yüksek lisans ders notları, s.15, (yayınlanmamış), Kütahya**
- Işık, İ.,1996, Kil ve Kil Minerali Tanımı: AIPEA ve CMS Terminaloji Komitelerinin Ortak Raporu ( Çeviri), Seramik Dünyası Dergisi, s. Temmuz-Ağustos 1996, syf. 15**
- Işık, İ., 1997, Genel Jeoloji:, DPÜ Lisans ders notları, 60 s. (yayınlanmamış), Kütahya**
- Kalafatçıoğlu, A., 1962, Kütahya-Gediz arasındaki Sahanın Jeolojisi: MTA Derg., No: 58, s.no: 38-46**
- Kaya, O., 1972, Tavşanlı Yöresi Ofiyolit Sorununun Ana Çizgileri: TJK Bül.,15 (1), s.no: 26-108**
- Koçak, C. ve Ergüder, I, 1989, GLİ Seyitömer Bölgesi Heyelan Sahası Jeofizik Verileri: GLİ Raporu, s. 1-3 ( yayınlanmamış)**
- Krauskopf, K.B., 1985, Jeokimyaya Giriş (çeviri) çevirenler : Aykol, A., İnan, K., Suner, F., 672 s., İTÜ, İstanbul**
- Lebküchner, R. F., 1959, Seyitömer-Kütahya Neojen Sahası Jeolojisi ve Linyit Yatakları ile İlgili Olarak Yapılan Etüdler Hakkında Rapor, 140 s.(yayınlanmamış), SLİ, Kütahya**
- Mc. Kenzie, D.P., 1978, Active Tectonics Of The Alpin-Himalaya Belt,: The Aegean Sea And Surroving Regions, Geophys. Roy. Astr. Sock., 5, pp. 216-254**
- Murray, H.H., 1996, Common Clay: Industrial Minerals and Rocks, 6.Edition (Senior editor Carr, D.D.), p.p: 247-248, USA**
- Nakoman, E., 1988, Kömür, D.E.Ü. M.M.F., Jeoloji Müh. Böl., sayı: 248, Bornava- İzmir**
- Okay, A., 1981, Kuzeybatı Anadolu'daki Ofiyolitlerin Jeolojisi ve Mavişist Metamorfizması (Tavşanlı-Kütahya): TJK Bül., 24, s. 85-95**

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**Özcan, N., 1986, Seyitömer (Kütahya) Linyitlerinin Palinolojik Özellikleri: D.E.Ü. Fen Bil. Ens. Yük.Lis. Tezi, 70 s., (Yayınlanmamış), İzmir**

**Parlak, T., 1995, TKİ Seyitömer Kömürlerinin Jeostatiksel Yöntemle Rezerv Hesabı: İÜ Müh. Fak. Mad. Müh. Böl., Doktora Tezi, 90 s., (Yayınlanmamış), İstanbul**

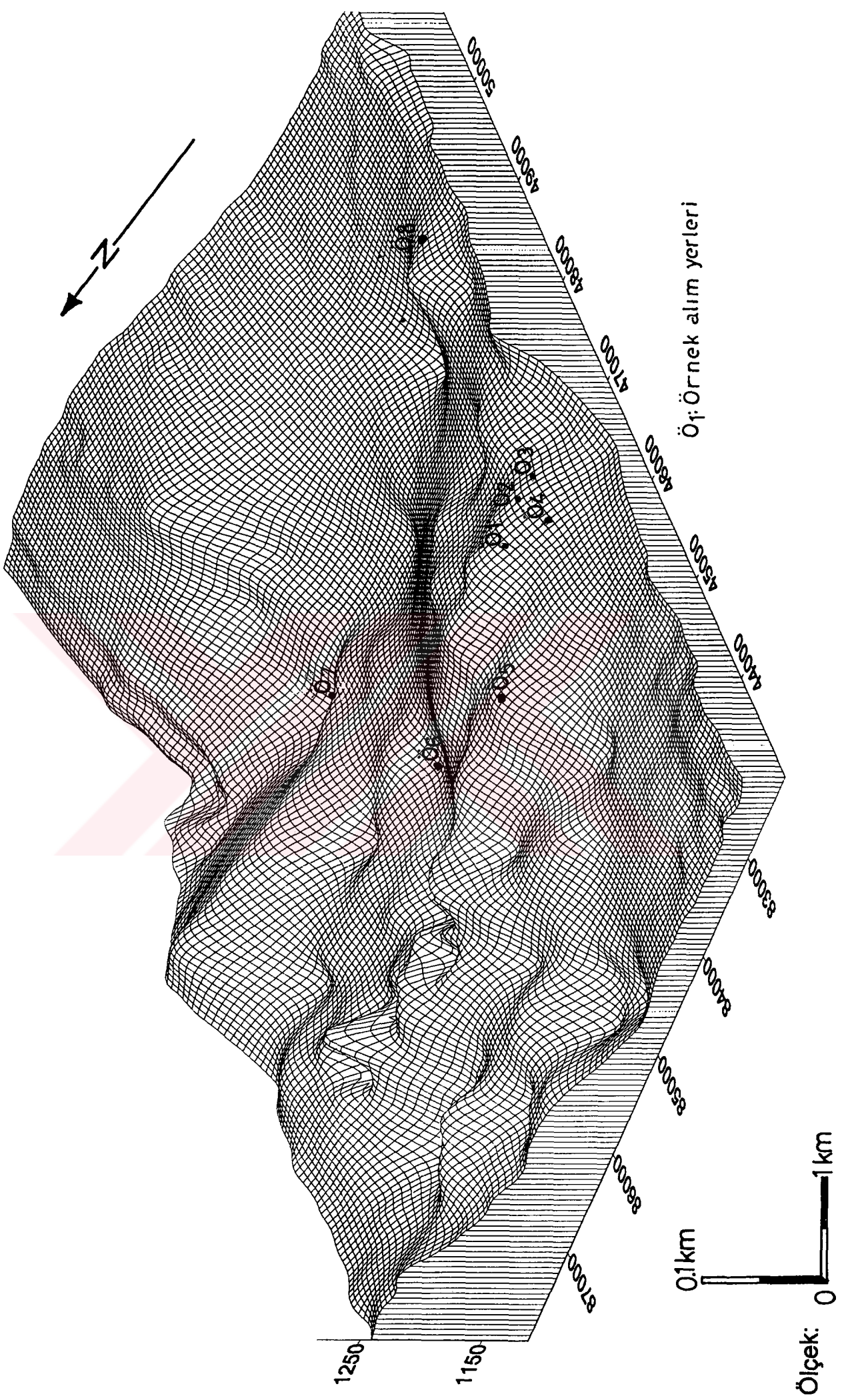
**Rollings, M. P. and Rollings, R.S., 1996, Geotechnical Materials in Construction: Mc Graw Hill Comp., pp:23, New York, USA**

**Sarıyıldız, M., 1987, Seyitömer (Kütahya) Kuzeybatısındaki Kömürlü Neojen Kayalarının Jeolojisi: D.E.Ü. Fen Bil. Ens. Yük.Lis. Tezi, 75 s., (Yayınlanmamış), İzmir**

**Şengör, A.M.C., 1982, Egenin Neotektonik Evrimini Yöneten Etkenler, TJK Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, Özel sayı, s. 59-71**

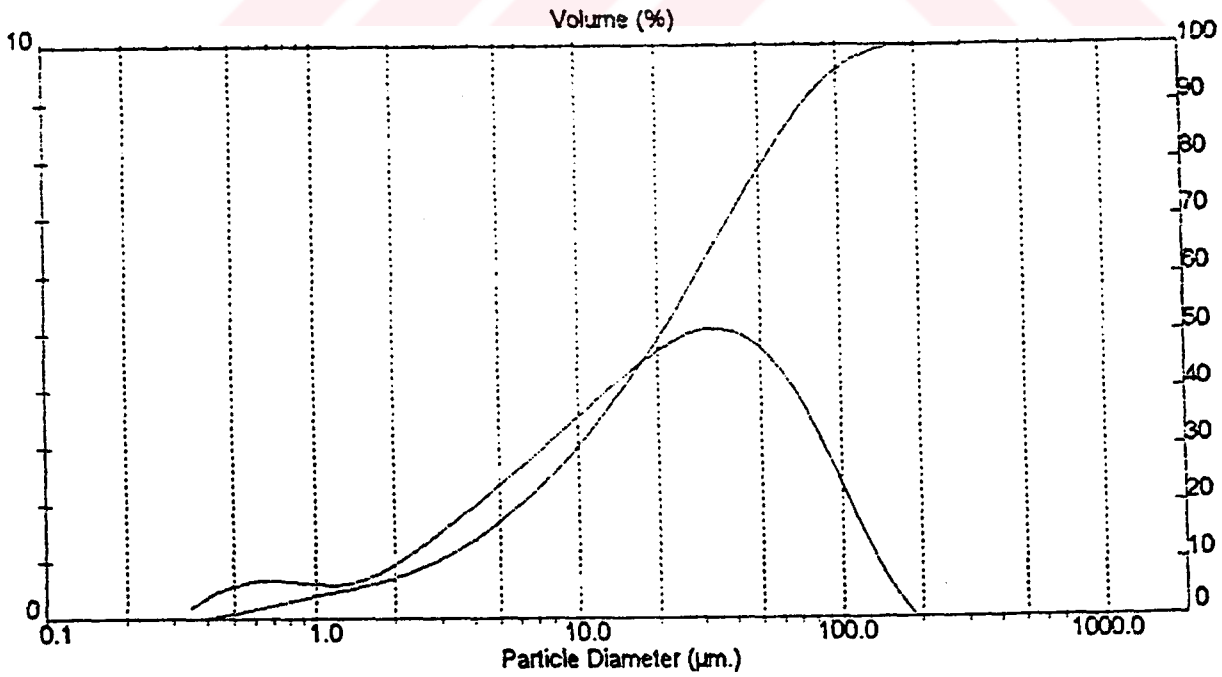


**EK.2 : Ek 1'de Jeolojik Haritası Sunulan Blok Diyagram**



EK-3 a: Örnek 1' e ait Tane Boyu Analizi

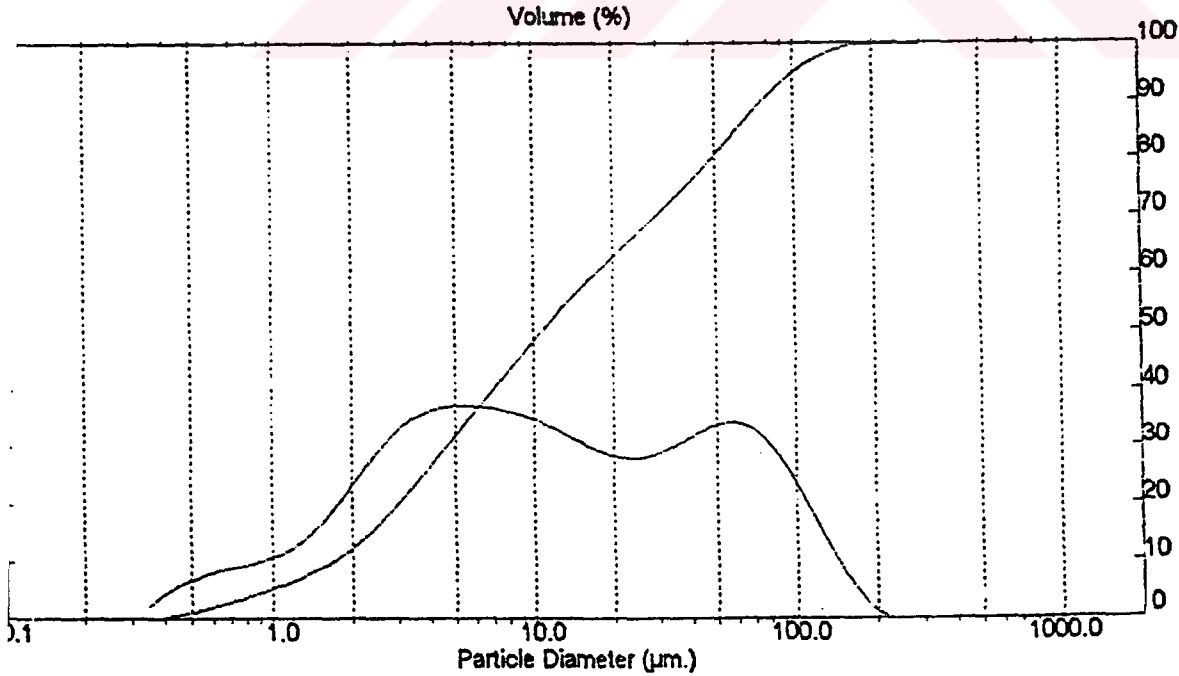
Result Statistics							
Distribution Type:		Volumentration:0.0192%Vol		Density: 1.000g/cub.cm		SpecificS.A.:1.0073sq.m/s	
Mean Diameters:		D(v,0.1)=2.82µm		D(v,0.5)=20.64µm		D(v,0.9)=75.02µm	
D(4,3)=31.01µm		D(3,2)=5.96µm		Span:3.499E+00		Uniformity:1.082E+00	
Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under	Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under
0.31	0.20	0.36	0.20	10.48	3.75	12.21	35.16
0.36	0.38	0.42	0.58	12.21	4.01	14.22	39.17
0.42	0.53	0.49	1.10	14.22	4.27	16.57	43.44
0.49	0.63	0.58	1.73	16.57	4.52	19.31	47.96
0.58	0.68	0.67	2.41	19.31	4.73	22.49	52.69
0.67	0.69	0.78	3.10	22.49	4.91	26.20	57.60
0.78	0.66	0.91	3.76	26.20	5.03	30.53	62.63
0.91	0.63	1.06	4.39	30.53	5.08	35.56	67.71
1.06	0.61	1.24	5.00	35.56	5.04	41.43	72.75
1.24	0.63	1.44	5.63	41.43	4.90	48.27	77.65
1.44	0.71	1.68	6.34	48.27	4.65	56.23	82.30
1.68	0.85	1.95	7.19	56.23	4.29	65.51	86.59
1.95	1.03	2.28	8.22	65.51	3.81	76.32	90.40
2.28	1.24	2.65	9.45	76.32	3.22	88.91	93.62
2.65	1.46	3.09	10.91	88.91	2.55	103.58	96.17
3.09	1.69	3.60	12.60	103.58	1.84	120.67	98.01
3.60	1.93	4.19	14.53	120.67	1.18	140.58	99.19
4.19	2.17	4.88	16.69	140.58	0.61	163.77	99.80
4.88	2.41	5.69	19.11	163.77	0.20	190.80	100.00
5.69	2.67	6.63	21.78	190.80	0.00	222.28	100.00
6.63	2.94	7.72	24.72	222.28	0.00	258.95	100.00
7.72	3.21	9.00	27.93	258.95	0.00	301.68	100.00
9.00	3.48	10.48	31.41				



EK-3 b: Örnek 2' ye ait Tane Boyu Analizi

Result Statistics			
Distribution Type:		Volumentration: 0.0192% Vol	Density: 1.000g/cub.cm
Mean Diameters:		Specific S.A.: 1.0073sq.m/s	
D(4,3)=26.73µm	D(v,0.1)=1.67µm	D(v,0.5)=10.72µm	D(v,0.9)=76.78µm
D(3,2)=4.14µm	Span: 7.007E+00		Uniformity: 2.093E+00

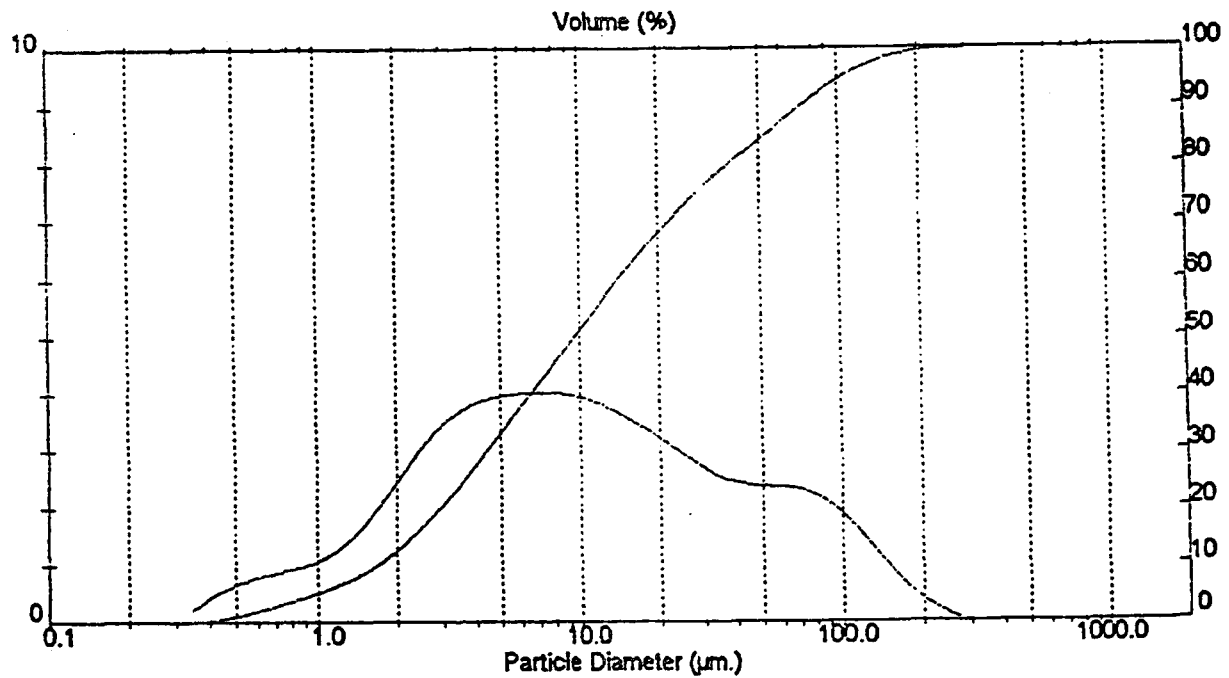
Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under	Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under
0.31	0.22	0.36	0.22	10.48	3.36	12.21	52.86
0.36	0.43	0.42	0.65	12.21	3.21	14.22	56.07
0.42	0.60	0.49	1.25	14.22	3.05	16.57	59.12
0.49	0.74	0.58	1.99	16.57	2.91	19.31	62.03
0.58	0.84	0.67	2.82	19.31	2.81	22.49	64.84
0.67	0.91	0.78	3.73	22.49	2.79	26.20	67.63
0.78	0.97	0.91	4.71	26.20	2.83	30.53	70.46
0.91	1.06	1.06	5.77	30.53	2.95	35.56	73.41
1.06	1.19	1.24	6.96	35.56	3.12	41.43	76.53
1.24	1.39	1.44	8.35	41.43	3.28	48.27	79.81
1.44	1.68	1.68	10.03	48.27	3.39	56.23	83.20
1.68	2.06	1.95	12.09	56.23	3.40	65.51	86.61
1.95	2.48	2.28	14.57	65.51	3.27	76.32	89.88
2.28	2.86	2.65	17.43	76.32	2.97	88.91	92.84
2.65	3.19	3.09	20.62	88.91	2.51	103.58	95.35
3.09	3.44	3.60	24.06	103.58	1.95	120.67	97.29
3.60	3.59	4.19	27.66	120.67	1.36	140.58	98.65
4.19	3.68	4.88	31.34	140.58	0.83	163.77	99.48
4.88	3.71	5.69	35.05	163.77	0.40	190.80	99.88
5.69	3.70	6.63	38.75	190.80	0.12	222.28	100.00
6.63	3.66	7.72	42.41	222.28	0.00	258.95	100.00
7.72	3.59	9.00	46.00	258.95	0.00	301.68	100.00
9.00	3.49	10.48	49.50				



EK-3c: Örnek 3'e ait Tane Boyu Analizi

Result Statistics			
Distribution Type: Vol		Concentration: 0.0192% Vol	
		Density: 1.000g/cub.cm	
		Specific S.A.: 1.0073sq.m/l	
Mean Diameter:	D(v,0.1)=1.66µm	D(v,0.5)=9.49µm	D(v,0.9)=73.10µm
D(4,3)=24.97µm	D(3,2)=4.63µm	Span: 7.527E+00	Uniformity: 2.206E+00

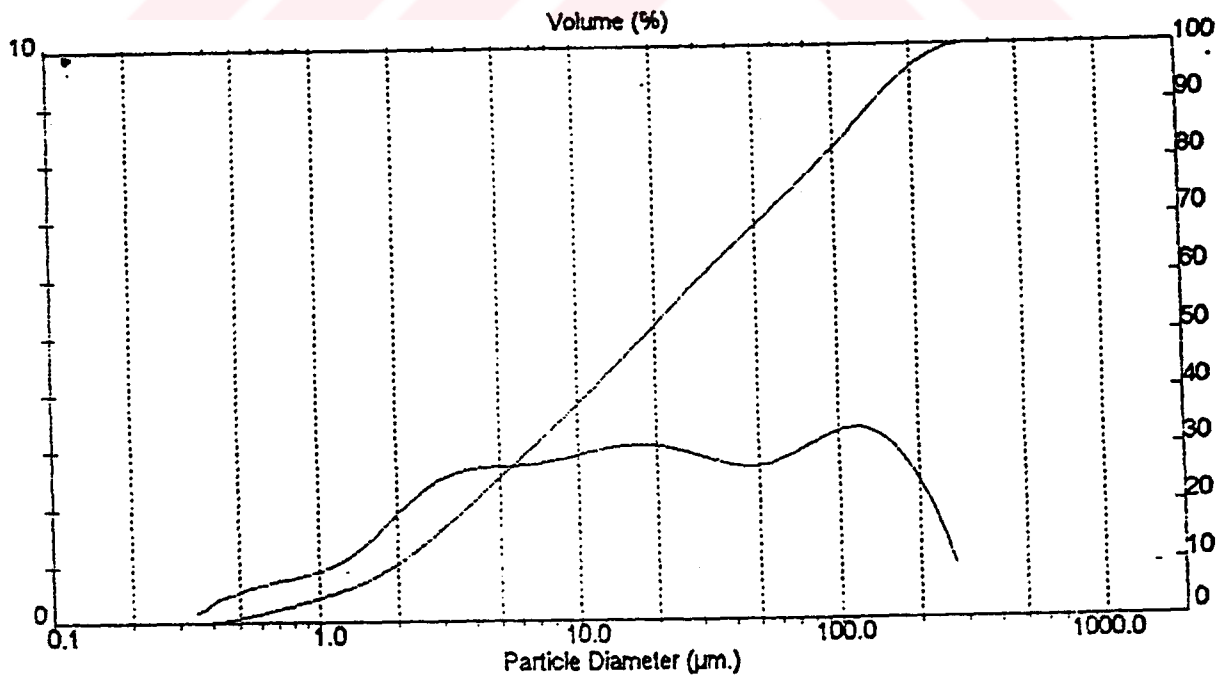
Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under	Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under
0.31	0.22	0.36	0.22	10.48	3.87	12.21	56.44
0.36	0.42	0.42	0.64	12.21	3.74	14.22	60.18
0.42	0.59	0.49	1.22	14.22	3.58	16.57	63.76
0.49	0.72	0.58	1.94	16.57	3.38	19.31	67.14
0.58	0.82	0.67	2.76	19.31	3.17	22.49	70.31
0.67	0.89	0.78	3.65	22.49	2.96	26.20	73.27
0.78	0.96	0.91	4.61	26.20	2.77	30.53	76.04
0.91	1.05	1.06	5.66	30.53	2.60	35.56	78.64
1.06	1.21	1.24	6.87	35.56	2.48	41.43	81.12
1.24	1.45	1.44	8.32	41.43	2.42	48.27	83.54
1.44	1.78	1.68	10.11	48.27	2.39	56.23	85.94
1.68	2.19	1.95	12.29	56.23	2.38	65.51	88.32
1.95	2.62	2.28	14.91	65.51	2.33	76.32	90.65
2.28	3.02	2.65	17.93	76.32	2.21	88.91	92.86
2.65	3.36	3.09	21.29	88.91	1.99	103.58	94.85
3.09	3.62	3.60	24.90	103.58	1.68	120.67	96.52
3.60	3.79	4.19	28.70	120.67	1.30	140.58	97.83
4.19	3.91	4.88	32.60	140.58	0.93	163.77	98.76
4.88	3.97	5.69	36.58	163.77	0.60	190.80	99.36
5.69	4.01	6.63	40.58	190.80	0.36	222.28	99.72
6.63	4.02	7.72	44.60	222.28	0.19	258.95	99.92
7.72	4.00	9.00	48.61	258.95	0.08	301.68	100.00
9.00	3.96	10.48	52.56				



EK-3d: Örnek 4'e ait Tane Boyu Analizi

Result Statistics			
Distribution Type:		Volumentration: 0.0192% Vol	Density: 1.000g/cub.cm
Mean Diameters:		Specific S.A.: 1.0873+g.m/s	
D(v,0.1)=1.94µm	D(v,0.5)=5.85µm	D(v,0.5)=18.51µm	D(v,0.9)=145.12µm
D(4.3)=48.18µm	D(3.2)=5.85µm	Span: 7.738E+00	Uniformity: 2.256E+00

Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under	Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under
0.31	0.18	0.36	0.18	10.48	2.96	12.21	41.71
0.36	0.34	0.42	0.52	12.21	3.02	14.22	44.73
0.42	0.49	0.49	1.01	14.22	3.06	16.57	47.78
0.49	0.60	0.58	1.61	16.57	3.07	19.31	50.85
0.58	0.69	0.67	2.30	19.31	3.04	22.49	53.89
0.67	0.75	0.78	3.05	22.49	2.98	26.20	56.87
0.78	0.81	0.91	3.86	26.20	2.90	30.53	59.77
0.91	0.89	1.06	4.75	30.53	2.81	35.56	62.58
1.06	1.01	1.24	5.77	35.56	2.73	41.43	65.31
1.24	1.19	1.44	6.96	41.43	2.68	48.27	68.00
1.44	1.43	1.68	8.39	48.27	2.70	56.23	70.69
1.68	1.71	1.95	10.10	56.23	2.78	65.51	73.47
1.95	2.00	2.28	12.11	65.51	2.92	76.32	76.39
2.28	2.26	2.65	14.37	76.32	3.08	88.91	79.48
2.65	2.46	3.09	16.83	88.91	3.24	103.58	82.71
3.09	2.60	3.60	19.43	103.58	3.32	120.67	86.03
3.60	2.67	4.19	22.11	120.67	3.30	140.58	89.33
4.19	2.71	4.88	24.81	140.58	3.12	163.77	92.45
4.88	2.72	5.69	27.53	163.77	2.79	190.80	95.24
5.69	2.74	6.63	30.27	190.80	2.28	222.28	97.52
6.63	2.77	7.72	33.04	222.28	1.63	258.95	99.15
7.72	2.82	9.00	35.86	258.95	0.85	301.68	100.00
9.00	2.89	10.48	38.75				

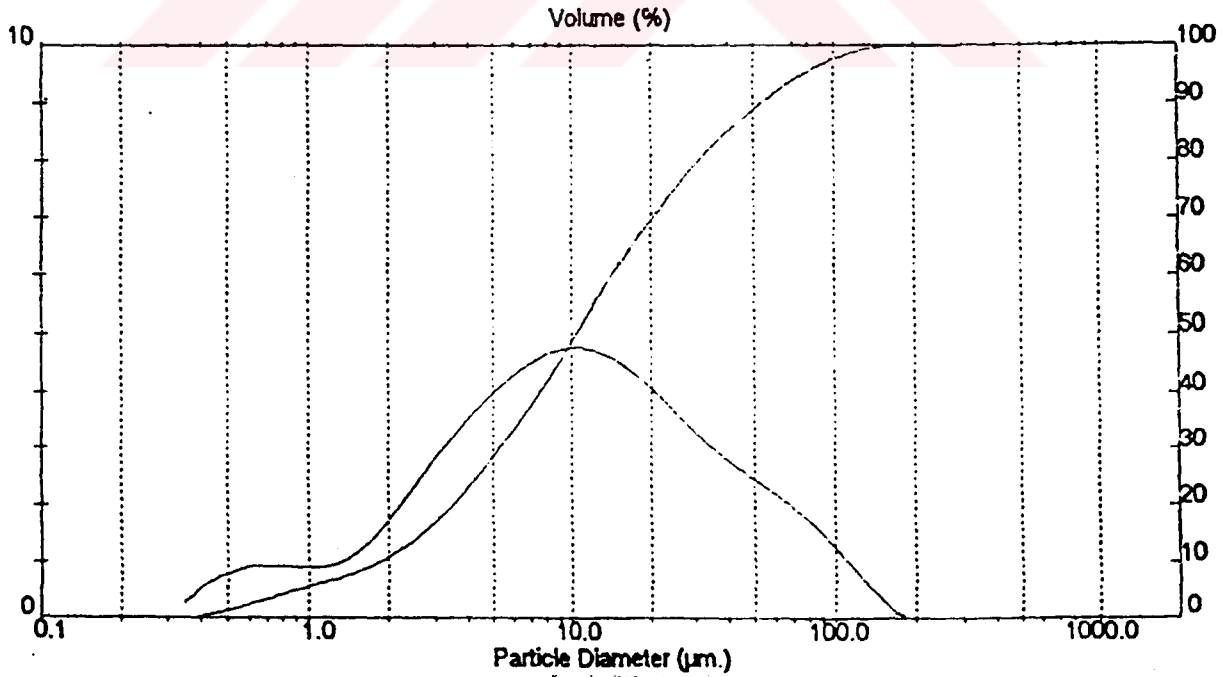




EK-3e: Örnek 5'e ait Tane Boyu Analizi

Result Statistics							
Distribution Type:		Volamcentration: 0.0192% Vol		Density: 1.600g/cub.cm			
		Specific S.A.: 1.4469sq.m/s					
Mean Diameters:		D(v,0.1)=1.81µm		D(v,0.5)=10.36µm		D(v,0.9)=53.74µm	
D(4.7)=28.29µm		D(3.7)=4.15µm		Span: 5.011E+00		Uniformity: 1.511E+00	

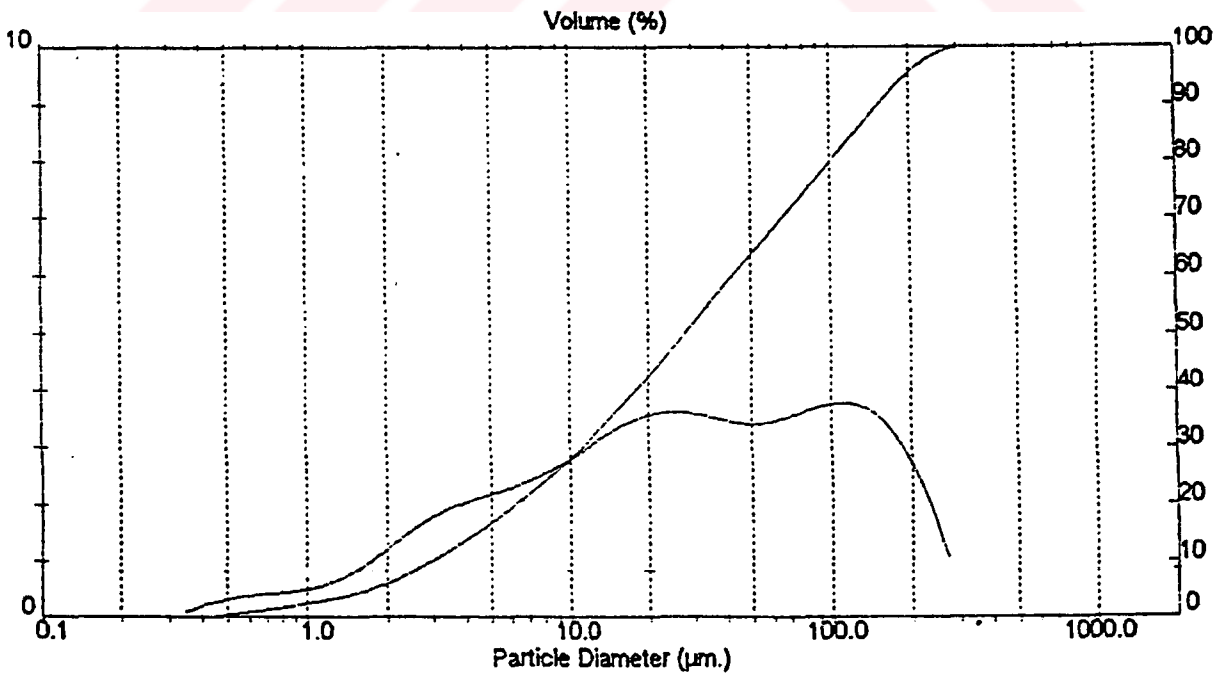
Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under	Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under
0.31	0.27	0.36	0.27	10.48	4.76	12.21	55.11
0.36	0.52	0.42	0.79	12.21	4.68	14.22	59.79
0.42	0.72	0.49	1.52	14.22	4.52	16.57	64.31
0.49	0.86	0.58	2.37	16.57	4.29	19.31	68.60
0.58	0.93	0.67	3.31	19.31	4.02	22.49	72.62
0.67	0.95	0.78	4.26	22.49	3.71	26.20	76.33
0.78	0.93	0.91	5.19	26.20	3.40	30.53	79.74
0.91	0.91	1.06	6.11	30.53	3.11	35.56	82.84
1.06	0.93	1.24	7.04	35.56	2.84	41.43	85.69
1.24	1.03	1.44	8.06	41.43	2.61	48.27	88.30
1.44	1.22	1.68	9.28	48.27	2.39	56.23	90.69
1.68	1.51	1.95	10.79	56.23	2.18	65.51	92.87
1.95	1.88	2.28	12.67	65.51	1.96	76.32	94.83
2.28	2.28	2.65	14.95	76.32	1.69	88.91	96.52
2.65	2.69	3.09	17.64	88.91	1.37	103.58	97.89
3.09	3.09	3.60	20.72	103.58	1.02	120.67	98.91
3.60	3.45	4.19	24.18	120.67	0.66	140.58	99.57
4.19	3.78	4.88	27.96	140.58	0.34	163.77	99.91
4.88	4.08	5.69	32.04	163.77	0.09	190.80	100.00
5.69	4.33	6.63	36.37	190.80	0.00	222.28	100.00
6.63	4.54	7.72	40.91	222.28	0.00	258.95	100.00
7.72	4.68	9.00	45.59	258.95	0.00	301.68	100.00
9.00	4.76	10.48	50.35				



EK-3f: Örnek 6'ya ait Tane Boyu Analizi

Result Statistics			
Distribution Type: Volumetric: 0.0192% Vol		Density: 1.000g/cub.cm	
Specific S.A.: 0.8246 sq.m/s			
Mean Diameter:	D(v,0.1)=2.96µm	D(v,0.5)=27.58µm	D(v,0.9)=153.20µm
D(4.5)=55.66µm	D(3.2)=7.28µm	Span=5.447E+00	Uniformity: 1.621E+00

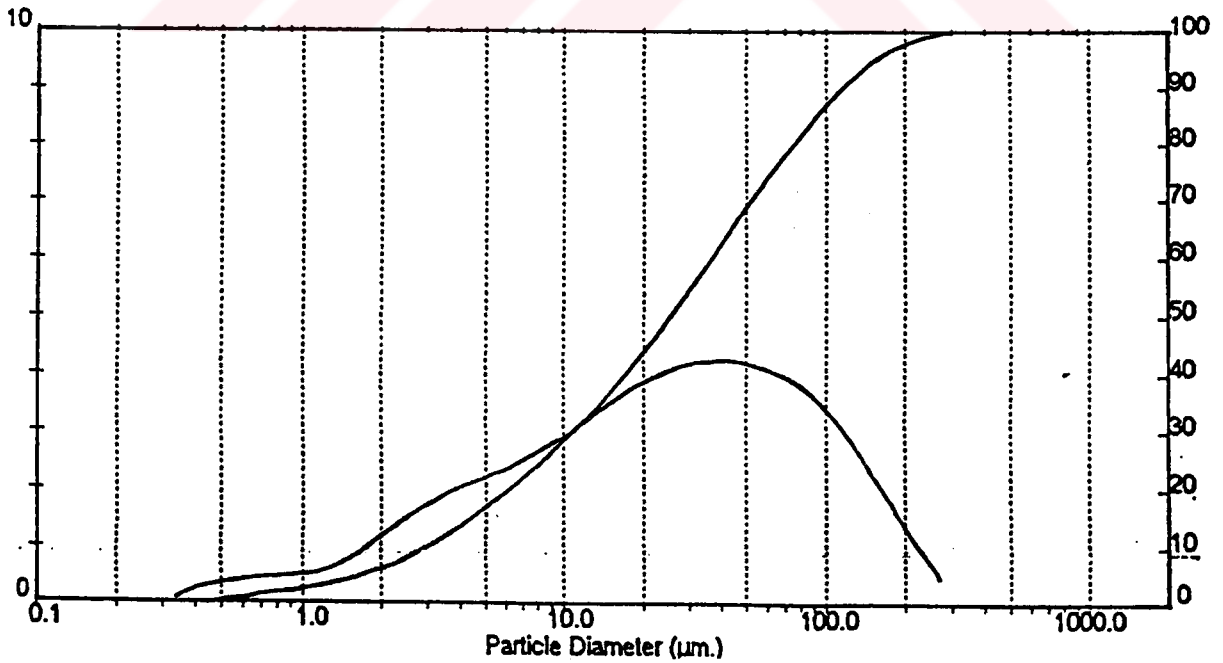
Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under	Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under
0.31	0.11	0.36	0.11	10.48	2.94	12.21	31.68
0.36	0.21	0.42	0.32	12.21	3.14	14.22	34.82
0.42	0.29	0.49	0.62	14.22	3.32	16.57	38.14
0.49	0.36	0.58	0.97	16.57	3.47	19.31	41.60
0.58	0.40	0.67	1.38	19.31	3.57	22.49	45.17
0.67	0.43	0.78	1.81	22.49	3.61	26.20	48.79
0.78	0.46	0.91	2.26	26.20	3.60	30.53	52.39
0.91	0.50	1.06	2.76	30.53	3.55	35.56	55.93
1.06	0.57	1.24	3.33	35.56	3.48	41.43	59.41
1.24	0.69	1.44	4.02	41.43	3.42	48.27	62.83
1.44	0.86	1.68	4.87	48.27	3.40	56.23	66.23
1.68	1.07	1.95	5.94	56.23	3.44	65.51	69.67
1.95	1.30	2.28	7.24	65.51	3.52	76.32	73.19
2.28	1.52	2.65	8.76	76.32	3.63	88.91	76.81
2.65	1.72	3.09	10.48	88.91	3.72	103.58	80.53
3.09	1.89	3.60	12.37	103.58	3.76	120.67	84.29
3.60	2.01	4.19	14.38	120.67	3.70	140.58	87.99
4.19	2.11	4.88	16.49	140.58	3.50	163.77	91.50
4.88	2.20	5.69	18.69	163.77	3.13	190.80	94.63
5.69	2.30	6.63	21.00	190.80	2.58	222.28	97.21
6.63	2.42	7.72	23.42	222.28	1.84	258.95	99.04
7.72	2.57	9.00	25.99	258.95	0.96	301.68	100.00
9.00	2.75	10.48	28.74				



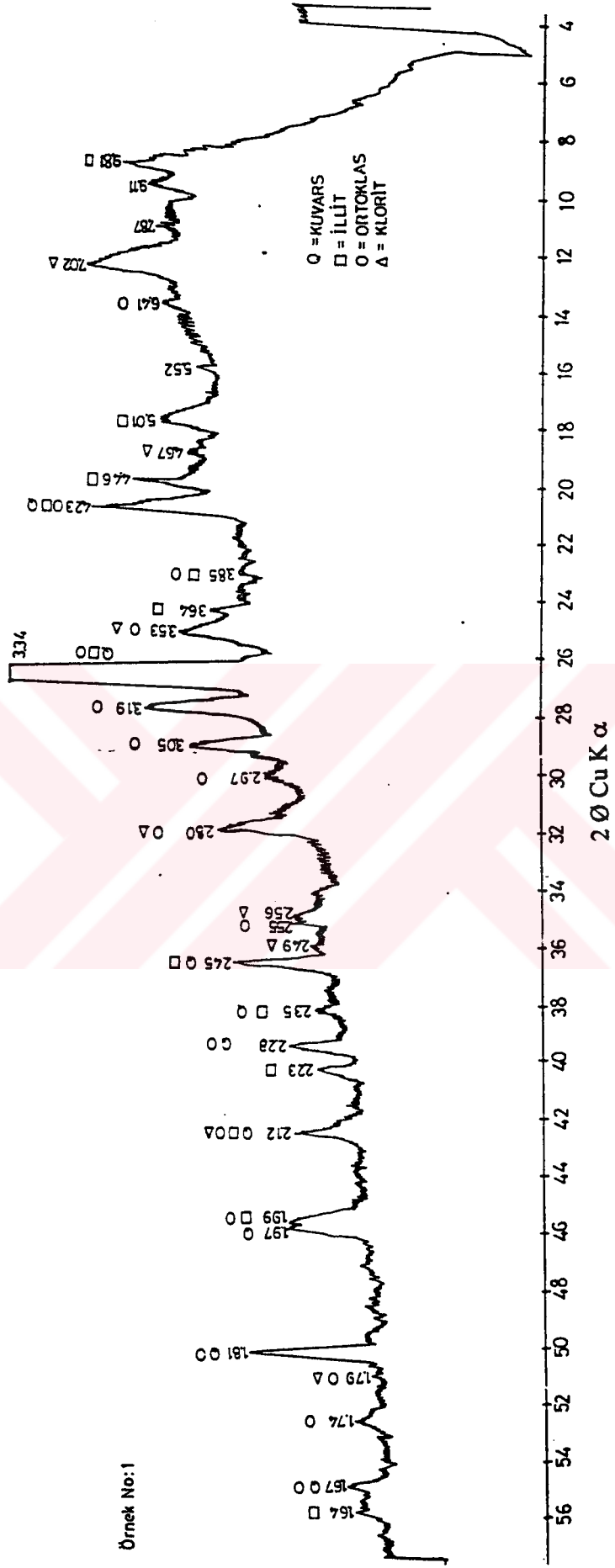
EK-3g: Örnek 7'ye ait Tane Boyu Analizi

Result Statistics			
Distribution Type: Volumetric		Density: 1.00g/cub.cm	
Mean Diameter: D(v,0.1)=2.94µm		D(v,0.5)=25.33µm	
D(4.3)=44.84µm		D(3.2)=6.95µm	
Specific S.A.: 8.8246 sq.m/l		Span: 4.489E+00	
D(v,0.9)=116.66µm		Uniformity: 1.381E+00	

Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under	Size Low (µm)	% In	Size High (µm)	% under
0.31	0.13	0.36	0.13	10.48	3.08	12.21	32.38
0.36	0.24	0.42	0.37	12.21	3.29	14.22	35.68
0.42	0.34	0.49	0.71	14.22	3.51	16.57	39.19
0.49	0.41	0.58	1.12	16.57	3.73	19.31	42.92
0.58	0.45	0.67	1.57	19.31	3.92	22.49	46.84
0.67	0.47	0.78	2.04	22.49	4.07	26.20	50.91
0.78	0.49	0.91	2.53	26.20	4.19	30.53	55.10
0.91	0.51	1.06	3.04	30.53	4.25	35.56	59.35
1.06	0.57	1.24	3.61	35.56	4.27	41.43	63.62
1.24	0.67	1.44	4.28	41.43	4.25	48.27	67.87
1.44	0.83	1.68	5.11	48.27	4.21	56.23	72.08
1.68	1.03	1.95	6.14	56.23	4.12	65.51	76.20
1.95	1.26	2.28	7.40	65.51	3.99	76.32	80.20
2.28	1.49	2.65	8.89	76.32	3.80	88.91	83.99
2.65	1.69	3.09	10.58	88.91	3.52	103.58	87.51
3.09	1.87	3.60	12.45	103.58	3.16	120.67	90.66
3.60	2.01	4.19	14.46	120.67	2.73	140.58	93.39
4.19	2.14	4.88	16.60	140.58	2.26	163.77	95.65
4.88	2.25	5.69	18.85	163.77	1.78	190.80	97.43
5.69	2.38	6.63	21.23	190.80	1.30	222.28	98.74
6.63	2.52	7.72	23.75	222.28	0.85	258.95	99.58
7.72	2.68	9.00	26.43	258.95	0.42	301.68	100.00
9.00	2.87	10.48	29.31				

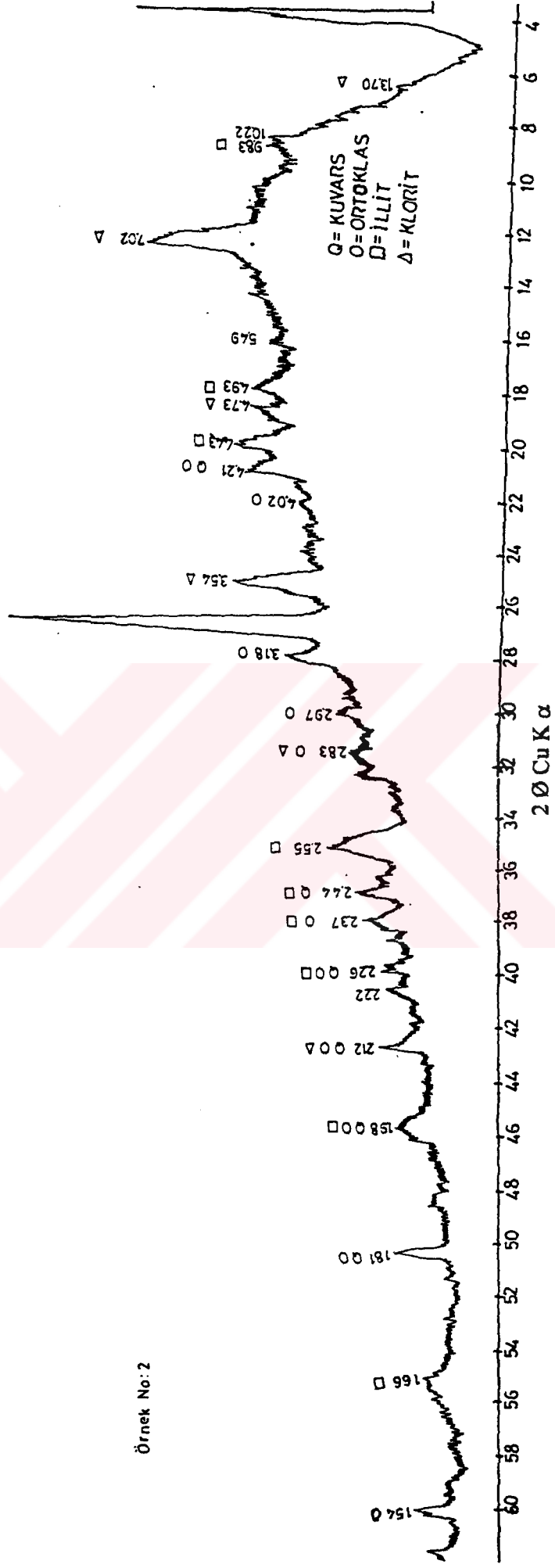


EK-4a: Örnek 1'e ait X-Işınları Diffraktogramı

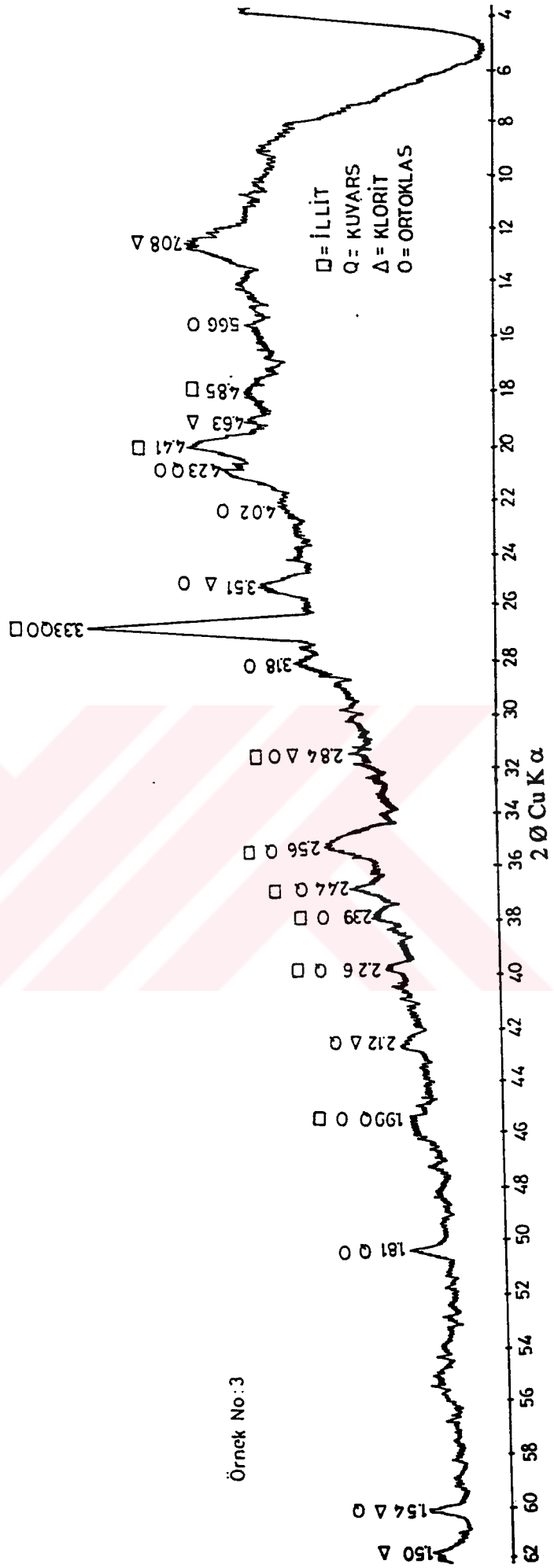


EK-4b: Örnek 2'ye ait X-Işınları Difraktogramı

Örnek No:2

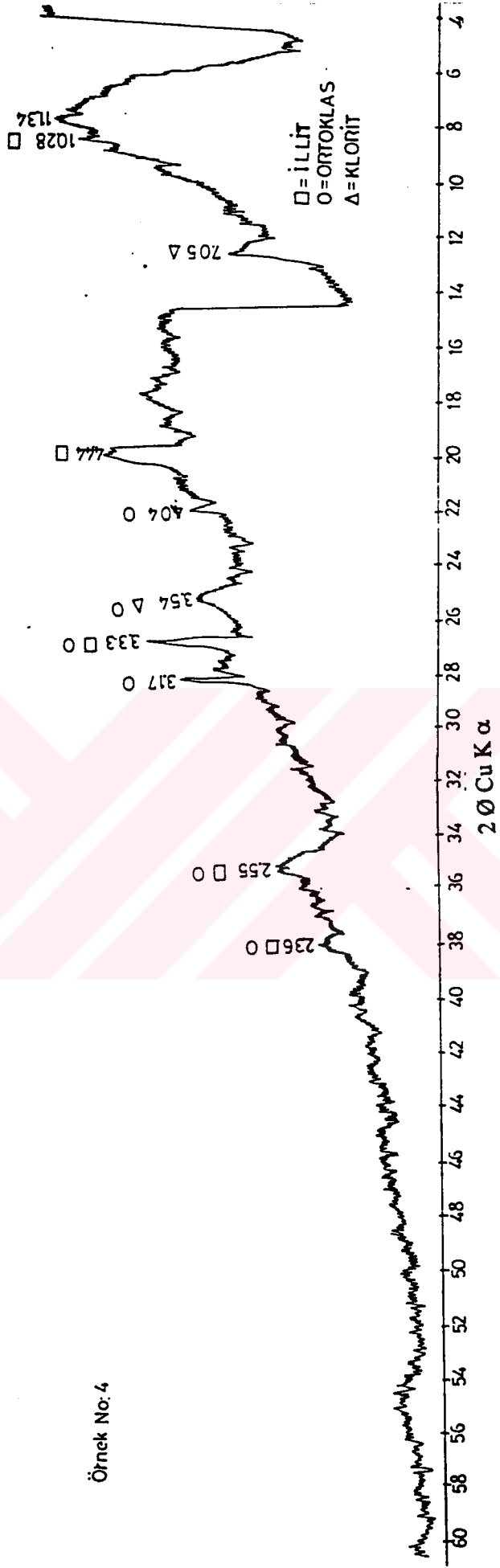


EK-4c: Örnek 3'e ait X-Işınları Diffraktogramı



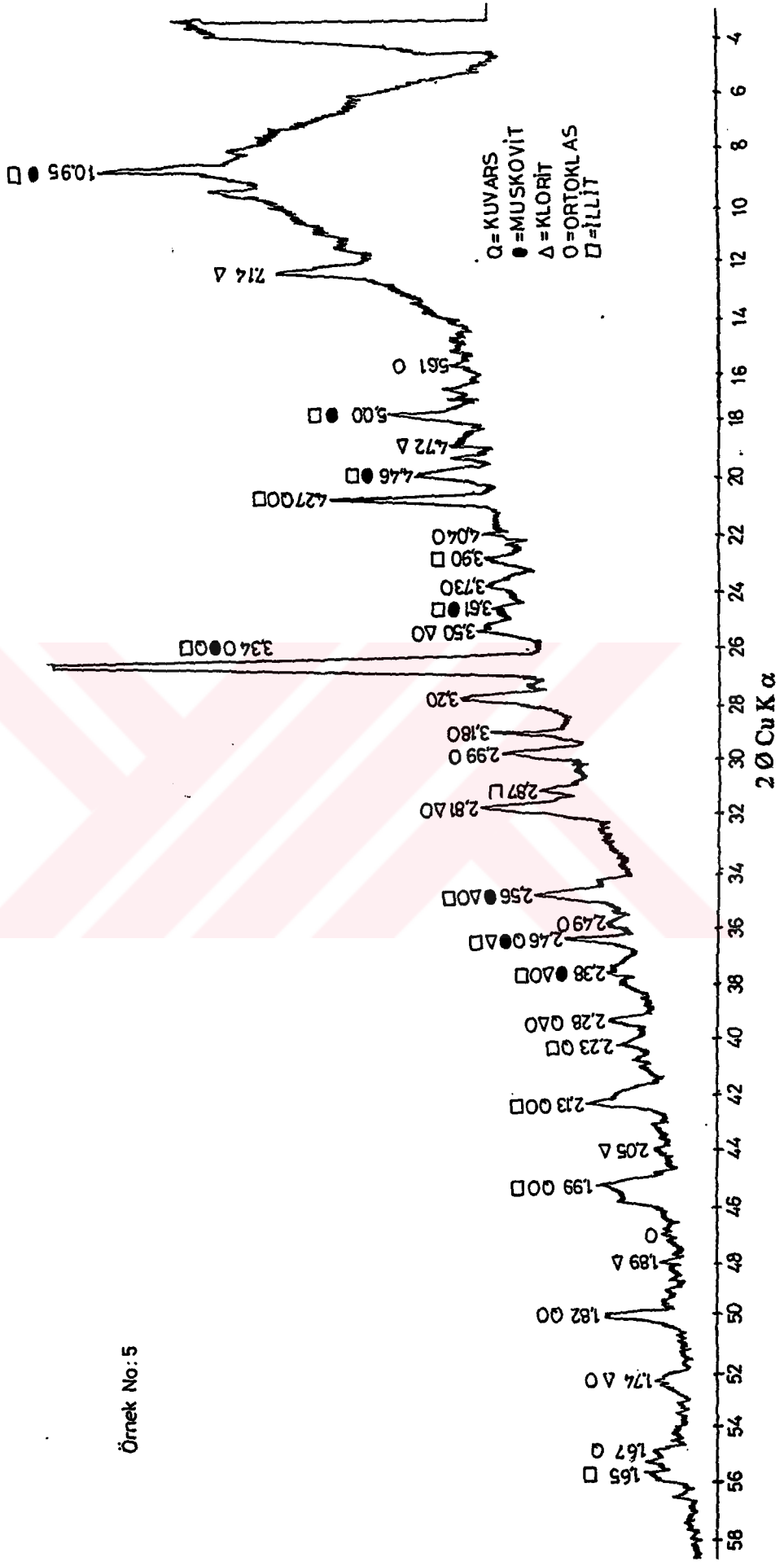
EK-4d: Örnek 4'e ait X-Işınları Difraktogramı

Örnek No: 4



EK-4e: Örnek 5'e ait X-Işınları Difraktogramı

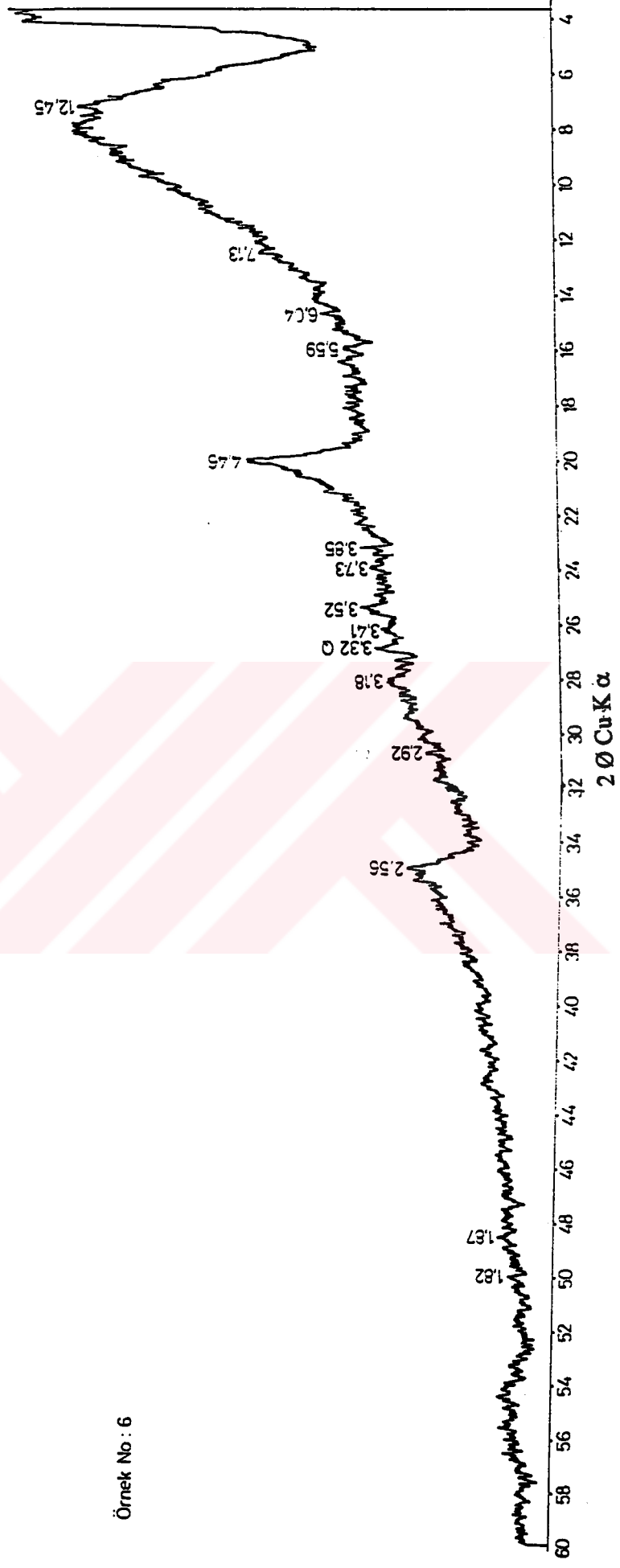
Örnek No: 5





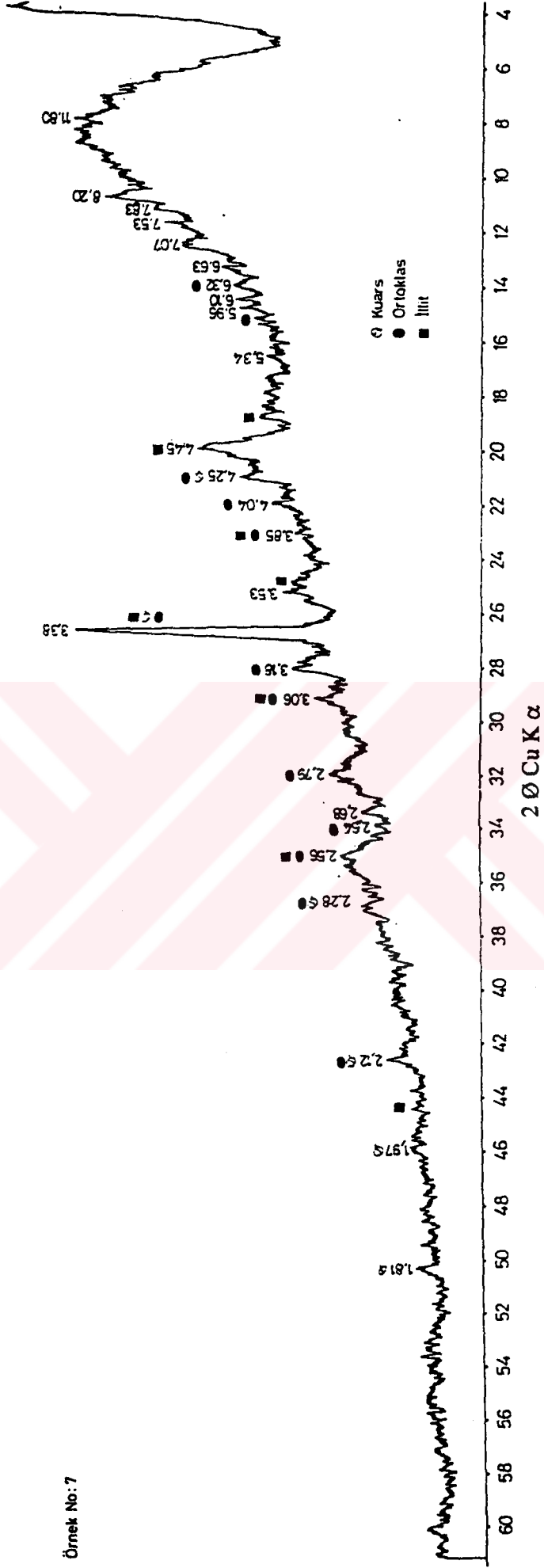
EK-4f: Örnek 6'ya ait X-Işımları Difraktogramı

Örnek No : 6

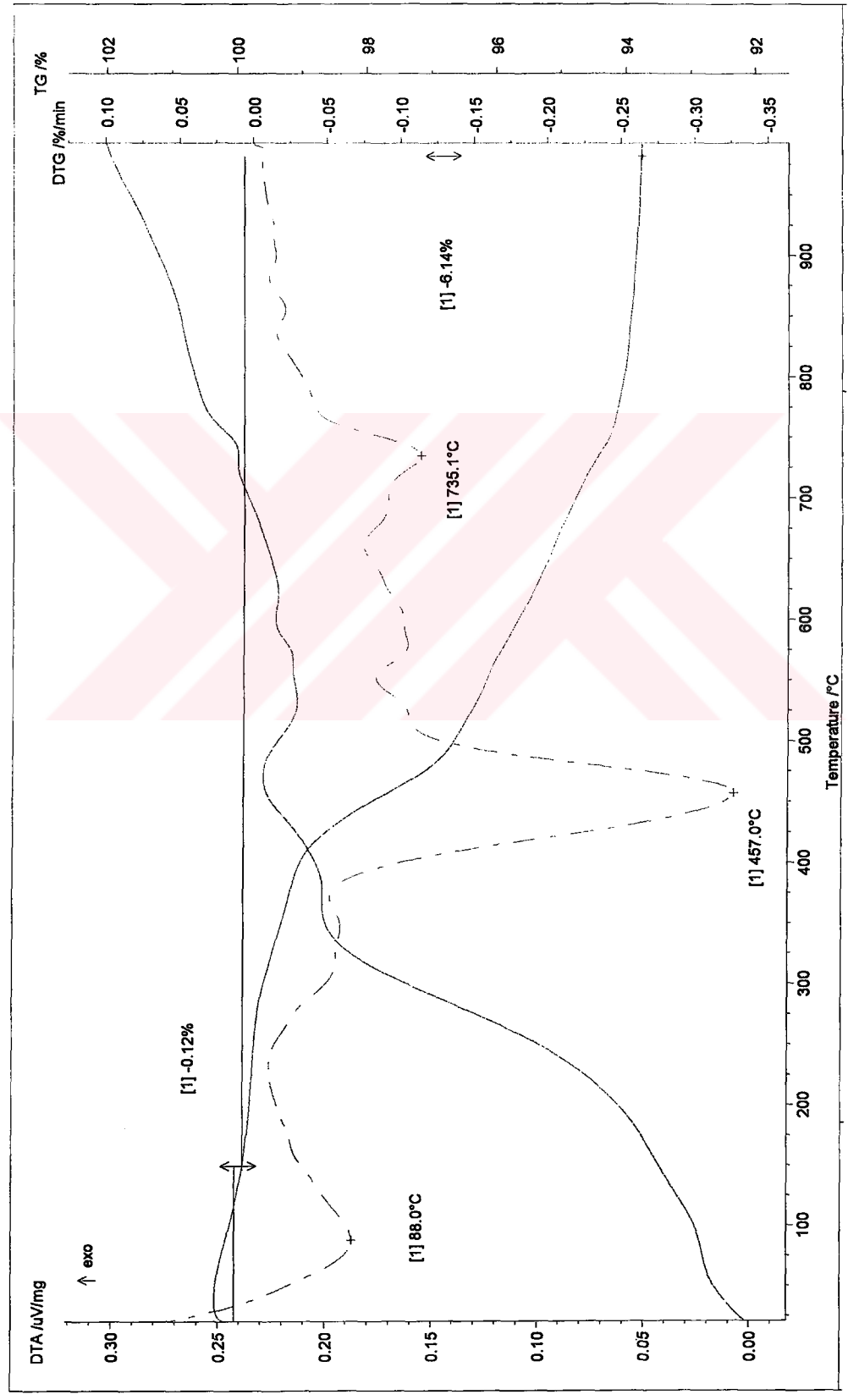


EK-4g: Örnek 7'ye ait X-Işınları Difraktogramı

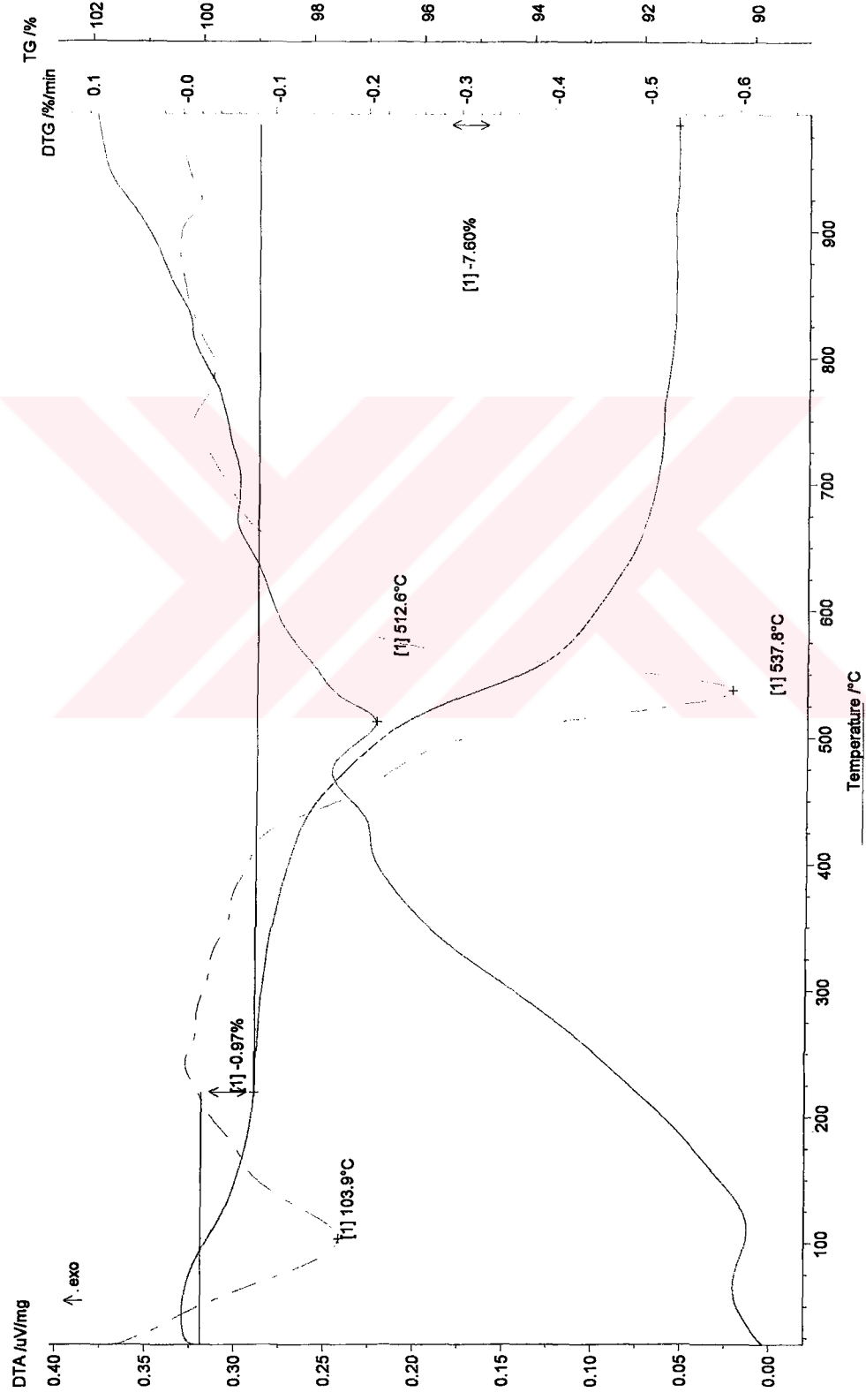
Örnek No: 7



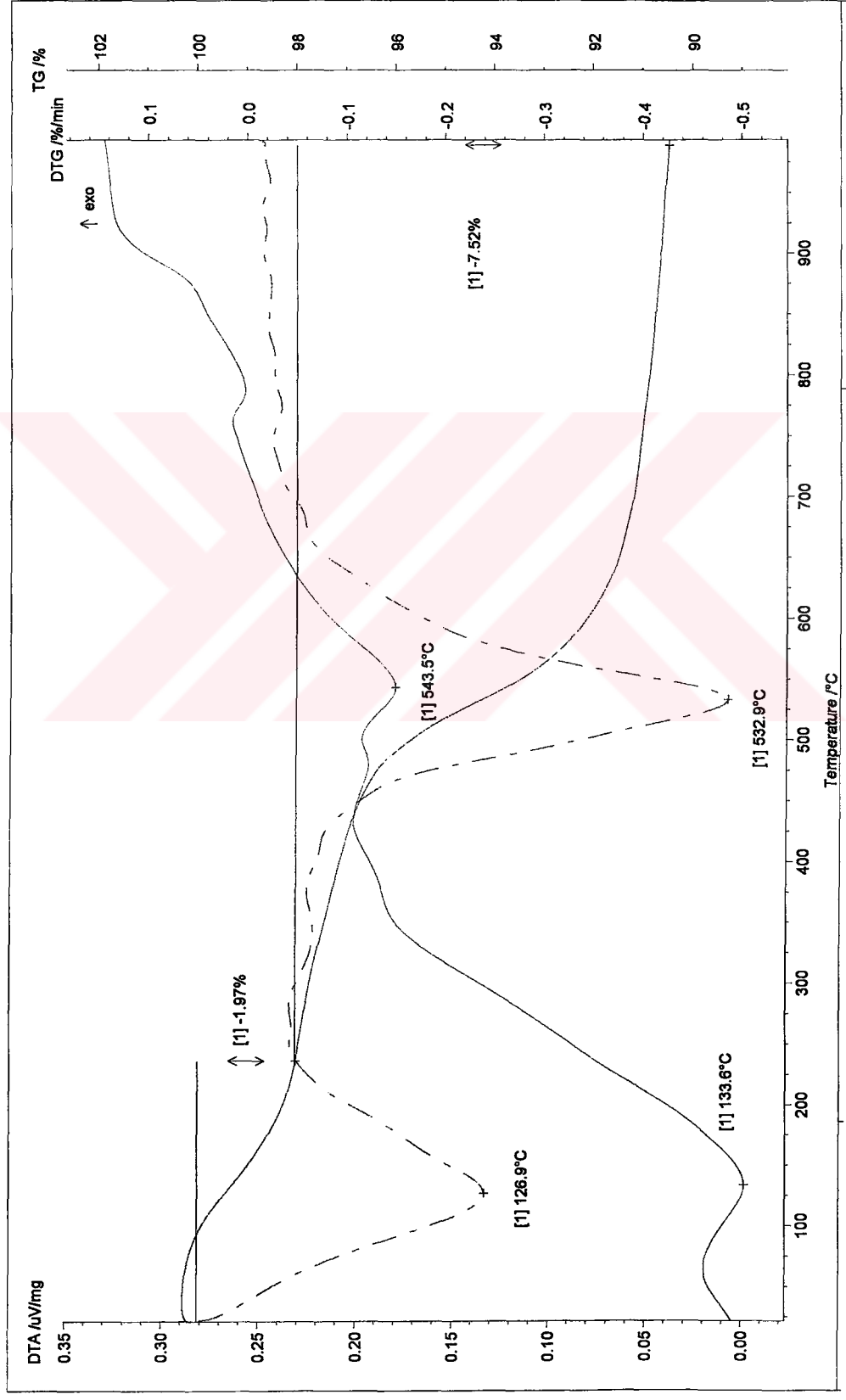
Ek-5 a: Örnekleme ait DTA Eğrisi



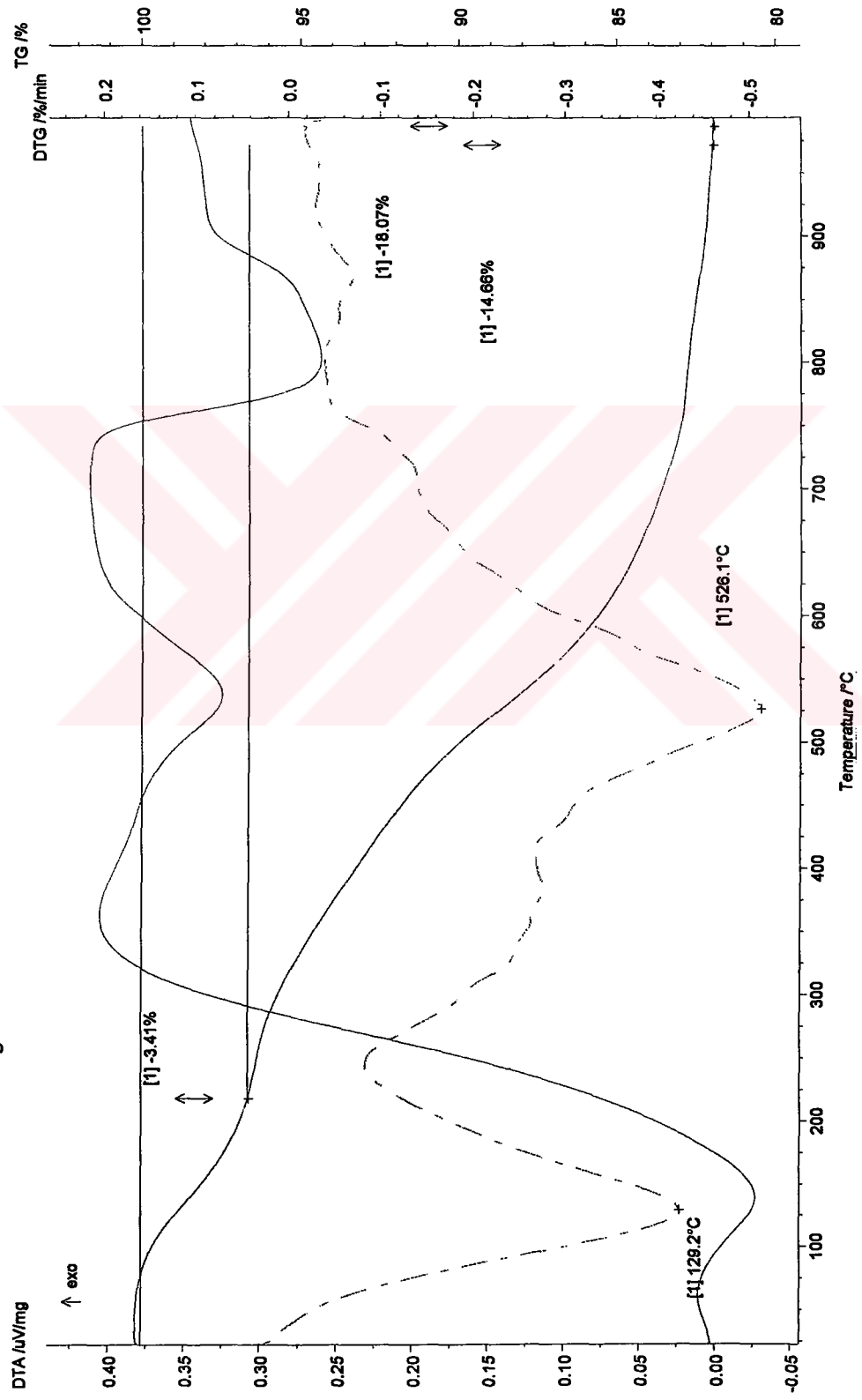
Ek-5 b: Örnek 2'ye ait DTA Eğrisi



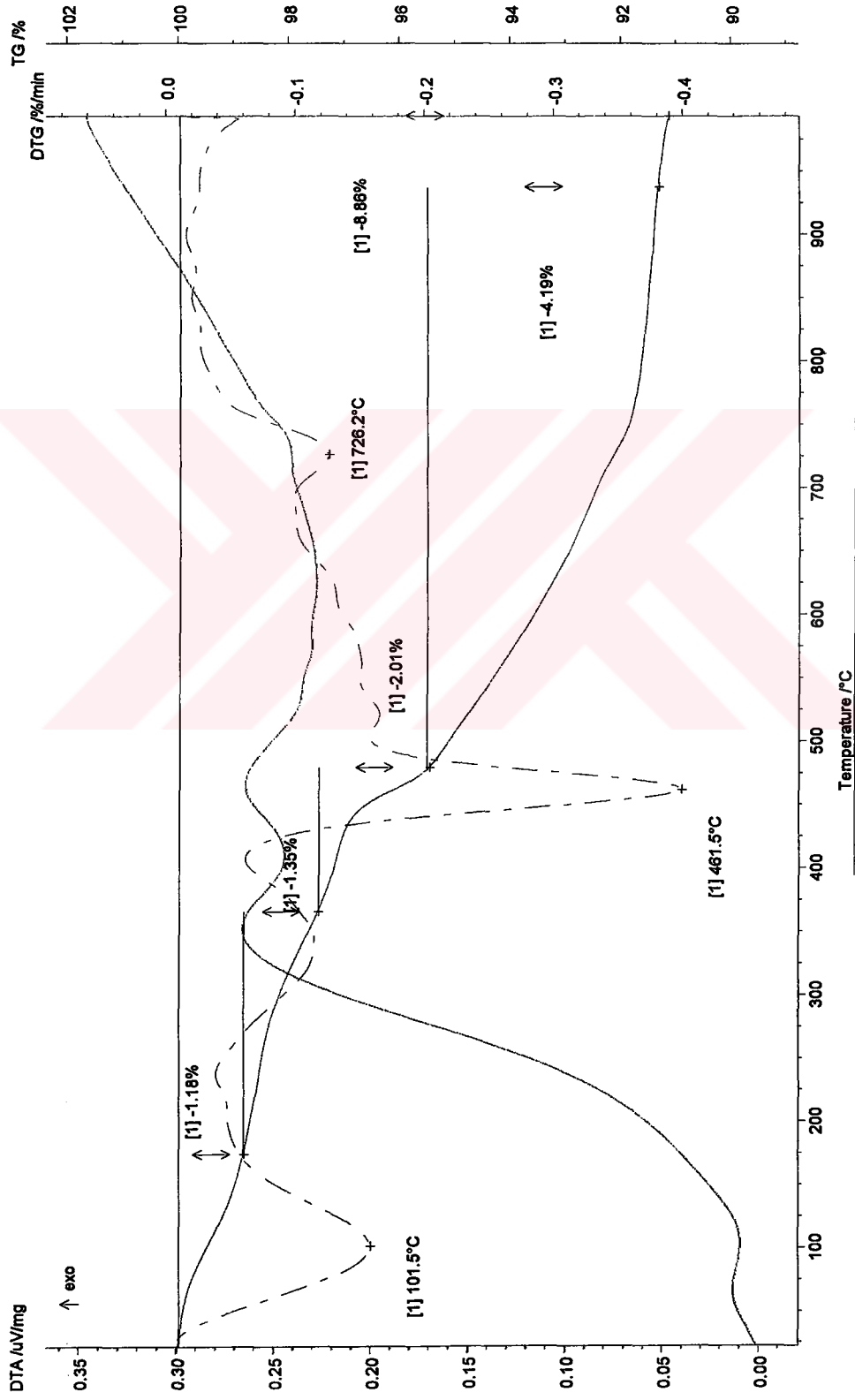
Ek-5 c: Örnekleme 3'e ait DTA Eğrisi



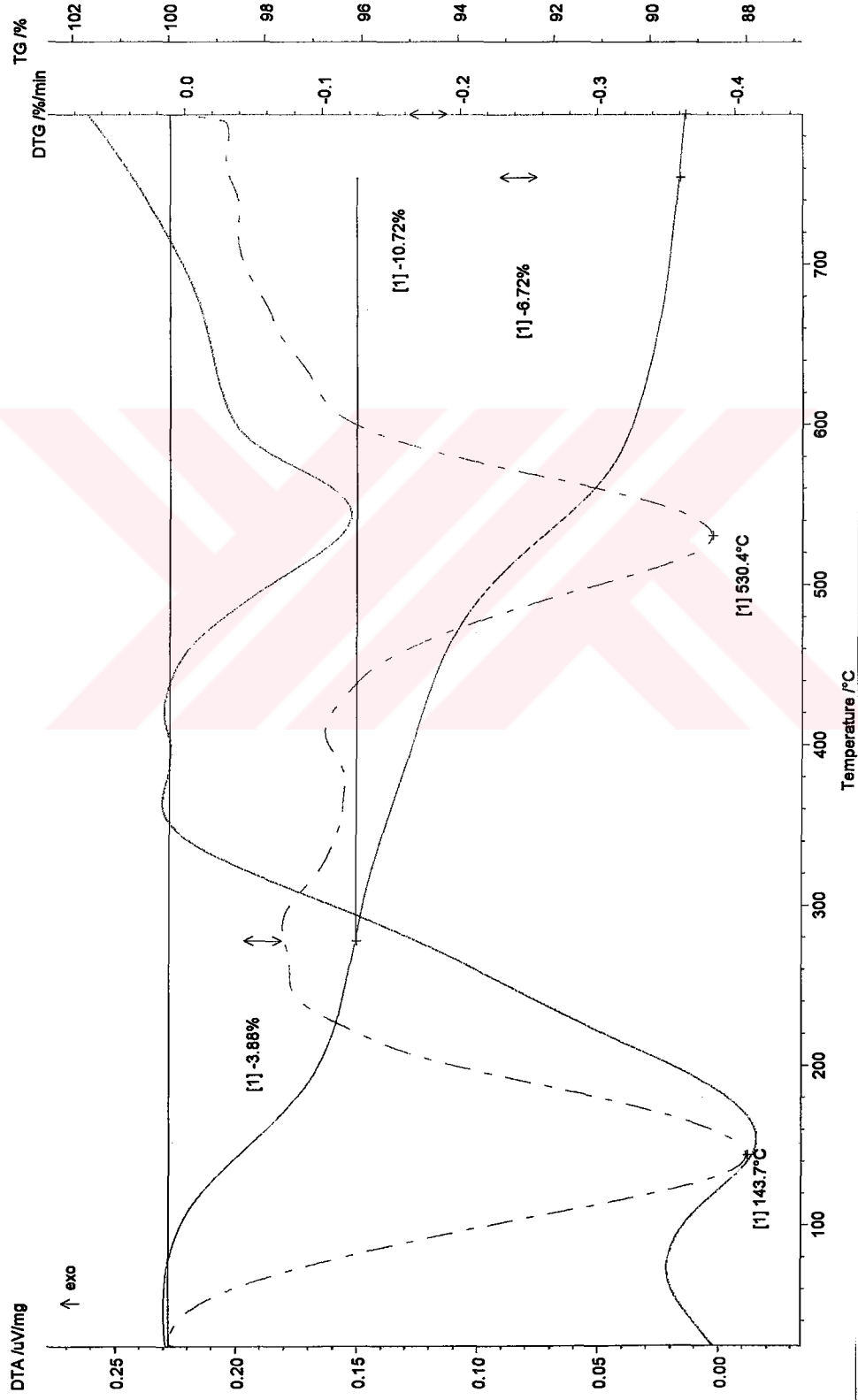
Ek-5 d: Örnekle 4'e ait DTA Eğrisi



Ek-5 e: Örnekle 5'e ait DTA Eđnisi

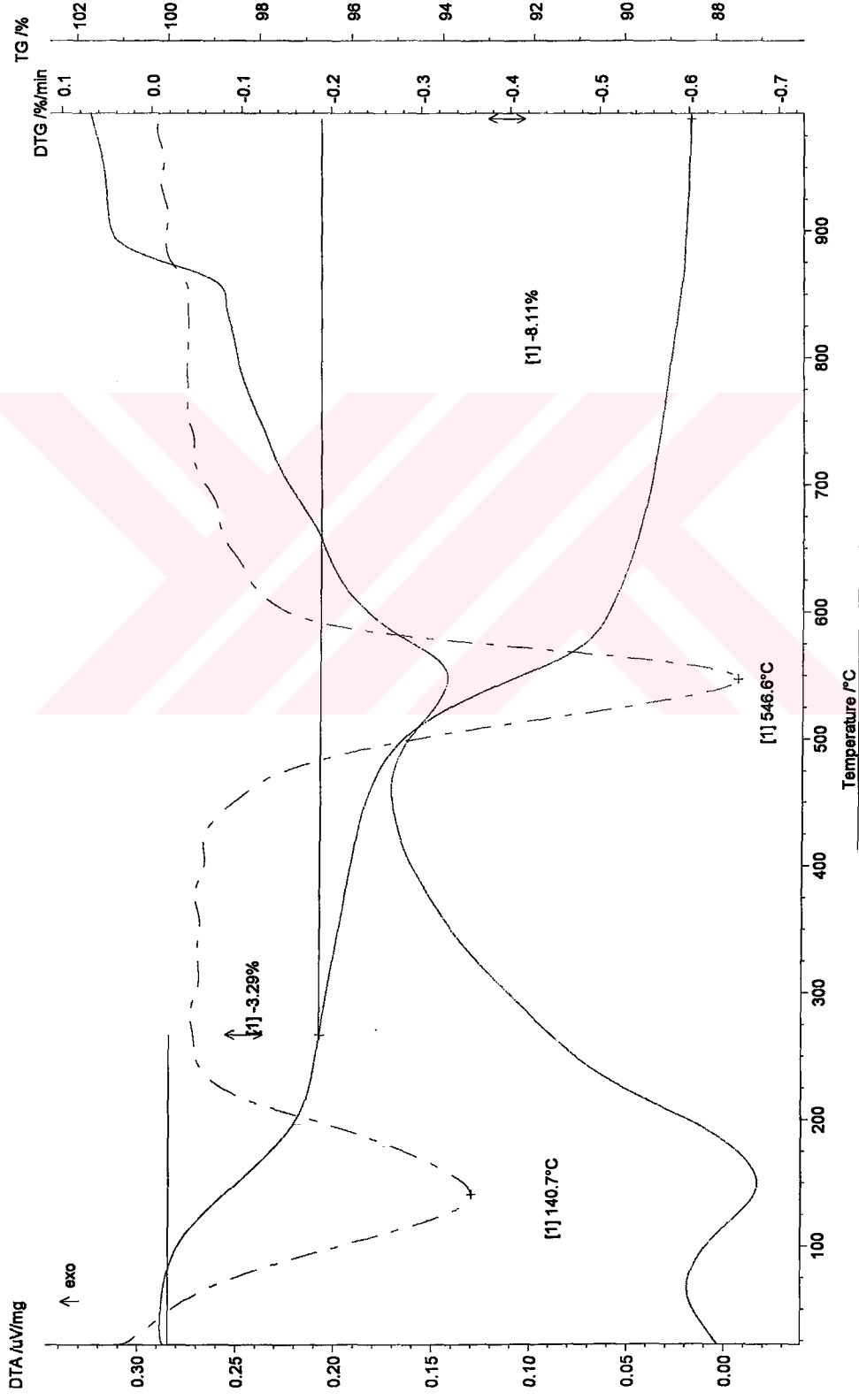


Ek-5 f. Örnekleme 6'ya ait DTA Egrisi

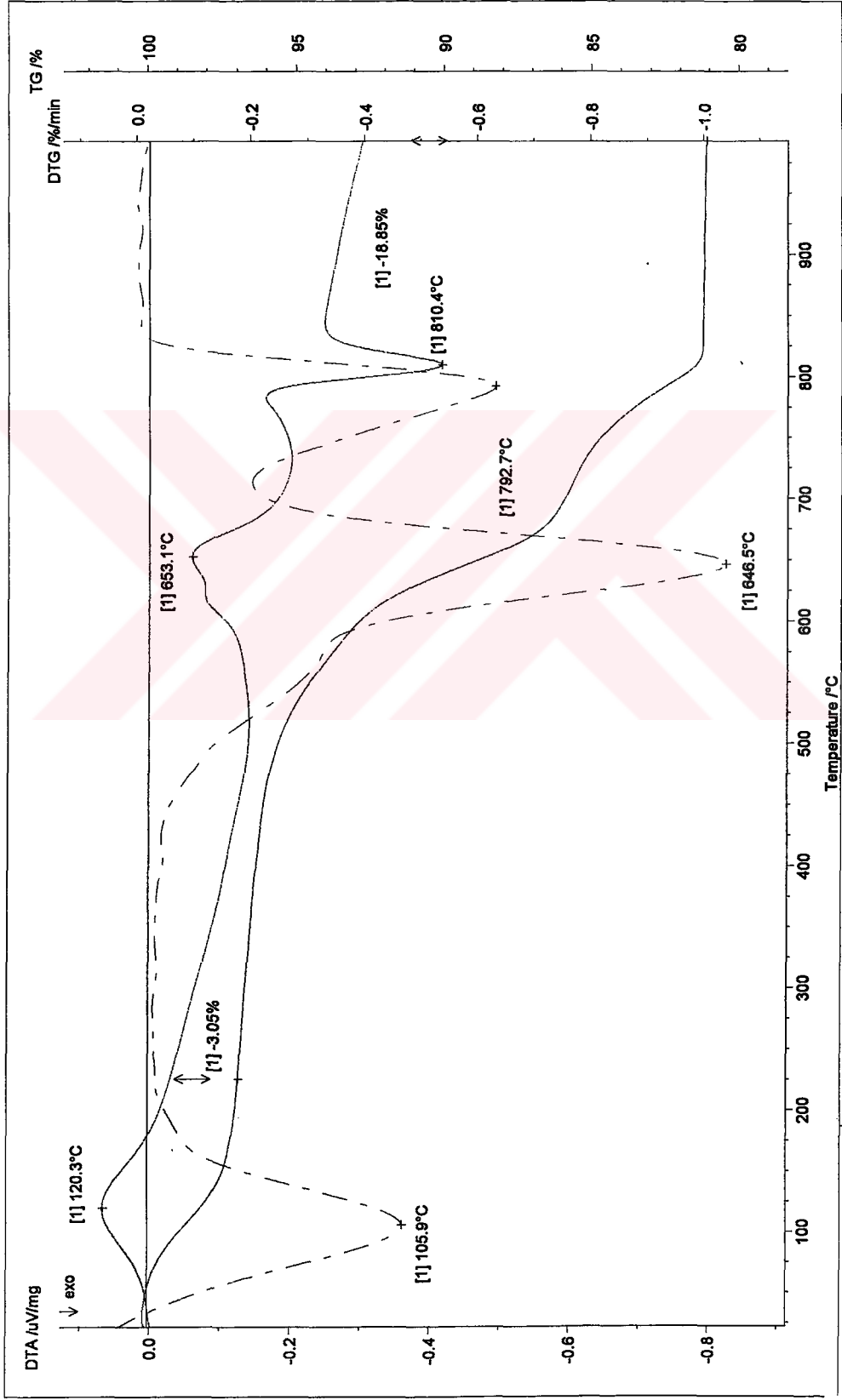




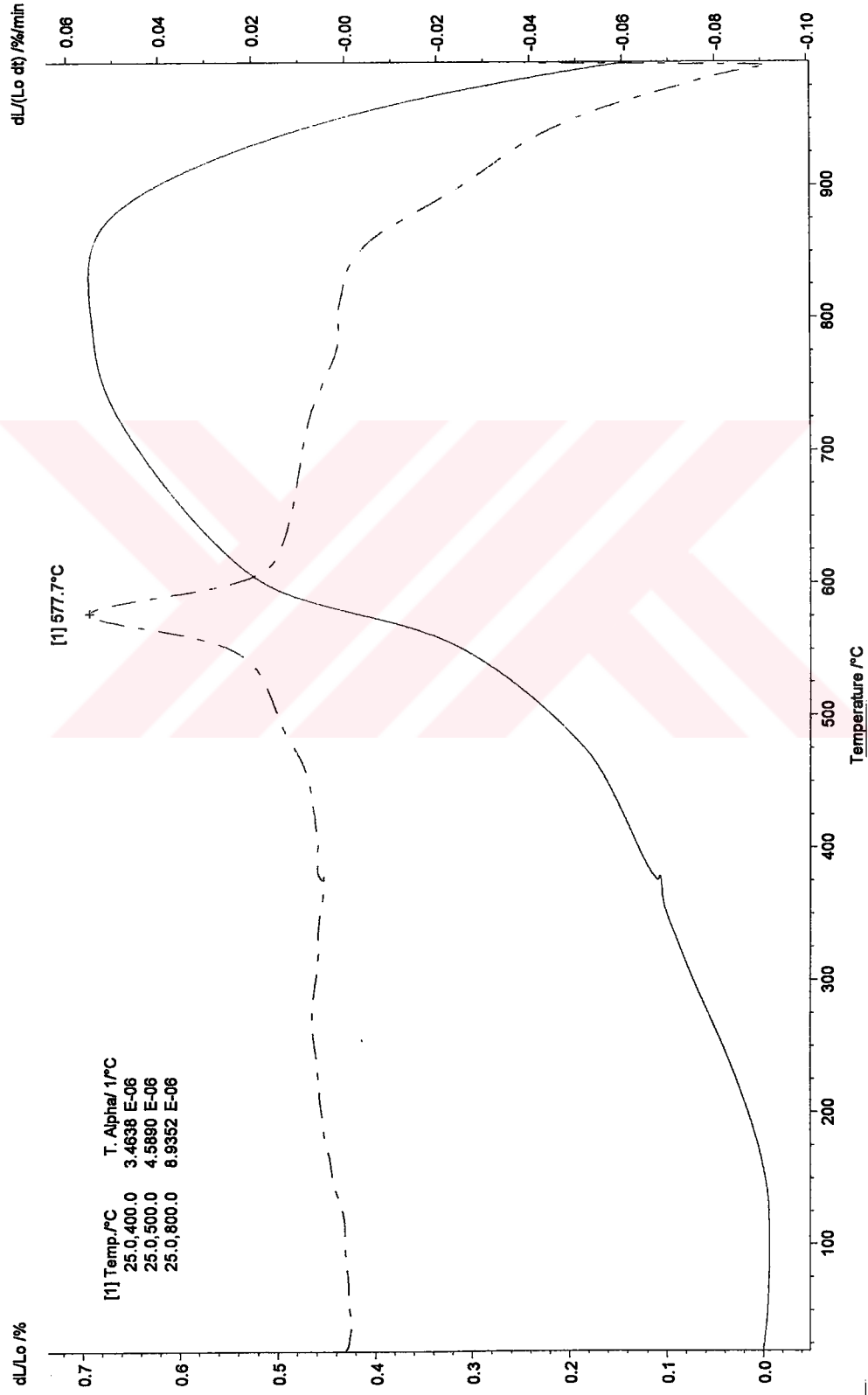
Ek-5 g: Örnek 7'ye ait DTA Eğrisi



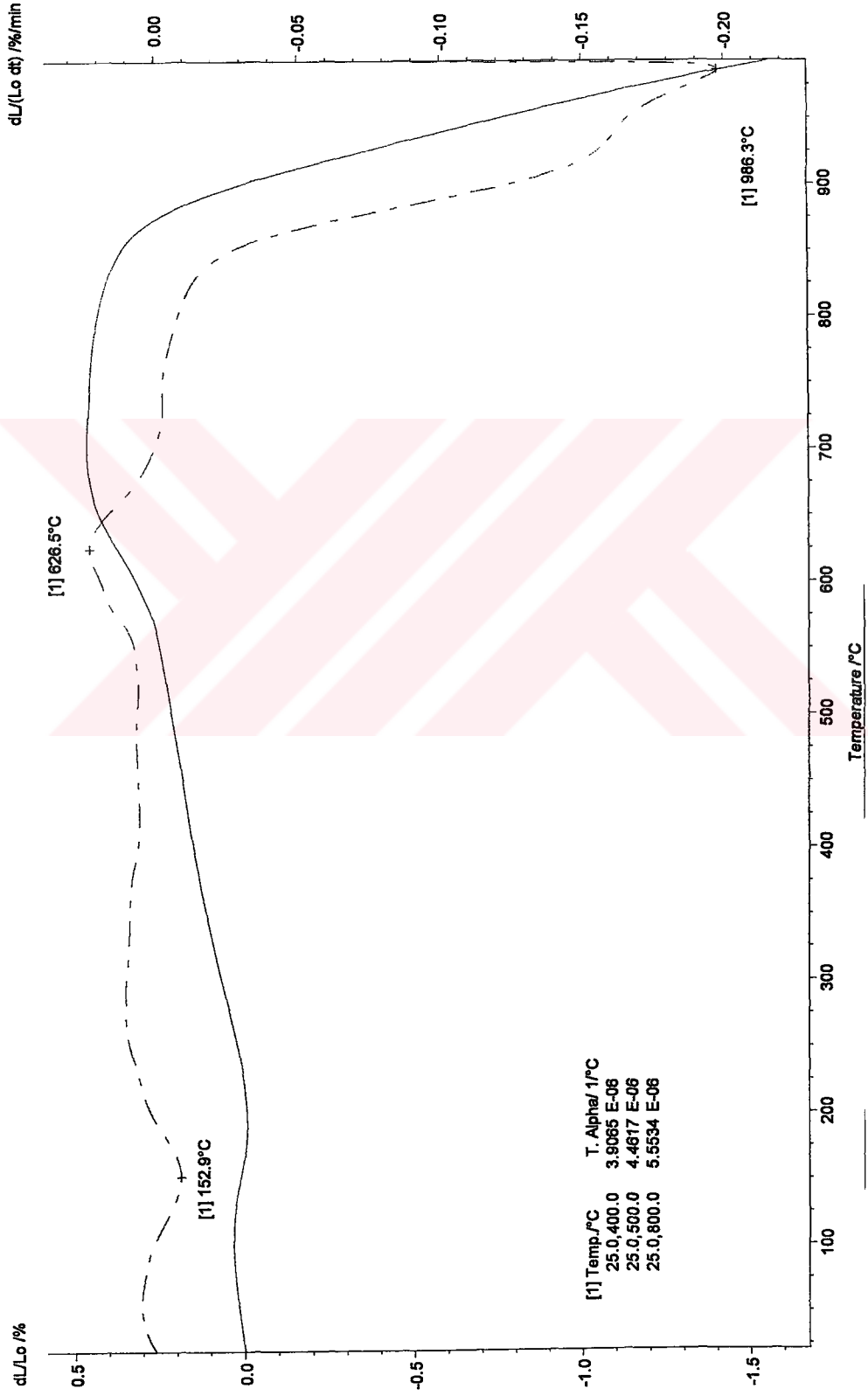
Ek-5 h: Örnek 8'e ait DTA Eğrisi



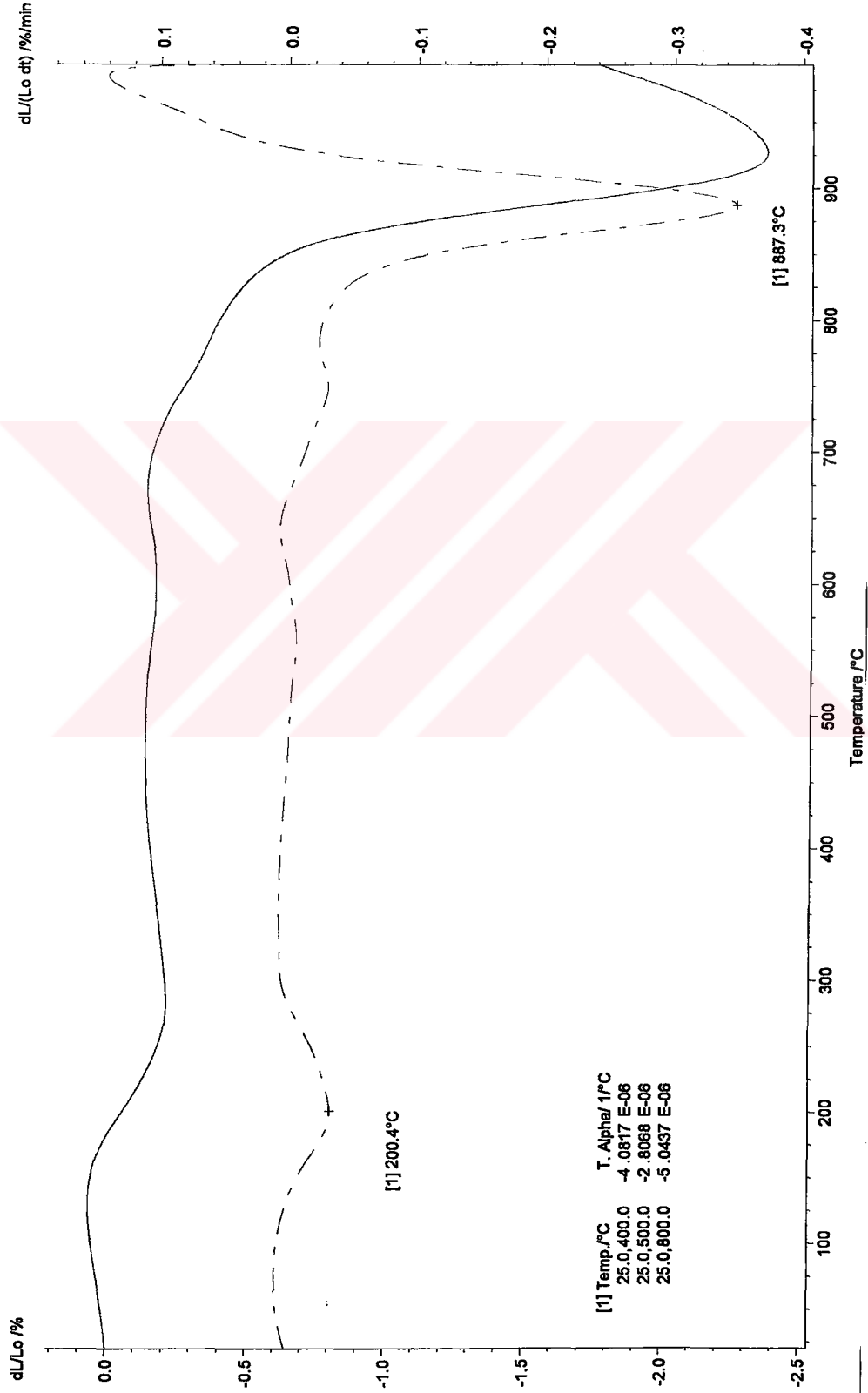
Ek-6 a: Örnekleme Dilatometre Eğrisi



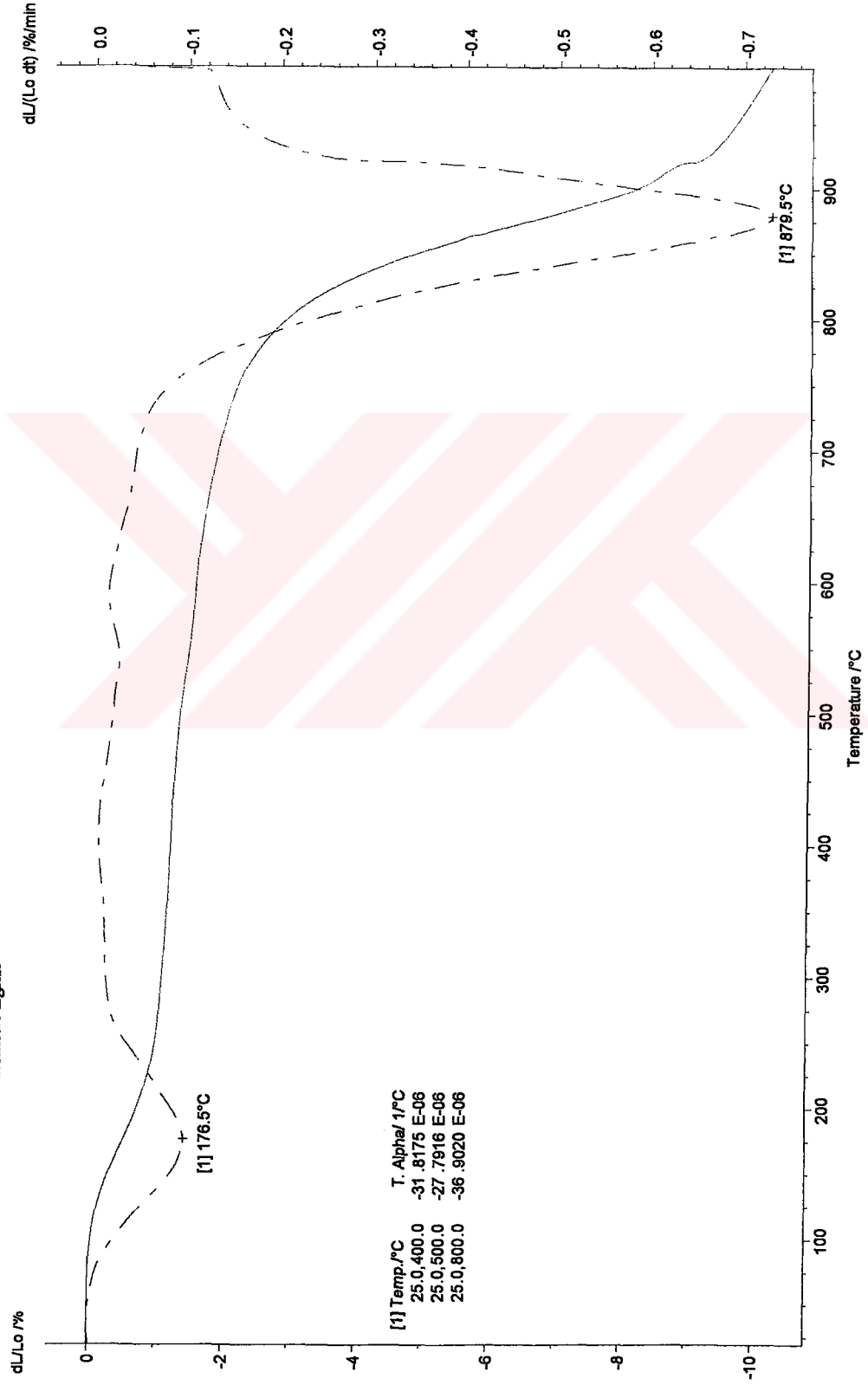
Ek-6 b: Örnekleme 2'ye ait Dilatometre Eğrisi



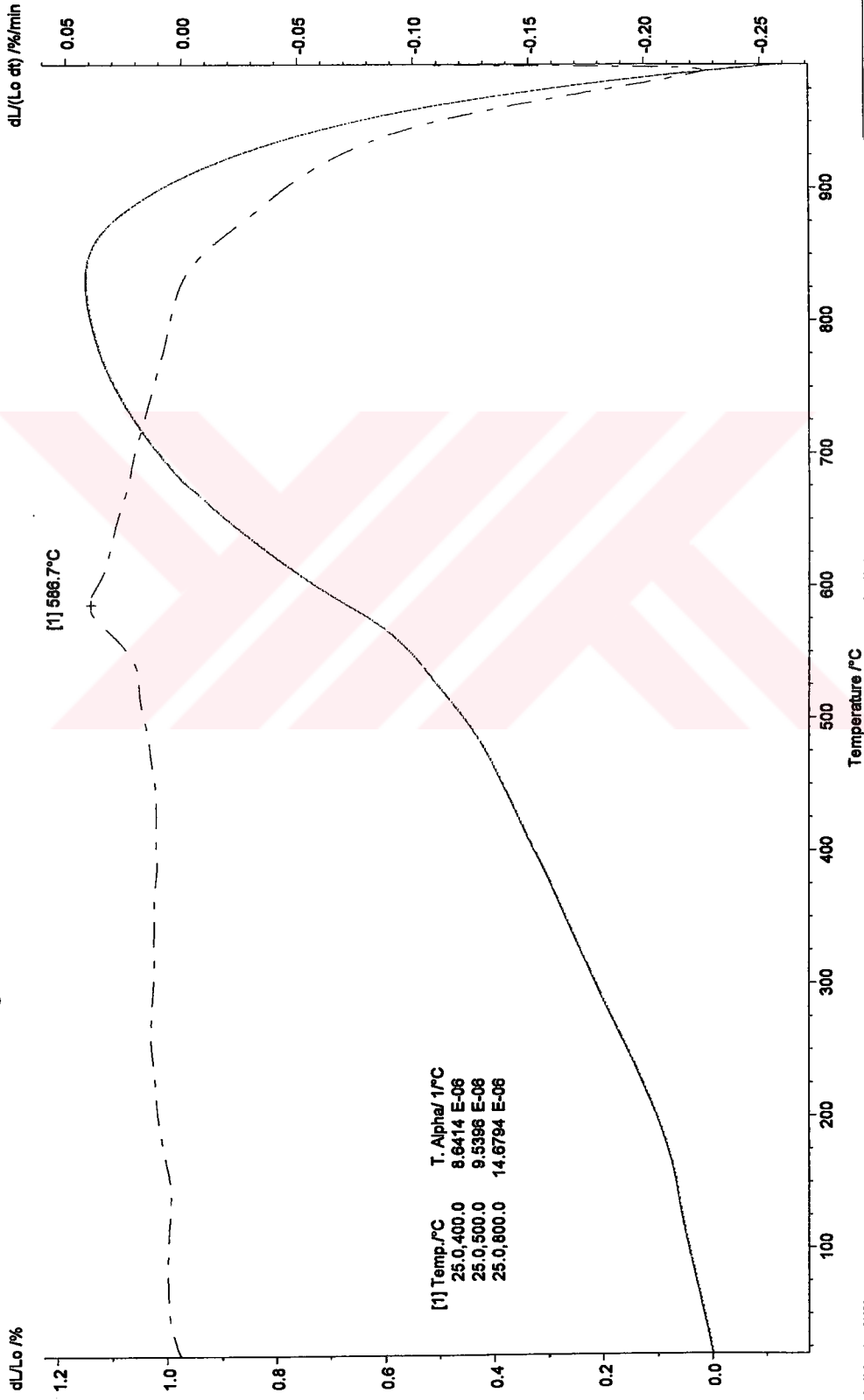
Ek-6 c: Örnek 3'e ait Dilatometre Eğrisi



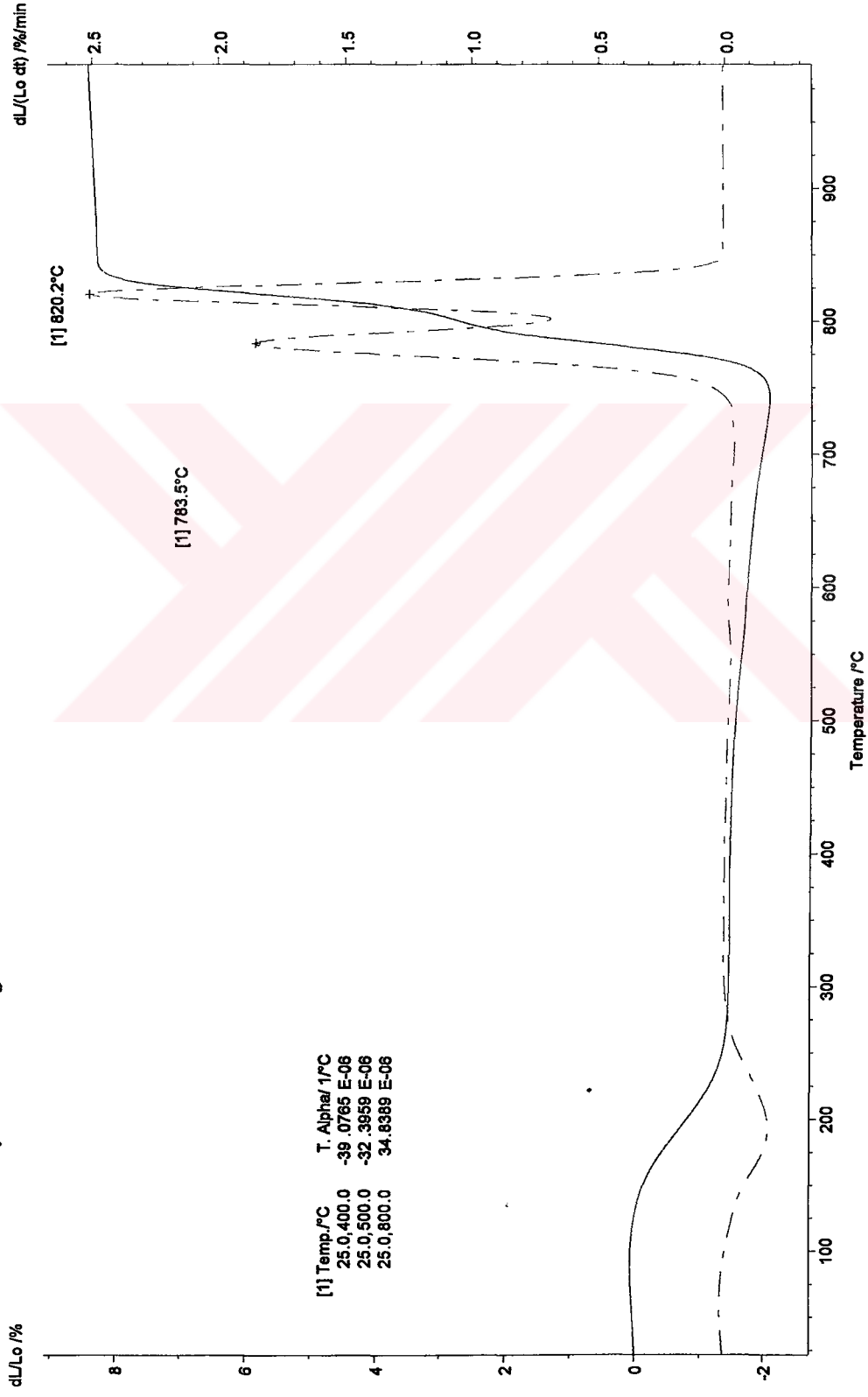
Ek-6 d: Örnek 4' e ait Dilatometre Eğrisi



Ek-6 e: Örnek 5'e ait Dilatometre Eğrisi

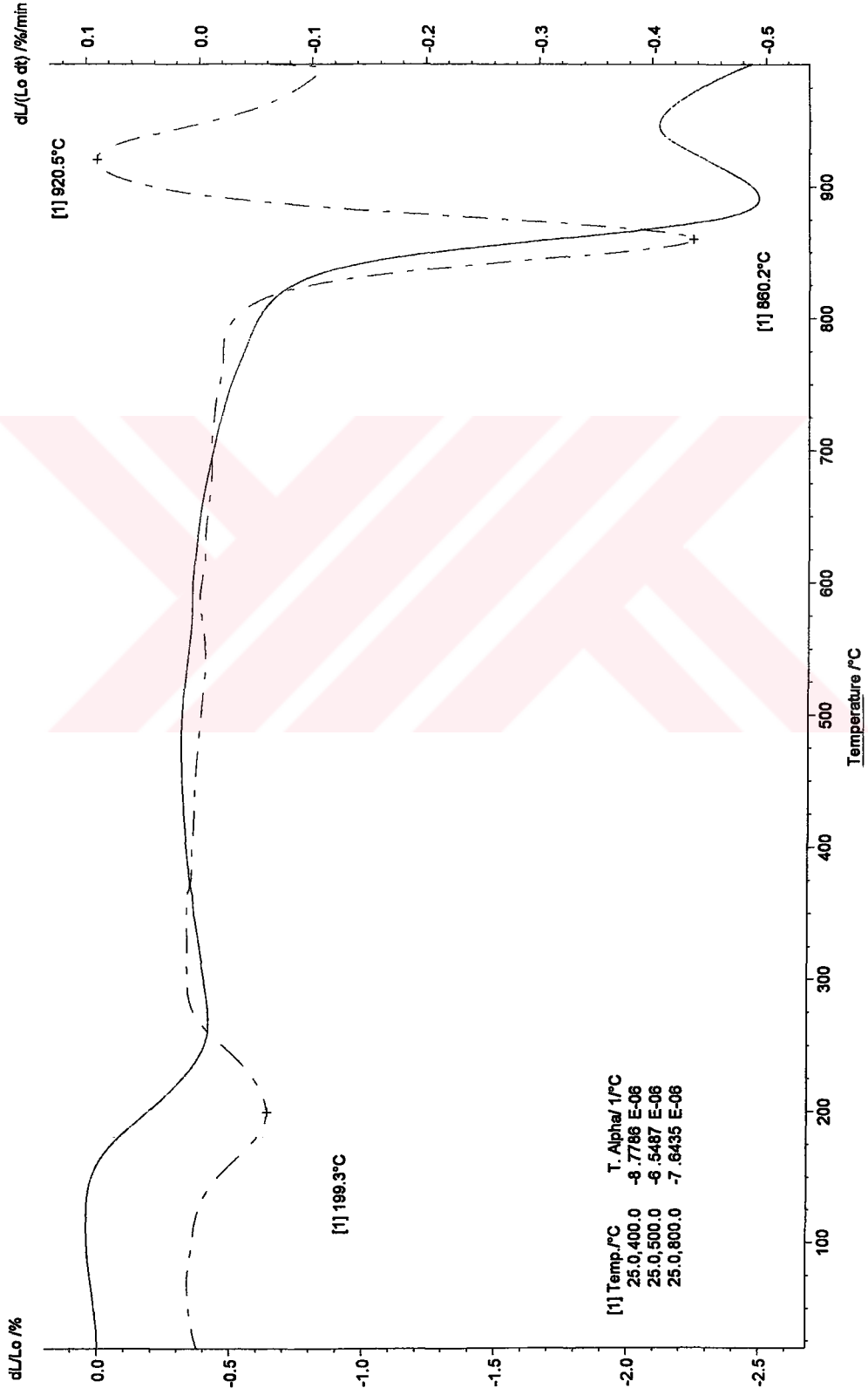


Ek-6 f. Örnek 6'ya ait Dilatometre Eğrisi





Ek-6 g- Örnek 7'ye ait Dilatometre Eğrisi



Ek-6 hi: Örnek 8'e ait Dilatometre Eğrisi

