



T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

#**Milli**  
**TEKNOLOJİ**  
**HAMLESİ**



# DIYADIN JEOTERMAL ALAN KİL ANALİZ RAPORU



2023

[serka.gov.tr](http://serka.gov.tr)





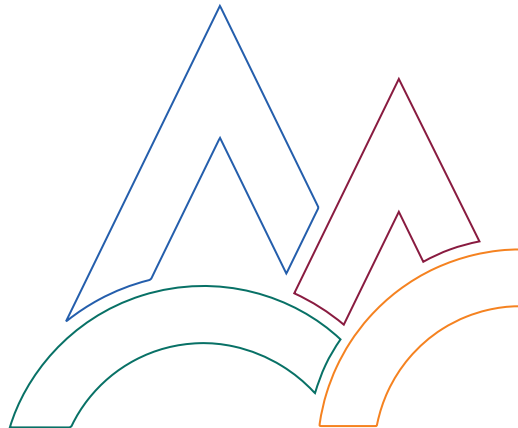
T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

#  
MİLLİ  
TEKNOLOJİ  
HAMLESİ



# DİYADIN JEOTERMAL ALAN KİL ANALİZ RAPORU

2023



## T.C. Serhat Kalkınma Ajansı

Ortakapı Mahallesi, Atatürk Caddesi No: 69  
Merkez / KARS / TÜRKİYE

**Tel** : +90 474 212 52 00

**Faks** : +90 474 212 52 04

**E-Posta** : info@serka.gov.tr

**İnternet Sitesi** : www.serka.gov.tr

## Ağrı İli Diyadin İlçesi Jeotermal Alan Kil Analizi

**Sayfa Sayısı** : 96

### Yayına Hazırlayanlar:

Dr. Eşref ATABEY - Jeoloji Yüksek Mühendisi / Tıbbi Jeoloji Uzmanı

Mert ÜNAL - Çevre Mühendisi

Serhan AYDIN - Kimyager

Gökhan ÖZİNCE - Koordinatör

### Yayın Sahibi

T.C. Serhat Kalkınma Ajansı

### Tasarım ve Baskıya Hazırlık

Art15 Medya Tanıtım

art15medya.com

### Sanat Yönetmeni

Muhammed Furkan SUNGUR

Yayının kısmen ya da tamamen yayınlanması ve çoğaltılması fikri mülkiyet hukukuna tabidir. Kaynak gösterilmek kaydı ile T.C. Serhat Kalkınma Ajansı yayınları üçüncü kişilerce kullanılabilir.



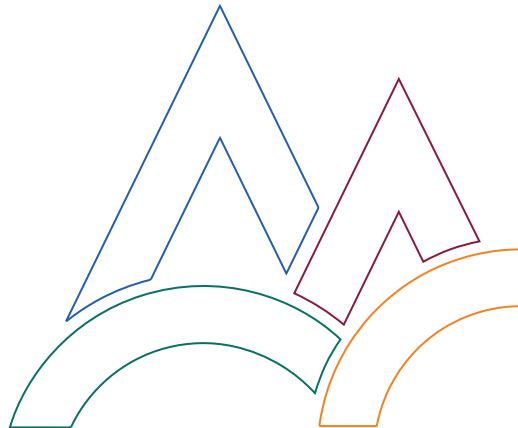


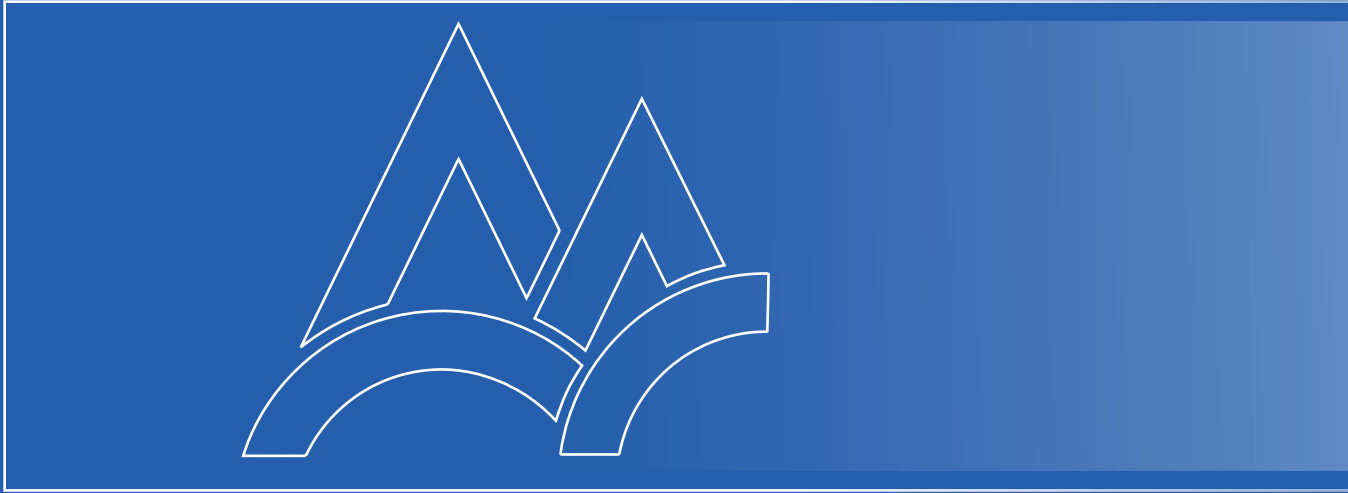
T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

#  
MİLLİ  
TEKNOLOJİ  
HAMLESİ



# DIYADIN JEOTERMAL ALAN KİL ANALİZ RAPORU





# YÖNETİCİ ÖZETİ



Türkiye jeotermal kaynaklar bakımından dünyada başta gelen ülkelerden biri olarak görülmektedir. Bu kaynaklar enerji, turizm, sağlık ve tarım gibi alanlarda kullanımlarının yanı sıra meydana getirdikleri yan ürünlerle de bölgelerinde kırsal kalkınmaya katkıda bulunma potansiyeli barındırmaktadırlar. Jeotermal kaynakların bulunduğu alanlarda ortaya çıkan yan ürünlerden biri de kil yapılarıdır.

Ağrı ili Diyadin ilçesi de jeotermal kaynak bakımından zengin bir alandır. İlçede altın madeni ve tarıma dayalı ihtisas organize sanayi bölgesinin yanın sıra kil yatakları da bulunmaktadır. Diyadin'de yer alan kaynaklarımızın değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen kil analizi, bölgedeki jeolojik oluşumların karakterizasyonu ve yerel kil kaynaklarının potansiyelinin anlaşılması üzerine odaklanmaktadır. Jeotermal kaynaklar ile ilgili olarak Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından 1997 ve 2000 yıllarında Diyadin'de yapılan çalışmalar bulunmakla beraber bu çalışmalar sondaj ve sıcak su üzerine yayınlanan raporlardır. İlçede kil varlığı üzerine detaylı bir çalışma gerçekleştirilmemiştir.

Rapor, Diyadin'deki kil örneklerinin mineralojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini incelemekte olup, elde edilen veriler bölgedeki kil kaynaklarının kalitesi ve çeşitliliği hakkında bilgi sağlamaktadır. Analiz sonuçları, bu kaynakların seramik, inşaat, çimento, tarım ve diğer endüstriler için kullanım potansiyelini ortaya koymak amacıyla ön değerlendirme olarak hazırlanmıştır. Diyadin Kaplıcalar mevkiinde 7 farklı lokasyondan kil örnekleri alınarak akredite laboratuvarlarda ve sahada yapılan ölçümlerle çeşit ve içerik bakımında değerlendirilmişlerdir. Yapılan kapsamlı analizler ve testler sonucunda da 7 bölgede de yer alan killer sınıflandırılmıştır.

Ağrı Diyadin'de yer alan kil yataklarının sanayide katma değerli ürün üretiminde kullanılmasına katkı sunmak amacıyla hazırlanan bu rapor, Diyadin'deki kil rezervlerinin ekonomik ve endüstriyel açıdan nasıl değerlendirilebileceği konusunda kararlar almak isteyen paydaşlar, yatırımcılar ve yerel yönetimler için önemli bir referans kaynağı olacaktır. Elde edilen veriler, bölgenin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasına katkıda bulunacak potansiyel projelerin belirlenmesine yönelik önemli bir adım olacaktır.

# İçindekiler

<b>1. DİYADİN İLÇESİ JEOTERMAL ALAN KİL SAHASI.....</b>	<b>11</b>
1.1. İnceleme Alanı Yeri .....	12
1.2. Diyadin İlçesi Jeotermal Alanı Jeolojik Özellikleri .....	13
1.3. Kil Katmanlarının Bulunduğu Genel Kaya Birimi Özelliği.....	18
<b>2. KİL MİNARELLERİ .....</b>	<b>21</b>
2.1 Kil Tanımı ve Çeşitleri .....	22
<b>3. KİL NUMUNELERİ ALIMI VE ANALİZLERİ .....</b>	<b>27</b>
3.1 Kil Numuneleri Analiz Sonuçları .....	30
3.2 Kil Numuneleri Analiz Sonuçlarını Değerlendirme.....	58
<b>4. SU KİMYASI.....</b>	<b>61</b>
4.1 Su Numunesi Alım Yerleri ve Analizleri.....	63
4.2 Sahanın Su Kimyası .....	66
4.3 Su Ölçümleri Değerlendirme .....	70
<b>5. GAZ ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>73</b>
5.1 Sahaların Gaz Ölçümleri .....	74
5.2 Gaz Ölçümleri Değerlendirme .....	80
<b>6. DİYADİN KİL SAHASI DEĞERLENDİRMESİ.....</b>	<b>87</b>
6.1 Tespit Edilen Kil Çeşitleri .....	88
6.2 Yapılması Gereken Çalışmalar.....	89
<b>7. SONUÇ.....</b>	<b>91</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>96</b>

## Fotoğraflar

Fotoğraf 1.1: İnceleme Alanı Kaya Birimi .....	14
Fotoğraf 1.2: İnceleme Alanı Kaya Birimi Yakından Görünüm .....	14
Fotoğraf 1.3: Kil Katmanları Genel Görünüm .....	18
Fotoğraf 3.1: 1 Numaralı Numunenin Yeri .....	30
Fotoğraf 3.2: 2 Numaralı Numunenin Yeri .....	34
Fotoğraf 3.3: 3 Numaralı Numunenin Yeri .....	38
Fotoğraf 3.4: 4 Numaralı Numunenin Yeri .....	42
Fotoğraf 3.5: 5 Numaralı Numunenin Yeri .....	46
Fotoğraf 3.6: 6 Numaralı Numunenin Yeri .....	50
Fotoğraf 3.7: 7 Numaralı Numunenin Yeri .....	54
Fotoğraf 5.1: ADK-3 Noktası Gaz Ölçümü .....	75
Fotoğraf 5.2: ADK-4 Noktası Gaz Ölçümü .....	76
Fotoğraf 5.3: ADK-5 Noktası Gaz Ölçümü .....	77
Fotoğraf 5.4: ADK-5 Noktası Gaz Ölçümü .....	78
Fotoğraf 5.5: ADK-7 Noktası Gaz Ölçümü .....	79
Fotoğraf 5.6: ADK-7 Noktası Sıcak Su Ölçümü .....	80

## Şekiller

Şekil 1.1: Kaya Birimleri Enine Kesiti .....	14
Şekil 1.2: MT-2 Sondajı Kil Seviyeleri .....	17
Şekil 4.1: Diyadin MTA-2 Kuyusu Su Numunesi Schoeller Diyagramı .....	67
Şekil 4.2: Diyadin MTA-2 Kuyusu Su Numunesi Piper Diyagramı .....	67
Şekil 4.3: Diyadin MTA-2 Kuyusu Su Numunesi İyon Balans Diyagramı .....	68
Şekil 4.4: Diyadin Kaplıca Suyu Schoeller Diyagramı .....	69
Şekil 4.5: Diyadin Kaplıca Suyu Piper Diyagramı .....	69
Şekil 4.6: Diyadin Kaplıca Suyu İyon Balans Diyagramı .....	70
Şekil 5.1: Radon Dağılımı .....	81
Şekil 5.2: Karbondioksit Dağılımı .....	82
Şekil 5.3: Toron Gazı Dağılımı .....	82
Şekil 5.4: Radon/Toron Dağılımı .....	83
Şekil 5.5: Radon + Toron Dağılımı .....	83

## Tablolar

Tablo 4.1: ADK-4 Numaralı Numunenin Su Analizi.....	63
Tablo 4.2: ADK-5 Numaralı Numunenin Su Analizi .....	64
Tablo 4.3: ADK-6 Numaralı Numunenin Su Analizi .....	65
Tablo 4.4: Diyardin MTA-2 Kuyusu Su Analizi .....	66
Tablo 4.5: Diyardin Kaplıca Suyu Analizi .....	68

## Haritalar

Harita 1.1: İnceleme Alanı Yeri .....	12
Harita 1.2: Jeoloji Haritası Açıklamaları.....	13
Harita 1.3: Diyardin Jeotermal Alanı Jeoloji Haritası .....	15
Harita 1.4: İnceleme Alanı Jeoloji Haritası.....	16
Harita 3.1: Numune Yerleri Topoğrafik Haritadaki Konumu .....	28
Harita 3.2: Numune Yerlerinin Uydu Fotoğrafındaki Konumu.....	29



# 1. Bölüm

---





DIYADIN İLÇESİ  
JEOTERMAL ALAN  
KİL SAHASI



# 1. Diyadin İlçesi Jeotermal Alan Kil Sahası

Diyadin, Ağrı ilinin önemli bir parçası olarak, zengin doğal kaynaklarıyla dikkat çeken ve özellikle jeotermal enerji, tarım, turizm, madencilik ve kil potansiyeli bakımından büyük değer taşıyan bir bölgedir. Jeotermal açıdan zengin olan Diyadin, yer altındaki sıcak su kaynakları ve tarıma dayalı ihtisas organize sanayi bölgesi ile bölgede önemli yatırım alanlarından biri olarak görülmektedir. Bu doğal kaynaklar, bölgenin enerji ihtiyaçlarını sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde karşılamak adına önemli bir fırsat sunmaktadır. Ayrıca, Diyadin'in kil potansiyeli de bölgenin ekonomik ve endüstriyel açıdan taşıdığı potansiyeli vurgulamaktadır.

Kil, çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılan stratejik bir malzemedir. Diyadin'in kil zenginlikleri, seramik ve çimento üretimi gibi sektörler için önemli bir kaynak oluşturabilir. Ayrıca, kilin arazi iyileştirme projelerinde kullanılması, tarım alanlarının verimliliğini artırabilir. Bu çok yönlü potansiyel, Diyadin'in sadece enerji üretiminde değil, aynı zamanda endüstriyel ve ekonomik büyümesinde de önemli bir rol oynamaktadır.

## 1.1. İnceleme Alanı Yeri

İnceleme alanı olarak Diyadin Kaymakamlığı ile işbirliği içerisinde potansiyel barındıran 7 farklı kil sahası tespit edilmiştir. Ağrı ili Diyadin ilçesinin güneyinde Taşbasamak, Tazekent, Davut, Boyalan, Kuşburnu ve Ulukent köyleri civarı, Diyadin Jeotermal Sahası'nda yer almaktadır.

### Harita 1.1: İnceleme Alanı Yeri

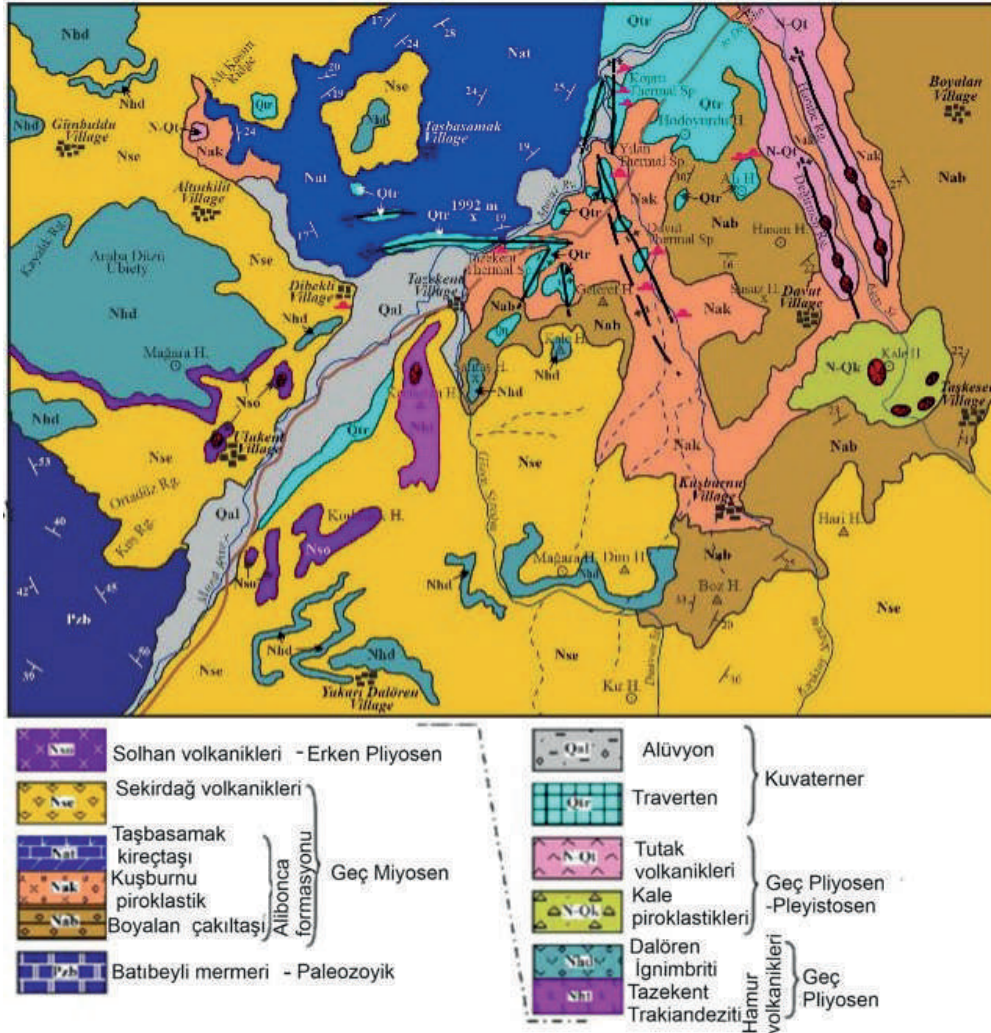


Kaynak: (Google Maps, 2023)

## 1.2. Diyadin İlçesi Jeotermal Alanı Jeolojik Özellikleri

İnceleme alanında "tabanda, kalkıştı ara düzeyli kristalize kireçtaşlarından yapıli olan Paleozoyik yaşlı Batıbeyli metamorfileri, bunun üzerinde konglomera, trakiandezitik bileşimli tuf-aglomera, kumlu kireçtaşı, marn, dolomit-dolomitik kireçtaşı ve gösel kireçtaşından yapıli Üst Miyosen yaşlı Alibonca formasyonu uyumsuzlukla yer almaktadır. Alibonca formasyonu üzerinde dasitik, riyodasitik bileşimli tuf, aglomera ve lavlardan oluşun Üst Miyosen yaşlı Sekirdağ volkanitleri yanal-düşey geçişle gözlenir. Üste doğru alkali bazaltik lavlardan oluşun Alt Pliyosen yaşlı Solhan volkanitleri yer alır. Solhan volkanitleri trakiandezitik lav ve ignimbiritten oluşun Üst Pliyosen yaşlı Hamur volkanitleri tarafından örtülmüştür" (Yücel, Burçak, & Yıldırım, 1997); (Kansun, Afzalı, & Üçgün, 2020)"Üste doğru alkali bazalt bileşimli lapilli tüfü, kül, volkan bombası, cüruf ve aglomeradan oluşun Üst Pliyosen-Pleistosen yaşlı Kale proklastikleri gözlenir. Bu proklastikler alkali bazaltlardan oluşun Üst Pliyosen-Pleyistosen yaşlı Tutak volkanitleri tarafından örtülür. En üstte ise traverten ve alüvyonlar yer alır." (Yücel, Burçak, & Yıldırım, 1997)

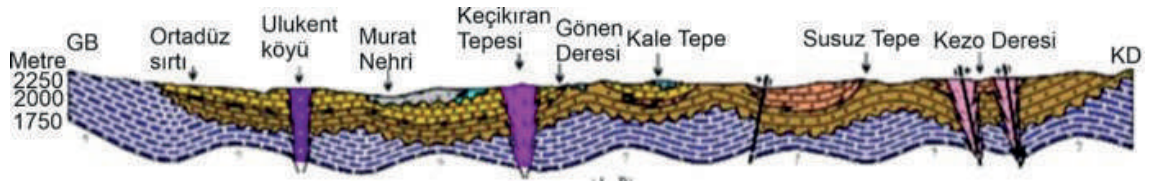
Harita 1.2: Jeoloji Haritası Açıklamaları



Kaynak: (Yücel, Burçak & Yıldırım, 1997) (Kansun, Afzalı & Üçgün, 2020)



**Şekil 1.1: Kaya Birimleri Enine Kesiti**



Kaynak: (Yücel, Burçak, & Yıldırım, 1997) (Kansun, Afzalı, & Üçgün, 2020)

**Fotoğraf1.1: İnceleme Alanı Kaya Birimi**



**Fotoğraf1.2: İnceleme Alanı Kaya Birimi Yakından Görünüm**



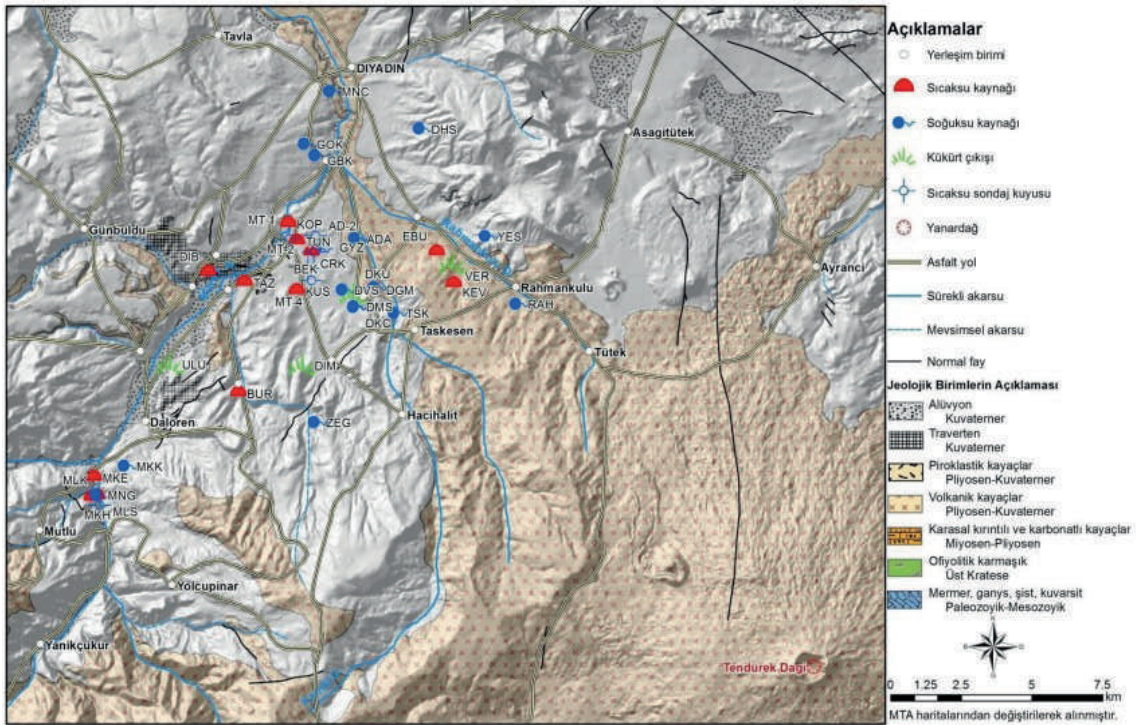
İnceleme alanında alüvyon, yamaç molozu, eski akarsu çökelleri ve travertenlerden oluşan Pliyosen-Kuvaterner yaşlı çökeller bulunur. Alüvyon birimleri, Murat Nehri vadisi boyunca yüzylemektedir.

Travertenler özellikle Davut, Yılanlı ve Dibekli sıcak su kaynakları çevresinde Murat Nehri'ni çeşitli doğrultularda kesen faylar boyunca çökelmiştir.

Kuşburnu, Davutlu ve Tunca kaynakları tarafından çevrelenen Hıdırçayırı Mevkii'nde eski sıcak su çıkış noktalarının göstergesi olarak traverten çökelleri bulunmaktadır.

Boyları birkaç metreye kadar varabilen ve çoğunlukla koni (veya yassı) şekilli bu oluşumlar, noktasal sıcak su çıkışlarının güncel tektonizma etkisiyle yer değiştirmesiyle oluşmuştur (Fotoğraf 1.2).

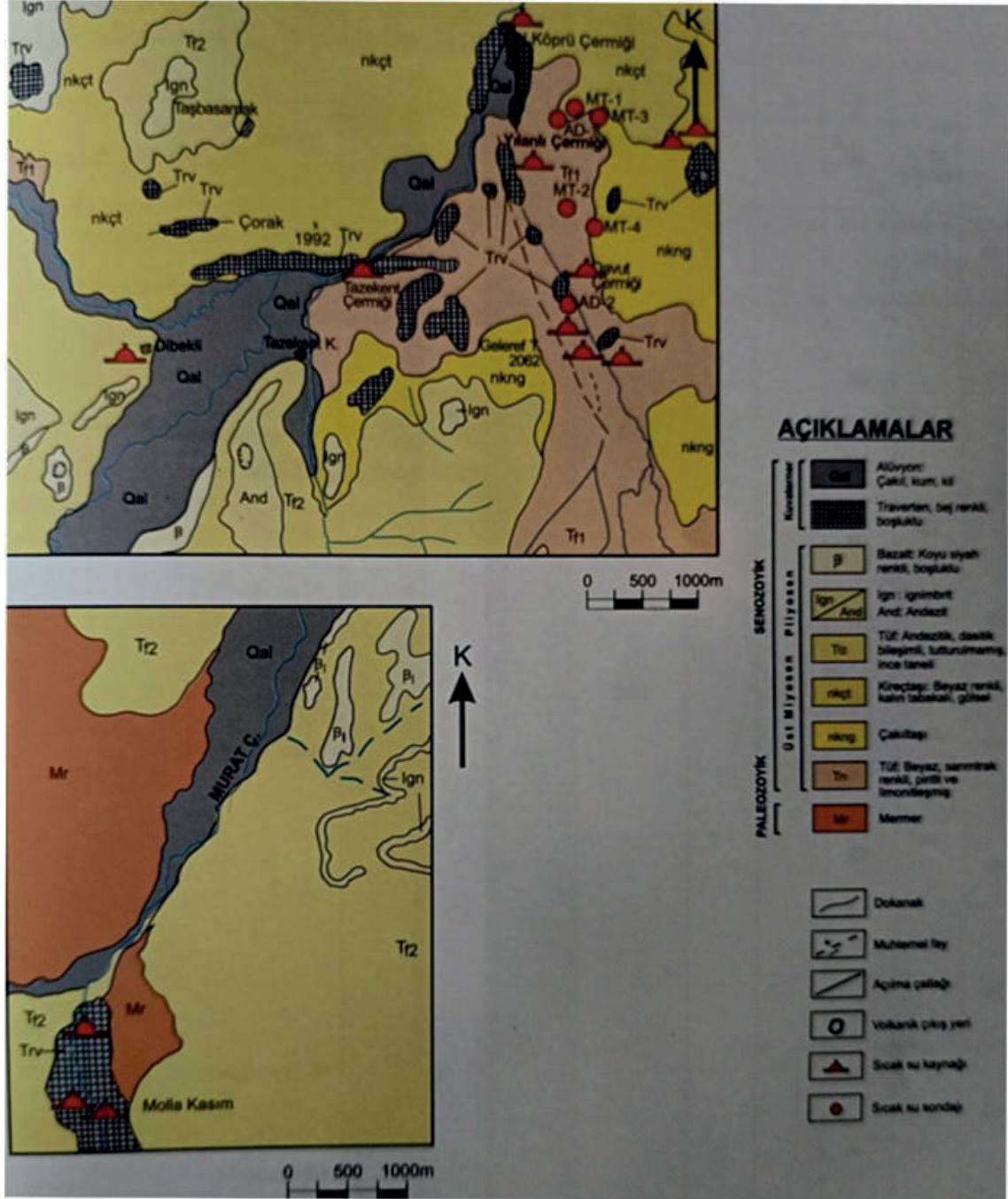
### Harita 1.3: Diyardin Jeotermal Alanı Jeoloji Haritası



Kaynak: (Aydın & Mutlu, 2013)



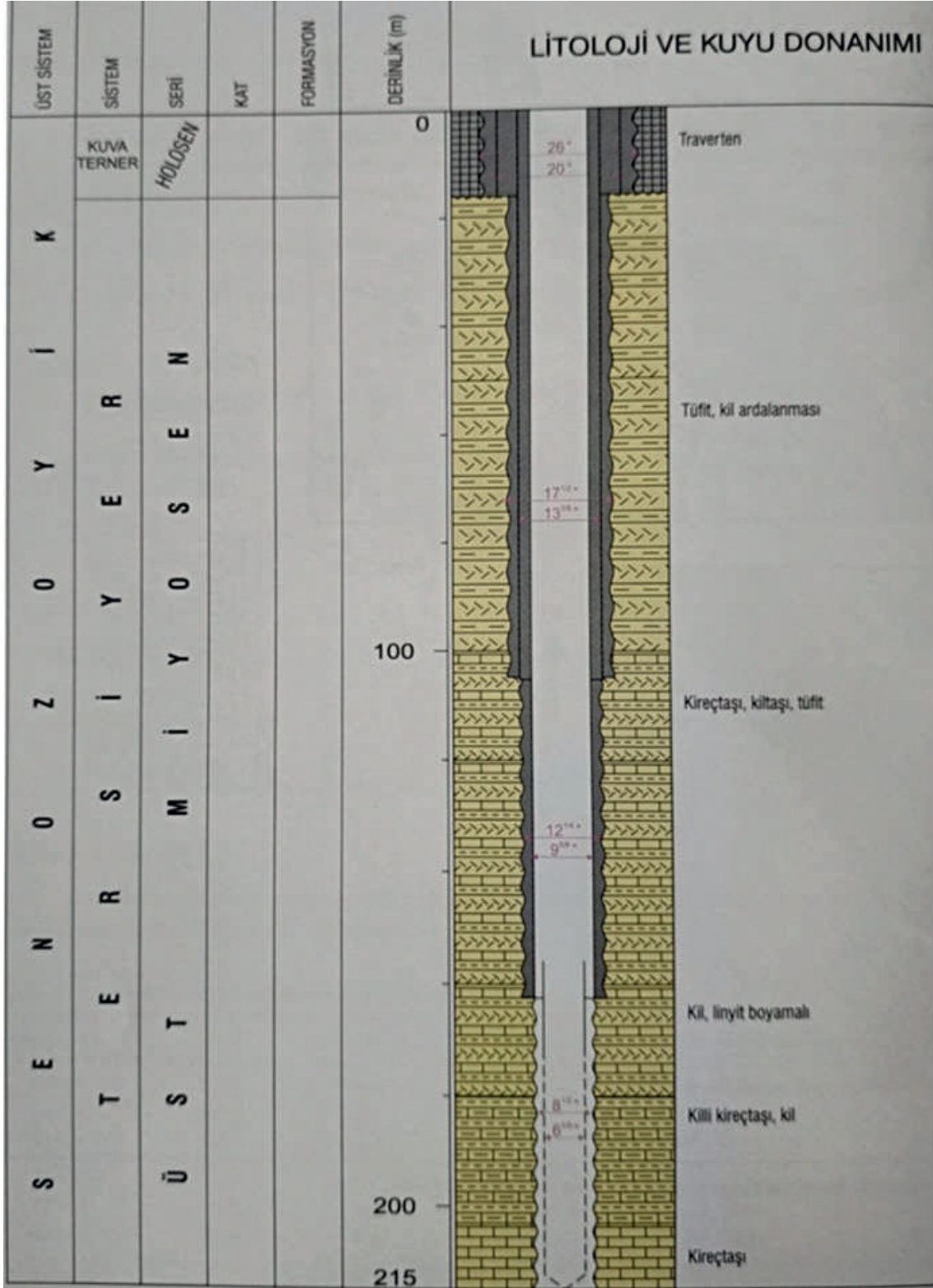
Harita 1.4: İnceleme Alanı Jeoloji Haritası



Kaynak: (Yücel, Burçak, & Yıldırım, 1997) (Kansun, Afzalı, & Üçgün, 2020)

İnceleme alanında MTA tarafından yapılan MT-2 sondajında şekilde görüldüğü üzere kil seviyeleri kesilmiştir (Şekil 1.2).

Şekil 1.2: MT-2 Sondajı Kil Seviyeleri





### 1.3. Kil Katmanlarının Bulunduğu Genel Kaya Birimi Özelliği

Kil örneklerinin alındığı kaya birimi Miyosen-Pliyosen yaşlı göl ortamında çökelmiş çakıl taşı, kumtaşı, silttaşı, kil taşı ardalanmasından oluşmaktadır. Killi seviyeler 50 cm-1 m kalınlığında yer yer merceksi şeklindedir. Gölsel ortam kıyı zonunda delta, akarsu taşkın düzlüğü ve point bar çökeli kil türü kaya birimi vardır. Kanal dolgusunda çakıl taşı ve silttaşı görülür.

**Fotoğraf1.3: Kil Katmanları Genel Görünüm**







## 2. Bölüm

---



# KİL MİNARELLERİ



## 2. Kil Minarelleri

### 2.1 Kil Tanımı ve Çeşitleri

Kil, sedimanter kayaların tane iriliğini ifade eden bir terim olarak kullanılır. Tane büyüklüğü 2 mikrometreden (0,02 mm) daha küçük taneciklere kil denilmektedir. Kilden oluşan sedimanter kökenli kayalara kıltaşı denilmektedir. Kil mineralleri esas itibarıyla alüminyum hidrosilikatlardır. Bazılarında alüminyumun yerini tamamen veya kısmen Fe veya Mg alır. Bazı killer tek bir kil mineralinden ibarettir. Fakat çoğu birkaç mineralin karışımıdır. Killer içinde kil minerallerine ilaveten kuvars, kalsit, feldispat ve pirit gibi farklı mineraller bulunur. (Karakaya, 2006) (Akıncı, 1968)

Kil minerallerinden amorf olanlar allofonlar, kristal yapıda olanlar ise kaolinit, simektit, illit ve klorit grubu diye ayrılmaktadır. Levha yapılar içinde, bir silis tetraeder tabakası ile bir alüminyum oktaeder tabakasından oluşan; iki tabakalı tiplerden eş boyutlu olanları kaolinit, dikit, nakrit, uzamış olanları ise halloysit grubudur". "Levhalı yapılardan 2 silis tetraeder tabakasıyla 1 adet merkezi dioktaedral veya trioktaedral tabakadan ibaret olup; genişleyen şebeke yapılı eş boyutlu olanları montmorillonit ve saponit, uzamış olanlar ise montmorillonit grubundan montronit, saponit, hektorittir (Namlı, 2012). Genişlemeyen şebeke yapılı olanlar da illit grubudur. (Karakaya, 2006) (Atabey, 2010) (Atabey, 2015a)

#### Kaolinit Grubu Kil Mineralleri

Kimyasal formülü  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  ( $Al_2Si_2O_7 \cdot 2H_2O$ ) olan bu madde, yoğunluğu 2,61- 2,68  $gr/cm^3$ , Mohs sertlik ölçeğine göre 2-2,5 sertliğe sahip ve beyaz, açık kırmızı veya kahverengi renklere sahip olabilen bir yapıya sahiptir. Bu madde sulu alüminyum silikatlardan oluşur. (Önem, 2000) Aynı zamanda, bir oktahedral tabakaya bağlı bir tetrahedral tabakadan meydana gelen 1:1 tipi tabakalı silikatlardan oluşan bir kil türüdür. Granit kayaçlardan elde edilen bu kil türü, kaolin mineralleri arasında en yaygın bulunanı olan kaolinit içerir. Kaolinit, şişmeyen bir mineraldir. (Namlı, 2012) (Karakaya, 2006)

Halloysit, su içerikli ve çubuk yapıya sahip bir kil mineralidir. Kimyasal bileşimi  $(OH)_8Al_4Si_4O_{10} \cdot 4H_2O$ . Simektit grubu kil mineralleri arasında yer alır; dışta iki silika tetrahedra tabakası ile aralarında bir Al oktahedra tabakasından oluşur. Bu kil minerali, magnezyum veya demirle birlikte potasyum dışı alkalileri ve bazı toprak alkalilerini içerir. Gruptaki minerallerin yoğunluğu 2-3  $gr/cm^3$ , sertlikleri ise 1-2 arasında değişir. (Karakaya, 2006) (Önem, 2000)

#### Montmorillonit

Halk dilinde lekeci kili veya çamaşırcı toprağı olarak tanınır. Montmorillonit, 2:1 tabaka yapısına sahip bir kil türüdür. Bu grup, propillit, talk, vermikülit, sakonit, saponit, nontronit ve montmorillonit gibi birçok minerali içerir. Tetrahedrallerin tamamı  $Si^{4+}$  iyonları içerirken, oktahedrallerin sekizde biri  $Al^{3+}$  iyonları yerine  $Mg^{2+}$  iyonları içerir. Kil suyla temas ettiğinde, su tabakaların arasındaki boşluklara nüfuz eder ve kilin şişmesine neden olur. Yüksek plastiklik ve kohezyon, büyük yüzey alanına sahip olması ve bu nedenle su ve iyonların adsorpsiyonu için ideal bir ortam sunması sayesinde, montmorillonit çok yüksek bir kation değiştirme kapasitesine sahiptir. Montmorillonitin bileşimi  $Mg_2Al_1Si_{24}(OH)_{12} \cdot (Na,Ca)$ 'dur. (Karakaya, 2006) (Namlı, 2012) (Önem, 2000) (Atabey, 2015a)

## İllit Grubu Kil Mineralleri

Lilit grubu kil mineralleri mika mineralleri ile yapısal olarak benzerlik göstermektedir. Bu yapılar, simektit grubundakilere benzer şekilde, iki silika tetrahedra tabakası arasında bulunan aluminyum oktahedra tabakaları biçimindedir. İllit mineralleri mika minerallerinden daha az potasyum içermektedir. İllit kristallerinin tane boyutu genellikle 0,1-0,3 mm civarındadır. İllitin teorik formülü  $K_{1-1,5}Al_{4-3,5}(Si_{6,5}Al_{1-1,5})O_{20}(OH)_4$ , yoğunluğu 2,6- 2,9 gr/cm<sup>3</sup>, sertliği ise Mohs ölçeğine göre 1-2 arasındadır. Genellikle diyajenetik ve hidrotermal kökenlidir. İllit minerallerinin yapısal özellikleri genellikle mika minerallerine benzer. Bu yapılar, simektit grubundakiler gibi iki silis tetrahedra tabakası arasında yer alan aluminyum oktahedralarını içerir. Potasyum iyonlarının birim tabakalar arasında köprü görevi görmesi ve bunları bağlaması nedeniyle genişlemezler. (Karakaya, 2006) (Namlı, 2012) (Atabey, Kil mineralleri, 2015a)

## Klorit Grubu Kil Mineralleri

Talk, serpantin, biyotit ve Mg ve Fe içeren kil mineralleri ile bir bileşime sahiptir ve genellikle bu minerallerle birlikte bulunur. Genel bileşimleri ise  $(Si,Al)_8(Mg,Fe)6O_{20}(OH)_4$  şeklinde gösterilir. Bu bileşim, tetrahedra tabakalarında Si<sup>4+</sup> yerine Al<sup>3+</sup> iyonlarının girmesiyle  $(Si_3Al$  veya  $Si_2Al_2)$  şeklinde değişir. Bu iyon değişimlerinin etkisiyle, klorit minerallerinin bileşimleri çeşitlilik gösterir. Klorit mineral grubunun yoğunluğu 2,6-3,3 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişirken, sertlikleri 2-3 aralığında bulunmaktadır. (Grimshaw, 1971)

## Kilin Özellikleri

Kilin başlıca plastiklik, renk, tane boyutu ve yapı, yoğunluk ve büzüşme özellikleri vardır.

### Plastiklik

Ezilmiş kil, içine uygun miktarda su eklenmesiyle işlenebilirlik ve şekillendirme özellikleri kazanır. Bu sayede kil, istenilen formu alabilir ve kuruduktan sonra bu şekli muhafaza eder. Kilin plastiklik özelliğini sağlayan tek madde su olup, bu özellik diğer maddelerle elde edilemez. Yapılan deneylerde birçok sıvı (alkol, gaz, terebentin, amonyak, aseton vb.) kullanılmış olmasına rağmen, hiçbiri kilin plastik özelliklerini su kadar etkili bir şekilde kazandırmada başarılı olmamıştır (Greenwood & Earnshaw, 1997)

### Renk

Killer, doğal olarak renklendirilmiş durumda olup, genellikle metal oksitlerle karışıktırlar. Ayrıca, organik maddeler de içerebilirler. Saf kil beyaz renkteyken, doğal killerin renkleri sarı, pembe, kırmızımsı, mavimsi gri, yeşil ve siyahımsı gibi çeşitlilik gösterebilir. Kil içinde limonit bulunması durumunda renk sarımsı veya kahverengi olabilir. Kilin içinde demir peroksit bulunması durumunda renk kırmızı, mangan dioksit bulunması durumunda siyah, organik maddeler bulunması durumunda ise menekşe renginde olabilir. (Grim, 1988)

### Büzüşme

Kilin su ile yoğrulup şekillendirildikten sonra kurumaya terk edilmesi, şekillendirme aşamasında verilen boyutları küçültür. Yani kil hamuru, kururken hacim kaybetme eğilimindedir, bu fenomene kilin büzüşme yapması denir. Bu büzüşme, kilin kuruması sürecinde olduğu kadar pişirilmesi sırasında da devam eder. Kilin kuruma kaynaklı büzüşmesi, onun plastik özelliklerine bağlı bir olaydır.

## Kilin Pişme Teorisi

Kil, düşük sıcaklıklarda bir etüveye konulduğunda sertleşir. İlk olarak, serbest suyunu kaybeder, ardından emdiği suyun büyük bir kısmını atarak giderek daha fazla büzülür. Etüvün sıcaklığı 200 °C'yi geçmezse, bu süreç geri dönüşebilir. Bu durumda, kilin soğuduktan sonra öğütülüp pudra haline getirilip su ile yoğrulması, tekrar plastisite göstermesini sağlayabilir.

## Kil İle Su Karışımının Özellikleri

Kil kütlesi; içerisinde oda sıcaklığında belirli bir miktarda su içerir ve bu su, 100-110°C arasındaki sıcaklıklarda (suyun buharlaşma sıcaklığı) tamamen kil kütlesinden ayrılır.

## Moleküler Su

Kil kütlelerini meydana getiren, kil mineral taneciklerini çevreleyen ve boşlukları dolduran sudur.

## Katmanlar Arası Sular

Vermikülit, montmorillonit, sulu halloysit gibi kil minerallerinde, kristal yapı birimlerinin tabakaları arasında bulunan su, nem ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak artabilir veya azalabilir. Su içeriğindeki artış, kil minerallerinin C eksenini genişlemesine ve sonuç olarak kilde şişmeye neden olabilir.

## Kil-Su Sistemi

Kil tanecikleri su içinde kolloidal bir halde bulunur. Bu tanecikler, çok küçük olduklarından dolayı su içinde diğer katılardan farklı bir hareket sergilerler. Normal sıvıların viskozitesi genellikle sıcaklığa bağlı olarak değişir ve belirli bir sıcaklıkta sabit kalır. Ancak kil-su sisteminin viskozitesi sıcaklıktan bağımsızdır; bunun yerine, sistem hareket halindeyken veya durgunken değişir. Kil-su sistemi durgunsa, viskozitesi yüksektir, yani akışkanlığı azdır. Ancak sistem hareket ettirildiğinde bu durgunluk bozulur ve akışkan hale gelir. Tekrar durgun hale geldiğinde, bir tür katılma meydana gelir ve viskozite artar. Bu duruma "tikotropi" denir. Bazı killerde tikotropi çok belirgin ve güçlüdür, bu tür sistemlere "tikotropik sistemler" denir. Örneğin, bentonit killerde tikotropi kuvvetlidir, ancak kaolenit killerde daha azdır. Sistemin akışkanlığı aynı zamanda özgül ağırlığına bağlı olarak da değişir; yani, özgül ağırlığı yüksek olan sistemlerin akışkanlığı az, özgül ağırlığı düşük olan sistemlerin akışkanlığı daha fazladır. (Eraslan, 2023)

## Kil Kullanımı

Ekonomik açıdan önemli olan kil türleri arasında kaolin, seramik killeri, refrakter killeri, bentonitler, ağartma toprakları ve tuğla/kiremit üretiminde kullanılan killer bulunmaktadır. Kaolin, seramik, porselen, boya, kağıt, çömlekçilik, plastik eşya, yapay kauçuk, ilaç, gübre, mürekkep ve kozmetik ürünlerin üretiminde kullanılır. Montmorillonit tanecikleri su alarak şişer ve bitişikteki diğer elementleri içine hapsettiğinden, su ve likörlerin temizlenmesinde, bitkisel yağların renklerinin ağartılmasında ve petrolün arıtılmasında katalizör olarak görev alır.

Bentonit, sondaj, döküm, demir-çelik endüstrisi, kedi kumu, tarım, jeotekstil, gıda, ilaç, boya ve kozmetik alanlarında kullanılan çok yönlü bir malzemedir.



## Kil Tanıma Yöntemleri

Kil minerallerini tanımlamak, sınıflandırmak ve kullanım alanlarını belirlemek için X-ışınları toz difraksiyonu (XRD), diferansiyel termal analiz (DTA) ve taramalı elektron mikroskop (SEM) yöntemleri kullanılmaktadır. Ayrıca, S nem, pH, şişme, yüzey alanı, S kanyon değişim kapasitesi, yoğunluk, tane boyutu ve plastiklik analizleri de gerçekleştirilmektedir.

### X-ışınları Toz Difraksiyonu Yöntemi (XRD)

Çabuk sonuç veren ve hassas bir yöntem olduğu için, en sık başvurulan metottur. Bu yöntemle kil içindeki kil mineralleri yanı sıra, kuvars, kalsit, pirit, feldispat gibi yabancı minerallerin de tespiti yapılabilir.

### Diferansiyel Termik Analiz Yöntemi (DTA)

Bir madde içindeki termik değişimlerin tespiti prensibine dayanan bu yöntem, kil malzemesini 1000°C'a kadar düzenli olarak artan bir hızda ısıtır. Isınma sürecinde meydana gelen buharlaşma, kristallenme, kristal bozulması, erime, dehidrasyon, oksidasyon reaksiyonları veya şebeke yapısının neden olduğu termal reaksiyonlar gibi değişiklikler ve malzemede bulunan diğer elementlere bağlı reaksiyonlar kaydedilir. (Akıncı, 1968)

### Taramalı Elektron Mikroskop Yöntemi (SEM)

Elektron mikroskopları kullanılarak yapılan araştırmalar, kil minerallerinin genellikle belirli şekillere sahip olduğunu göstermektedir. Örneğin, kaolinitlerin tipik olarak hekzagonal bir yapıya sahip olduğu ve alfa sepiyolitlerin ise lifsi yapılar sergilediği belirlenmiştir. Elektron mikrografileri, bu karakteristik şekillerin yardımıyla kil mineralinin türünün belirlenmesine olanak sağlar.

### Boyama Deneyleri

Bazı kil türleri doğal olarak renkli olabilir veya belirli koşullarda renklenebilir. Boyanabilirlik deneyleri, kilin kimyasal özelliklerinin ve rengini etkileyen faktörlerin belirlenmesine yardımcı olur. Belirli kil mineralleri, örneğin kaolinit, düşük adsorpsiyon kapasitesine sahip oldukları için boyama deneylerinde genellikle az veya hiç renk göstermezler.



# 3. Bölüm

---





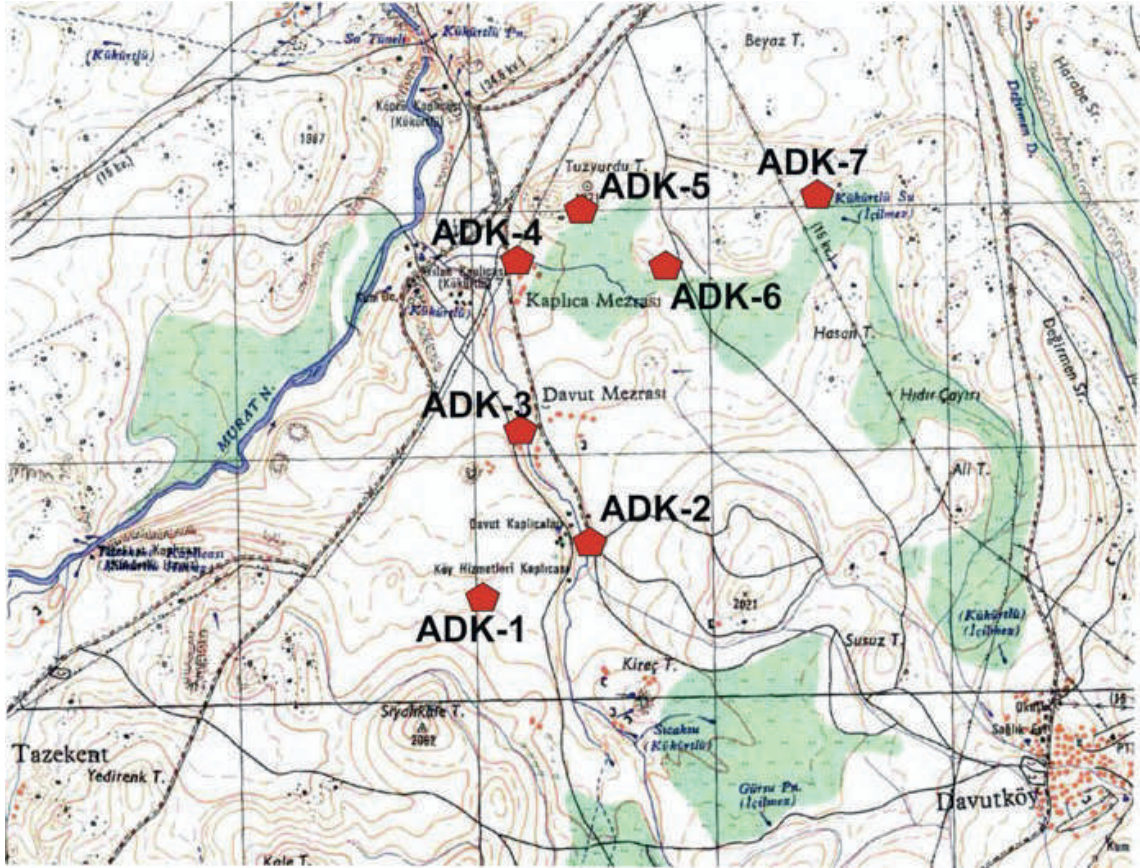
KİL NUMUNELERİ  
ALIMI VE  
ANALİZLERİ



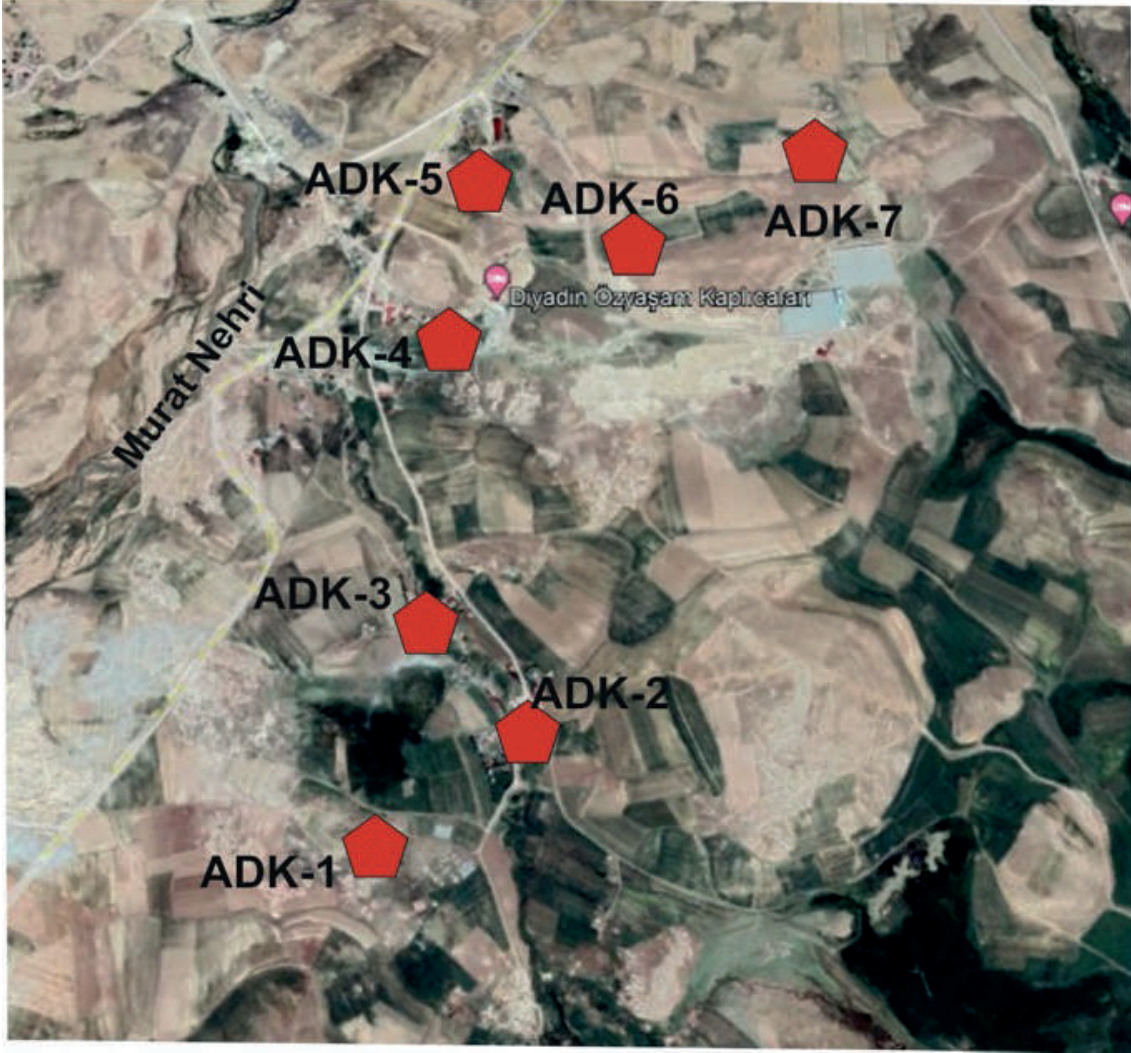
### 3. Kil Numuneleri Alımı ve Analizleri

Faaliyete konu kil sahasından 7 adet numune alınmıştır. Ardından toplanan numuneler akredite laboratuvarlarda analiz edilmiştir. Numunelerin numaralandırılması 'Ağrı Diyadin Kaplıca' baş harfleri olan kısaca ADK-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 şeklinde verilmiştir. Harita 3.1 ve 3.2'de numune yerleri haritası ile numunelerin alındığı noktanın yeri ve koordinatları verilmiştir.

Harita 3.1: Numune Yerleri Topoğrafik Haritadaki Konumu



Harita 3.2: Numune Yerlerinin Uydu Fotoğrafındaki Konumu



Kaynak: (Google Maps, 2023)



### 3.1 Kil Numuneleri Analiz Sonuçları

Sahadan alınan, ADK-1, ADK-2, ADK-3, ADK-4, ADK-5, ADK-6, ADK-7 rumuzlu 7 adet kil numunesinin Ankara-Argetest Laboratuvarında yaptırılan "XRFWR01/SGR01/BViso1/BpHo1/MBIT01/BSPT01,Nem/Moisture(Nem/Moisture), Xrd Kantitatif (Kantitatif)" analiz sonuçları aşağıdadır.

#### ADK-1 Numaralı Numune

**Yeri:** Eski Kaymakamlık kaplıcası (Fotoğraf 3.1).

**Tanımlama:** Sıcak suyun derinden taşıdığı, yüzeyde biriken beyaz kil.

**Koordinatlar:** X:380384217, Y: 4370326

**Fotoğraf 3.1: 1 Numaralı Numunenin Yeri**



ADK-1 Numaralı numune bilgileri, analiz sonuçları ve XRF analiz sonuçları ise aşağıda rapor olarak verilmiştir.



### Deney Raporu / Test Report

<b>Müşterinin Adı</b> Customer Name	JEOKİM EN. KİM. JEO. ÇEVRE MAD. PET. ETÜT. PROJE DAN. MÜH. LAB. HİZ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.
<b>Müşterinin Adresi</b> Customer Address	OSB 32 NOLU / BOR / NİĞDE
<b>Lab. Numune No/Rapor No</b> Lab. Order No/Report No	A-23/66573
<b>Numunenin Adı, Tarifi ve Durumu</b> Name, identity and condition of test item	"ADK-1"
<b>Numune Kabul Tarihi</b> Date of Acceptance Sampling	31.08.2023
<b>Talep Edilen Analiz</b> Analysis request	XRF - WR01 / BVis01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01, Nem/Moisture (Nem/Moisture), XRD KANTİTATİF (KANTİTATİF), Pulp Yoğunluğu (SGR 01)
<b>Açıklamalar</b> Remark	"ADK-1" işaretiyle gelen numunenin analiz raporudur. <i>The analysis report of "ADK-1" marked sample.</i>
<b>Deneyin Yapıldığı Tarih</b> Date of Test	23.10.2023
<b>Raporun Sayfa Sayısı</b> Number of page of the report	3

Deney laboratuvarları olarak faaliyet gösteren ARGETEST TÜRKAK'tan AB-0742-T ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 standartına göre akredite edilmiştir. ARGETEST accredited by TÜRKAK under registration number AB-0742-T for TS EN ISO/IEC 17025:2017 as test laboratory.

Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşmasını imzalamıştır. / The Turkish Accreditation Agency(TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for the Accreditation(EA) and The International Laboratory Accreditation Cooperation(ILAC)for the mutual recognition of test reports.

Laboratuvarımız TÜRK AKREDİTASYON KURUMU tarafından akredite edilmiştir. Akreditasyon kapsamındaki analizler "" ile belirtilmiştir. Bu rapor laboratuvar izni olmaksızın kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürlü raporlar geçersizdir. Sonuçlar sadece analizi yapılan numuneye aittir. Analizler kuru bazda ve 25 ± 3 °C'de yapılmıştır. / Our laboratory accredited by TURKISH ACCREDITATION AGENCY this report shall not be reproduced other than in full except with permission of the laboratory. Testin reports without signature and seal are not valid. Results are only belong to the analyzed sample. Analyses were made at 25 ± 3 °C.

İlim: İşletme içi metod/In house method.

Şahit numunesinin arşivde saklama süresi 6 aydır ve analizlere ancak bu süre içinde itiraz edilebilir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve karar kuralı laboratuvarın talep edildiği durumlarda raporda belirtilir. / Retention period of witness samples in the archive are 6 months and analysis could have contested only during this time. Expanded measurement uncertainty and decision rule will stated in the report upon client request.

Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir. / The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.



**Yayımlandığı Tarih**  
Date  
23.10.2023

**Deney Sorumlusu**  
Person In Charge Of Test  
Nerve KUCUKÇER

23.10.2023

**Laboratuvar Sorumlusu**  
Person In Charge Of Laboratory  
Abdullah BUHUR

23.10.2023





ADK-1 Numaralı Numune XRF Analiz Sonucu:




**ARGETEST**  
Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri  
Mineral Processing, R&D And Analysis Services

AB-0742-T  
A-23/66573  
10-23

**Analiz Sonuçları / Results of Analysis**

Lab. Numune No/Rapor No  
Lab. Order No/Report No  
Deneyin Yapıldığı Tarih  
Date of Test  
Paket Adı  
Package Code  
Açıklamalar  
Remark

A-23/66573  
31.08.2023 - 23.10.2023  
XRF - WR01 / BVs01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01  
ADK-1



**XRD Analiz Sonucu / XRD Analysis Result**

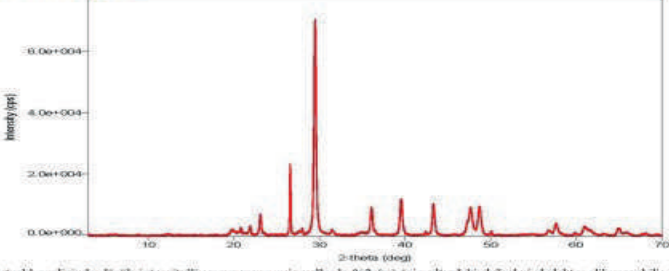
**Qualitative analysis results**

Phase name	Formula	Figure of merit	Phase ref. detail	DB card number
Calcite	Ca C O3	0.406	ICDD (PDF2.DAT)	00-072-1851
Quartz	Si O2	0.817	ICDD (PDF2.DAT)	00-085-0796
Illite	K0.7 Al2 ( Si , Al )4 O10 ( O H )2	1.555	ICDD (PDF2.DAT)	00-029-1496

**Weight ratio**

Phase name	Content (%)
Calcite	88.6
Quartz	12.8
Illite	18.6

**Measurement profile**



Kietveld analizinde düşük intensiteli sızma yapan minerallerde %2 (w) 'nin altındaki değerleri dedekte edilemeyebilir./In Kietveld analysis, it may not be detected 2%(w) which have low intensity content.



Yayımlandığı Tarih  
Date  
23.10.2023

**Deney Sorumlusu**  
Person In Charge Of Test  
Merve KURUNCER



**Laboratuvar Sorumlusu**  
Person In Charge Of Laboratory  
Abdullah BUHUR





I.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY  
Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 [www.argetest.com](http://www.argetest.com) - [info@argetest.com](mailto:info@argetest.com)

FRM.042/18.05.2022-11

Sayfa : 3 / 3

Numune %68,6 kalsit, %12,8 kuvars ve %18,6 illit minerallerinden oluşur. Yüzde oranına göre numune "Kalsit"tir.

## ADK-2 Numaralı Numune

**Yeri:** Tekin Demir kaplıca dere yarması (Fotoğraf 3.2).

**Tanımlama:** Kumtaşı, silttaşı ara tabakalı kil taşı.

**Koordinatlar:** X:380384471, Y: 4370540

**Fotoğraf3.2: 2 Numaralı Numunenin Yeri**



ADK-2 Numaralı numune numune bilgileri, analiz sonuçları ve XRF analiz sonuçları ise aşağıda rapor olarak verilmiştir.



			
			
<b>Deney Raporu / Test Report</b>			
<b>Müşterinin Adı</b> Customer Name	JEOKİM EN. KİM. JEO. ÇEVRE MAD. PET. ETÜT. PROJE DAN. MÜH. LAB. HİZ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.		
<b>Müşterinin Adresi</b> Customer Address	OSB 32 NOLU / BOR / NIĞDE		
<b>Lab. Numune No/Rapor No</b> Lab. Order No/Report No	A-23/66574		
<b>Numunenin Adı, Tarifi ve Durumu</b> Name, identity and condition of test item	"ADK-2"		
<b>Numune Kabul Tarihi</b> Date of Acceptance Sampling	31.08.2023		
<b>Talep Edilen Analiz</b> Analysis request	XRF - WR01 / SGR 01 / BVIs01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01, Nem/Moisture (Nem/Moisture), XRD KANTİTATİF (KANTİTATİF)		
<b>Açıklamalar</b> Remark	"ADK-2" işaretiyle gelen numunenin analiz raporudur. The analysis report of "ADK-2" marked sample.		
<b>Deneyin Yapıldığı Tarih</b> Date of Test	23.10.2023		
<b>Raporun Sayfa Sayısı</b> Number of page of the report	3		
<p>Deney laboratuvarları olarak faaliyet gösteren ARGETEST TÜRKAK'tan AB-0742-T ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 standartına göre akredite edilmiştir. ARGETEST accredited by TÜRKAK under registration number AB-0742-T for TS EN ISO/IEC 17025:2017 as test laboratory.</p> <p>Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşmasını imzalamıştır. / The Turkish Accreditation Agency(TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for the Accreditation(EA) and The International Laboratory Accreditation Cooperation(ILAC)for the mutual recognition of test reports.</p> <p>Laboratuvarımız TÜRK AKREDİTASYON KURUMU tarafından akredite edilmiştir. Akreditasyon kapsamındaki analizler "*" ile belirtilmiştir. Bu rapor laboratuvarın izni olmaksızın kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürlü raporlar geçersizdir. Sonuçlar sadece analizi yapılan numuneye aittir. Analizler kuru bazda ve 25 ± 3 °C'de yapılmıştır. / Our laboratory accredited by TURKISH ACCREDITATION AGENCY this report shall not be reproduced other than in full except with permission of the laboratory. Testin reports without signature and seal are not valid. Results are only belong to the analyzed sample. Analyses were made at 25 ± 3 °C.</p> <p>İlim: İşletme içi metod/In house method.</p> <p>Şahit numunesinin arşivde saklama süresi 6 aydır ve analizlere ancak bu süre içinde itiraz edilebilir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve karar kuralı laboratuvardan talep edildiği durumlarda raporda belirtilir. / Retention period of witness samples in the archive are 6 months and analysis could have contested only during this time. Expanded measurement uncertainty and decision rule will stated in the report upon client request.</p> <p>Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir. / The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.</p>			
	<b>Yayımlandığı Tarih</b> Date 23.10.2023	<b>Deney Sorumlusu</b> Person In Charge Of Test Nerve NURDİNÇER 	<b>Laboratuvar Sorumlusu</b> Person In Charge Of Laboratory Abdullah BUHUR 
		23.10.2023	23.10.2023
<p>I.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TÜRKİYE Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 <a href="http://www.argetest.com">www.argetest.com</a> - <a href="mailto:info@argetest.com">info@argetest.com</a></p>			
<p>FRM.042/18.05.2022-11 <span style="float: right;">Sayfa : 1 / 3</span></p>			





**ARGETEST**  
Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri  
Mineral Processing, R&D And Analysis Services

AB-0742-T  
A-23/66574  
10-23

**Analiz Sonuçları / Results of Analysis**

Lab. Numune No/Rapor No	A-23/66574
Lab. Order No/Report No	
Deneyin Yapıldığı Tarih	31.08.2023 - 23.10.2023
Date of Test	
Paket Adı	XRF - WR01 / SGR 01 / BVis01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01
Package Code	
Açıklamalar	ADK-2
Remark:	



**XRD Analiz Sonucu / XRD Analysis Result**

**Qualitative analysis results**

Phase name	Formula	Figure of merit	Phase ref. detail	DB card number
Quartz	Si O <sub>2</sub>	1.025	ICDD (PDF2 DAT)	00-085-0797
Illite	K <sub>0.7</sub> Al <sub>2</sub> ( Si <sub>3</sub> Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( OH ) <sub>2</sub>	1.418	ICDD (PDF2 DAT)	00-029-1498
Kaolinite	Al <sub>2</sub> ( Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) ( OH ) <sub>4</sub>	1.111	ICDD (PDF2 DAT)	00-080-0888
Montmorillonite	( Na, Ca ) <sub>0.3</sub> ( Al, Mg ) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( OH ) <sub>2</sub> · n H <sub>2</sub> O	1.687	ICDD (PDF2 DAT)	00-002-0014

**Weight ratio**

Phase name	Content (%)
Quartz	9.8
Illite	32.6
Kaolinite	18.4
Montmorillonite	39.2

**Measurement profile**



Rietveld analizinde düşük intensity'li sızma yapan minerallerde %2 (w) 'nin altındaki değerleri dedekte edilemeyebilir./In Rietveld analysis, it may not be detected 2%(w) which have low intensity content.



**Yayımlandığı Tarih**  
Date  
23.10.2023

**Deney Sorumlusu**  
Person In Charge Of Test  
Merve KUYUĞRUCER

**Laboratuvar Sorumlusu**  
Person In Charge Of Laboratory  
Abdullah BULUR






I.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY  
Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 [www.argetest.com](http://www.argetest.com) - [info@argetest.com](mailto:info@argetest.com)

FRM.042/18.05.2022-11 Sayfa : 3 / 3

Numune %39,2 montmorillonit, %32,6 illit, %18,4 kaolinit, %9,8 kuvars minerallerinden oluşur. Yüzde oranına göre numune "Montmorillonit ve Illit" türü kil karışımıdır.



### ADK-3 Numaralı Numune

**Yeri:** Dere içindeki yarma (Fotoğraf 3.3).

**Tanımlama:** Kumtaşı, silttaşı ara tabakalı kil taşı.

**Koordinatlar:** X:380384203, Y: 4371115

**Fotoğraf 3.3: 3 Numaralı Numunenin Yeri**



ADK-3 Numaralı numune bilgileri, analiz sonuçları ve XRF analiz sonuçları ise aşağıda rapor olarak verilmiştir.

 <p><b>ARGETEST</b> Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri Mineral Processing, R&amp;D And Analysis Services</p>				 <p>TÜRKAK TMM TS EN ISO/IEC 17025 AB-0742-T</p>	
				<p>AB-0742-T A-23/66575 10-23</p>	
					
<p><b>Deney Raporu / Test Report</b></p>					
Müşterinin Adı Customer Name	JEOKİM EN. KİM. JEO. ÇEVRE MAD. PET. ETÜT. PROJE DAN. MÜH. LAB. HİZ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.				
Müşterinin Adresi Customer Address	OSB 32 NOLU / BOR / NİĞDE				
Lab. Numune No/Rapor No Lab. Order No/Report No	A-23/66575				
Numunenin Adı, Tarifi ve Durumu Name, identity and condition of test item	"ADK-3"				
Numune Kabul Tarihi Date of Acceptance Sampling	31.08.2023				
Talep Edilen Analiz Analysis request	XRF - WR01 / SGR 01 / BVİs01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01 / WM_MOISTRE, XRD KANTİTATİF (KANTİTATİF)				
Açıklamalar Remark	"ADK-3" işaretiyle gelen numunenin analiz raporudur. The analysis report of "ADK-3" marked sample.				
Deneyin Yapıldığı Tarih Date of Test	23.10.2023				
Raporun Sayfa Sayısı Number of page of the report	3				
<p>Deney laboratuvarları olarak faaliyet gösteren <b>ARGETEST TÜRKAK</b>tan <b>AB-0742-T</b> ile <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> standartına göre akredite edilmiştir. <b>ARGETEST</b> accredited by <b>TÜRKAK</b> under registration number <b>AB-0742-T</b> for <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> as test laboratory.</p> <p>Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda <b>Avrupa Akreditasyon Birliği(EA)</b> ve <b>Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC)</b> ile karşılıklı tanınma antlaşmasını imzalamıştır. / The Turkish Accreditation Agency(TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the <b>European co-operation for the Accreditation(EA)</b> and <b>The International Laboratory Accreditation Cooperation(ILAC)</b> for the mutual recognition of test reports.</p> <p>Laboratuvarımız <b>TÜRK AKREDITASYON KURUMU</b> tarafından akredite edilmiştir. Akreditasyon kapsamındaki analizler "" ile belirtilmiştir. Bu rapor laboratuvar izni olmaksızın kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürlü raporlar geçersizdir. Sonuçlar sadece analizi yapılan numuneye aittir. Analizler kuru bazda ve <math>25 \pm 3</math> °C'de yapılmıştır. / Our laboratory accredited by <b>TURKISH ACCREDITATION AGENCY</b> this report shall not be reproduced other than in full except with permission of the laboratory. Testin reports without signature and seal are not valid. Results are only belong to the analyzed sample. Analyses were made at <math>25 \pm 3</math> °C.</p> <p>İİM: İşletme içi metod/In house method.</p> <p>Şahit numunesinin arşivde saklama süresi 6 aydır ve analizlere ancak bu süre içinde itiraz edilebilir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve karar kuralı laboratuvardan talep edildiği durumlarda raporda belirtilir. / Retention period of witness samples in the archive are 6 months and analysis could have contested only during this time. Expanded measurement uncertainty and decision rule will stated in the report upon elient request.</p> <p>Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir. / The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.</p>					
	Yayımlandığı Tarih Date	23.10.2023	Deney Sorumlusu Person In Charge Of Test	Merve KURBANCI	23.10.2023
			Laboratuvar Sorumlusu Person In Charge Of Laboratory	Abdullah BUHUR	23.10.2023
<p>İ.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 <a href="http://www.argetest.com">www.argetest.com</a> - <a href="mailto:info@argetest.com">info@argetest.com</a></p>					
<p>FRM.042/18.05.2022-11</p>					
					Sayfa : 1 / 3





## ADK-3 Numaralı Numune XRF Analiz Sonucu:



**ARGETEST**  
Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri  
Mineral Processing, R&D And Analysis Services

**Analiz Sonuçları / Results of Analysis**

AB-0742-T  
A-23/66575  
10-23

Lab. Numune No/Rapor No  
Lab. Order No/Report No

**Deneyin Yapıldığı Tarih**  
Date of Test

Paket Adı  
Package Code

**Açıklamalar**  
Remark

A-23/66575

31.08.2023 - 23.10.2023

XRF - WR01 / SGR 01 / BVis01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01 / WM\_MOISTRE

ADK-3



**XRD Analiz Sonucu / XRD Analysis Result**

**Qualitative analysis results**

Phase name	Formula	Figure of merit	Phase ref. detail	DB card number
Quartz	Si O <sub>2</sub>	1.037	ICDD (PDF2.DAT)	00-085-0797
Montmorillonite	(Na,Ca) <sub>0.3</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> .nH <sub>2</sub> O	1.351	ICDD (PDF2.DAT)	00-002-0014
Goethite	Fe O (O H)	3.681	ICDD (PDF2.DAT)	00-081-0464
Illite	2 K <sub>2</sub> O Mg O Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 124 Si O <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	1.852	ICDD (PDF2.DAT)	00-002-0050
Kaolinite	Al <sub>2</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (O H) <sub>4</sub>	1.287	ICDD (PDF2.DAT)	00-080-0885

**Weight ratio**

Phase name	Content (%)
Quartz	13.8
Montmorillonite	46.2
Goethite	4.8
Illite	21.6
Kaolinite	13.6

**Measurement profile**



Rietveld analizinde düşük intensite'li sızma yapın minerallerde %2 (w) 'nin altındaki değerleri dedekte edilemeyebilir./n  
Rietveld analysis, it may not be detected 2%(w) which have low intensity content.



**Yayımlandığı Tarih**  
Date

23.10.2023

**Deney Sorumlusu**  
Person In Charge Of Test

MEVİNUR DİNÇER

**Laboratuvar Sorumlusu**  
Person In Charge Of Laboratory

Abdullah BUDUR



I.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY  
Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 [www.argetest.com](http://www.argetest.com) - [info@argetest.com](mailto:info@argetest.com)

FRM.042/18.05.2022-11

Sayfa : 3 / 3

Numune %46,2 montmorillonit, %21,6 illit, %13,8 kuvars, %13,6 kaolinit ve %4,8 minerallerinden oluşur. Yüzde oranına göre numune "Montmorillonit ve İllit" türü kil karışımıdır.

### **ADK-4 Numaralı Numune**

**Yeri:** Tuzyurdu Tepe yarması (Fotoğraf 3.4)

**Tanımlama:** Kumtaşı, silttaşı ara tabakalı gri, mavimsi kil taşı.

**Koordinatlar:** X:380384433, Y: 4372092

*Fotoğraf 3.4: 4 Numaralı Numunenin Yeri*



ADK-4 numaralı numune bilgileri, analiz sonuçları ve XRF analiz sonuçları ise aşağıda rapor olarak verilmiştir.

## ADK-4 Numaralı Numune Analizleri:

					
<p>Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri Mineral Processing, R&amp;D And Analysis Services</p>		<p>Test TS EN ISO/IEC 17025 AB-0742-T</p>		<p>AB-0742-T A-23/66576 10-23</p>	
					
<h3>Deney Raporu / Test Report</h3>					
<b>Müşterinin Adı</b> Customer Name		JEOKİM EN. KİM. JEO. ÇEVRE MAD. PET. ETÜT. PROJE DAN. MÜH. LAB. HİZ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.			
<b>Müşterinin Adresi</b> Customer Address		OSB 32 NOLU / BOR / NİĞDE			
<b>Lab. Numune No/Rapor No</b> Lab. Order No/Report No		A-23/66576			
<b>Numunenin Adı, Tarifi ve Durumu</b> Name, identity and condition of test item		"ADK-4"			
<b>Numune Kabul Tarihi</b> Date of Acceptance Sampling		31.08.2023			
<b>Talep Edilen Analiz</b> Analysis request		XRF - WR01 / SGR 01 / BVİs01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01 / WM_MOISTRE, XRD KANTİTATİF (KANTİTATİF)			
<b>Açıklamalar</b> Remark		"ADK-4" işaretiyle gelen numunenin analiz raporudur. The analysis report of "ADK-4" marked sample.			
<b>Deneyin Yapıldığı Tarih</b> Date of Test		23.10.2023			
<b>Raporun Sayfa Sayısı</b> Number of page of the report		3			
<p>Deney laboratuvarları olarak faaliyet gösteren <b>ARGETEST TÜRKAK</b>tan <b>AB-0742-T</b> ile <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> standartına göre akredite edilmiştir. <b>ARGETEST</b> accredited by <b>TÜRKAK</b> under registration number <b>AB-0742-T</b> for <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> as test laboratory.</p>					
<p>Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda <b>Avrupa Akreditasyon Birliği(EA)</b> ve <b>Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC)</b> ile karşılıklı tanıma anlaşmasını imzalamıştır. / The Turkish Accreditation Agency(TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the <b>European co-operation for the Accreditation(EA)</b> and <b>The International Laboratory Accreditation Cooperation(ILAC)</b> for the mutual recognition of test reports.</p>					
<p>Laboratuvarımız TÜRK AKREDİTASYON KURUMU tarafından akredite edilmiştir. Akreditasyon kapsamındaki analizler "" ile belirtilmiştir. Bu rapor laboratuvar izni olmaksızın kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürlü raporlar geçersizdir. Sonuçlar sadece analizi yapılan numuneye aittir. Analizler kuru bazda ve 25 ± 3 °C'de yapılmıştır. / Our laboratory accredited by TURKISH ACCREDITATION AGENCY this report shall not be reproduced other than in full except with permission of the laboratory. Testin reports without signature and seal are not valid. Results are only belong to the analyzed sample. Analyses were made at 25 ± 3 °C.</p>					
<p>İlim: İşletme içi metod/in house method.</p>					
<p>Şahit numunesinin arşivde saklama süresi 6 aydır ve analizlere ancak bu süre içinde itiraz edilebilir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve karar kuralı laboratuvardan talep edildiği durumlarda raporda belirtilir. / Retention period of witness samples in the archive are 6 months and analysis could have contested only during this time. Expanded measurement uncertainty and decision rule will stated in the report upon elient request.</p>					
<p>Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir. / The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.</p>					
		<b>Yayımlandığı Tarih</b> Date 23.10.2023		<b>Deney Sorumlusu</b> Person In Charge Of Test Merve NURDİNCER 23.10.2023	
				<b>Laboratuvar Sorumlusu</b> Person In Charge Of Laboratory Abdullah BUHUR 23.10.2023	
<p>İ.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 <a href="http://www.argetest.com">www.argetest.com</a> - <a href="mailto:info@argetest.com">info@argetest.com</a></p>					
<p>FRM.042/18.05.2022-11</p>					
<p>Sayfa : 1 / 3</p>					





ADK-4 Numaralı Numune XRF Analiz Sonucu:



**ARGETEST**  
Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri  
Mineral Processing, R&D And Analysis Services

**Analiz Sonuçları / Results of Analysis**

AB-0742-T  
A-23/66576  
10-23

**Lab. Numune No/Rapor No**  
Lab. Order No/Report No  
**Deneyin Yapıldığı Tarih**  
Date of Test  
**Paket Adı**  
Package Code  
**Açıklamalar**  
Remark

A-23/66576  
31.08.2023 - 23.10.2023  
XRF - WR01 / SGR 01 / BVis01 / BpH01 / MBit01 / BSPT01 / WM\_MOISTRE  
ADK-4



**XRD Analiz Sonucu / XRD Analysis Result**

Qualitative analysis results				
Phase name	Formula	Figure of merit	Phase ref. detail	DB card number
Montmorillonite	(Na,Ca)0.3(Al,Mg)2Si4O10(OH)2.nH2O	1.250	ICDD (PDF2.DAT)	00-002-0014
Quartz	Si O2	0.753	ICDD (PDF2.DAT)	00-085-0797
İllite	K (Al4 Si2 O9 (OH)3)	1.120	ICDD (PDF2.DAT)	00-070-3754
Goethite	Fe O (OH)	3.152	ICDD (PDF2.DAT)	00-081-0464

Weight ratio	
Phase name	Content (%)
Montmorillonite	42.6
Quartz	13.8
İllite	38.1
Goethite	5.5

**Measurement profile**



Rietveld analizinde düşük intensity'li içine yapılan minerallerde %2 (w) 'nin altındaki değerleri dedekte edilemeyebilir/in Rietveld analysis, it may not be dedected 2%(w) which have low intensity content.



**Yayımlandığı Tarih**  
Date  
23.10.2023

**Deney Sorumlusu**  
Person in Charge Of Test  
Merve KUDURCER

**Laboratuvar Sorumlusu**  
Person in Charge Of Laboratory  
Abdullah BULUR



I.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY  
Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 [www.argetest.com](http://www.argetest.com) - [info@argetest.com](mailto:info@argetest.com)

FRM.042/18.05.2022-11

Sayfa : 3 / 3

Numune %42,6 montmorillonit, %38,1 illit, %13,6 kuvars, %5,5 götit minerallerinden oluşur. Yüzde oranına göre numune "Montmorillonit ve İllit" türü kil karışımıdır.

## ADK-5 Numaralı Numune

**Yeri:** MTA-3 kuyusu (Fotoğraf 3.5).

**Tanımlama:** Gayzer çıkışlı sıcak suyun getirdiği termal çamur.

**Koordinatlar:** X:380384493, Y: 4371930

**Fotoğraf 3.5: 5 Numaralı Numunenin Yeri**



ADK-5 numaralı numune bilgileri, analiz sonuçları ve XRF analiz sonuçları ise aşağıda rapor olarak verilmiştir.



 <p><b>ARGETEST</b> Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri Mineral Processing, R&amp;D And Analysis Services</p>		 <p><b>TÜRKAKK</b> Türk Akreditasyon Kurumu TS EN ISO IEC 17025 AB-0742-T</p>	
			
<p><b>Deney Raporu / Test Report</b></p>			
<b>Müşterinin Adı</b> Customer Name	JEOKİM EN. KİM. JEO. ÇEVRE MAD. PET. ETÜT. PROJE DAN. MÜH. LAB. HİZ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.		
<b>Müşterinin Adresi</b> Customer Address	OSB 32 NOLU / BOR / NIĞDE		
<b>Lab. Numune No/Rapor No</b> Lab. Order No/Report No	A-23/66577		
<b>Numunenin Adı, Tarifi ve Durumu</b> Name, identity and condition of test item	"ADK-5"		
<b>Numune Kabul Tarihi</b> Date of Acceptance Sampling	31.08.2023		
<b>Talep Edilen Analiz</b> Analysis request	XRF - WR01 / SGR 01 / BVİs01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01, Nem/Moisture (Nem/Moisture), XRD KANTİTATİF (KANTİTATİF)		
<b>Açıklamalar</b> Remark	"ADK-5" işaretiyle gelen numunenin analiz raporudur. The analysis report of "ADK-5" marked sample.		
<b>Deneyin Yapıldığı Tarih</b> Date of Test	23.10.2023		
<b>Raporun Sayfa Sayısı</b> Number of page of the report	3		
<p>Deney laboratuvarları olarak faaliyet gösteren <b>ARGETEST TÜRKAKK</b>tan <b>AB-0742-T</b> ile <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> standardına göre akredite edilmiştir. <b>ARGETEST</b> accredited by <b>TÜRKAKK</b> under registration number <b>AB-0742-T</b> for <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> as test laboratory.</p> <p>Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAKK) deney raporlarının tanınması konusunda <b>Avrupa Akreditasyon Birliği(EA)</b> ve <b>Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC)</b> ile karşılıklı tanınma anlaşmasını imzalamıştır. / The Turkish Accreditation Agency(TURKAKK) is signatory to the multilateral agreements of the <b>European co-operation for the Accreditation(EA)</b> and <b>The International Laboratory Accreditation Cooperation(ILAC)</b> for the mutual recognition of test reports.</p> <p>Laboratuvarımız TÜRK AKREDİTASYON KURUMU tarafından akredite edilmiştir. Akreditasyon kapsamındaki analizler "*" ile belirtilmiştir. Bu rapor laboratuvar izni olmaksızın kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçerlidir. Sonuçlar sadece analizi yapılan numuneye aittir. Analizler kuru bazda ve 25 ± 3 °C'de yapılmıştır. / Our laboratory accredited by TURKISH ACCREDITATION AGENCY this report shall not be reproduced other than in full except with permission of the laboratory. Testin reports without signature and seal are not valid. Results are only belong to the analyzed sample. Analyses were made at 25 ± 3 °C.</p> <p>İlim: İşletme içi metod/in house method.</p> <p>Sahit numunesinin arşivde saklama süresi 6 aydır ve analizlere ancak bu süre içinde itiraz edilebilir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve karar kuralı laboratuvarın talep edildiği durumlarda raporda belirtilir. / Retention period of witness samples in the archive are 6 months and analysis could have contested only during this time. Expanded measurement uncertainty and decision rule will stated in the report upon client request.</p> <p>Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir. / The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.</p>			
	<b>Yayımlandığı Tarih</b> Date 23.10.2023	<b>Deney Sorumlusu</b> Person In Charge Of Test Merve NURDİCER 23.10.2023	<b>Laboratuvar Sorumlusu</b> Person In Charge Of Laboratory Abdullah BUKUR 23.10.2023
<p>I.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 <a href="http://www.argetest.com">www.argetest.com</a> - <a href="mailto:info@argetest.com">info@argetest.com</a></p>			
<p>FRM.042/18.05.2022-11 <span style="float: right;">Sayfa : 1 / 3</span></p>			





ADK-5 Numaralı Numune XRF Analiz Sonucu:



**ARGETEST**  
Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri  
Mineral Processing, R&D And Analysis Services

AB-0742-T  
A-23/66577  
10-23

**Analiz Sonuçları / Results of Analysis**

Lab. Numune No/Rapor No Lab. Order No/Report No	A-23/66577
Deneyin Yapıldığı Tarih Date of Test	31.08.2023 - 23.10.2023
Paket Adı Package Code	XRF - WR01 / SGR 01 / BVis01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01
Açıklamalar Remark	ADK-5



**XRD Analiz Sonucu / XRD Analysis Result**

**Qualitative analysis results**

Phase name	Formula	Figure of merit	Phase ref. detail	DB card number
Calcite	Ca ( C O3 )	0.947	ICDD (PDF2.DAT)	00-083-0577
Quartz	Si O2	1.191	ICDD (PDF2.DAT)	00-085-0798
Kaolinite	Al2 Si2 O5 ( O H )4	1.358	ICDD (PDF2.DAT)	00-075-0938
Gypsum	Ca ( S O4 ) ( H2 O )2	1.085	ICDD (PDF2.DAT)	00-074-1904
Goethite	Fe O ( O H )	1.899	ICDD (PDF2.DAT)	00-081-0484
Illite	K ( Al4 Si2 O9 ( O H )3 )	2.082	ICDD (PDF2.DAT)	00-070-3754
Montmorillonite	(Na,Ca)0.3(Al,Mg)2Si4O10(OH)2.nH2O	1.851	ICDD (PDF2.DAT)	00-002-0008

**Weight ratio**

Phase name	Content (%)
Calcite	3,5
Quartz	9,1
Kaolinite	23,6
Gypsum	18,6
Goethite	3,2
Illite	18,5
Montmorillonite	23,5

**Measurement profile**



Rietveld analizinde düşük intensiteli zımpara yapının minerallerde %2 (w) 'nin altındaki değerleri dedekte edilememeyebilir./In Rietveld analysis, it may not be detected 2%(w) which have low intensity content.



Mühür Seal

**Yayımlandığı Tarih**  
Date  
31.10.2023

**Deney Sorumlusu**  
Person In Charge Of Test  
Merve NURDİNCER

**Laboratuvar Sorumlusu**  
Person In Charge Of Laboratory  
Abdullah BUKUR

I.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY  
Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 [www.argetest.com](http://www.argetest.com) - [info@argetest.com](mailto:info@argetest.com)



FRM.042/18.05.2022-11

Sayfa : 3 / 3

Numune %23,6 kaolinit, %23,5 montmorillonit, % 18,6 jips, %18,5 illit, %9,1 kuvars, %3,5 kalsit ve %3,2 götüt minerallerinden oluşur. Yüzde oranına göre numune "Kaolinit ve Montmorillonit" türü kil karışımıdır.

### ADK-6 Numaralı Numune

**Yeri:** Organize Sanayi Bölgesi Alanı (Fotoğraf 3.6).

**Tanımlama:** Sıcak su deşarj çamuru

**Koordinatlar:** X:380384969, Y: 4371787

*Fotoğraf 3.6: 6 Numaralı Numunenin Yeri*



ADK-6 Numaralı numune bilgileri, analiz sonuçları ve XRF analiz sonuçları ise aşağıda rapor olarak verilmiştir.




 <p><b>ARGETEST</b> Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri Mineral Processing, R&amp;D And Analysis Services</p>		  <p>TÜRKAK TS EN ISO/IEC 17025 AB-0742-T</p>	
		<p>AB-0742-T A-23/66578 10-23</p>	
			
<p><b>Deney Raporu / Test Report</b></p>			
<b>Müşterinin Adı</b> Customer Name	JEOKİM EN. KİM. JEO. ÇEVRE MAD. PET. ETÜT. PROJE DAN. MÜH. LAB. HİZ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.		
<b>Müşterinin Adresi</b> Customer Address	OSB 32 NOLU / BOR / NİĞDE		
<b>Lab. Numune No/Rapor No</b> Lab. Order No/Report No	A-23/66578		
<b>Numunenin Adı, Tarifi ve Durumu</b> Name, identity and condition of test item	"ADK-6"		
<b>Numune Kabul Tarihi</b> Date of Acceptance Sampling	31.08.2023		
<b>Talep Edilen Analiz</b> Analysis request	XRF - WR01 / SGR 01 / BVİs01 / BpH01 / MBİT01 / BSPT01, Nem/Moisture (Nem/Moisture), XRD KANTİTATİF (KANTİTATİF)		
<b>Açıklamalar</b> Remark	"ADK-6" işaretiyle gelen numunenin analiz raporudur. The analysis report of "ADK-6" marked sample.		
<b>Deneyin Yapıldığı Tarih</b> Date of Test	23.10.2023		
<b>Raporun Sayfa Sayısı</b> Number of page of the report	3		
<p>Deney laboratuvarları olarak faaliyet gösteren <b>ARGETEST TÜRKAK</b>tan <b>AB-0742-T</b> ile <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> standartına göre akredite edilmiştir. <b>ARGETEST</b> accredited by <b>TÜRKAK</b> under registration number <b>AB-0742-T</b> for <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> as test laboratory.</p>			
<p>Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda <b>Avrupa Akreditasyon Birliği(EA)</b> ve <b>Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC)</b> ile karşılıklı tanınma antlaşmasını imzalamıştır. / The Turkish Accreditation Agency(TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the <b>European co-operation for the Accreditation(EA)</b> and <b>The International Laboratory Accreditation Cooperation(ILAC)</b> for the mutual recognition of test reports.</p>			
<p>Laboratuvarımız TÜRK AKREDİTASYON KURUMU tarafından akredite edilmiştir. Akreditasyon kapsamındaki analizler "*" ile belirtilmiştir. Bu rapor laboratuvar izni olmaksızın kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir. Sonuçlar sadece analizi yapılan numuneye aittir. Analizler kuru bazda ve 25 ± 3 °C'de yapılmıştır. / Our laboratory accredited by TURKISH ACCREDITATION AGENCY this report shall not be reproduced other than in full except with permission of the laboratory. Testin reports without signature and seal are not valid. Results are only belong to the analyzed sample. Analyses were made at 25 ± 3 °C.</p>			
<p>İlim: İşletme içi metod/In house method.</p>			
<p>Şahit numunesinin arşivde saklama süresi 6 aydır ve analizlere ancak bu süre içinde itiraz edilebilir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve karar kuralı laboratuvarın talep edildiği durumlarda raporda belirtilir. / Retention period of witness samples in the archive are 6 months and analysis could have contested only during this time. Expanded measurement uncertainty and decision rule will stated in the report upon client request.</p>			
<p>Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir. / The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.</p>			
	<b>Yayımlandığı Tarih</b> Date	<b>Deney Sorumlusu</b> Person in Charge Of Test	<b>Laboratuvar Sorumlusu</b> Person in Charge Of Laboratory
	23.10.2023	Merve NURDİNGER 23.10.2023	Abdullah BUHUR 23.10.2023
<p>İ.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 www.argetest.com - info@argetest.com</p>			
<p>FRM.042/18.05.2022-11</p>			
			Sayfa : 1 / 3





ADK-6 Numaralı Numune XRF Analiz Sonucu:




**ARGETEST**  
Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri  
Mineral Processing, R&D And Analysis Services

AB-0742-T  
A-23/66578  
10-23

**Analiz Sonuçları / Results of Analysis**

Lab. Numune No/Rapor No	A-23/66578
Lab. Order No/Report No	
Deneyin Yapıldığı Tarih	31.08.2023 - 23.10.2023
Date of Test	
Paket Adı	XRF - WR01 / SGR 01 / BVS01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01
Package Code	
Açıklamalar	ADK-6
Remark	



**XRD Analiz Sonucu / XRD Analysis Result**

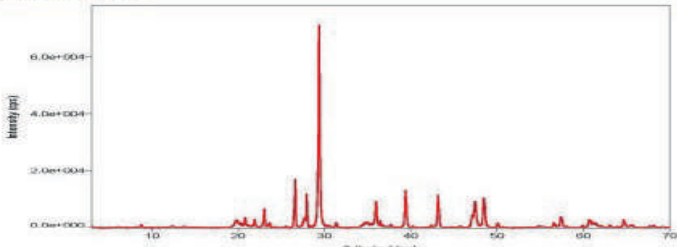
**Qualitative analysis results**

Phase name	Formula	Figure of merit	Phase ref. detail	DB card number
Calcite	Ca (C O3)	0.481	ICDD (PDF2.DAT)	00-086-0174
Quartz	Si O2	0.622	ICDD (PDF2.DAT)	00-078-2315
Illite	K (Al4 Si2 O9 (OH)3)	1.302	ICDD (PDF2.DAT)	00-070-3754
Goethite	Fe O (OH)	2.910	ICDD (PDF2.DAT)	00-081-0484


**Weight ratio**

Phase name	Content (%)
Calcite	55.6
Quartz	17.8
Illite	23.1
Goethite	3.5

**Measurement profile**





Rietveld analizinde düşük intensity'li sızma yapan minerallerde %2 (w) 'min altındaki değerleri dedekte edilemeyebilir./In Rietveld analysis, it may not be detected 2%(w) which have low intensity content.




**Yayımlandığı Tarih**  
Date  
23.10.2023

**Deney Sorumlusu**  
Person in Charge of Test  
Merve SUDUNCIER

**Laboratuvar Sorumlusu**  
Person in Charge of Laboratory  
Abdullah BUHUR



I.O.S.B. Aşağı İşleri Sanayi Sitesi 1364. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY.  
Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 [www.argetest.com](http://www.argetest.com) - [info@argetest.com](mailto:info@argetest.com)

FRM.042/18.05.2022-11

Sayfa : 3 / 3

Numune %55,6 kalsit, %23,1 illit, %17,8 kuvars ve %3,2 götit minerallerinden oluşur. Yüzde oranına göre numune "Kalsit ve Illit" karışımıdır.

## ADK-7 Numaralı Numune

**Yeri:** OSB Alanı (Resim 2.3).

**Tanımlama:** Kireçtaşı blokları arası kil taşı

**Koordinatlar:** X:380385452, Y: 4371653

**Fotoğraf 3.7: 7 Numaralı Numunenin Yeri**



ADK-7 Numaralı numune bilgileri, analiz sonuçları ve XRF analiz sonuçları ise aşağıda rapor olarak verilmiştir.



 <p><b>ARGETEST</b> Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri Mineral Processing, R&amp;D And Analysis Services</p>		 <p><b>TÜRKAK</b> Türk Akreditasyon Kurumu TS EN ISO/IEC 17025 AB-0742-T</p>	
		<p>AB-0742-T</p> <p>A-23/66579</p> <p>10-23</p>	
			
<p><b>Deney Raporu / Test Report</b></p>			
<b>Müşterinin Adı</b> Customer Name	JEOKİM EN. KİM. JEO. ÇEVRE MAD. PET. ETÜT. PROJE DAN. MÜH. LAB. HİZ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.		
<b>Müşterinin Adresi</b> Customer Address	OSB 32 NOLU / BOR / NİĞDE		
<b>Lab. Numune No/Rapor No</b> Lab. Order No/Report No	A-23/66579		
<b>Numunenin Adı, Tarifi ve Durumu</b> Name, identity and condition of test item	"ADK-7"		
<b>Numune Kabul Tarihi</b> Date of Acceptance Sampling	31.08.2023		
<b>Talep Edilen Analiz</b> Analysis request	XRF - WR01 / SGR 01 / BVs01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01, Nem/Moisture (Nem/Moisture), XRD KANTİTATİF (KANTİTATİF)		
<b>Açıklamalar</b> Remark	"ADK-7" işaretiyle gelen numunenin analiz raporudur. The analysis report of "ADK-7" marked sample.		
<b>Deneyin Yapıldığı Tarih</b> Date of Test	23.10.2023		
<b>Raporun Sayfa Sayısı</b> Number of page of the report	3		
<p>Deney laboratuvarları olarak faaliyet gösteren <b>ARGETEST TÜRKAK</b>tan <b>AB-0742-T</b> ile <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> standardına göre akredite edilmiştir. <b>ARGETEST</b> accredited by <b>TÜRKAK</b> under registration number <b>AB-0742-T</b> for <b>TS EN ISO/IEC 17025:2017</b> as test laboratory.</p> <p>Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınması konusunda <b>Avrupa Akreditasyon Birliği(EA)</b> ve <b>Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC)</b> ile karşılıklı tanınma antlaşmasını imzalamıştır. / The Turkish Accreditation Agency(TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the <b>European co-operation for the Accreditation(EA)</b> and <b>The International Laboratory Accreditation Cooperation(ILAC)</b> for the mutual recognition of test reports.</p> <p>Laboratuvarımız TÜRK AKREDİTASYON KURUMU tarafından akredite edilmiştir. Akreditasyon kapsamındaki analizler "*" ile belirtilmiştir. Bu rapor laboratuvar izni olmaksızın kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir. Sonuçlar sadece analizi yapılan numuneye aittir. Analizler kuru bazda ve 25 ± 3 °C'de yapılmıştır. / Our laboratory accredited by TURKISH ACCREDITATION AGENCY this report shall not be reproduced other than in full except with permission of the laboratory. Testin reports without signature and seal are not valid. Results are only belong to the analyzed sample. Analyses were made at 25 ± 3 °C.</p> <p>İlim: İşletme içi metod/In house method.</p> <p>Şahit numunesinin arşivde saklama süresi 6 aydır ve analizlere ancak bu süre içinde itiraz edilebilir. Genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve karar kuralı laboratuvardan talep edildiği durumlarda raporda belirtilir. / Retention period of witness samples in the archive are 6 months and analysis could have contested only during this time. Expanded measurement uncertainty and decision rule will stated in the report upon client request.</p> <p>Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri (olması halinde) ve deney metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir. / The test and/or measurement results, the uncertainties (if applicable) with confidence probability and test methods are given on the following pages which are part of this report.</p>			
	<b>Yayımlandığı Tarih</b> Date	<b>Deney Sorumlusu</b> Person in Charge of Test	<b>Laboratuvar Sorumlusu</b> Person in Charge of Laboratory
	23.10.2023	Merve NURDİNER 23.10.2023	Abdullah BUHUR 23.10.2023
<p>İ.O.S.B. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TURKEY Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 <a href="http://www.argetest.com">www.argetest.com</a> - <a href="mailto:info@argetest.com">info@argetest.com</a></p>			
<p>FRM.042/18.05.2022-11</p>			
			Sayfa : 1 / 3





ADK-7 Numaralı Numune XRF Analiz Sonucu:



**ARGETEST**  
Cevher Zenginleştirme, Ar-Ge ve Analiz Hizmetleri  
Mineral Processing, R&D And Analysis Services

AB-0742-T  
A-23/66579  
10-23

**Analiz Sonuçları / Results of Analysis**

Lab. Numune No/Rapor No	A-23/66579
Lab. Order No/Report No	
Deneyin Yapıldığı Tarih	31.08.2023 - 23.10.2023
Date of Test	
Paket Adı	XRF - WR01 / SGR 01 / BVis01 / BpH01 / MBIT01 / BSPT01
Package Code	
Açıklamalar	
Remark	ADK-7



**XRD Analiz Sonucu / XRD Analysis Result**

**Qualitative analysis results**

Phase name	Formula	Figure of merit	Phase ref. detail	DB card number
Quartz	Si O <sub>2</sub>	0.853	ICDD (PDF2.DAT)	00-088-1560
Calcite	Ca C O <sub>3</sub>	1.132	ICDD (PDF2.DAT)	00-006-0586
Montmorillonite	(Na,Ca) <sub>0.3</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O	1.251	ICDD (PDF2.DAT)	00-002-0014
Alkali Feldspar	KAl <sub>3</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>12</sub> O <sub>32</sub>	1.410	ICDD (PDF2.DAT)	00-071-0857
Goethite	Fe O (O H)	3.088	ICDD (PDF2.DAT)	00-081-0484
Kaolinite	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·Si <sub>2</sub> O <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	2.017	ICDD (PDF2.DAT)	00-002-0105

**Weight ratio**

Phase name	Content (%)
Quartz	17.8
Calcite	12.6
Montmorillonite	27.3
Alkali Feldspar	25.6
Goethite	6.5
Kaolinite	10.2

**Measurement profile**



Rietveld analizinde düşük intensiteli sızma yapan minerallerde %2 (w) 'nin altındaki değerleri dedekt edilemezdir./In Rietveld analysis, it may not be detected 2%(w) which have low intensity content.



**Yayımlandığı Tarih**  
Date  
23.10.2023

**Deney Sorumlusu**  
Person In Charge Of Test  
Merve NURDİNÇER

**Laboratuvar Sorumlusu**  
Person In Charge Of Laboratory  
Abdullah BUKUR






İ.O.S.D. Ağaç İşleri Sanayi Sitesi 1354. cad. 1358. sok. no : 43 Yenimahalle - Ankara / TÜRKİYE  
Tel: (+90 312) 395 77 95 Fax: (+90 312) 395 77 96 [www.argetest.com](http://www.argetest.com) - [info@argetest.com](mailto:info@argetest.com)

FRM.042/18.05.2022-11

Sayfa : 3 / 3

Numune %27,3 montmorillonit, %25,6 alkali feldispat, %17,8 kuvars, %12,8 kalsit, %10,2 kaolinit ve %6,5 götüt minerallerinden oluşur. Yüzde oranına göre numune "Montmorillonit ve Alkali Feldispat"tır.

### 3.2 Kil Numuneleri Analiz Sonuçlarını Değerlendirme

**1 Numaralı Numune (Kalsit):** Kalsit, kireç taşı olarak da adlandırılan bir karbonat mineralidir. Bu mineral genellikle karbon dioksit içeren suların etkisiyle oluşur. Kalsit, genellikle yapı taşı, dolgu malzemesi ve kimyasal endüstrilerde kullanılır.

**2,3,4 Numaralı Numuneler (Montmorillonit ve İllit Karışımı):** Bu numunede bulunan montmorillonit, genellikle kil mineralleri arasında yer alan bir bentonit türüdür. Montmorillonit, su emme kapasitesi ve şişme özellikleri ile bilinir. Aynı zamanda endüstriyel uygulamalarda kil çamuru olarak kullanılabilir. Bu mineral, petrol sahalarında çamur sondajlarda, kuyu sondajlarında ve kil çamur bazlı materyallerin üretiminde kullanılabilir. İllit, bir diğer kil mineralidir ve genellikle mikroskobik boyutlarda kristaller halinde bulunur. Seramik endüstrisinde, cam üretiminde ve zemin iyileştirmelerinde kullanılabilir. İllit, özellikle su tutma kapasitesi nedeniyle toprak iyileştirmelerinde de kullanılabilir.

Bu numune, montmorillonit ve illit minerallerinin bir karışımını içerdiğinden, hem montmorillonit hem de illit'in özelliklerine sahip olacaktır. Su emme, şişme ve diğer kil özellikleri, bu numunenin özel uygulama alanlarını belirlemede önemli olacaktır.

**5 Numaralı Numune (Kaolinit ve Montmorillonit):** Bu numunede bulunan kaolinit, beyaz kil olarak da bilinen bir kil mineralidir. Genellikle seramik, cam ve porselen endüstrilerinde yaygın olarak kullanılır. Kaolinit, yüksek alümina içeriğine sahip olup, beyaz renkli olması nedeniyle çeşitli uygulamalarda tercih edilir. Bu numunede aynı zamanda montmorillonit bulunmaktadır. Bu numune, hem kaolinit hem de montmorillonit içerdiği için, geniş bir uygulama yelpazesi için potansiyel taşıyor olabilir. Özellikle seramik, cam, porselen üretimi gibi endüstrilerde kullanımı yaygındır.

**6 Numaralı Numune (Kalsit ve İllit Karışımı):** Bu numune, kalsit (kireç taşı) ve illit karışımını içerir. İllit, bir diğer kil mineralidir ve genellikle mikroskobik boyutlarda kristaller halinde bulunan bir kil türüdür. İllit, su tutma kapasitesi ve diğer kil minerallerine benzer özellikleri nedeniyle toprak iyileştirmelerinde kullanılabilir.

Bu numune, kalsit ve illit minerallerinin bir karışımını içerir. Kalsit, inşaat ve kimya endüstrilerinde yaygın olarak kullanılırken, illit'in toprak iyileştirmelerinde ve diğer uygulamalarda kullanılma potansiyeli bulunabilir. Bu numunenin spesifik uygulama alanları, içerdiği minerallerin özelliklerine ve oranlarına bağlı olarak değişebilir.

**7 Numaralı Numune (Montmorillonit ve Alkali Feldispat Karışımı):** Bu numune, montmorillonit ve alkali feldispat karışımını içerir. Alkali feldispat, feldispat mineral grubuna aittir. Bu mineral genellikle cam ve seramik endüstrilerinde kullanılır. Aynı zamanda inşaat malzemeleri ve seramik glazürleri için de tercih edilir.

Bu numune, montmorillonit ve alkali feldispat minerallerinin bir karışımını içerir. Montmorillonit'in su emme özellikleri ile alkali feldispat'ın genellikle cam ve seramik endüstrilerinde kullanılma özellikleri birleşerek, bu numunenin çeşitli endüstrilerde kullanılacak bir malzeme olmasını sağlayabilir.

Doğada yaygın olarak bulunan kil mineralleri arasında genellikle kaolinit, simektit, illit ve klorit grubu yer alır. Bu mineraller, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir, plastiklik, renk ve büzülme gibi çeşitli özelliklere sahiptir. Öne çıkan kil türleri arasında kaolin, seramik killeri, refrakter killeri, bentonitler,



ağartma toprakları ve tuğla/kiremit üretiminde kullanılan killer bulunur. Bentonitler, en az %50-60 oranında simektit (montmorillonit) içerdiklerinde bu adı alırlar. (Önem, 2000)

Bentonit, vücuttaki toksinlerden arınmak için detoks amaçlı kullanılan bir malzemedir. Sağlık amaçlı olarak kullanılan termal çamurlar, paketler, bulamaçlar, banyo ürünleri, tek kullanımlık hazır paket balçıkları, kremler, pudralar, yüz maskeleri, plasterler, yakılar, antiperspiranlar ve emülsiyonlar gibi çeşitli şekillerde sunulmaktadır. (Atabey, Pekmez Toprağı ve Sağlık, 2010) (Atabey, Elementler ve Sağlığa Etkileri, 2015b)

Bu detaylar, her bir numunenin içerdiği minerallerin genel özellikleri hakkında bilgi verir. Ancak, belirli uygulama veya endüstri ihtiyaçlarına göre daha spesifik bir analiz yapılması önemlidir.





# 4. Bölüm



# SU KİMYASI



## 4. Su Kimyası

Su kimyası çalışması kapsamında yerinde fizikokimyasal analizler yapılmış olup, ayrıca laboratuvar analizleri için 3 adet su kimyası numunesi alınmıştır. Su numuneleri Nitrikasit ( $\text{HNO}_3$ ) ile asitlenip  $\text{pH} < 2$  yapıp soğuk zincirde laboratuvara iletilmiş ve analizleri yapılmıştır.

Su numuneleri alım yerleri, kotlama yapılırken Ağrı-Diyadin-Kaplıca adlarının kısaltması ADK kullanılmıştır. ADK-4, ADK-5 ve ADK-6 nolu kil numunesi alım yerlerindeki jeotermal çıkışlardır. Su numunelerinin analizleri Jeokim Laboratuvarında (Ankara) yaptırılmıştır.



## 4.1 Su Numunesi Alım Yerleri ve Analizleri

**ADK-4** paçal numune

**Koordinat:** X: 380384436, Y: 4372094

**Elektrik iletkenlik:** 2754  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$

**Ph:** 7,2

**Sıcaklık:** 52,6 °C

**Tuzluluk:** 2,7

ADK-4 Numaralı numunenin analiz sonucu Tablo 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1: ADK-4 Numaralı Numunenin Su Analizi**

Ph	7 (25°C)	
Elektrik İletkenlik	2749 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$	
Kuyu Çıkış Sıcaklığı	52,6°C	
Tuzluluk	2,7	
	mg/l	Analiz Metodu
Ca	4	Titrasyon
Mg	43,2	Titrasyon
K	55	Alev Fotometrisi
Na	196,3	Alev Fotometrisi
NO <sub>2</sub>	<0,02	Spektrofotometrik
NH <sub>4</sub>	<0,05	Spektrofotometrik
NO <sub>3</sub>	6,3	Spektrofotometrik
Fe	0,25	Spektrofotometrik
Mn	<0,01	Spektrofotometrik
Cl	180	Titrasyon
SO <sub>4</sub>	80,6	Spektrofotometrik
CO <sub>3</sub>	<10	Titrasyon
HCO <sub>3</sub>	1700	Titrasyon
Toplam Sertlik	68,35 AS	
Geçici Sertlik	68,35 AS	
Kalıcı Sertlik	0 AS	



## ADK-5

**Koordinat:** X: 380384527, Y: 4371894

**Elektrik iletkenlik:** 3142  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$

**Ph:** 6,8

**Sıcaklık:** 49,5 °C

**Tuzluluk:** 2,29

ADK-5 Numaralı numunenin analiz sonucu Tablo 4.2'de verilmiştir.

**Tablo 4.2: ADK-5 Numaralı Numunenin Su Analizi**

Ph	6,9 (25°C)	
Elektrik İletkenlik	3138 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$	
Kuyu Çıkış Sıcaklığı	49,5°C	
Tuzluluk	2,29	
	mg/l	Analiz Metodu
Ca	420	Titrasyon
Mg	46,2	Titrasyon
K	57	Alev Fotometrisi
Na	200	Alev Fotometrisi
NO <sub>2</sub>	<0,02	Spektrofotometrik
NH <sub>4</sub>	<0,05	Spektrofotometrik
NO <sub>3</sub>	8,6	Spektrofotometrik
Fe	0,27	Spektrofotometrik
Mn	<0,01	Spektrofotometrik
Cl	217,2	Titrasyon
SO <sub>4</sub>	86,2	Spektrofotometrik
CO <sub>3</sub>	<10	Titrasyon
HCO <sub>3</sub>	1780	Titrasyon
Toplam Sertlik	49,86 AS	
Geçici Sertlik	49,86 AS	
Kalıcı Sertlik	0 AS	

## ADK-6

Koordinat: X: 380385119, Y: 4371727

**Koordinatlar:** X:380383876, Y: 4372605

**Elektrik iletkenlik:** 3020  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$

**PH:** 7

**Sıcaklık:** 52,3 °C

**Tuzluluk:** 3,2

ADK-6 Numaralı numunenin analiz sonucu Tablo 4.3'de verilmiştir.

*Tablo 4.3: ADK-6 Numaralı Numunenin Su Analizi*

Ph	7,4 (25°C)	
Elektrik İletkenlik	3000 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$	
Kuyu Çıkış Sıcaklığı	52,3°C	
Tuzluluk	3,2	
	mg/l	Analiz Metodu
Ca	416	Titrasyon
Mg	43,7	Titrasyon
K	50,2	Alev Fotometrisi
Na	180,3	Alev Fotometrisi
NO <sub>2</sub>	<0,02	Spektrofotometrik
NH <sub>4</sub>	<0,05	Spektrofotometrik
NO <sub>3</sub>	6	Spektrofotometrik
Fe	2,3	Spektrofotometrik
Mn	0,02	Spektrofotometrik
Cl	196,5	Titrasyon
SO <sub>4</sub>	79,4	Spektrofotometrik
CO <sub>3</sub>	<10	Titrasyon
HCO <sub>3</sub>	1640	Titrasyon
Toplam Sertlik	68,2 AS	
Geçici Sertlik	68,2 AS	
Kalıcı Sertlik	0 AS	

## 4.2 Sahanın Su Kimyası

Jeotermal saha etütlerinde su kimyası çalışmaları ile çalışma sahasının su-kayaç ilişkisi, beslenme, boşalma, kimyasal konsantrasyon, rezervuar sıcaklığı, suyun kullanılabilir alanları ve kriterleri, jeotermal aktivitenin artıp azaldığı alanları vb. birçok parametreye ulaşmak mümkündür. Bütün verileri elde edebilmek için ayrıntılı bir su kimyası çalışması gerekmektedir.

Arazide sadece örnekleri alıp laboratuvara göndermek ve çıkan sonuçlara göre yorum yapmak birçok parametreye doğru ulaşmamak demektir. Araziden alınan örnekler laboratuvara taşınırken zamana bağlı olarak gerçek ısısını ve kimyasal yapısını yitirmektedir.

Dolayısıyla suyun içinde bulunan birçok parametre değişikliklere uğramakla beraber gerçek değerlerini temsil etmez. Oysaki arazide (yerinde, kaynak başında) yapılan tam analizlerle suyun gerçek sıcaklığında doğal yapısında analiz yapmak daha doğru sonuçlar elde etmemizi sağlar. Ayrıca indirgenme, yükseltgenme, çökelme, nitrifikasyon gibi birçok kimyasal olayında önüne geçilmiş olur. Kaynak başında ve laboratuvarında yapılacak analizler sonucunda elde edilecek verilerle sahayı daha doğru tanımlama ve yorumlama fırsatı olacaktır.

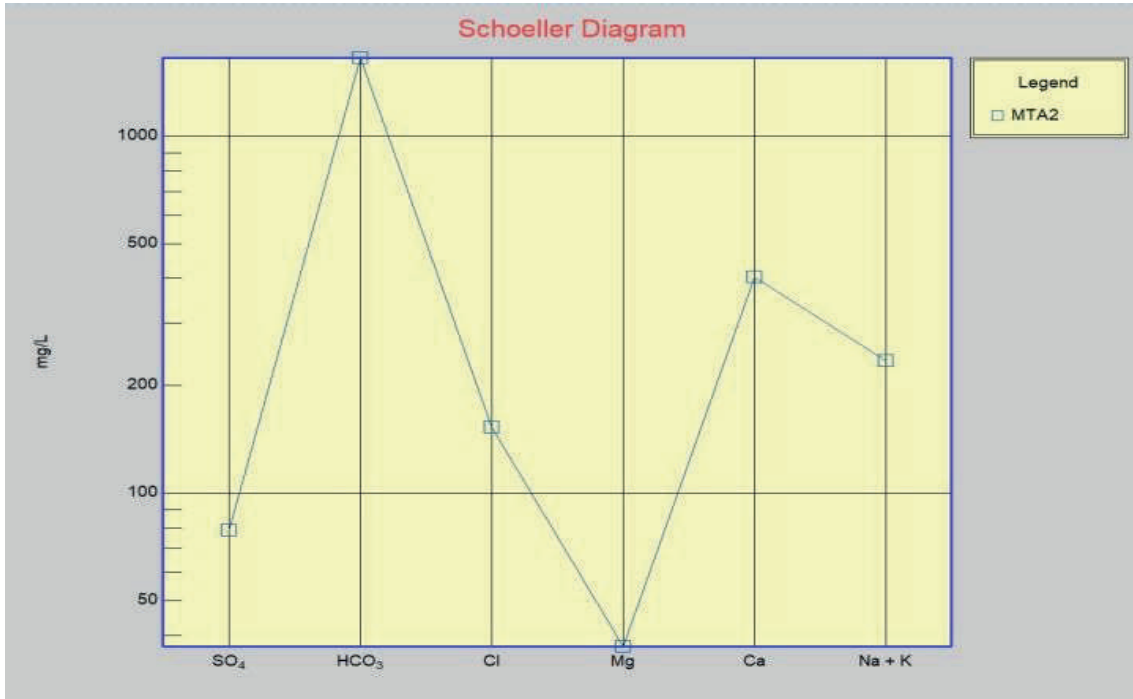
Alanın su kimyasının özellikleri yerinde alınarak incelenmiş (Tablo 4.4), MTA-2 kuyusunun analizleri alınıp çeşitli jeotermometreler uygulanarak su kimyası yorumlanmıştır.

**Tablo 4.4: Diyadin MTA-2 Kuyusu Su Analizi**

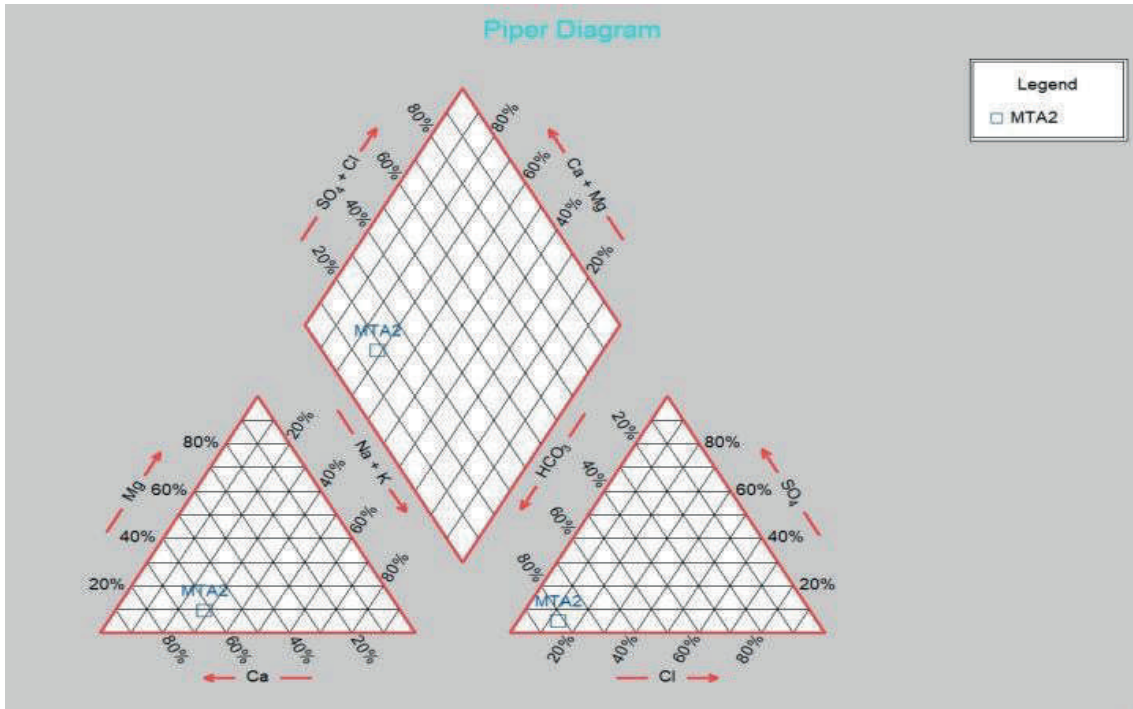
Parametreler	mg/L
Sodyum (Na)	182,5
Potasyum (K)	51.9
Magnezyum (Mg)	37.1
Kalsiyum (Ca)	403.22
Klor (Cl)	152.86
Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> )	1660
Sülfat (SO <sub>4</sub> )	78.8
Demir (Fe)	0.2

MTA-2 Kuyusundan alınan su numunesi Schoeller Diyagramı Şekil 4.1'de, Piper Diyagramı Şekil 4.2'de, İyon Balans Diyagramı Şekil 4.3'te verilmiştir.

Şekil 4.1: Diyadin MTA-2 Kuyusu Su Numunesi Schoeller Diyagramı

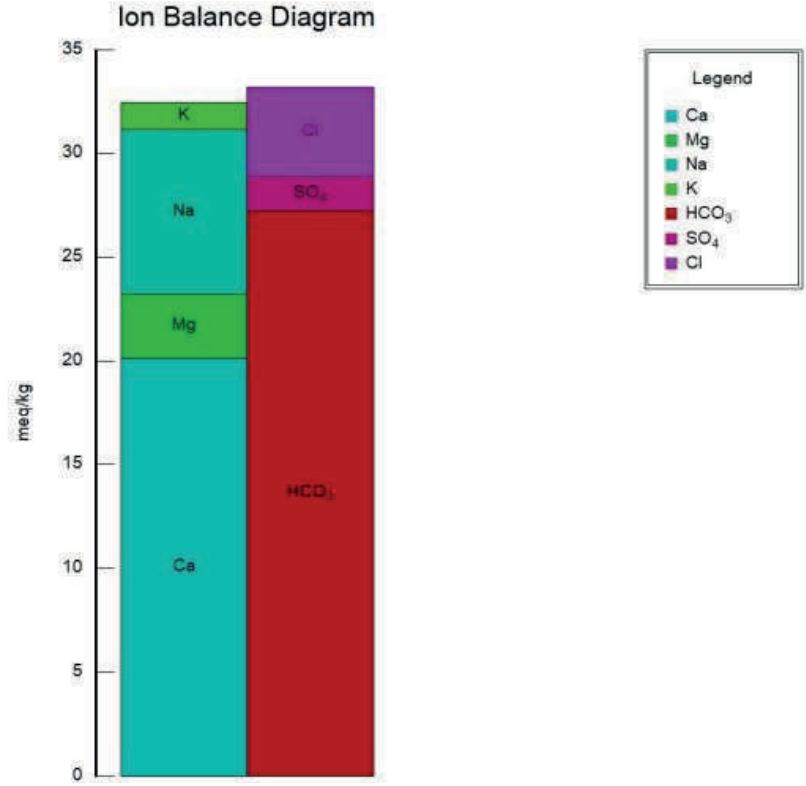


Şekil 4.2: Diyadin MTA-2 Kuyusu Su Numunesi Piper Diyagramı





Şekil 4.3: Diyardin MTA-2 Kuyusu Su Numunesi İyon Balans Diyagramı

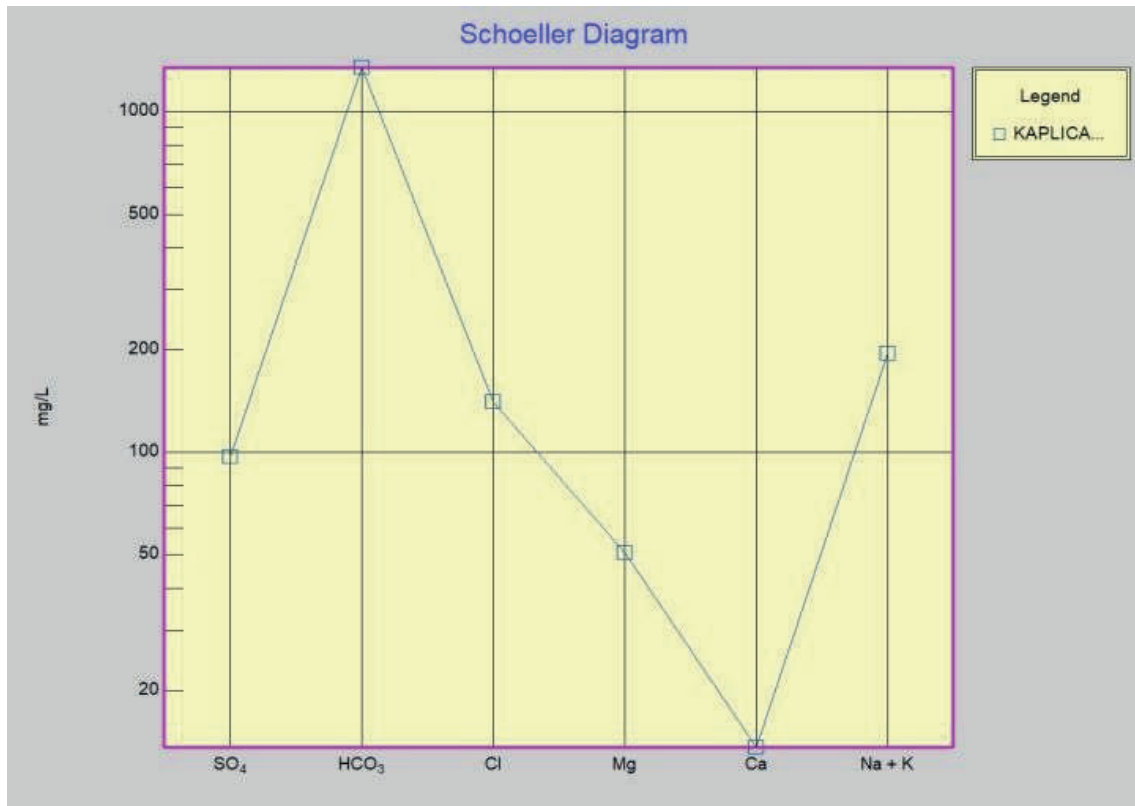


Diyardin Jeotermal kaynağı su numunesi analiz sonuçları Tablo 4.5'de, Schoeller Diyagramı Şekil 4.4'de, Piper Diyagramı Şekil 4.5'te, İyon Balans Diyagramı Şekil 4.6'da verilmiştir.

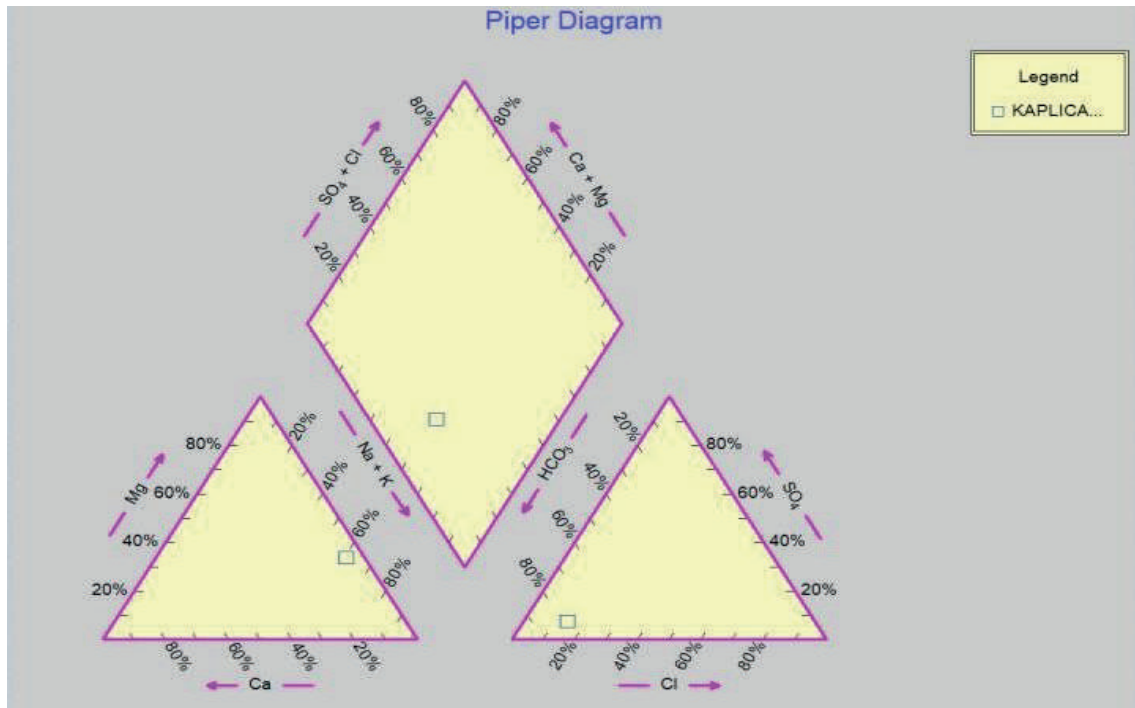
Tablo 4.5: Diyardin Kaplıca Suyu Analizi

Parametreler	mg/L
Sodyum (Na)	143
Potasyum (K)	52.1
Magnezyum (Mg)	50.8
Kalsiyum (Ca)	13.6
Klor (Cl)	141
Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> )	1351
Sülfat (SO <sub>4</sub> )	97.2
Demir (Fe)	<0.005

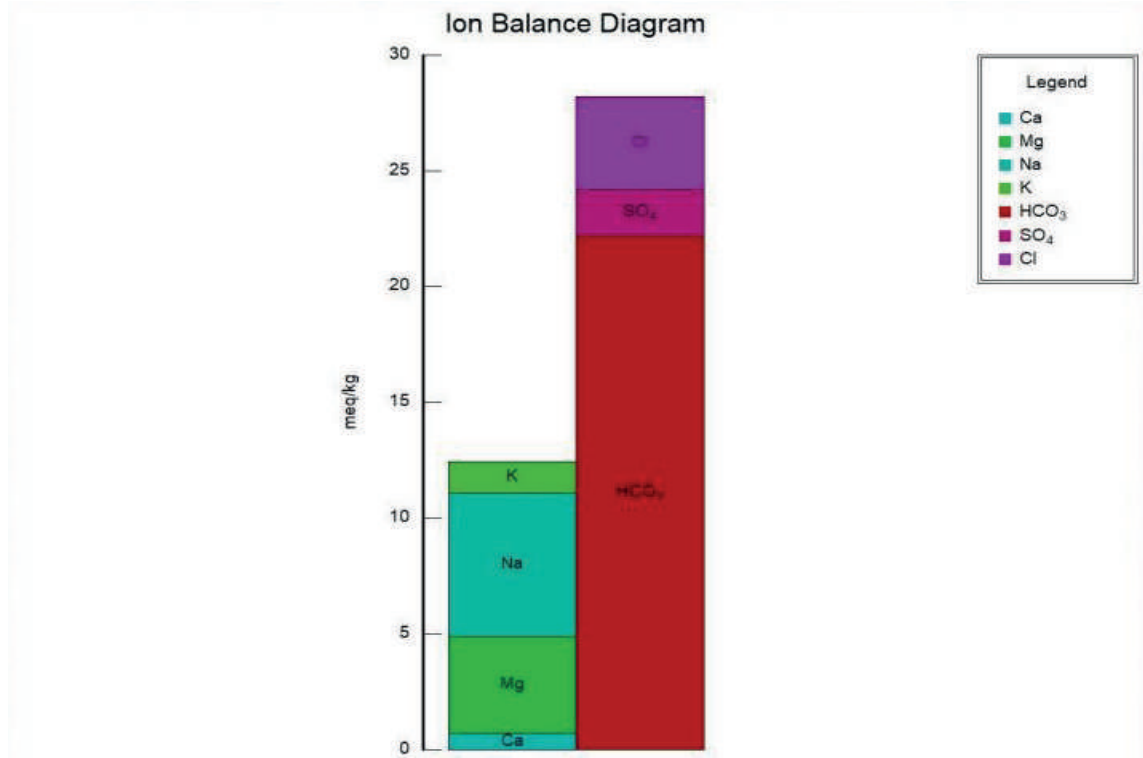
Şekil 4.4: Diyadin Kaplıca Suyu Schoeller Diyagramı



Şekil 4.5: Diyadin Kaplıca Suyu Piper Diyagramı



Şekil 4.6: Diyadin Kaplıca Suyu İyon Balans Diyagramı



### 4.3 Su Ölçümleri Değerlendirme

Scholler Diyagramına göre, hakim katyon Kalsiyum, hakim anyon Bikarbonat (HCO<sub>3</sub>) olup, hakim katyon ve anyon dizilimi şu şekildedir.

Katyon:  $r((\text{Kalsiyum} + \text{Magnezyum (Ca+Mg)})) > r((\text{Sodyum} + \text{Potasyum (Na+K)}))$

Anyon:  $r((\text{Bikarbonat} + \text{Karbonat (HCO}_3 + \text{CO}_3)) > r \text{ Sülfat (SO}_4) > r \text{ Klorür (Cl)}$

Piper Diyagramına göre;

Katyon:  $r((\text{Kalsiyum} + \text{Magnezyum (Ca+Mg)})) > r((\text{Sodyum} + \text{Potasyum (Na+K)}))$

Anyon:  $r((\text{Bikarbonat} + \text{Karbonat (HCO}_3 + \text{CO}_3)) > r \text{ Sülfat (SO}_4) > r \text{ Klorür (Cl)}$  olup, bu sular Kalsiyum Bikarbonatlı Sular Sınıfına girmektedir. Karbonat olmayan Alkalilik, Karbonat Alkaliliğinden azdır.

İyon Balans Diyagramına göre;

Hakim katyon kalsiyum olup, hakim anyon ise bikarbonattır. Bunun anlamı, suyun kabuk yapıcı özelliği olduğudur. Borularda kabuk oluşturarak, boru çeperinin daralmasına sebep olacaktır.







# 5. Bölüm

---



# GAZ ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRME



## 5. Gaz Ölçümleri ve Değerlendirme

### 5.1 Sahaların Gaz Ölçümleri

**Numune numarası: ADK-1**

**Koordinat:** X: 380384184, Y: 4370291

**Metan (CH<sub>4</sub>):** 0

**Karbondioksit (CO<sub>2</sub>):** 59,3

**Karbonmonoksit (CO):** 3

**Hidrojen Sülfür (H<sub>2</sub>S):** 0

**Radon (Rn):** 159

**Toron (<sup>222</sup>Rn):** 0

**Numune numarası: ADK- 2**

**Koordinat:** X: 380384330, Y: 4370400

**Metan (CH<sub>4</sub>):** 100

**Karbondioksit (CO<sub>2</sub>):** 100

**Karbonmonoksit (CO):** 3

**Hidrojen Sülfür (H<sub>2</sub>S):** 20

**Radon (Rn):** 419

**Toron (<sup>222</sup>Rn):** 678

**Numune numarası: ADK- 3, ADK-2 100 metre karşısı**

**Koordinat:** X: 380384412, Y: 4370544

**Metan (CH<sub>4</sub>):** 89,9

**Karbondioksit (CO<sub>2</sub>):** 60,2

**Karbonmonoksit (CO):** 3

**Hidrojen Sülfür (H<sub>2</sub>S):** 23

**Radon (Rn):** 473

**Toron (<sup>222</sup>Rn):** 533

**Numune numarası: ADK-3**, ayrı noktada ölçüm

**Koordinat:** X: 380384209, Y: 437114

**Metan (CH<sub>4</sub>):** 95,6

**Karbondioksit (CO<sub>2</sub>):** 60

**Karbonmonoksit (CO):** 3

**Hidrojen Sülfür (H<sub>2</sub>S):** 24,3

**Radon (Rn):** 201

**Toron (<sup>222</sup>Rn):** 659

**Fotoğraf 5.1: ADK-3 Noktası Gaz Ölçümü**





**Numune numarası: ADK-4** (Fotoğraf 5.2)

**Metan (CH<sub>4</sub>):** 56,3

**Karbondioksit (CO<sub>2</sub>):** 26,7

**Hidrojen Sülfür (H<sub>2</sub>S):** 17,3

**Radon (Rn):** 25

**Toron (<sup>3</sup>H):** 531

**Fotoğraf 5.2: ADK-4 Noktası Gaz Ölçümü**



**Numune numarası: ADK- 4** MTA-3 kuyusu doğal çıkış-1

**Koordinat:** X: 380384526, Y: 4371894

**Elektrik iletkenlik:** 2020  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$

**PH:** 6,2

**Numune no: ADK- 4** MTA-3 kuyusu doğal çıkış-2

**Koordinat: X:** 380384465, Y: 4371895

**Elektrik iletkenlik:** 1880  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$

**Toron ( $^3\text{H}$ ):** 52,3

**Numune numarası: ADK- 5** (Fotoğraf 5.3, 5.4).

**Koordinat:** X: 380384441, Y: 4372083

**Metan ( $\text{CH}_4$ ):** 0

**Karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ):** 7

**Hidrojen Sülfür ( $\text{H}_2\text{S}$ ):** 10,3

**Radon (Rn):** 4,85

**Toron ( $^3\text{H}$ ):** 254

**Fotoğraf 5.3: ADK-5 Noktası Gaz Ölçümü**



**Fotoğraf 5.4: ADK-5 Noktası Gaz Ölçümü**



**Numune numarası: ADK- 6** (Fotoğraf 5.5).

**Koordinat:** X: 380385113, Y: 4371739

**Metan (CH<sub>4</sub>):** 70,6

**Karbondioksit (CO<sub>2</sub>):** 7,2

**Karbonmonoksit (CO):** 0,3

**Hidrojen Sülfür (H<sub>2</sub>S):** 21,3

**Radon (Rn):** 23,9

**Toron (<sup>3</sup>H):** 17,3



**Fotoğraf 5.5: ADK-7 Noktası Gaz Ölçümü**



**Numune numarası: ADK-7** (Fotoğraf 5.6).

**Koordinat:** X: 380385464, Y: 4371651

**Metan (CH<sub>4</sub>):** 76

**Karbondioksit (CO<sub>2</sub>):** 52,6

**Karbonmonoksit (CO):** 3

**Hidrojen Sülfür (H<sub>2</sub>S):** 21

**Radon (Rn):** 72,8

**Toron (<sup>222</sup>Rn):** 221,9



**Fotoğraf 5.6: ADK-7 Noktası Sıcak Su Ölçümü**



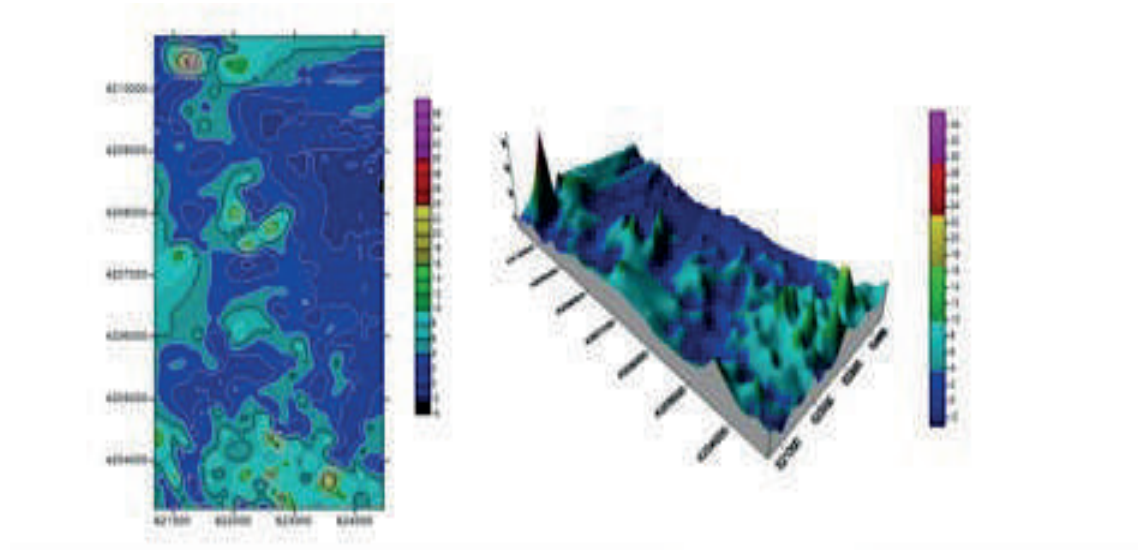
## 5.2 Gaz Ölçümleri Değerlendirme

### Radon Gazı (Rn)

Radon, periyodik cetvelin soygazlar sınıfında yer alan ve renksiz, kokusuz, tatsız özelliklere sahip bir elementtir. Toplamda 28 izotopu bulunan Radon, doğal uranyumun radyoaktif bozunması sonucu kaya, toprak ve suda oluşmaktadır. Yarılanma süresi az olduğundan yüzeye çıktığı noktadan uzaklaşamaz. Jeotermal kaynaklar genellikle yerin derinliklerinden gelen sıcak su ve buhar içerir. Bu sıcak su ve buhar, yeraltındaki kayaların içinden geçerken bu kayalardan radon gazını da çözebilir. Bu süreçte, yeraltı suları ve gazlar, radonu taşıyarak jeotermal rezervuarlara doğru hareket eder. Bu rezervuarlardan yüzeye doğru çıkan sıcak su ve buharla birlikte radon da atmosfere salınır. Jeotermal enerji aramalarında son derece önemli bir veri kaynağıdır. Radon, renksiz, kokusuz, tatsız bir elementtir ve periyodik cetvelde soygazlar sınıfında yer alır. Toplam 28 izotopa sahiptir. Radon, doğal uranyumun radyoaktif bozunması sonucu kaya, toprak ve suda oluşur. Yarılanma süresi kısa olduğundan, yüzeye çıktığı noktadan uzaklaşamaz. Bu nedenle, jeotermal enerji aramalarında önemli bir veri kaynağıdır. Radon gazı ölçümleri, jeotermal rezervuar, porozite, permabilite ve tektonik yapıyı anlamak açısından önemlidir. Radonun varlığı, faylı ve kırıklı yapılarla doğrudan bir korelasyon gösterir. (Atabey, 2013) (Şekil 5.1).

Radon gazı ölçümleri sonucunda hesaplanan Baskınlık değerinden Radon gazına neden olan kaynağın derinde ya da yüzeyde olduğunu tespit etmek mümkündür.

### Şekil 5.1: Radon Dağılımı



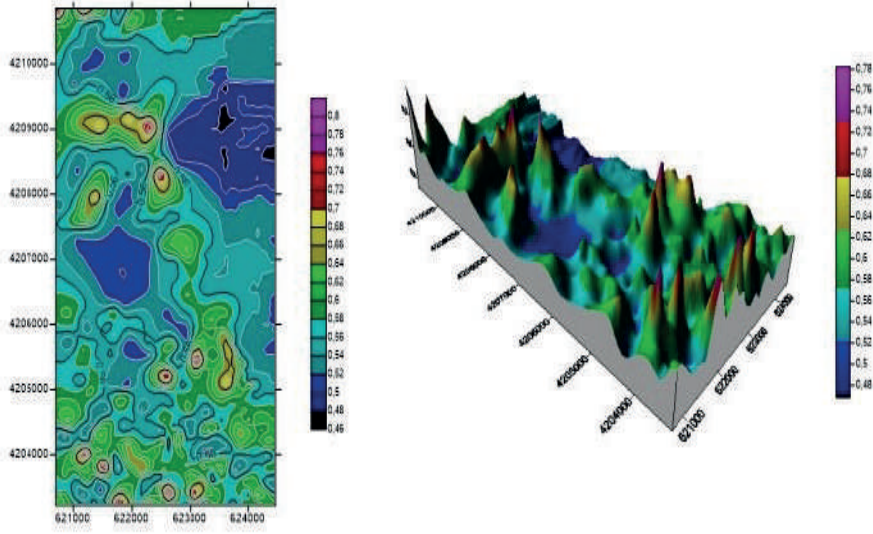
Arazide yerinde yapılan radon ölçümlerine göre radon değerleri %4.85 - 419 arasında değişmekte olup, en yüksek değeri ADK-2 (419) gösterirken, en düşük değeri ADK-5 (4.85) göstermektedir. Ölçümlere göre ADK-2, ADK-3, ADK-1 bölgeler tektonik hareketler yönünden daha aktiftir.

### Karbondioksit Gazı (CO<sub>2</sub>)

Karbondioksit gazı jeotermal sistemlerde su olup olmadığının ve kırıklı sistemlerin tespitinde kullanılmaktadır. Ülkemizde aktif doğrultu atımlı ana fay zonlarında gaz çıkışları görülür. Bunun nedeni doğrultu atımlı ana fay zonlarında kompresyon kuvvetlerinin oluşturduğu nedenlerden dolayı basınç zon dışındaki kayalara göre daha fazladır. Buna bağlı olarak fay zonlarında gaz çıkışı ve mineral parajenezlerinin konsantrasyonu görülmez. Karbondioksit gazı jeotermal sistemlerde su olup olmadığının ve kırıklı sistemlerin tespitinde kullanılmaktadır. Ülkemizde aktif doğrultu atımlı ana fay zonlarında gaz çıkışları görülür. Bunun nedeni doğrultu atımlı ana fay zonlarında kompresyon kuvvetlerinin oluşturduğu basınç nedeniyle diğer kayalara göre daha fazladır. Buna bağlı olarak fay zonlarında gaz çıkışı ve mineral parajenezlerinin konsantrasyonu görülmez.

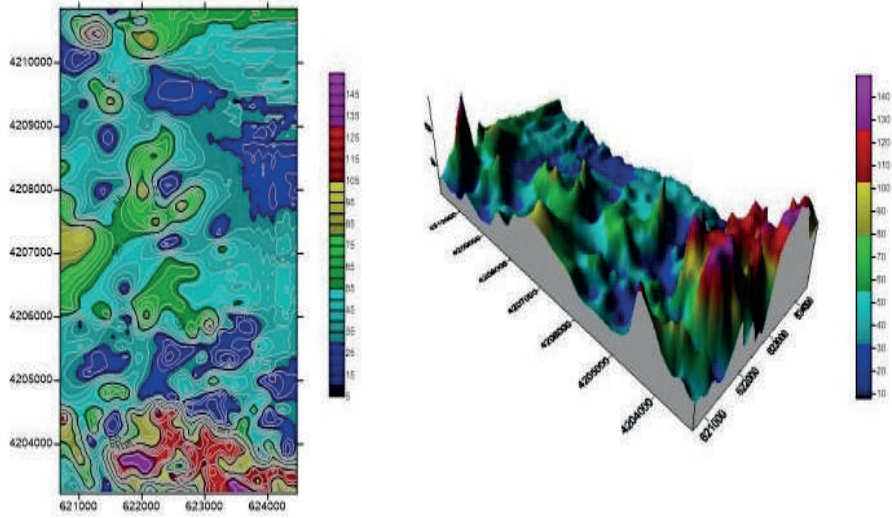
Buna karşılık ana faya bağlı değişik açılı tali faylarda ve kırık zonlarda gerilmeden dolayı basınç az olacağından gaz ve sıvıların çıkmasını sağlayan kolay yollar oluşacaktır. Doğrultu atımlı fay zonlarının derinliklerinden oluşan magma artığı gaz ve sıvılar ana faya bağlı tali faylardan yüzeye çıkar (Şekil 5.2).

Şekil 5.2: Karbondioksit Dağılımı

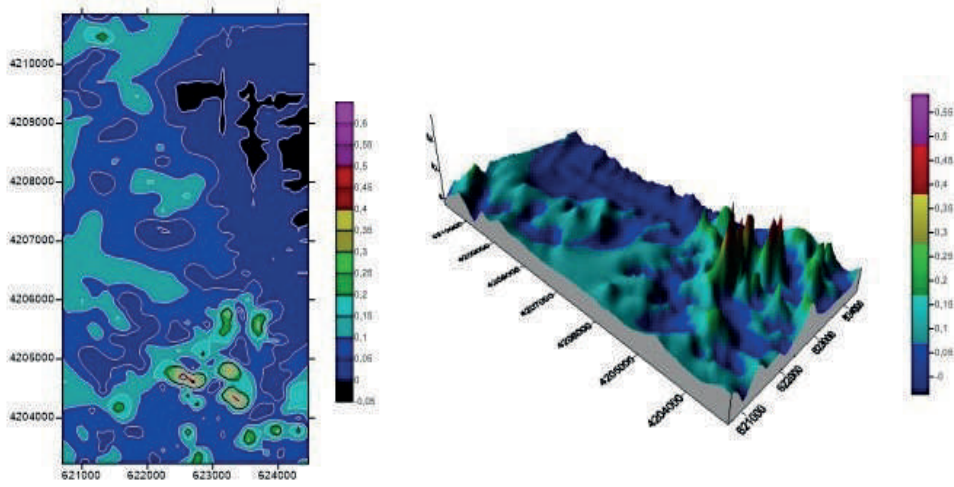


Arazide yerinde yapılan ölçümlere göre karbondioksit değerleri %7 - 100 arasında değişmekte olup en yüksek değeri ADK-2 (%100) gösterirken, en düşük değeri ADK-5 (7) göstermektedir (Şekil 5.2). Ölçümlere göre ADK-2, ADK-3, ADK-1 bölgeler yüksek karbondioksit değeri verip bölgeler kırıklı çatlaklı yapılar yönünden daha zengindir ve rezervuar özelliği taşımaktadır.

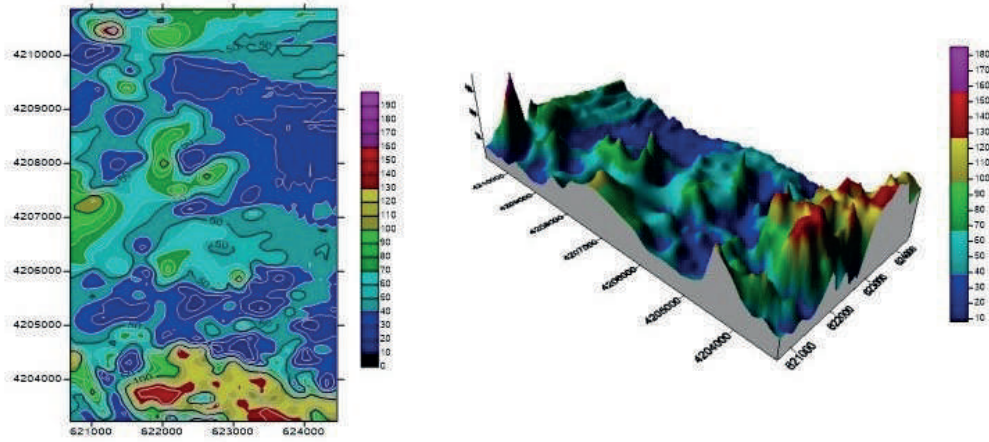
Şekil 5.3: Toron Gazı Dağılımı



Arazide yerinde yapılan radon ölçümlerine göre, Toron gazı değerleri %17.3 - 709 arasında değişmekte olup en yüksek değeri ADK-1 (%709) gösterirken, en düşük değeri ADK-6 (%17.3) göstermektedir (Şekil 5.3).

**Şekil 5.4: Radon/Toron Dağılımı**

Eldede edilen verilere göre bölgedeki gazlar derin dolaşımli olmayıp daha sıkı sirkülasyonlar sonucu oluşmuş gazlardır (Şekil 5.5).

**Şekil 5.5: Radon + Toron Dağılımı**

### Metan Gazı (CH<sub>4</sub>)

Basınçlı jeotermal rezervuarlar, üzerlerindeki kayalar tarafından alttaki su sütununun basıncını aşan ve yüksek basınç altında bırakılan akiferlerdir. Jeotermal alanlarda yer alan daha yoğun yapıdaki kaya katmanları, suyun yükselmesini ve ısı transferini kısıtlar. Bu derin katmanlardaki su, yüksek sıcaklıklara ve basınca maruz kalarak önemli miktarda ısı içerir. Aynı zamanda, bu su, çözülmüş metan açısından zengin bir içeriğe sahiptir ki bu, doğal gazın temel bileşenidir.

Ayrıca metan bataklık ve çöplük gibi alanlarda en fazla bulunmakla beraber, kömürü oluşturan bitkisel maddelerin turbiyelerde birikmesinden de kömür gazları oluşur. Kömür oluşum evrelerinde metan gazı açığa çıkar. Bu gaz çıkışları kömür ve doğal gaz aramalarında kullanılabilir.



Yapılan kömür sondajlarında ve grizu patlamalarında tehlikeyi önceden tespit etmek için metan ve LEL (Low Explotaion Limit-Alt patlama sınırı) noktası takip edilip olası bir tehlikenin önlenmesi mümkündür. Ortamdaki metan %5 ve LEL %100 olduğunda patlamaya neden olmaktadır.

Bölgede en yüksek Metan değerleri ölçülen numune yerleri numaralarına göre sırasıyla fazladan aza doğru ADK-2 > ADK-3 > ADK-6 > ADK-7 > ADK-4 > ADK-5 = ADK-1 şeklinde olup, bu bölgedeki metan gazı biyojenik kökenlidir. Metan gazının yüksek çıktığı yerler geliştirilip kömür ve petrol yönünden araştırılmalıdır.

### **Hidrojen Sülfür Gazı (H<sub>2</sub>S)**

Kömür aramalarında metanla birlikte H<sub>2</sub>S de kullanılabilir. Ayrıca jeotermal aramalarda yüksek entalpili sahalarda anomali vermektedir.

Ölçülen noktaların numaralarına göre fazladan aza doğru hidrojen sülfür, ADK-3 > ADK- 6 > ADK-7 > ADK-2 > ADK-4 > ADK-5 > ADK-1 şeklinde sıralanmaktadır. Buradaki hidrojen sülfür gazı derin kökenli olup, korozyon ve toksik yönünden tercih edilmeyen bir gazdır. Kullanım alanları oldukça sınırlıdır. Ölçümlerde hidrojen sülfür oranları belirgin derecede yüksek görüldüğünden sıcak sularda tercih edilmemektedir.

Birlikte bulunduğu diğer gazların kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Ayrıca yörede bulunan sular ağır metal yönünden zengin olacağından sular da tercih edilmemektedir.



# 6. Bölüm

---



DİYADİN  
KİL SAHASI  
DEĞERLENDİRMESİ





## 6. Diyadin Kil Sahası Değerlendirmesi

### 6.1 Tespit Edilen Kil Çeşitleri

Analiz sonuçlarına göre;

ADK-1 Numaralı numune **Kalsit**,

ADK-2, ADK-3, ADK-4 Numaralı numuneler **Montmorillonit ve İllit** karışımı kil.

ADK-5 Numaralı numune **Kaolinit ve Montmorillonit**

ADK-6 Numaralı numune **Kalsit ve İllit** karışımıdır.

ADK-7 Numaralı numune **Montmorillonit ve Alkali Feldispat** karışımıdır.

Killerin farklı sanayi kollarında değerlendirilirken en fazla kullanım sahası olan kil çeşidi bentonit killerdir. Bunun nedenleri arasında; su ile karıştırılınca koloidal özelliğe göstermesi, sıvı materyaller ile hacimce şişmesi, plastisitesinin yüksek olması gibi özellikler gösterilebilir. Killerin bentonit olarak değerlendirilmesi için Montmorillonitin %50-60 oranında olması gerekmektedir. 2 Numaralı numunede %46; 3 Numaralı numunede %42 oranında montmorillonit kili görünmektedir. Bu 2 sahada bentonit kil olarak kullanılma durumu değerlendirilmektedir.

En fazla tercih edilen 2. Kil çeşidi ise kaolinit killerdir. Yapılan çalışmalarda ADK-5 Numaralı numunede kaolinit kili saptanmıştır. Bu kapsamda da 5 numaralı sahanın farklı sanayi alanlarında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Genel olarak sahada tespit edilen killerin özgül ağırlığı en düşük %22, en yüksek %63'dür. Plastik indeksleri de en düşük %15, en yüksek %93'dür.

### Şişme Yüzdesi

Kilin şişme yüzdesi, önceden sıkıştırılmış bir kil numunesinin su altında bırakılmasının ardından meydana gelen hacim artışını, başlangıçtaki hacmine oranla yüzde olarak ifade eder. Genellikle, killerde olası şişme potansiyeli %1'den küçükse düşük, %1-3 arasındaysa orta, %5-10 arasındaysa yüksek, ve %10'dan fazlaysa çok yüksek olarak değerlendirilir. (Karakaya, 2006)

Diyadin kil sahasından derlenen numunelerin şişme analizlerinde;

ADK-1 nolu numunenin %8,60

ADK-2 nolu numunenin %26,60

ADK-3 nolu numunenin %14,40

ADK-4 nolu numunenin %15,10

ADK-5 nolu numunenin %14,30

ADK-6 nolu numunenin %7,30

ADK-7 nolu numunenin %18,60 ölçülmüştür.

Buna göre ADK-1 ve ADK-6 nolu numuneler yüksek şişme özelliğine, ADK-2 ADK-3 ADK-4 ADK-5 ve ADK-7 nolu numuneler çok yüksek şişme özelliğine sahiptir.

Kaolinit türü killerin şişme özelliği çok yüksek, illit orta ve montmorillonit türü killerin ise yüksektir.

Diyadin sahasında şişme özelliği yüksek olan Montmorillonit türü kil bulunur. Montmorillonit türü kilin su içeriği değişkendir. Suyu emer ve zaman içinde hacminde büyük ölçüde artış olur.

## 6.2 Yapılması Gereken Çalışmalar

İlk analizlere göre ise 2 ve 3 numaralı sahadan alınan numunelerdeki montmorillonit oranı istenilen oranda olduğu için bu sahalara yoğunlaşılması gerektiği düşünülmelidir. Aynı zamanda 5 numaralı sahada tespit edilen kaolinit de sanayide farklı kullanım alanları olan bir kil çeşididir. Fakat yapılan çalışmada kullanılan numunelerin yüzey monstrasından alınmakta ve bu noktada da atmosferik koşullardan (yağmur, kar, erozyon vb.) etkilenmekte ve alterasyona uğramaktadırlar. Dolayısıyla sahanın kil potansiyelini tamamen belirlemek için kilin yayılımı ve derinliğini de bilmek özel sektör yatırımcıları için önem arz etmektedir. Çalışma sahasında derinlerden ve belirlenen lokasyonlardan alınacak numuneler ve bunların detaylı analizleri net sonuca gidilmesini sağlamakla beraber, sahayla ilgili daha doğru sonuçlar elde etmemizi sağlayacaktır. Sahanın daha sağlıklı değerlendirilmesi için;

1. Sahanın ayrıntılı jeolojik, stratigrafik, sedimantolojik özellikleri ortaya konulmalıdır.
2. Jeofizik yöntemler uygulanarak, yerin yapısı, tabakalanma, kalınlık durumu ortaya çıkarılmalıdır.
3. Sondajlı etütler yapılarak, ayrıntılı numune alımı ve geometrisi ortaya konulmalıdır.
4. Analizleri yapılarak mineralojik yönüyle değerlendirilmelidir.
5. Kil türüne göre sahada rezerv hesaplaması yapılmalıdır.

# 7. Bölüm

---



# SONUÇ





## 7. Sonuç

Diyadindeki kil analizi, bölgedeki kil kaynaklarının zengin mineralojik çeşitliliği ve kimyasal özellikleri hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Mineralojik analizler, örneklerde bulunan farklı minerallerin endüstriyel uygulamalara yönelik geniş bir yelpazede kullanım potansiyelini vurgulamaktadır. Bu çeşitlilik, seramik, çimento, tarım ve inşaat sektörleri gibi birçok sektörde kilin çeşitli amaçlarla kullanılma olasılığını göstermektedir. Kil çeşitlerine göre özel sektörlerde kullanılabilecekleri alanlar aşağıda belirtilmiştir.

### 2, 3, 4, 5 ve 7 numaralı sahalarda saptanan montmorillonit kil;

**Petrol ve Gaz Endüstrisi:** Sondaj sıvıları içinde kullanılabilir. Kilin yüksek şişme kapasitesi, sondaj sıvısının kuyudan yükselmesi sırasında stabilizasyonu ve akışkanlığı kontrol etmeye yardımcı olur ve kuyu duvarlarını güçlendirebilir. Ayrıca petrol rafinerilerinde çeşitli işlemlerde de kullanılabilir. Bu sektörde kullanım için şişme endeksi önemli bir etkidir. Genellikle %20-30 arasında olması tercih edilir. 2 numaralı numunenin endeksi 26,6 ml/2g ile en uygundur. Sahalardaki nem oranları ise sektörde kullanılan ortalama değer olan %1-5 arasındaki değerlerden genelde fazladır.

**Çevre ve Toprak İyileştirme:** Toprak iyileştirme ve erozyon kontrol projelerinde kullanılabilir. Kil, toprağın su tutma kapasitesini artırabilir ve erozyonu önleyebilir. Aynı zamanda katyon değiştirebilme özelliği sayesinde gübre yapımında da kullanım imkânları bulunmaktadır. Çevre kirliliğinin artmasıyla birlikte, çevre dostu katalizörlerin de önemi artmıştır. Montmorillonit kilinin bolluğu ve ekonomik olması, onu bu alanda önemli bir aday haline getirmektedir. Montmorillonit kilinin şişebilme ve katyon değiştirme özellikleri, katalizör ve katalizör destekleyicisi olarak kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Metal yükleme ve sütunlama gibi çeşitli modifikasyon işlemleri, onun katalizör özelliklerini artırabilir. Montmorillonit kilinin, birçok organik reaksiyon için yaygın olarak kullanılan katı asit katalizörlerinden biri olduğu bilinmektedir. Bu sektörde de 2 numaralı numune en fazla şişme endeksine sahip olduğu için değerlendirilmeye alınabilir olarak düşünülmektedir. Fakat diğer sahalarda da ilgili alanlarda kullanılabilir.

**Seramik ve Çömlekçilik Endüstrisi:** Seramik ve çömlekçilik endüstrisinde şekil değiştirebilme özelliği nedeniyle kullanılır. Kil, seramik ürünlerin şekillendirilmesinde ve pişirilmesinde etkilidir. Aynı zamanda kurumadan dolayı çatlamayı azaltır; kuru mukavemeti arttırmaktadır.

**Kozmetik Endüstrisi:** Kozmetik ürünlerde kullanılabilir. Kil, cilt temizliği ve maske uygulamalarında absorbe edici özellikleri nedeniyle tercih edilebilir. Örnek alınan sahalarda ph derecesi 10'dan yüksek olduğu için kozmetik sektöründe kullanımı için farklı testlerin yapılması gerekmektedir. Fakat 4,5 ve 6 numaralı sahalarda yapılan su ölçümlerinde ph derecesi insan cildi ile uyumlu olan 6-7 aralığında çıkmıştır.

**Gıda ve İçecek Endüstrisi:** Gıda endüstrisinde koyulaştırıcı, emülgatör ve stabilizatör olarak kullanılabilir. Ayrıca, bazı gıda ürünlerine renk ve tekstür eklemek için de kullanılabilir. Hayvan yeminde topaklanmayı önleyici madde olarak kullanılabilir. Ph değeri genellikle 4-7 arasında tercih edilmektedir. İlgili sahalarda ph değeri istenen değerden yüksek çıkmıştır. Fakat yine gıda endüstrisinde farklı ph dereceleri istenen sektörlerde kullanılabilir.

**İnşaat ve Zemin İyileştirme:** İnşaat sektöründe zemin iyileştirmesi ve geoteknik uygulamalarda kullanılabilir. Kil, zeminin mühendesel özelliklerini iyileştirebilir ve stabilite sağlayabilir. Bağlayıcı özellikleri ve ince taneli yapısı sayesinde, kum tanecikleri döküm ve paketleme endüstrisinde tutucu bir rol oynarlar. Toprak baraj ve setlerin inşası sırasında, sıvıların sızmasını önlemek amacıyla kullanılabilirler. Bazı Montmorillonit türleri, ara katman moleküler boşluk ve eşlik eden adsorpsiyonu delici su nedeniyle diğer kil türlerine göre çok daha fazla genişleyebilir. Genişleme miktarı, büyük ölçüde, numunede bulunan değiştirilebilir katyonun türüne bağlıdır. Özellikle, sodyumun baskın değiştirilebilir katyon olarak bulunduğu durumlarda, kilin orijinal hacmi birkaç katına kadar genişleyebilir. Bu durum, sodyum montmorillonitin, doğal taş ocaklarında kullanılması veya patlayıcı madde kullanımının kabul edilemez olduğu durumlarda patlayıcı olmayan madde olarak önemli bir bileşen olarak kullanılması için bir alternatif sağlar. Ayrıca, beton yapıların yıkılması gibi işlemlerde kullanılabilir.

**Diğer Sektörler:** Montmorillonit killer yangın söndürücü yapımında kullanılabilir. Boya, mürekkep ve emaye endüstrilerinde aynı zamanda yağların ağartılmasında da etkili adsorpsiyon özelliği sayesinde çeşitli uygulama alanları bulunmaktadır.

### 1 ve 6 numaralı sahalarda saptanan kalsit;

Sahada numune alımı sırasında tespit edildiği üzere; 1 numaralı sahada elde edilen numunede kalsit olarak tespit edilen malzeme kalsit bileşimli olup, kristal halde değildir. Yer altından sıcak suların, derindeki mermer kayalarını eritmesi ve yüzeyde birikmesiyle oluşmuştur. Saha 6'daki gibi kristal boyutta yer alan kalsitler kuru ve yaş sistemlerde öğütülmelerinin ardından; ilaç, gıda, kâğıt, boya, plastik ve kablo sektöründe kullanılır. Ayrıca yapıştırıcı, halı tabanı, yer muşambası üretiminde ve kömür santrallerinde kirliliği azaltmak için kullanılabilirler.

**İnşaat Endüstrisi:** Kalsit, inşaat sektöründe kullanılan bir malzemedir. Özellikle kalsit mermeri, zemin kaplamaları, duvar kaplamaları ve süslemelerde kullanılabilir. Sıva, macun, derz dolgusu ve alçı üretiminde de kullanılmaktadır.

**Kimya Sanayisi:** Kalsit, kimya endüstrisinde bazı kimyasal işlemlerde kullanılabilir. Beyazlık derecesi yüksek olduğu için boyada, plastikte ve kâğıtta tercih sebebidir.

**Toprak İyileştirme:** Tarım sektöründe kalsit, toprak pH'ını düzenleme amacıyla kullanılabilir.

**Cam Endüstrisi:** Kalsit, cam üretiminde bir bileşen olarak kullanılabilir.

### 5 numaralı sahada saptanan kaolinit kil:

**Seramik Sanayi:** Seramik üretiminde yaygın olarak kullanılır. Seramik ürünlerin yapımında kilin plastisite özellikleri önemlidir ve kaolinit bu gereksinimleri karşılayabilir. Seramik kaplama ve porselen üretiminde de kullanılır. Bu uygulamalarda beyaz renk, parlaklık ve yüzey düzlüğü sağlamak için tercih edilir. Fakat 5 Numaralı numunede saptanan kaolinit oranı %23,6 ile düşüktür. Dolayısıyla seramikte kullanımı işlem geçirmeden zordur.

**Kâğıt Endüstrisi:** Kâğıt endüstrisinde dolgu malzemesi olarak kullanılır. Kaolin, kâğıt hamurunun özelliklerini iyileştirmek, beyazlatmak ve döküm performansını artırmak için eklenir. Bu endüstride

kullanımı için %90-100 oranın saf olmalı ve içerisinde kuvars içermemelidir. Parlaklığı en az %85 olmalı ve tane boyutu da ufak olmalıdır. Safılık oranı nedeniyle yüzeyden alınan numune kağıt endüstrisine çok uygun gözükmemekle beraber detaylı analizler yapılması gerekmektedir.

**Boya ve Pigment Üretimi:** Boya, kaplama ve pigment üretiminde kullanılabilir. Bu mineral, ürünlerin rengini düzenlemek ve özelliklerini iyileştirmek için kullanılır. Sanayi boyaalarında kalsit tozu ve titanyum oksit ile birlikte kullanılır. Ev tipi boyalarda ise su bazlı iç cephe plastikte kullanılır. Parlak su bazlı ve yarı parlak boyalarda kullanılan kaolinin ölçüsü 2 µm'dan büyük olmalıdır.

**Kozmetik Sanayi:** Kozmetik ürünlerde (makyaj, cilt bakımı vb.) emülsiyon stabilizasyonu ve kalınlaştırma ajanı olarak kullanılabilir. Fakat bu sektörde daha çok bentonit kil tercih edilmektedir.

**İlaç Sanayi:** İlaçlarda bir dolgu madde olarak kullanılabilir. Özellikle tabletlerin üretiminde kullanılabilir. Aynı zamanda diş macunlarında da kullanılabilir fakat kalsine edilmiş kaolin belirli fiziksel özelliklere sahip olmalıdır. Bu sektörde kullanılacak kaolinit'in %90'ı 2µm altı olmalıdır.

**Toprak İyileştirme:** Toprak iyileştirmesi ve kil içeriğini artırmak için tarım sektöründe kullanılabilir.

**Yapı ve Yol İnşaatı:** İnşaat endüstrisinde dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Aynı zamanda çamur sondajlarında bir çeşit materyal olarak da kullanılabilir. Maliyeti azaltmaya katkı sağlamak ve su bazlı yapıştırıcılarda, ayrıca epoksi esaslı yapıştırıcılarda daha iyi viskozite elde etmek ve kolay uygulanabilirlik sağlamak amacıyla sıklıkla sert kaolin kullanılır. Su bazlı yapıştırıcılarda tercih edilen kaolinin pH değeri 4.5-5.5 arasında olmalıdır.

**Plastik Sanayi:** Güçlendirici ve maliyet düşürücü katkı malzemesi olarak özellikle vinillerde ve polyesterlerde sıkça tercih edilen bir mineraldir. Bu mineralin en önemli uygulama alanlarından biri, PVC kaplı teller ve kabloların üretimidir. Kalsine kaolin ve silika ile modifiye edilmiş kaolinler, PVC'lerin elektrik direncini artırmak için kullanılır. Bu malzemeler, hidrofobik özelliklere sahip oldukları için özellikle tercih edilmektedir.

**Lastik Sanayi:** Maliyet düşürülmesine katkı sağlamak ve güçlendirici olarak en yaygın olarak kullanılan katkı malzemesi, özellikle sert kaolindir. Sert kaolinin ortalama tane boyutu 0.2 µm'dan küçük olmalıdır, bu da istenilen özellikleri elde etmede etkili olmasını sağlar. Diğer taraftan, yumuşak kaolinlerin tane boyutu ise 1.0 µm'dan küçük olmalıdır. Aranan kaolinin su içindeki pH değeri 4.5-5.5 arasında olmalıdır ve içerdiği elementler bakımından (Fe, Mn ve Cu) çok düşük sınırlar içinde bulunmalıdır.

**Cam ve Elyaf Sanayi:** Bu sanayide de hammadde olarak kaolinit kullanılmaktadır. Kaolinit ısı izolasyonu sağlar ve plastiklerin güçlendirilmesine katkı sunar. Alüminyum camlarda erime ısısını aşağı çeker ve kristalize olmasını önler. Cam elyaf üretimi için istenilen kaolinde %37 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %44 SiO<sub>2</sub> en fazla %1 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %2 Na<sub>2</sub>O ve %1 H<sub>2</sub>O olmalıdır. 5 numaralı yapılan ölçümlerde SiO<sub>2</sub> değeri istenen ölçülerde çıkarken Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değeri istenen değer çok altında çıkmıştır.

**Diğer Sektörler:** Oksitlenmiş yüzeylerin temizlenmesinde kullanılır. Bu sektörde kullanılan kaolinlerin en fazla 2 ppm arsenik ve en fazla 20 ppm ağır metaller içermesi beklenir. Petrol rafinelerinde katalitik dönüşümlerde kullanılabilir. Baskı tekniklerinde mürekkebin parlaklığını uzun süre koruması için ince taneli kaolin kullanılabilir.

Sonuç olarak, Diyarindeki kil kaynakları, bölgenin ekonomik ve endüstriyel kalkınmasına önemli katkılarda bulunabilecek bir potansiyele sahiptir. Bu analiz, yerel yönetimler, yatırımcılar ve endüstri paydaşları için stratejik planlamalarda kullanılmak üzere kapsamlı bir temel oluşturmaktadır. Detaylı analizler ve ileri çalışmalar, bu kaynakların optimum şekilde kullanılması için önemli adımlar atılmasına yardımcı olacaktır.



## Kaynakça

- Akar, U. M. (1995). Jeokimyasal ve İzotopik Bulgular. 11. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*.
- Akıncı, Ö. (1968). Bilecik Bölgesi Kaolin Yatakları ve Civarının Jeolojisi, Kaolinlerin Seramik Özellikleri. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*.
- Atabey, E. (2010). Pekmez Toprağı ve Sağlık. *MTA Yerbilimleri ve Kültür Serisi: 8*.
- Atabey, E. (2013). Türkiye'de Doğal Radyasyon Kaynakları ve Tıbbi Jeolojik Etkileri. *MTA Yer Bilimleri ve Kültür Serisi - 10*.
- Atabey, E. (2015a). Kil mineralleri. - *insanlarda kil yeme alışkanlığı (jeofajia)- peloidler- bentonit ve detoks kili-patojenlerekemez toprağı ve tıbbi jeolojik yönden değerlendirme*. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi (Ders Notu).
- Atabey, E. (2015b). *Elementler ve Sağlığa Etkileri*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi mezotelyoma ve Tıbbi Jeoloji uygulama ve Araştırma merkezi.
- Aydın, H., & Mutlu, H. (2013). Diyadin (Ağrı) jeotermal sahasına yönelik jeokimyasal ve izotopik bulgular. 11. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Jeotermal Enerji Semineri*.
- Eraslan, Y. (2023). Şekillendirme Yöntemleri Ders Notu. <https://avesis.yildiz.edu.tr/resume/downloadfile/yaman?key=3e026c6a-d023-486a-93ca-3813db83575f> adresinden alındı
- Google Maps (2023 Aralık 23) Diyadin Numune Alanları Diyadin, Ağrı, Türkiye.
- Google Maps (2023 Aralık 23) Ağrı-Diyadin-İnceleme Alanı, Türkiye.
- Greenwood, N., & Earnshaw, A. (1997). *Chemistry of the Elements*. Butterworth Heinemann.
- Grim, R. (1988). The History of the Development of Clay Mineralogy. *Clays and Clay Minerals*, 97-101.
- Grimshaw, R. (1971). *The Chemistry and Physics of Clays and Allied Ceramic Materials*. A.B.D: Techbooks.
- H. Özbebek, H. A. (2011). İnce Agregalarda Yapılan Metilen Mavisi ve Kum Eşdeğerliliği Deney Sonuçlarının Beton Özelliklerine ve Maliyete Etkisi. *Beton Kongresi*.
- Kansun, G., Afzalı, A. O., & Üçgün, F. (2020). The Stratigraphic and Petrographic Properties of the Rocks in Davut – Tazekent Vicinity, Diyadin-Ağrı-Turkey. *European Journal of Science and Technology Special Issue*, 528-551.
- Karakaya, M. Ç. (2006). *Kil Minerallerinin Özellikleri ve Tanımlama Yöntemleri*. Bizim Büro Basımevi.
- Namlı, A. (2012). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Besleme Toprak Bilimi Ders Notları*.
- Önem, Y. (2000). *Sanayi Madenleri*. Kozan Ofset.
- Özkan, H., & Demirel, V. (2000). *Ağrı Diyadin MT-2,3 ve 4 Jeotermal Sondajları Kuyu Bitirme Raporu - MTA Derleme Rap No: 10461*. MTA.
- Özkan, V. (2020). *Ağrı-Diyadin MT-2, 3 and 4 Geothermal Well Drilling, Completion Report*. MTA.
- Seyhan, İ. (1972). Kaolin, Bentonit, Kil ve Tuğla-Kiremit Toprakları Jeolojisi. *MTA Eğitim Serisi - 13*.
- Yücel, M., Burçak, M., & Yıldırım, T. (1997). *Ağrı-Diyadin Çermik Sahası Jeotermal-Jeofizik Etüt Raporu*. Ankara: MTA.





### T.C. Serhat Kalkınma Ajansı

Ortakapı Mah. Atatürk Cad. No:69  
Merkez/KARS

Telefon: +90 474 212 52 00

#### Ağrı Yatırım Destek Ofisi

Fırat Mah. Yaşar Kemal Cad.  
Ağrı TSO Binası Kat:3  
Merkez/AĞRI

Telefon: +90 472 215 04 24

#### Ardahan Yatırım Destek Ofisi

Karagöl Mah. Kongre Cad.  
İskan Sk. TSO Binası No:41 Kat:2 No:1  
Merkez/ARDAHAN

Telefon: +90 478 211 38 33

#### Iğdır Yatırım Destek Ofisi

Cumhuriyet Mah. 503. Sk.  
Ağgöl İş Merkezi No: 11 Kat:3/17  
Merkez/IĞDIR

Telefon: +90 476 227 70 10

#### Kars Yatırım Destek Ofisi

Ortakapı Mah.  
Atatürk Cad. No:69  
Merkez/KARS

Telefon: +90 474 212 52 00

Aralık 2023

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılamaz.