

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNKILIÇ BÖLGESİ MANGANEZ OCAĞI YAKIN ÇEVRESİNDEKİ KİL VE
KUMLARIN ENDÜSTRİYEL HAMMADDE VE TEKNOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELEMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Damla ERDOĞAN

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

AĞUSTOS 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNKILIÇ BÖLGESİ MANGANEZ OCAĞI YAKIN ÇEVRESİNDEKİ KİL VE
KUMLARIN ENDÜSTRİYEL HAMMADDE VE TEKNOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELEMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Damla ERDOĞAN
(505131317)**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa KUMRAL

AĞUSTOS 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 505131317 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Damla ERDOĞAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“BİNKILIÇ BÖLGESİ MANGANEZ OCAĞI YAKIN ÇEVRESİNDEKİ KİL VE KUMLARIN ENDÜSTRİYEL HAMMADDE VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Mustafa KUMRAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Fahri ESENLİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Nurullah HANILÇI
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : **29 Ağustos 2016**
Savunma Tarihi : **7 Eylül 2016**

Aileme,

Çalışmamda beni daima destekleyen aileme ve özellikle beni iyi yetiştirdiğine inandığım annem Melahat ERDOĞAN'a, babam Mustafa ERDOĞAN'a, İTÜ Yüksek Çevre Mühendisi abim Mehmet ERDOĞAN'a ve İTÜ İnşaat Mühendisi nişanlım Onur HAZNEDAR'a ithaf etmek istiyorum.

ÖNSÖZ

Bana bu çalışma olanağını sunmaktan çekinmeyen başta danışmanım Doç. Dr. Mustafa KUMRAL'a olmak üzere, üniversite eğitim sürecim boyunca yanında yetiştiğim, kendimi geliştirmem için beni sürekli yönlendiren, yapmak istediğim çalışmalarında beni cesaretlendiren ve her zaman arkamda olduğunu hissettiren; bu çalışmanın yöneticisi sayın hocam çalışma konusunun belirlenmesinde ve yürütülmesinde desteğini esirgemeyen sevgili hocam Dr. Orhan YAVUZ'a, çalışma boyunca ayırdığı değerli vakti, görüşleri, ilgisi, desteği, sabrı ve anlayışı için teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Cevher Hazırlama Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Ayhan A. SİRKECİ'ye, Doç Dr. Feridun BOYLU ve Onur GÜVEN'e laboratuvar çalışmalarındaki katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Ocaklardan örnek temini konusunda yardımlarını gördüğüm ACH firması yetkililerine teşekkürü ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamda benden desteğini esirgemeyen sevgili hocam Prof. Dr. Fahri ESENLİ, Prof. Dr. Işık ECE ve Doç. Dr. Emin ÇİFTÇİ'ye teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarında ben desteğini esirgemen tüm JAL ekibine teşekkür ederim.

Lisans eğitimim ve yüksek lisans tez çalışmalarında yardımını esirgemeyen değerli hocam Ar. Gör. Bala ŞANS 'a en içten dileklerimle teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman yanımda olacağını bildiğim, üniversite hayatım boyunca dostluğu, içtenliği ve yardımları benden esirgemeyen sevgili ve değerli arkadaşım Oylum KAYALAR'a, teşekkürü borç bilir, şükranlarımı sunarım.

Ağustos 2016

Damla ERDOĞAN
(Jeoloji Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı.....	1
1.2 Çalışma Alanı.....	1
1.2.1 İklim ve bitki örtüsü	2
1.2.2 Morfoloji	2
1.2.3 Ekonomik durum.....	2
1.3 Çalışma Yöntemleri	3
2. JEOLJİK İNCELEME.....	5
2.1 Bölgesel Jeoloji	5
2.2 İnceleme Alanının Stratigrafisi	8
2.2.1 Temel kayaları.....	8
2.2.2 Tersiyer yaşlı çökel kaya birimleri.....	10
2.2.3 Çökel kayaların kaynak kaya ilişkisi	16
2.2.4 Quaterner.....	17
3. MİNERALJİK-PETROGRAFİK İNCELEME.....	19
3.1 Çiftlik Kuvars Şist'nin Petrografik ve Mineralojik Özellikleri.....	19
3.2 Fosilli Kireçtaşı'nın Petrografik ve Mineralojik Özellikleri.....	20
3.3 Kumların Binoküler Mikroskop İncelemeleri.....	22
3.4 Kumların Polarizan Petrografi Mikroskop İncelemeleri.....	24
3.5 Gri Kum ve Sarı Kum İçerindeki Mikaların Farklı Boyut Aralıklarındaki Yüzde Miktarları.....	29
3.6 Kumların Kimyasal Özellikleri	30
3.7 Killerin Sınıflandırılması ve Mineralojik Özellikleri.....	30
3.7.1 Killerin sınıflandırılması	31
3.7.2 Killerin mineralojik incelemeleri	32
3.8 Killerin Kimyasal Özellikleri	40
3.9 Killerin DTA-TGA İncelemeleri.....	43
4. KUMLARIN VE KİLLERİN TEKNOLOJİK İNCELEMELERİ	49
4.1 Kumların Zenginleştirilmesi	49
4.1.1 Kumlarda kuru zenginleştirme yöntemleri	49
4.1.1.1 Mikalı kum'un havalı seperatör ile kuru zenginleştirilmesi	49
4.2 Killerin Zenginleştirilmesi	52
4.2.1 Ön zenginleştirme	52
4.2.2 Boyut küçültme	52

4.2.3 Harmanlama, homojenizasyon	52
4.2.4 Zenginleştirme.....	53
4.3 Killerin Döküm Özelliklerinin İncelenmesi	53
4.3.1 Kompaktibilite tayini ve standart test numunesi	57
4.3.2 Yaş basma mukavemeti testi	58
4.3.3 Ezme mukavemeti testi	60
4.3.4 Yaş kesme mukavemeti testi	60
4.3.5 Islak çekme mukavemeti testi	61
4.3.6 Gaz geçirgenliği testi.....	62
5. EKONOMİK JEOLojİ	65
5.1 Kumların Endüstriyel Kullanım Alanları	65
5.1.1 Cam sanayiinde kumların endüstriyel kullanım alanları	65
5.1.2 Döküm sanayisinde kullanılan kumların endüstriyel kullanım alanları....	66
5.1.3 Kumların diğer endüstriyel kullanım alanları	68
5.2 Killerin endüstriyel kullanım alanları	69
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR.....	73
EKLER.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	79

KISALTMALAR

Fml	: Formül
µm	: Mikrometre
XRD	: X Işını Kırınımı
XRF	: X Işını Floresans
pH	: Hidrojenin Gücü
ppb	: Milyarda bir (Konstrasyon)
ppm	: Milyonda bir (Konstrasyon)
Qal	: Alüvyon
MTA	: Maden Tetkik Arama Enstitüsü
m	: Metre
Kon	: Konsantrasyon
KB	: Kuzeybatı
KD	: Kuzeydoğu

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Gri kumun mikroskop incelemeleri ile saptanan mineralojik bileşimi.	26
Çizelge 3.2 : Sarı kumun mikroskop incelemeleriyle saptanan mineralojik bileşimi.	29
Çizelge 3.3 : Gri kum ve sarı kum farklı boyut aralıkları ve mika yüzdeleri.	29
Çizelge 3.4 : Kum örneklerinin kimyasal bileşimi.	30
Çizelge 3.5 : Örneklerin X-ışınları difraksiyon analizine göre modal-mineralojik bileşimleri.	33
Çizelge 3.6 : Binkılıç sahasından alınan numunelerin major, minör ve iz element içerikleri.	41
Çizelge 3.6 : Binkılıç sahasından alınan numunelerin major, minör ve iz element içerikleri (devam).	42
Çizelge 3.7 : SK-1, SANDIK-2 / SK-9, SANDIK- 3 / SK-45, SANDIK-18 ve 19 kodlu örneklerin kimyasal analiz sonuçları.	43
Çizelge 3.8 : SK-44, SAND-2 / SK-43, SAND-5 / SK-43, M-1 kodlu örneklerin kimyasal analiz sonuçları.	43
Çizelge 3.9 : Standart Bentonit Analiz Sonuçları.	44
Çizelge 5.1 : Kum Boyut Sınıflandırılması (Önem, 1997).	67

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : İnceleme alanının yer buldur haritası.	1
Şekil 2.1 : Trakya havzası Tersiyer istifinin genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Siyako 2006a).....	6
Şekil 2.2 : Trakya Bölgesinin Genel Jeoloji Haritası (Kasar ve diğ., 1983; Türkecan ve Yurtsever 2002; Siyako, 2006a'dan).....	7
Şekil 2.3 : İnceleme alanının kuzeyinde yer alan çiftlik kuvars şistinin genel görünümü.	8
Şekil 2.4 : Çiftlik kuvars şisti ve kuvarsit ara seviyesinin sahadaki görünümü.	9
Şekil 2.5 : Binkılıç bölgesinin stratigrafik kesiti (Öztürk, 1993).	9
Şekil 2.6 : Fosilli Kireçtaşı'nın yakın mostra görünümü.....	11
Şekil 2.7 : Ocak genel görünümü.	13
Şekil 2.8 : Açık ocaktaki sarı kil-bentoinitik kil geçişi.	14
Şekil 2.9 : Tuna Madenecilik olarak bilinen ACH firmasının ait açık ocaktaki gri ve sarı kumların görünümü.	14
Şekil 2.10 : Gri kumda tabandan yukarıya doğru gölenen boylanma.....	15
Şekil 2.11 : Gri kumdan sarı kuma geçişinin ocaktaki görünümü.....	15
Şekil 3.1 : Çiftlik kuvars şisti polarizan petrografik mikroskopta çift nikolde görüntüleri.	20
Şekil 3.2 : Çiftlik kuvars şisti polarizan petrografik mikroskopta tek nikolde görüntüleri.	20
Şekil 3.3 : Fosilli kireçtaşı'nın polarizan petrografik mikroskopta tek nikolde görüntüleri.	21
Şekil 3.4 : Fosilli kireçtaşı'nın polarizan petrografik mikroskopta çift nikolde görüntüleri.	22
Şekil 3.5 : Kumların yuvarlaklık ölçümleri (Powers, 1953).....	23
Şekil 3.6 : Gri kum polarizan petrografik mikroskopta tek nikolde görüntüleri.	26
Şekil 3.7 : Gri kum polarizan petrografik mikroskopta çift nikolde görüntüleri.....	26
Şekil 3.8 : Sarı kum polarizan petrografik mikroskopta tek nikolde görüntüleri.	28
Şekil 3.9 : Sarı kum polarizan petrografik mikroskopta çift nikolde görüntüleri.....	28
Şekil 3.12 : SK-43 adlı numunenin X-ışını Difraktogram.....	36
Şekil 3.13 : SK-43 M1 adlı numunenin X-ışını Difraktogramı.	37
Şekil 3.14 : SK-44 adlı numunenin X-ışını Difraktogramı.	38
Şekil 3.15 : SK-45 adlı numunenin X-ışını Difraktogramı.	39
Şekil 3.18 : SK-9, SANDIK: 3 kodlu numuneye ait DTA-TG profile.	45
Şekil 3.19 : SK-43/M1, SANDIK: 5 kodlu numuneye ait DTA-TG profile.	45
Şekil 3.20 : SK-44, SANDIK: 2 kodlu numuneye ait DTA-TG profile.	46
Şekil 3.21 : SK-45, SANDIK: 18-19 kodlu numuneye ait DTA-TG profile.....	46
Şekil 4.1 : Havalı Separatör.	50
Şekil 4.2 : Cevher hazırlama laboratuvarı havalı seperatör cihazı.	51
Şekil 4.3 : Döküm kumu karıştırıcısı.	54
Şekil 4.4 : DISA marka minilab test cihazı.	55

Şekil 4.5 : Islak çekme ve gaz geçirgenliği test cihazları.	55
Şekil 4.6 : Deney için hazırlanmış olan numune örnekleri.	57
Şekil 4.7 : Döküm kumu için sıkıştırılabilirlik (kompaktibilite) testi; numune hazırlama ve test prosedürü gösterimi.	58
Şekil 4.8 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş basma testi.	59
Şekil 4.9 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş basma testi sonucu numunenin görünümü.	59
Şekil 4.10 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen ezme testi.	60
Şekil 4.11 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş kesme testi.	60
Şekil 4.12 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen ezme testi sonucu numunenin görünümü.	61
Şekil 4.13 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş çekme testi.	62
Şekil 4.14 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş çekme testi sonucu numunenin görünümü.	62
Şekil 4.15 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen gaz geçirgenliği testi.	63
Şekil A.1 : Binkılıç (Çatalca) Bölgesi Jeoloji Haritası.	Error! Bookmark not defined.

BİNKİLİÇ BÖLGESİ MANGANEZ OCAĞI YAKIN ÇEVRESİNDEKİ KİL VE KUMLARIN ENDÜSTRİYEL HAMMADDE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Binkılıç güneybatı kesimindeki killerin ve kumların jeolojik, mineralojik ve endüstriyel kullanımları açısından gerekli teknolojik özelliklerinin araştırılmasıdır. Kil ve kum çökellerinin bulunduğu sedimanter havza, kuzeydeki temel kayaların faylarla yükselmiş olması nedeniyle kuzeydeki alana göre yayvan topografyadan oluşan daha çukur kesimleri kapsar. Çalışma alanı olarak seçilen Çatalca Binkılıç güneybatı kesimi Tersiyer yaşlı genç çökel kayalardan oluşmaktadır. İnceleme alanının 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve bu bölgede yer alan sedimanter birimler litostratigrafik özelliklere göre ayırt edilerek yaklaşık 25 km² bir alan haritalanmıştır. Çalışma bölgesi Kırklareli F20 a2 paftasında yer almaktadır. Çalışma genel olarak Binkılıç Köyü (Çatalca) ve Binkılıç Deresi batısında yer alan manganez ocaklarının bulunduğu alanda kum ve kil oluşumları üzerinde yoğunlaşmıştır. Çalışma sahasındaki litolojik birimler Oligosen ve Miyo-Pliyosen yaşlı kırıntılılardır.

Çalışma alanının özellikle kuzey-kuzeydoğu kesimlerinde yer alan temel kayalar Istranca Masifi içinde yer alan metamorfik kayalar ve granitik sokulumlardır. Bu temel kayalar Esosen yaşlı mikritik kireçtaşlarıyla uyumsuz olarak örtülür. Kireçtaşları üzerine de uyumlu olarak oligosen yaşlı killi seri gelir. Killerin üzerine ise Miyosen yaşlı kum istif gelişmiştir. Bölgedeki Mn-zenginleşmesi ise Eosen-Oligosen sınırında kil çökelleri arasında gelişmiştir. Manganlı seviyenin üzerinde ise iki farklı türde kil oluşumu yer alır. Manganlı seviyenin altında; killer, karbonat içeriği yüksek olan ve kum içeriği yer yer değişen kumlu killer ve son bu killerin üstüne gelen organik içeriği yüksek olan bej ve pembemsi renkte killer yer alır. Bölgede daha önce yapılan bilimsel çalışmalardan elde edilen veriler ve sondaj karotları incelendiğinde bölgede yer alan kil çökellerinin genelde sığ denizel, evaporit türü mineralleri (jips, anhidrit ve tuz) içermemesinden dolayı lagün açık

deniz ile bağlantılı bir lagün ortamını karakterize ettiği fakat üst seviyelerde yer alan siltli kil, kıltaşı, marnlar içerisinde rastlanan balıkdışı fosilleri ve daha sonra da kum serilerine geçişi nedeniyle ortamın sığlaştığını gösterir. Bölgedeki kum ve killerden sistematik olarak alınan örnekler gruplandırılarak laboratuvar çalışmalarıyla ayrıntılı olarak incelenmiştir. Laboratuvar incelemeleri açık olarak işletilen mangan ocağındaki kil, kum istiflerinden ve daha önce yapılmış karot örnekleri üzerinde yapılmıştır. Killerin mineralojik bileşimleri XRD yöntemiyle incelenmiştir. Kil örneklerinin genellikle değişen oranlarda simektit grubu ve daha az oranda da illit-mika karışık katmanlı kil minerallerinden oluştuğu görülmüştür. Bunun yanında kalsit, kuvars, klorit, opal ve feldspat içermektedir. Kil örnekleri üzerinde DTA ve TGA analizleri yapılmış manganlı seviyenin üzerindeki mavi renkli kilin bentonit karakterinde olduğu ve DTA-TGA profillerinin bentonit profilleriyle uyduğu saptanmıştır. Kil numuneleri içerisindeki toplam kil minerallerinin oranı örnekten örneğe değişmektedir. Bentonit karakterli mavi kil ve bunun üzerindeki sarı kil içerisindeki toplam kil mineralleri oranı % 65-75 düzeylerindedir. Bu kil örneklerinin sodyum ile aktif hale getirilmesi durumunda sodyum-bentonit türü kil olarak sondaj, çelik döküm, demir peletleme ve inşaat sektöründe kullanılabilme özelliği kazanacağı düşünülmüştür. Açık işletme yapılan manganez ocağının sarı kil numuneleri üzerinde döküm kili olma özellikleri Cevher Hazırlama Laboratuvarlarında yapılan deneylerle araştırılmıştır. Manganlı seviyenin üzerindeki killerin işletmeciliği, üretilen manganlarla birlikte daha ekonomik ve daha kolay üretim yapılabilmesi ve üst seviyedeki sarı killerin kalınlıklarının daha fazla olması nedeniyle deneyler bu killeri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bölgedeki kumlar sarı ve gri olmak üzere iki farklı renktedir ve boyut olarak kumların boyutlarına göre sınıflandırıldığında ince-orta kum sınıfına girmektedir. Kum örnekleri binoküler mikroskop altında incelenerek köşelilik ve yuvarlaklık özellikleri belirlenmiştir. Kum örneklerinin genellikle yarı köşeli yarı yuvarlak tane şekillerinde olduğu anlaşılmıştır. Daha sonra kum örneklerinden hazırlanan ince kesitler polarizan petrografi mikroskopunda incelenmiştir. Mikroskop çalışmalarıyla kumların iki farklı türde mika (muskovit + biyotit) içerdiği tespit edilmiştir. Bu tez kapsamında mika ve diğer kum bileşenlerinin ayrılmasında havalı seperatör (kuru ayırma) yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar ileriki çalışmalar için bir öngörü niteliğinde olup, genel olarak gri kumlar içerisindeki kuvarsların gerek oranının az olması gerekse daha temiz ve şeffaf kuvars olması dolayısıyla ve aynı zamanda kuvarsların

feldspatlardan ayrılabilmesi için uygun yöntemler geliştirildiğinde ekonomik değeri daha yüksek olan cam endüstrisi ve diğer endüstrilerde de kullanılabileceği düşünülmektedir.

INVESTIGATION OF INDUSTRIAL RAW MATERIAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CLAY AND SAND IN BINKILIÇ RELIGION MAGNESE BED AND SURROUNDINGS

SUMMARY

The purpose of this study is to investigate the technological properties of geological, mineorological and industrial usage of clay and sands in southwest of Binkılıç. Sedimentary basin consists of clay and sand sediments, consists shallow pit covers that includes flat topographical properties according to North areas due to the rising of basic rocks in Northern Study area “Southwest of Çatalca-Binkılıç” consists of Rensiyer old and young sedimentary rocks. 1/10.000 scale geological map prepared in this region and sedimentary units were classified according to the lithostratigraphic features mapped an area of approximately 25 km² The study area is located in Kırklareli F20 A2 sheet. The study is generally focuses on Binkılıç Village (Catalca) and clay quarries and sand areas that is located West of Binkılıç River (manganese beds). Lithological units in the study area are the Oligocene and Miocene clastic sediments.

Especially North-northeastern of study area consists of basic rocks that takes part in İstiranca massif metamorphic rocks and granitic intrusions. These basic rocks unconformably overlain with Esosa the micritic limestone. Limestone incomes in accordance with Oligocene aged clay series. The stack is developed on the clay Miocene sands. The region has developed between the Mn-rich clay deposits in the Eocene-Oligocene boundary. Two different types of clay formation is located above the manganese level. Clays below manganese level have a high carbonate content and sandy content, above of these clay level, the clays have high organic content and beige and rosy colours. The data obtained from scientific studies conducted previously in the area and drilling cores show clay sediments generally characterized by open sea lagoon environment because clay deposits in the region have not got shallow water evaporated type minerals (gypsum, anhydrite and salt) on the other hand fish fossils were found in upper level clay, claystone, silt, and sand series passes Show the shallow environment Sand and Clay samples are taken

systematically and grouped and investigated detaily. Laboratory tests are conducted in open clay quarry operated manganese and core samples that was made previously. The mineralogical composition of clays was analyzed by XRD. Usually clay samples are consist of varying rates of smectite group and lower rate of mixed-layer illite-mica clay minerals In addition calcite, quartz, chlorite, and opals contain feldspar. Clay samples that is analysed by DTA and TGA methods. Blue coloured clay on the manganese level is characterised as bentonite and DTA-TGA profiles are matching with bentonite profilles. The ratio of total clay minerals in the clay samples varies from sample to sample. Bentonite characteristic blue clay and yellow clay that is over blue clay have totsl clay mineral content of % 65-75 level. Sodioum bentonite type clay can be used in cast steel, can be the iron pelletizing and construction sector if they are activated. Yellow clay samples from open pit quarry manganese bed properties were investigated by experiments in Mineral Processing Laborutuar.

Management of the bristles on the manganese level, more economical and easy to manufacture and can be made with those produced manger experiment because of their greater thickness of yellow clay at the top level were performed on these clays. Sands in the religion have two colours as yellow and grey and if classified by sand dimension classified as slim and medium sand class Sand samples are determined by examination under binocular microscope to determine the angularity and rotundity properties. Sand samples were generally understood to be in the semi-square half way round one. Then thin section sand samples were examined by the polarizing microscope petrography. Microscope studies show that two different types of sand mica (muscovite + biotite) were found. In the scope of this study air seperator (dry saperation) method is used to seperate mika and other sand components The obtained results are in the prediction quality for further study, in general, quartz can be used in more economical glass industry and other industries when proper methods growt to seperate quartz and feldspar because gray sands have got lower rate quartz and also quartz are more clear and translucent.

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı, Binkılıç Bölgesindeki kum ve kil oluşumlarının mineralojik, petrografik ,jeolojik ve teknolojik özelliklerin incelenerek bölgedeki sedimanter havzada gelişen kum ve killerden oluşan çökel kayaların kullanım alanları ve ekonomik potansiyellerini ortaya koymaktır. Bu amaçla arazi çalışmalarını laboratuvar incelemeleri ile birleştirerek bir örnek çalışma ortaya koymaktır.

1.2 Çalışma Alanı

Çalışma kapsamında uygulama alanı, İstanbul-Çatalca ilçesinde Binkılıç köyü yakınlarında 41024'30''K, 28011',23.0208'' doğu koordinatlarında bulunmaktadır. Çalışma sahasının yer buldur haritası Şekil 1.1'de gösterilmiştir. Sahanın İstanbul-Çatalca merkezine uzaklığı 52 km, Tekirdağ merkezine uzaklığı ise yaklaşık 111 km'dir. Binkılıç, kuzeyde kuzeybatı doğrultusunda Istranca-Yıldız Dağları ve güneyinde Trakya havzası ile çevrilidir. Çalışma sahası, 1:25000 ölçekli topografya haritasının Kırklareli F20 a2 paftasında bulunmaktadır.



Şekil 1.1 : İnceleme alanının yer buldur haritası.

1.2.1 İklim ve bitki örtüsü

Marmara bölgesi genel olarak yazlar sıcak ve nemli, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Marmara Bölgesinin kuzey kenarında bulunan Çatalca, Karadeniz ve Akdeniz iklimleri arasında geçiş özelliği göstermektedir. En sıcak ayı genel olarak temmuz aydır ortalama sıcaklık 23,5 °C'dir ve en soğuk ayda ortalama 5,4 °C sıcaklık ile ocak ayıdır. Yıllık ortalama aldığı yağış miktarı, 687 mm'dir. Bölgedeki bitki örtüsü kuzeyden güneye doğru farklılık gösterir. Çatalca'nın yağış alan kuzey kesiminde gür ormanlar bulunabilirken yağışların azaldığı Trakya bölgesinde ise makiler yetişmektedir.

1.2.2 Morfoloji

Binkılıç çalışma sahası Çatalca ilçesine bağlı, Yıldız dağlarının güney yamacında bulunmaktadır. Çalışma sahasını çevreleyen ana yükseltilerden ikisi 397,7 m yüksekliği ile Kırmızı Tepe ve 407 m yüksekliği ile Semerkaya Tepesidir. Sahanın güney kesimine doğru yükselti biraz daha artmaktadır. Çalışma alanı farklı yüksekliklerdeki sırtlardan oluşmaktadır. Bunlardan bazıları; Metealan Sırtı, Akıyar Sırtı, Değirmen Sırtı ve Alidedere Sırtıdır. Binkılıç çalışma alanında bulunan en önemli dere Binkılıç Deresidir. Bunun dışında da bulunan dereler vardır; Şeylan Deresi çalışma alanının batısında ve Büyük Deresi de çalışma alanının doğusunda bulunmaktadır. Çalışma alanının doku kesiminde ise Binkılıç Deresi yer alır.

1.2.3 Ekonomik durum

Çatalca, coğrafi olarak İstanbul'un en büyük ilçesi durumunda iken, nüfus bakımından Adalar ve Şile'nin ardından en küçük ilçesidir. Çatalca'da yıllardan bu yana önemli bir nüfus artışı gözlemlenmemiştir. İlçede son yıllarda kırsal kesimden şehir merkezine doğru göç yaşanmaktadır. Binkılıç bölgesinin halkının geçim kaynağı büyük çoğunlukla ormancılık ve küçük çapta da hayvancılıktır. Çalışma bölgesinin yer altı zenginlikleri daha çok mermer, dolomit, grafit, kaolen gibi endüstriyel hammaddeleridir.

1.3 Çalışma Yöntemleri

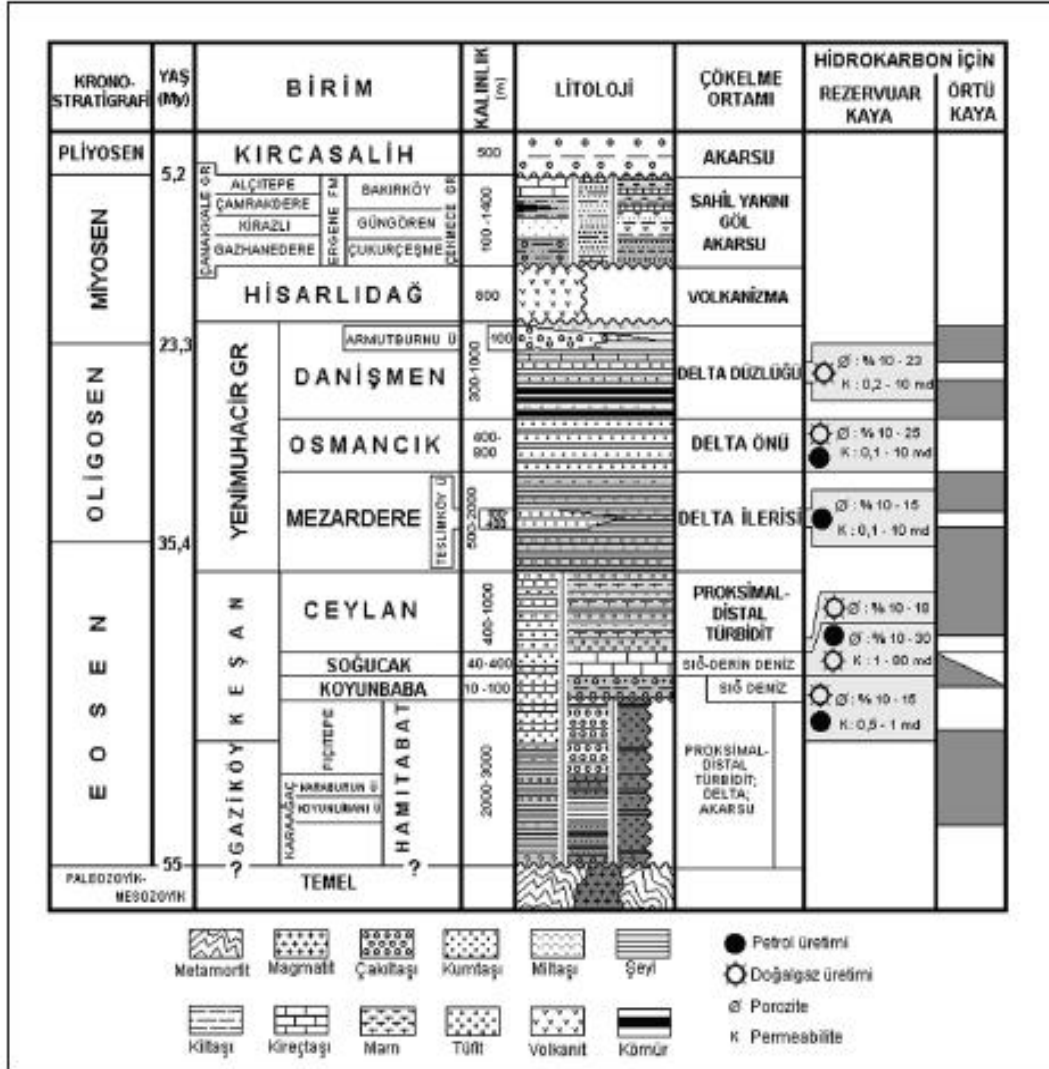
Çalışmada öncelikle inceleme alanındaki temel kaya birimleri ve çökel jeolojik yayılımları ve stratigrafik değişimlerini ortaya koymak amacıyla 1/25 000 ölçekli topoğrafik harita 1/10 000 ölçeğine büyütülmüş ve bu haritanın üzerine jeolojik veriler işlenmiştir. Bölgenin stratigrafisi litostratigrafi esasına göre oluşturulmuş ve litolojik birimlerin haritaya işlenmesi sınır izleme yöntemi ile yapılmıştır. Sahadan derlenen örneklerin petrografik incelemeleri sonunda litolojisi ortaya konan birimlerin haritadaki sınırları kesin olarak belirlenmiştir. Çeşitli yapısal ve coğrafik öğelerin ölçülmesinde Bruton jeolog pusulası, kayaç dokusu ve tane bileşenlerini gözlemlemek için de jeolog çekici ve lup kullanılmıştır. Mineralojik, petrografik ve jeokimyasal incelemeler için örnekler taş kesme ve ince kesit atölyesinde hazırlanmış, daha sonra polarizan mikroskopta kayaçların mineralojik bileşimi ve dokusu tayin edilmiş, buradan kayaç tanımlamalarına gidilmiştir. Ocaktan alınan sarı kum ve gri kum numunelerinin mikroskop incelemeleri sonucunda mineralojik bileşimi belirtilmiştir. Diğer yandan hem bu verileri desteklemek hem de ayrışma türlerini ortaya koymak için kil ve kumları detaylı incelenmiş X-ışınları difraksiyon yöntemi kullanılarak temsili örneklerinin mineralojik bileşimleri ortaya konmuştur. Kum ve kil örneklerinin kimyasal bileşimini ortaya koymak için volkanik kayaçlardan alınan temsili örneklerin ana, iz ve nadir toprak element analizleri İTÜ JAL laboratuvarında yaptırılmıştır. Tez kapsamında incelenen kum örneklerinin zenginleştirilme olanakları havalı separator kullanılarak belirlenirken, kil örneklerinin kullanılabilirlikleri ise DİSA marka MiniLAB model döküm analiz cihazlarıyla gerçekleştirilen testlerle belirlenmiştir. Jeolojik harita, çeşitli şekiller ve tablolar Corel Draw X5, Autocad ve grafiklerin çizimi ve tablo verileri için Microsoft Office Excel uygulamaları kullanılmıştır.

2. JEOLJİK İNCELEME

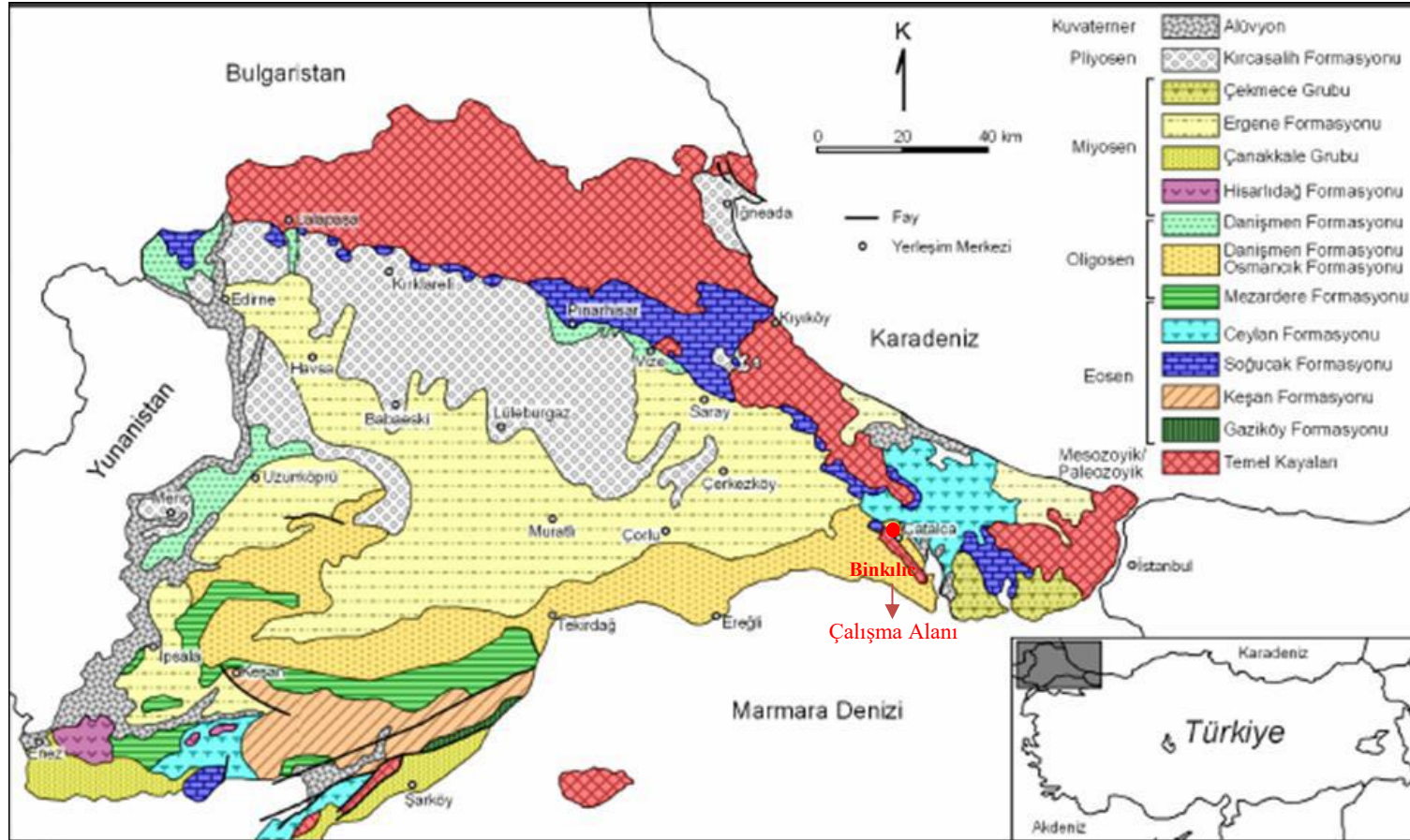
2.1 Bölgesel Jeoloji

Bölgedeki temel kayaçları Tekedere grubuna ait Permiyen öncesi şistler, Kırklareli grubuna ait Permiyen yaşlı kızılğaç metagraniti, Şeytandere metagraniti, Yörükbayırı gözlü gnaysı, Triyas yaşlı Şermat kuvarsiti, Çiftlik kuvars şisti, Mahya şistleri ve Kretase yaşlı Granadoyorit'den oluşturmaktadır. Bu kayaçlar Çatalca bölgesinin kuzey alanlarında yer alır. Tersiyer yaşlı daha genç çökel kayalar ise bölgenin güneyinde yer alır. (Siyako, 2006). Trakya Havzası genel olarak iki ana jeolojik birimden oluşur. Bunlar, kuzeydoğuda Karadenize paralel bir dağ kuşağı oluşturan ve temeli oluşturan Istranca Masifi ve havzanın güneybatısındaki Ergene düzlüğünü oluşturan Trakya Tersiyer havzasıdır. Türkiye'nin önemli havzalarından birisi olan Tersiyer yaşlı Trakya Havzasının kuzeyinde Istranca Masifi, doğusunda İstanbul Zonu ve Sakarya Zonu, batısında Rodop Masifi bulunur. Çok çeşitli sedimanter kayaçlardan oluşan Trakya Tersiyer Havzası, doğal gaz, petrol, endüstriyel hammadde ve linyit içeren sedimanter kayalarıyla, çeşitli amaçlarda birçok çalışmaya konu olmuştur (Lebküchner, 1974; Kasar v.d., 1983; Turgut v.d., 1983; Siyako, 2006). Binkılıç-Çatalca bölgesinde yer alan Manganez oluşumları ve kum-killerden oluşan tortul istif bölgedeki temel kayalardan sonra gelişmiş olan genç havza çökelleridir. Trakya Bölgesinin kuzey alanlarında yer alan ve temeli oluşturan Istranca masifinin birimleri ve bu birimleri kesen farklı yaşlardaki granitik plütonlar ve metamorfik kayaları, Eosen yaşlı mikritik kireçtaşlarıyla uyumsuz olarak örtülür. Genç yaşlı çökel kayalar ise orta-üst Eosen yaşlı kumlu killi, resifal kireçtaşı içeren Soğucak formasyonu, Orta-Üst Oligosen yaşlı bej, yeşilimsi kahve renkli, kireçtaşı ara tabakalı çamurtaşından oluşan Ceylan formasyonu, Miyosen yaşlı sarımsı beyaz, beyaz renkli, çapraz katmanlı killi kum taşı ile açık yeşil renkli lamine kilitaşından oluşan Ergene formasyonu ve en genç birim olarak da; yine Pliyosen yaşlı sarımsı kahve ve sarımsı renkli tutturulmamış çakıl, kum ve kilitaşından oluşan Trakya formasyonu yer almaktadır. Bölgedeki Mn-zenginleşmesi, Eosen-Oligosen sınırından başlar (Öztürk, 1993; Gültekin, 1998; Öztürk, 1998). Trakya Bölgesi'nin

genelleştirilmiş stratigrafik kesiti ve genel jeoloji haritası Şekil 2.1 ile Şekil 2.2’de verilmiştir (Kasar ve diğ., 1983; Türkecan ve Yurtsever 2002; Siyako, 2006a’dan alınmıştır).



Şekil 2.1 : Trakya havzası Tersiyer istifinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Siyako 2006a).



Şekil 2.2 : Trakya Bölgesinin Genel Jeoloji Haritası (Kasar ve diğ., 1983; Türkecan ve Yurtsever 2002; Siyako, 2006a'dan).

2.2 İnceleme Alanının Stratigrafisi

2.2.1 Temel kayaları

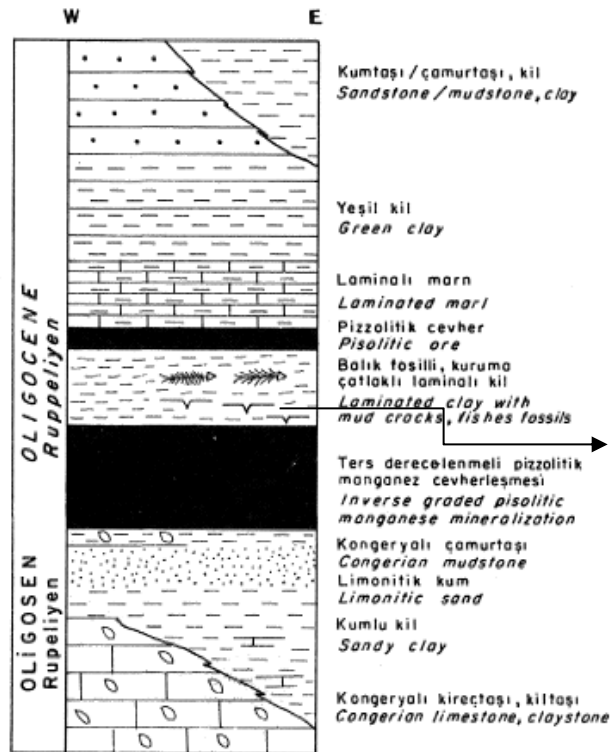
İnceleme alanı yakın çevresinde iki tür temel kaya birimine rastlanır. Bunlardan birincisi; inceleme alanının kuzey-kuzey batısında yer alan fakat çalışma alanında yüzlek vermeyen Kızılağaç Meta Granitidir, ilk olarak (Çağlayan ve Yurtsever, 1998) tarafından adlandırılmıştır. Bu meta granitin yer yer Yörük Bayırı Gözlü Gnaysına geçişleri inceleme alanı dışında izlenir. Yörükbayır Metagranitini, Yörük Bayırı gözü gnaysı adıyla ilk kez Yurtsever ve diğerleri (1993), Çağlayan ve Yurtsever (1998) adlandırmıştır. İkincisi ise; inceleme alanın kuzey-kuzeydoğusunda yüzlek veren çiftlik kuvars şisti bulunur (Şekil 2.3). Bu birim genellikle altere olup teze yüzleklerine az rastlanır. Daha kuzeye doğru şistlerin sağlam olduğu kesimler gözlenmiştir. Bu birim sahada kırmızımsı yer yer turuncu ve yeşilmsi sarımsı alacalı renklerde ince orta tabakalı yer yer de tabakasız ve yarı gnays dokusu gösteren ve kaba taneli kuvarsit ara tabakalı kuvars şist şeklinde izlenmektedir (Şekil 2.4). Binkılıç bölgesinin stratigrafik kesiti Şekil 2.5’de verilmiştir ve inceleme alanı da kesit üzerinde gösterilmiştir (Öztürk, 1993).



Şekil 2.3 : İnceleme alanının kuzeyinde yer alan çiftlik kuvars şistinin genel görünümü.



Şekil 2.4 : Çiftlik kuvars şisti ve kuvarsit ara seviyesinin sahadaki görünümü.



Tez kapsamında incelenen killler ve kumlar stratigrafik kesitte gösterilen manganez cevherleşmesinin hemen üst seviyelerinde bulunmaktadır.

Şekil 2.5 : Binkılıç bölgesinin stratigrafik kesiti (Öztürk, 1993).

2.2.2 Tersiyer yaşı çökel kaya birimleri

Binkılıç köyünün güney-güney batı kesimlerinde yer alan inceleme alanının kaya birimleri temel kayalar ile birlikte genç çökellerden oluşan beyazımsı yer yer sarımsı bol fosilli ve yer yer kumlu kireçtaşı, kil, marn ve tutturulmamış gevşek kumlardan oluşmaktadır. Bu birimler literatürdeki bilinen formasyon adlarıyla aşağıda sırasıyla tanıtılmıştır.

Soğucak Formasyonu

Formasyon farklı araştırmacılar tarafından farklı adlarla adlandırılmış olup, Kırklareli Gurubu'nun ayırtman kaya türlerinden birini oluşturan Soğucak Kireçtaşı, resif ortamının çeşitli Fasiyeslerini temsil eden karbonatlardan oluşur. Söz konusu kireçtaşı istifi, Kırklareli Formasyonu'na ait "Soğucak Üyesi" (Holmes, 1961) Soğucak Kalkeri (Unal, 1967), Soğucak Kireçtaşı (Keskin, 1974; Kasar, 1987) ya da Soğucak Formasyonu (Kasar ve diğ.)1983; Sumengen ve diğ., 1987) gibi adlarla incelenmiştir. Soğucak formasyonu çoğunlukla şelf ortamında çökelmiş karbonatlardan oluşur Kireçtaşı, beyaz, gri, sarımsı, orta-kalın tabakalı veya masif, sert, orta-iri gözenekli erime boşluklu, bol fosillidir. Soğucak Formasyonuna ait kireçtaşı, çok zengin mikro ve makro fosil topluluğunu kapsar. Tabaka aralarında marn ve kumtaşlarına da rastlanır. Soğucak formasyonu, Istranca Dağları'nın güneyinde, Ceylan ve Mezardere formasyonlarına dereceli geçiş yaparken (Siyako, 2006), Karadeniz kıyısının Karaburun çevresinde uyumsuz geçiş yapar (Sakınç, 1994). İnceleme alanında yer alan bir açık ocak işletmesinde kum, kil ve mangan seviyesinin düşey ve yanal ilişkileri gözlenebilmektedir. Kum ara tabakalı fosilli oolitlik kireçtaşı (Şekil 2.6) seviyesinin üstünde ve kıltaşı, marn ve kumtaşı düzeylerinin altında bulunan mangan yataklanmasının kalınlığı 30 cm ile 1m arasında değişmektedir. Manganın üzerinde ise 50-60 cm kalınlığında mavimsi gri renkli plastik özellikli kil bulunmaktadır. Bu kil seviyesinin üstüne ise gerek açık ocakta gerekse sondaj loglarında elde edilen verilere göre 10-15 m kalınlığında sarımsı gri ve sarımsı bej renkli az kumlu killer gelir.



Şekil 2.6 : Fosilli Kireçtaş'ın yakın mostra görünümü.

Ceylan Formasyonu

Ceylan formasyonu için ilk defa Ünal (1967), formasyon aşamasında Ceylan şeyli adlamasını yapmıştır. Keskin (1974) tarafından Ceylan formasyonu olarak tanıtılmıştır. Birimin litolojisi, tipik olarak marn, çamurtaşı, kumtaşı, mikrokonglomera ve şeyl'dir (Okay, Özcan ve diğ., 2010). İnceleme alanında Ceylan formasyonunun marn ve çamurtaşı seviyeleri izlenir. Birim genelde Soğucak formasyonu ile yanal geçişlidir ve onun üzerine transgresif aşmalıdır. Trakya bölgesinde bu formasyonu oluşturan birimlerin ortalama kalınlığı 250-300 metre (Holmes, 1961), maksimum kalınlığı ise 1000 m'dir (Siyako, 2006). Ceylan formasyonunun Soğucak formasyonuna geçiş gösterdiği yerlerde bej renkli ve ince orta tabakalı kırıntılı kireçtaşı ara tabakalı ve yeşilimsi kahve rengi çamurtaşı şeklindedir. Çamurtaşı ince paralel laminalı ve bol pelajik organizma içeriklidir. Sirel ve Gündüz (1976) Ceylan Formasyonu'nun bu yöredeki alt düzeyine karşılık gelen killi kireçtaşı katmanlarında Erken-Orta Oligosen'i gösteren mikro fosilleri kapsadığını belirtir. Sonuç olarak Ceylan Formasyonu'nun Geç Eosen'den Erken-Orta Oligosen'e uzanan süreci temsil ettiği anlaşılmaktadır.

Ergene Formasyonu

Ergene Formasyonunun yaşı, Umut ve diğerlerinin (1983) yaptıkları çalışmada Üst Miyosen olarak verirken, Çağlayan ve diğ. (1998) de önceki çalışmalar ve kaya türü ilişkisine dayanarak birimin yaşını, Orta – Üst Miyosen kabul etmiştir. Ergene adının kullanılışı, Umut ve diğ. (1983) ‘ne göre Beer ve Wright (1960) ‘a, Kasar ve Eren (1986) ‘e göre formasyon derecesinde olmak üzere Holmes (1961) ‘e, Siyako (2006) ‘ya göre de Boer (1954)‘e aittir. Farklı araştırmacılar tarafından farklı adlarla adlandırılan formasyon (Lebeckühner (1974), Umut ve diğ. (1983), Turgut ve diğ. (1983), Özatar, Çağlayan ve diğ. (1998)), bu çalışmada MTA Stratigrafi Komitesi (Siyako,2006) sınıflamasına uyularak Ergene Formasyonu adlanması benimsenmiştir.

Kumlu-killi kireçtaşı, kumtaşı, kilitaşı mercekli, çapraz katmanlı, gevşek kumtaşlarından oluşan birim Ergene Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, tüm Trakya Havzasında ve özellikle havzanın orta kesimlerinde olduğu gibi inceleme alanında da geniş bir yayılım gösterir. Çakıltaşları; alacalı renkli, tutturulmamış, genelde metamorfik kayaç parçalarından oluşmaktadır. Kumtaşları ise; gri renkli, gevşek, köşeli, iyi boylanmış, ince-orta tanelidir (Kesgin ve Varol, 2003). Bu çökellerin içerisinde, Senozoyik yaşlı volkanizmanın bazaltları bulunmaktadır (Ercan, 1992). Ergene Formasyonu genelde beyaz, sarımsı beyaz renkli, çapraz katmanlı kumtaşı ile yer yer killi kumtaşı, kırmızımsı, yeşilimsi renkli kilitaşı ve az tutturulmuş çakıl merceklerinden oluşmaktadır (Çağlayan ve Yurtsever 1998).

Trakya Formasyonu

Bu çalışmanın asıl konusunu oluşturan tutturulmamış çakıllı kum, kum, kaba çakıllı çakıltaşı ile kumtaşı ve kilitaşı farklı seviyelerinden oluşur. Kırmızı, kahve,açık kahverengimsi sarı, yer yer beyaz renkli, yer yer çapraz katmanlı, kötü boylanmış, kırmızımsı kil-mil matriksli, tutturulmamış çakıltaşındaki taneler çoğunlukla kuvars, kuvarsit çakılı, nadiren şist, gnays, metagranit ve volkanik kaya çakılları da içerir. Birim içinde yer yer çapraz tabakalanmalar izlenir. Formasyonun yaşı Üst Miyosen-Pliosen'dir. Birimin sedimentolojik özellikleri delta-lagün çökeltme ortamının özelliklerini gösterir. Birimin sahada görülen yaygın litolojisi az çakıllı ince orta taneli gri renkli, mikalı, feldispatlı, kuvarslı kumlar ile başlayıp üste doğru sarımsı gri ince orta taneli kuvarslı feldispatça zengin kumlara geçiş gösterir. Bu

formasyonun açık ocakta yer alan en kalın birim yeşilimsi gri killerdir. Açık ocaktan üretilen farklı renklerdeki killer farklı kalınlıklardadır. Ocak alanı (Şekil 2.7) ve çevresinde genellikle sarı renkli killer diğer killere göre stratigrafik kalınlık olarak daha fazladır. Genç tektonik etkilerden dolayı ocağın değişik seviyelerinde kum ve kil birimleri düşey ve yanal yöndeki hareketlerden etkilenmiş ve yan yana gelmiştir.



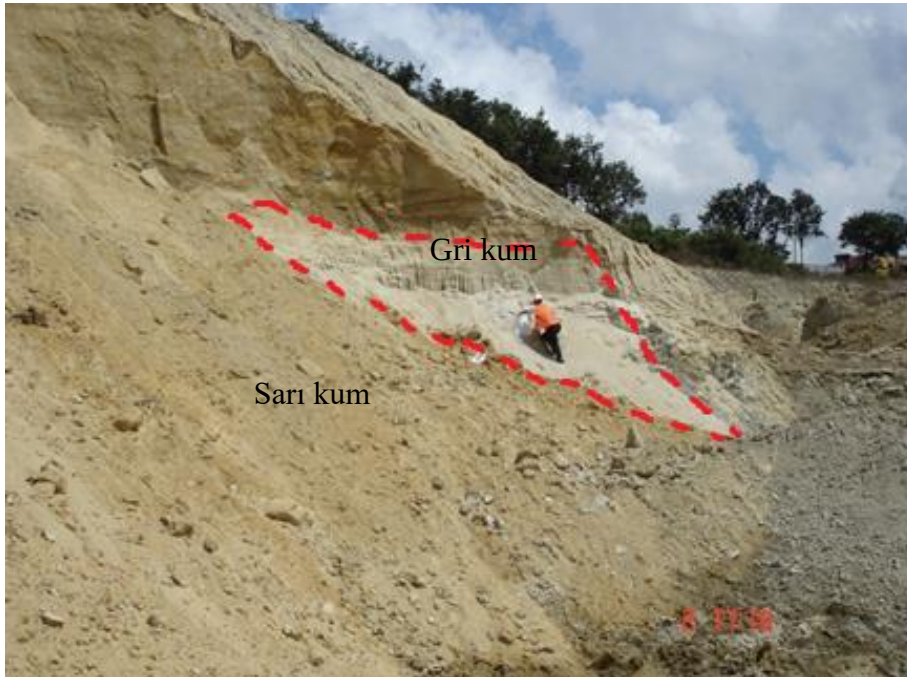
Şekil 2.7 : Ocak genel görünümü.

Sarı killerin üzerine ise 1,5-2 m kalınlığında yeşilimsi-gri, sarımsı-gri renkli bentonitik kil seviyesi gelir (Şekil 2.8). Bentonitik kilin üzerine çapraz kabakalanmalı alt seviyeleri çakıllı üstte doğru ince orta taneli yer yer laminalı gri kum gelir. Gri kumun üzerine ise yine alt seviyeleri çakıl boyutlu üstte doğru ince orta taneli killi kum yer alır.



Şekil 2.8 : Açık ocaktaki sarı kil-bentonitik kil geçişi.

Açık ocakta gri ve sarı olmak üzere iki farklı renkte izlenen kumlar aynı zamanda bol mikalıdır (Şekil 2.9). Sarı kumlardaki sarı rengin bu kumlar içindeki biyotit türü mikanın gri kumdakine göre fazlalığı ve sarı kum içindeki kuvars ve feldspat tanelerinin etrafına sıvanmış olan demiroksitten kaynaklandığı düşünülmektedir. Her iki kum seviyesinde de yer yer çapraz tabakalanmalara rastlanır. Ocağın her tarafında kum seviyeleri aynı kalınlıkta değildir. Yer yer merceksele yapılar gözlenir.



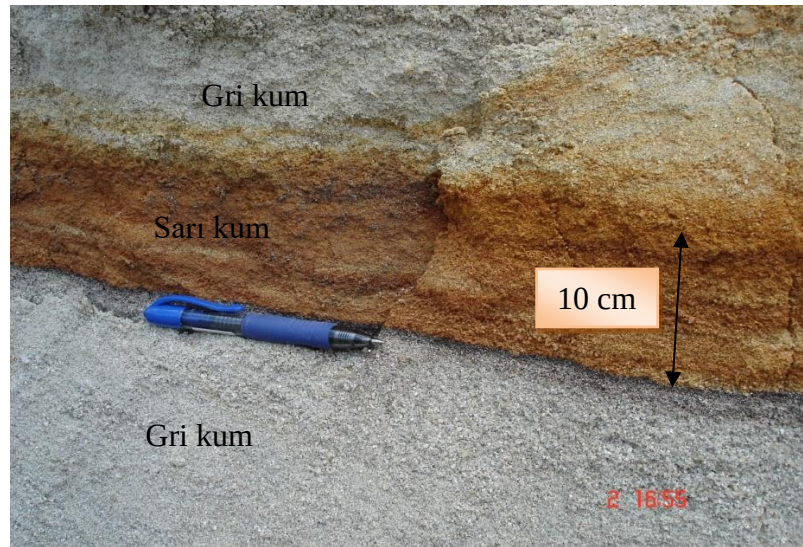
Şekil 2.9 : Tuna Madenecilik olarak bilinen ACH firmasının ait açık ocaktaki gri ve sarı kumların görünümü.

Ocakta killerin üstüne gelen gri kumlar altta çakıllı kum seviyesi ile başlar üste doğru gittikçe ince-orta taneli kumlara geçer (Şekil 2.10). Ocak genelinde gri kumlar altta olmasına rağmen ocağın değişik yerlerinde üstteki sarı kumlarla yanıl geçişli olan ince taneli beyazımsı gri kum seviyelerine de azda olsa rastlanır.



Şekil 2.10 : Gri kumda tabandan yukarıya doğru gölenen boylanma.

Ocağın değişik yerlerinde gri kumdan sarı kuma geçerken siyahımsı kahve renkli bir oksidasyon zonu izlenir (Şekil 2.11). Ancak bu durum ocağın her tarafında gözlenmez. Sarı renkli kumların boylanması gri kuma göre daha kötü olduğu gibi kum taneleri etrafında da kil zarfları izlenir. Şekil 2.10 ve 2.11’da ise sırasıyla gri kumdaki boylanmanın yakın görünümü ve gri kumdan sarı kuma geçişin ocaktaki görünümü gösterilmektedir.



Şekil 2.11 : Gri kumdan sarı kuma geçişinin ocaktaki görünümü.

2.2.3 Çökel kayaların kaynak kaya ilişkisi

İnceleme alanında ve çevre alanlarda yaygınca izlenen çimentolanmamış kum çökellerinin en yakın alandaki kaynak kayalardan çökeldiği yere kadar fiziksel ve kimyasal işlevler sürecini tamamlayarak depolandığı düşünülmektedir. Oluşum açısından kum, kumtaşlarının diyajenez geçirmemiş şekli olup kırıntılı tortullardandır. Kum çökelleri içerisindeki mineraller bulunduğu kayaçtan kum boyutuna gelinceye kadar diğer tüm çökellerde olduğu gibi sedimentolojik işlevlerden geçerek çökeler. Killer ise kumlara göre gerek oluşum süreci gerekse kimyasal ve fiziksel çökelme koşulları farklı gerçekleşmektedir. Nedeni ise bunların çok ince boyutlu ve kumlara göre içerisinde daha fazla element barındırabilen bir kimyasal içeriğe sahip olmasıdır. Ayrıca killerin bulundukları ortamda çökelebilmesi için kumlara göre tektonik aktivitenin olmadığı daha sakin bir dönemi gerektirir. Bulunduğu su ortamında ise yine akıntı ve dalganın olmadığı veya çok az olduğu sakin ve derin bir su içinde çökelerler. Dolayısıyla bu yönleri ile de kumlardan daha farklı koşullarda çökelerler. Kökeni magmatik, metamorfik ya da tortul olsun her çökel oluşum, sırasıyla ayrışma, erozyon, taşınma ve çökelme evrelerini geçirir. Bu evrelerde su ve rüzgar en önemli jeolojik etkenlerdir. Çökelme ortamlarında erozyon, çökelmeye göre ya çok az ya da hiç yoktur. Buralarda daha önceden ayrışma ve taşınmaya uğramış malzemeler birikir. Dolayısıyla çökelme ortamı aşınmanın olmadığı, çökel biriken yer olarak tanımlanabilir. Kumlar ve killer bir çökelme ortamında depolanırken kumlarda fiziksel killerde kimyasal işlevler daha baskın gelişir. Bunun yanında tektonizma da önemli bir etkidir. Bölgede yükselme olduğunda hızlı çökelim olduğu için kimyasal işlevlerden daha çok ana kayanın değişim geçirerek parçalanma-kırılma ve taşınma gibi fiziksel işlevler etkisiyle kumlar çökelmiştir. Ana kayaların çökelme alanına malzeme verdiği düşünülürse çökelenin kuzey-kuzeydoğu kesimlerde Çatalca masifi içinde yer alan magmatik ve metamorfik kaya birimlerinden beslendiği söylenebilir. Ancak bunun kesin olarak belirlenebilmesi için izotop çalışmalarıyla desteklenmesi gerekir. İleriki zamanlarda yapılacak detaylı incelemelerle bu konu aydınlığa kavuşturulabilir. Şekil 2.4’de çalışma sahasının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti gösterilmektedir.

2.2.4 Quaterner

Quaterner çökelleri bölgedeki en geç kaya birimini oluşturur. Genellikle vadi içlerinde ve yamaçlarda blok çakıl, kum, silt kil karışık tanelerden oluşan akarsu çökellerini temsil eder.

3. MİNERALOGİK-PETROGRAFİK İNCELEME

İnceleme alanının kuzeyinde yer alan temel kaya birimlerinden olan çiftlik kuvars şisti (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2) ve güneyinde yer alan sedimanter havza çökellerinden olan fosilli oolitik kireçtaşının (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4) ince kesitleri polarizan petrografik mikroskopunda incelenmiş ve dokusal-mineralojik özellikleri ortaya konmuştur. Şistlerin ve kireçtaşının polarizan petrografi mikroskopundaki incelemeleri aşağıda verilmiştir.

3.1 Çiftlik Kuvars Şist'nin Petrografik ve Mineralojik Özellikleri

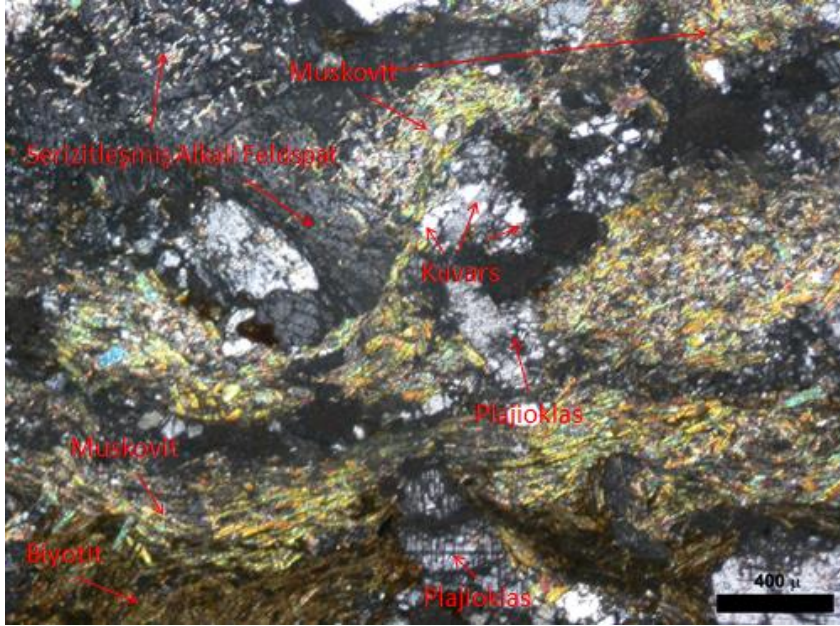
Muskovit; prizmatik şekilli, yarı düz şekilli tek nikolde renksiz çift nikolde ise yeşil, mavi, pembe-turuncu renklerin karışımı şeklinde izlenir. Muskovitler küçük boyutlarda izlenir ve feldispatların ve kuvarsların etrafında bükülmüş ve yönlenmiş şekilde bulunmaktadır. Boyutları genelde 0,1-0,3 mm boyutlarındadır.

Kuvars; tek nikolde renksiz, çift nikolde ise gri-bulutumsu gri izlenir. Taneler yarı köşeli yarı yuvarlak çoğunlukla kenarları grintili çıkıntılıdır. Kuvarslar 0,2-1 mm boyutunu geçmez. İnce taneli kuvarsların oranı iri taneliye göre daha fazladır. En ince taneli kuvars 0,03-0,04 mm boyutlarındadır.

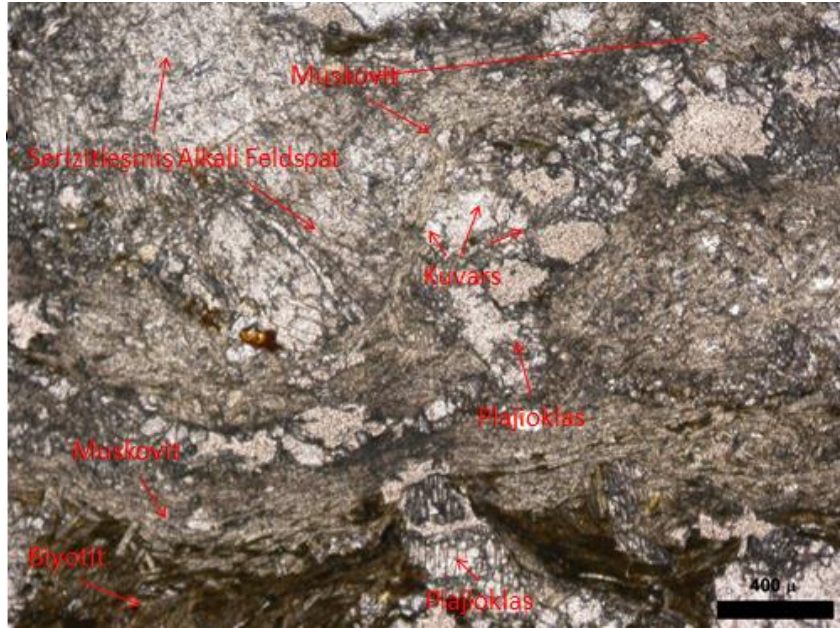
Feldispat; Feldispatlar plajioklaslar ve alkali feldispatlar olarak iki türde izlenir. Alkali feldispatlar ve plajioklaslar iri fenokristaller şeklinde izlenir. Alkali feldispatlar yarı düz şekilli, gri bulutumsu polarizasyon renklerinde izlenir. Alkali feldispatların boyu 2 mm'ye kadar ulaşmaktadır. Kayaç genelde şist dokusu gösterir. Alkali feldispatların çoğunda serizit kapanımlar şeklinde izlenir. Plajioklasların içinde de genellikle serizit inklüzyonları izlenmektedir. Kayaç içinde yer yer boşluklara rastlanıyor. Bu boşluklar muhtemelen alkali feldispatların çok ayrışmasından kaynaklanabilir.

Biyotit; tek yönlü, mükemmel dilinimi izlenebilen prizmatik dikdörtgene yakın şekillerde bazen de kenarları aşınmış prizmatik şekillerde izlenir. Tek nikolde sarımsı kahve tonlarda ve belirgin sarımsı kahve, yeşilimsi kahve pleokroizma renklere sahiptir. Çift nikolde yeşilimsi kahve tonlarda renk kombinasyonunda izlenir.

Biyotitler küçük parçalar halinde izlenir. Biotitler feldspat ve kuvarsların etrafında bükülmüş ve yönlendirilmiş şekildedir.



Şekil 3.1 : Çiftlik kuvars şisti polarizan petrografik mikroskopta çift nikolde görüntüleri.



Şekil 3.2 : Çiftlik kuvars şisti polarizan petrografik mikroskopta tek nikolde görüntüleri.

3.2 Fosilli Kireçtaşı'nın Petrografik ve Mineralojik Özellikleri

Kalsit; Çift nikolde pembe, sarı, turuncu ve yeşil renklerin karışımı şeklinde görülür tek nikolde ise kirli gri ve belirgin rölyef izlenir. Dilinimleri yer yer

izlenebilmektedir. Mikritik bir matriks içinde yer yer re-kristalize ince taneli kalsitler gelişmiştir. Kayacı oluşturan ana mineral kalsittir.

Muskovit; prizmatik şekilli, yarı düz şekilli tek nikolde renksiz, çift nikolde ise yeşil, mavi, pembe-turuncu renklerin karışımı şeklinde izlenir. Kayaç içinde düşük oranda muskovite rastlanmıştır.

Biyotit; Tek nikolde sarımsı kahve tonlarda ve belirgin sarımsı kahve, yeşilimsi kahve pleokroizma renklere sahiptir. Çift nikolde yeşilimsi kahve tonlarda renk kombinasyonunda izlenir. Kayaç içinde düşük oranda biyotite rastlanmıştır.

Klorit; kumlar içerisindeki mikalar genellikle muskovit ve biyotitten oluşur. Ancak nadiren kloritlere de rastlanır. Kloritlerde muskovit ve biyotitlere nazaran daha küçük boyutlarda ve şekilsiz taneler olarak izlenir. Tek nikolde soluk yeşil, belirgin rölyefli, dilinimsiz çift nikolde ise sarım turuncu ve yeşil pembe izlenir.

Kuvars; tek nikolde renksiz, çift nikolde ise gri-bulutumsu gri izlenir. Taneler yarı köşeli yarı yuvarlak çoğunlukla kenarları grintili çıkıntılıdır.



Şekil 3.3 : Fosilli kireçtaşı'nın polarizan petrografik mikroskopta tek nikolde görüntüleri.



Şekil 3.4 : Fosilli kireçtaşı'nın polarizan petrografik mikroskopta çift nikolde görüntüleri.

Killer çok ince taneli çökel kaya grubu olduklarından bunların ancak X-ışınları yöntemiyle mineralojik bileşimleri saptanabilir. Killer ayrıntılı olarak ilgili bölümde anlatılacaktır.

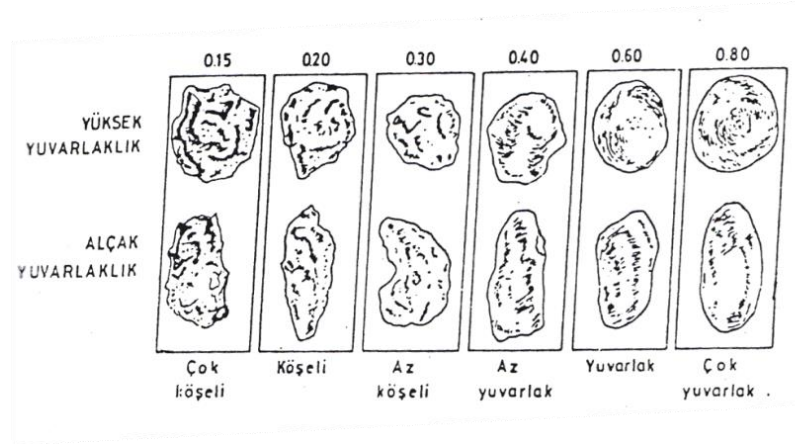
Kumlar killere göre daha iri taneli olduklarından hem stereo mikroskop altında hem de kalıp dondurma yöntemi ile ince kesitleri hazırlanıp polarizan petrografi mikroskobu altında incelenmiş ve tanımlamaları yapılmıştır. Kumları oluşturan tane bileşenleri mineralojik ve petrografik olarak ayrıntılarıyla incelenmiştir.

3.3 Kumların Binoküler Mikroskop İncelemeleri

Kumları üç boyutlu olarak stereo mikroskop altında inceleyip tane boyları ve şekilleri hakkında bilgi edinmek için tüvenan kum örnekleri mümkün olduğu kadar her hangi bir işlem yapmadan ocaktan alındığı gibi mikroskop altında incelenmiştir. Mikroskop incelemeleri gri (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7) ve sarı kumlar (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9) için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Stereo mikroskop altında ocağın değişik seviyelerinden alınan kum örnekleri homojenleştirme işlemleri (kum yığını içinden farklı yönlerden borulama yöntemi ile örnek alma) sonunda mikroskop altında incelenmiş ve tane bileşenlerinin türü gözle ayırt edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra polarizan petrografi mikroskopunda yapılan incelemelerde bu sonuçlar kıyaslanmıştır. Ayrıca kumu oluşturan bileşenlerin tane şekilleri incelemesi (yuvarlaklık ve tane köşelilikleri) de

yine homojenleştirilmiş örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Böylelikle doğru istatistik bilgi elde edilmeye çalışılmıştır.

0.063-2 mm arasında tane boyutuna sahip sedimentler kum adını alır. Tane boyutu 0.063-0.25 mm. arasında ince kum, 0.25-1 mm. arasında orta dereceli kum, 1-2 mm. arasında ise kum deyimi kullanılmaktadır. Kum, kuvars, feldspat taneleri, kayaç parçaları, mika ve glokon gibi minerallerin bir karışımıdır. Tanelerin yüzey özellikleri, sertliği, kil ve silt fraksiyonlarına oranı, kumun özelliğini belirleyen faktörlerdir. Kökenleri, üretim şekilleri ve tane büyüklüklerine bağlı olarak, ülkeler ve bölgeler arasında önemli standart ayrılıkları ve isimlendirme farklılıkları mevcuttur. Kumların fiziksel özelliklerinin daha da ayrıntılı belirlenmesi amacıyla laboratuvar gözlemlerinin yanı sıra yuvarlaklık derecelerini içeren parametreler kullanılmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 : Kumların yuvarlaklık ölçümleri (Powers, 1953).

Şekilde 3.5’ de görüldüğü gibi yuvarlaklık 0 ile 1 arasında değişen değerler alır Buna göre yuvarlaklık tanımları yapılır. Binkılıç çalışma arazimizden almış olduğumuz kumlarımızın ortalama yuvarlaklıkları 0.20 ile 0.30 arasında değiştiği söylenebilir.

Özellikle kuvars taneleri üzerinde köşelilik ve yuvarlaklık tanımları yapılmıştır. Kuvarsların genellikle yarı köşeli-yarı yuvarlak bazı kuvars tanelerinin ise tamamen köşeli olduğu gözlenmiştir. Köşeli olan bu tanelerin ise genellikle küçük boyuttaki tanelerin olduğu anlaşılmıştır. Bu köşeli tanelerin ise taşınma esnasında metamorfik kökenli kaya parçalarından ayrılarak çökme havzasına taşındığı ve dolayısıyla taşınma sırasında belli bir mesafede mika ve kuvarsların metamorfik kaya bünyesinden ayrıldıktan sonra birikme havzasına çok yakın bir mesafeden bireysel kuvars tanesi olarak taşınmış olabileceği düşünülmektedir. Feldspatların da kuvarslar

gibi yarı köşeli yarı yuvarlak taneler olduğu gözlenmiştir. Feldspatlar kuvarslardan farklı olarak sadece taşınma sırasındaki fiziksel ve mekanik işlevlerden dolayı şekil kazanmayıp, ayrıca kimyasal olaylardan etkilenerek alterasyondan dolayı da şekil değişimine maruz kalmışlardır.

Gri ve sarı kumlar içindeki mikaların oranının saptanması işlemi, cevher hazırlama işlemleriyle gerçekleştirilecek mikaların ayrılması işlemine bir ön hazırlık teşkil etmiştir.

3.4 Kumların Polorizan Petrografi Mikroskop İncelemeleri

Gri kum, sarı kum, şist ve fosilli kireçtaşıdan alınan ve homojenleştirilerek hazırlanan ince kesit örnekleri polorizan petrografi mikroskopu altında incelenmiştir. Gri kum içinde saptanan mineralojik bileşimi Çizelge 3.1’de, sarı kumun mineralojik bileşimi ise Çizelge 3.2’de belirtilmiştir.

Gri kumlar içindeki tane bileşenleri ayrıntılı olarak aşağıda anlatılmıştır;

Muskovit; prizmatik şekilli, yarı düz şekilli tek nikolde renksiz çift nikolde ise yeşil, mavi, pembe-turuncu renklerin karışımı şeklinde izlenir.

Kuvars; tek nikolde renksiz, çift nikolde ise gri-bulutumsu gri izlenir. Taneler yarı köşeli yarı yuvarlak çoğunlukla kenarları grintili çıkıntılıdır. Kuvarslar tekil taneler şeklinde bazen de kuvars agregatı şeklinde izlenir.

Feldspat; feldspatlar plajioklaslar ve alkali feldspatlar olarak iki türde izlenir. Feldspatların alterasyonu sonucu serizitleşmesi ve killeşmenin başladığı bir çok feldspat tanelerinde gözlenmiştir. Çift nikolde sarımsı pembe renklerde tek nikolde ise soluk gri belirgin rölyefli olarak izlenmektedir. Altere olmamış plajioklaslarda dilinimler daha belirgin olarak izlenir. Aşırı altare olanlarda dilinim izlenemez. Kısmen altere olanlarda da dilinim izlenebilmektedir. Plajioklasların taneleri genellikle dikdörtgen şekline yakın bazen de kenarları aşınmış olan kareye yakın şekilde izlenir. Alterasyon derecesine ve plajioklasların türüne bağlı olarak epidotlaşma, serizitleşme ve daha ileri alterasyonlarda ise killeşme izlenmektedir.

Alkali feldspatlarda yarı düz şekilli, gri bulutumsu polarizasyon renklerinde izlenir. İleri alterasyon geçirmiş olanlarda serizitleşme ve killeşme yaygındır.

Biyotit; tek yönlü, mükemmel dilinimi izlenebilen prizmatik dikdörtgene yakın şekillerde bazen de kenarları aşınmış prizmatik şekillerde izlenir. Tek nikolde sarımsı kahve tonlarda ve belirgin sarımsı kahve, yeşilimsi kahve pleokroizma renklere sahiptir. Çift nikolde yeşilimsi kahve tonlarda renk kombinasyonunda izlenir.

Klorit; kumlar içerisindeki mikalar genellikle muskovit ve biyotitten oluşur. Ancak nadiren kloritlere de rastlanır. Kloritlerde muskovit ve biyotitlere nazaran daha küçük boyutlarda ve şekilsiz taneler olarak izlenir. Tek nikolde soluk yeşil, belirgin rölyefli, dilinimsiz çift nikolde ise sarım turuncu ve yeşil pembe izlenir.

Epidot; Plajioklasların yarışmasıyla oluşan ince taneli agregatlar şeklinde epidotlara rastlanmıştır. Bunlar çift nikolde yeşil mavi, turuncu ve pembe renklerin karışımını içeren renklerde izlenir. Tek nikolde ise kirli gri, belirgin rölyefli, dilinimsiz eşkillerde izlenir. Nadiren kalsiyumlu plajioklasların ayrışmasından oluşan epidotlara rastlanmıştır.

Kayaç Parçaları; kumların içinde metamorfik kayaç parçaları ve volkanik kayaç parçaları görülmüştür. Metamorfik kayaç parçaları çoğunlukla kuvarsitler ve ayrıca kuvars-feldspat şist kayaç parçalarından oluşur. Volkanik kayaç parçaları andezitik ve dasitik özellikler gösterir.

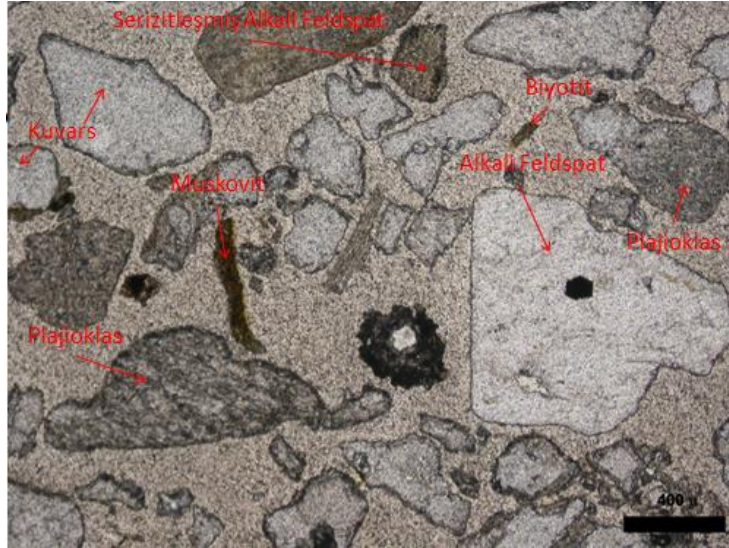
Aksesuar Mineral; zirkon ve apatit nadir izlenen aksesuar mineralleridir. Bunlar genellikle feldspatlar ve biyotitlerin içinde izlenir. Zirkon tanelerinin boyutu 0,1 mm-0,2 mm aralığında değişir. Küt şekilli, bazen de dikdörtgen şekilli zirkonlar canlı polarizasyon renkleri ve tek nikoldeki belirgin rölyefleriyle kolayla tanınır. Apatitler ise bazen hegzagonal bazen de uzun çubuksu şekillerde feldispatların rengine yakın gri polarizasyon renklerinde fakat feldispatlardan daha belirgin rölyefleriyle ayrılırlar.

Ağır Mineral; Gri kum içerisinde rutiller gözlenmiştir. Manyetit ve hematit sarı kuma göre daha az görülmüştür.

Kalsit; genelde alterasyona uğramış kenarları aşınmış yarı öz şekilli taneler şeklinde izlenir. Çift nikolde pembe, sarı, turuncu ve yeşil renklerin karışımı şeklinde görülür tek nikolde ise kirli gri ve belirgin rölyef izlenir. Dilinimleri yer yer izlenebilmektedir. Kum örneklerinde kalsite az oranda rastlanır.



Şekil 3.6 : Gri kum polarizan petrografik mikroskopta tek nikolde görüntüleri.



Şekil 3.7 : Gri kum polarizan petrografik mikroskopta çift nikolde görüntüleri.

Çizelge 3.1 : Gri kumun mikroskop incelemeleri ile saptanan mineralojik bileşimi.

Mineral	% Oran
Kuars	63-65
Feldspat	20-22
Biotit	3-4
Moskovit-klorit	5-6
Piroksen	< 1
Epidot	< 1
Zirkon	< 1
Kayaç parçası	1
Opak	< 1

Sarı kumların polarizan petrografi mikroskopundaki incelemeleri aşağıda verilmiştir; **Muskovit;** prizmatik şekilli, yarı düz şekilli tek nikolde renksiz çift nikolde ise yeşil, mavi, pembe-turuncu renklerin karışımı şeklinde izlenir.

Kuvars; renksiz tek nikolde renksiz, çift nikolde ise gri-bulutumsu gri izlenir. Taneler yarı köşeli yarı yuvarlak çoğunlukla kenarları grintili çıkıntılıdır. Kuvarslar tekil taneler şeklinde bazen de kuvars agregatı şeklinde izlenir.

Feldspat; feldispatlar plajioklaslar ve alkali feldispatlar olarak iki türde izlenir. Feldspatların alterasyonu sonu serizitleşmesi ve killeşmenin başladığı bir çok feldspat tanelerinde gözlenmiştir. Çift nikolde sarımsı pembe renklerde tek nikolde ise soluk gri belirgin rölyefli olarak izlenmektedir. Altere olmamış plajioklaslarda dilinimler daha belirgin olarak izlenir. Aşırı altare olanlarda dilinim izlenemez. Kısmen altere olanlarda da dilinim izlenebilmektedir. Plajioklasların taneleri genellikle dikdörtgen şekline yakın bazen de kenarları aşınmış olan kareye yakın şekilde izlenir. Alterasyon derecesine ve plajioklasların türüne bağlı olarak epidotlaşma, serizitleşme ve daha ileri alterasyonlarda ise killeşme izlenmektedir.

Alkali feldispatlarda yarı düz şekilli, gri bulutumsu polarizasyon renklerinde izlenir. İleri alterasyon geçirmiş olanlarda serizitleşme ve killeşme yaygındır.

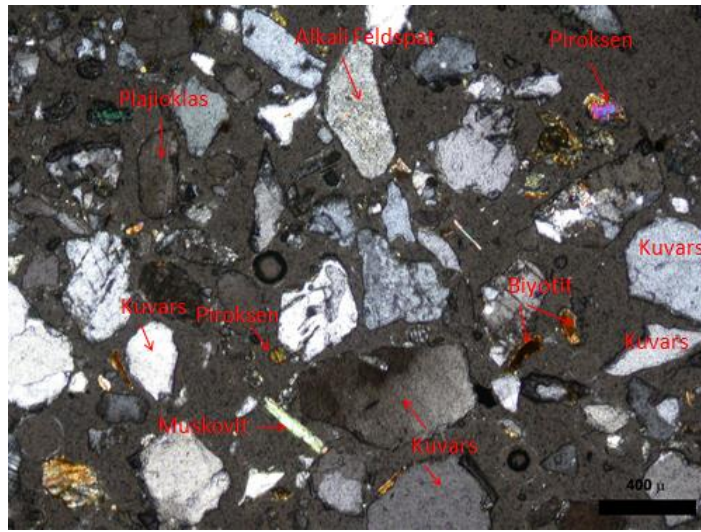
Biyotit; tek yönlü, mükemmel dilinimi izlenebilen prizmatik dikdörtgene yakın şekillerde bazen de kenarları aşınmış prizmatik şekillerde izlenir. Tek nikolde sarımsı kahve tonlarda ve belirgin sarımsı kahve, yeşilimsi kahve pleokroizma renklere sahiptir. Çift nikolde yeşilimsi kahve tonlarda renk kombinasyonunda izlenir.

Kayaç Parçaları; kumların içinde metamorfik kayaç parçaları ve volkanik kayaç parçaları görülmüştür. Metamorfik kayaç parçaları çoğunlukla kuvarsitler ve ayrıca kuvars-feldspat şist kayaç parçalarından oluşur. Volkanik kayaç parçaları andezitik ve dasitik özellikler gösterir.

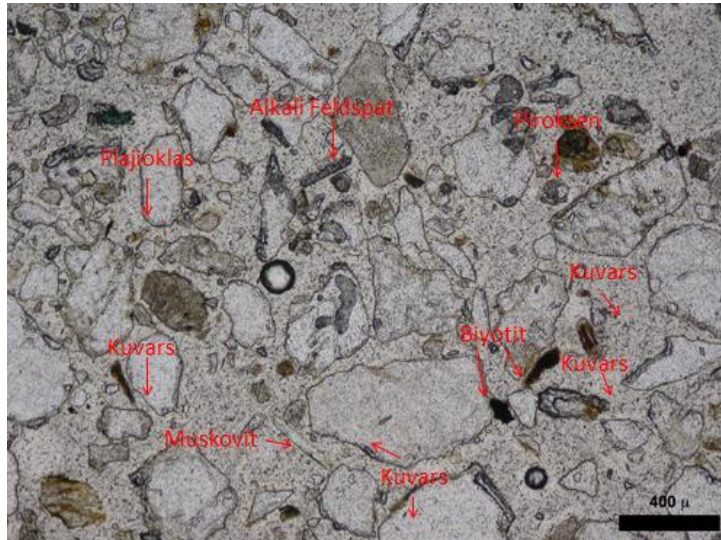
Piroksen; çift nikolde sarımsı turuncu, kahve tonlarda tek nikolde ise kirli yeşil, yeşilimsi gri renklerde genellikle kötü dilinimli ve küt şekillerde izlenir.

Ağır Mineraller; Sarı kumların içerisinde manyetit, hematit ve rutil izlenmiştir. Fakat rutil minerali daha çok kuvarsların içinde iğnecikler şeklinde gözlenmiştir. Sarı kumda manyetit ve hematit'e gri kuma göre daha fazla rastlanılmıştır.

Sarı kumun gri kumdan farkı; mineralojik bileşimden ziyade tane boylanması ortaya çıkar. Sarı kumda boylanma daha kötüdür, metamorfik kuvarslar daha fazladır. Sarı kumda biyotit daha fazla, gri kumda ise muskovit daha fazladır. Sarı kumda amfibol görülmüştür, gri kumda ise amfibole rastlanmamıştır. Sarı kumun rengi kuvars tanelerinin etrafında demirli hatların olmasından kaynaklanır. Sarı kumda bazı kayaç tanelerinin içerisinde feldspatların ayrışmasından kaynaklanan killi zonlar izlenir. Ayrıca demir ayrışmasının da bu killi zonları kahve rengine dönüştürdüğü düşünülmektedir. Sarı kumda kuvars ve feldspat tane sınırlarında biyotit kalıntıları gözlenir.



Şekil 3.8 : Sarı kum polarizan petrografik mikroskopta tek nikolde görüntüleri.



Şekil 3.9 : Sarı kum polarizan petrografik mikroskopta çift nikolde görüntüleri.

Çizelge 3.2 : Sarı kumun mikroskop incelemeleriyle saptanan mineralojik bileşimi.

Mineral	% Oran
Kuvars	60-62
Feldspat	23-24
Biotit	5-6
Moskovit-klorit	6-7
Piroksen	< 1
Epidot	< 1
Zirkon	< 1
Kayaç parçası	1
Opak	< 1

3.5 Gri Kum ve Sarı Kum İçerindeki Mikaların Farklı Boyut Aralıklarındaki Yüzde Miktarları

Her iki kum örneği 0,3-2 mm aralığında farklı boyutlardaki eleklerden geçirilerek gruplandırılmıştır. Bu farklı boyut aralıklarındaki kumlar binoküler mikroskop altında ayrı ayrı incelenmiş ve içindeki mika yüzde miktarları tespit edilmiştir. Gri kumun 0,3 – 0,5 mm aralığındaki mika miktarı diğer boyut aralıklarındakinden daha fazladır. Gri kumun 1 – 2 mm boyut aralığındaki mika miktarı ise en düşük olandır. Sarı kum örneği için de aynı eleme işlemleri yapılmış ve binoküler mikroskop altında incelenmiştir. Sarı kumda gri kumdan farklı olarak en fazla mika oranı 0,3 mm boyut aralığında saptanmıştır. Gri kum ve sarı kum'un farklı boyut aralıkları ve mika yüzde miktarları Çizelge 3.3'de verilmiştir. Gri kumun farklı boyut aralıklarındaki mika miktarı % 8-10 olduğu, sarı kumun ise mika mikarının % 10-12 olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.3 : Gri kum ve sarı kum farklı boyut aralıkları ve mika yüzdeleri.

	Boyut aralığı	Toplam mika oranı (%)
Gri kum içindeki mikaların boyut aralıklarına göre % miktarları	- 0,3 mm (0,3 mm altı)	: 2 - 3
	- 0,5 + 0,3 mm	: 3 - 4
	- 1 + 0,5 mm	: 1 - 2
	- 2 + 1 mm	: 0 - 1
	+ 2 mm	: -
	- 0,3 mm (0,3 mm altı)	: 4 - 5
Sarı kum içindeki mikaların boyut aralıklarına göre % miktarları	- 0,5 + 0,3 mm	: 3 - 4
	- 1 + 0,5 mm	: 1 - 2
	- 2 + 1 mm	: 0 - 1
	+ 2 mm	: -

3.6 Kumların Kimyasal Özellikleri

Bölgedeki kumların kimyasal analizleri İTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ü JAL laboratuvarında Bruker XRF cihazı kullanılarak yapılmış ve sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.4'de verilmiştir. Kum örneklerinin SiO₂ içerikleri % 75-82 arasında değişmektedir. K₂O oranları Na₂O oranlarından daha fazladır. CaO oranlarının çok düşük olması, bir örnek hariç (% 0,78-% 1,40) karbot içeriklerinin az olduğunu gösterir.

Çizelge 3.4 : Kum örneklerinin kimyasal bileşimi.

BK-1 (Gri)		BK-3 (Sarı)		BK-5 (Gri)		BK-6 (Gri) Yıkanmış kum	
Fml	Kon (%)	Fml	Kon (%)	Fml	Kon (%)	Fml	Kon (%)
SiO ₂	81,55	SiO ₂	82,25	SiO ₂	75,51	SiO ₂	82,56
Al ₂ O ₃	10,38	Al ₂ O ₃	9,78	Al ₂ O ₃	14,12	Al ₂ O ₃	9,65
Fe ₂ O ₃	0,77	Fe ₂ O ₃	1,02	Fe ₂ O ₃	1,90	Fe ₂ O ₃	0,62
MgO	0,22	MgO	0,19	MgO	0,46	MgO	0,13
CaO	0,83	CaO	0,78	CaO	1,40	CaO	0,89
Na ₂ O	2,12	Na ₂ O	1,92	Na ₂ O	2,51	Na ₂ O	2,15
K ₂ O	3,97	K ₂ O	3,90	K ₂ O	3,72	K ₂ O	3,85
TiO ₂	0,13	TiO ₂	0,12	TiO ₂	0,32	TiO ₂	0,12
P ₂ O ₅	0,02	P ₂ O ₅	0,03	P ₂ O ₅	0,04	P ₂ O ₅	0,02
MnO	0,01	MnO	0,01	MnO	0,02	MnO	0,02
				Cr ₂ O ₃	0,01		

Tüvenan kumdaki mika oranları farklı elek boyutlarındaki kumların içindeki mikaların mikroskop altında incelenmesiyle kumdaki toplam mika oranı belirlenmiştir.

3.7 Killerin Sınıflandırılması ve Mineralojik Özellikleri

Killer günümüzde bir endüstri dalında özellikle son zamanlarda nano teknolojiye kullanılan önemli bir mineral grubudur. Dolayısıyla inceleme alanındaki killerin mineralojik incelemesinden önce killer hakkında bazı bilgilerin verilmesi uygun bulunmuştur. Jeoloji ve toprak biliminde, mineral karışımları ya da toprakların partikül boyutu 2 µm'den daha küçük olan kesimleri kil olarak tanımlana gelmiştir. Mineral içerikleri ve minerallerin kimyasal bileşimlerine bağlı olarak doğal killerin rengi beyaz, gri, yeşil ve kahve renginin çeşitli tonlarında olabilir. Partiküllerinin çok küçük olması su içinde uzun süre kalıcı süspansiyonlar vermesi özelliklerinden yararlanılarak killer kaba safsızlıklarından dolayı kolaylıkla ayrılabilir. Jeolojik olarak kil, kimyasal bileşimi sulu alüminyum silikat veya bazen de sulu magnezyum silikat olan, tane boyu çok küçük (<2 mikron) ve plastik özelliklere sahip doğal bir

malzeme olarak tanımlanabilir. Kilin mühendislik tanımı ise biraz farklı olup; mühendislikte kil, ana kimyasal bileşimi yine sulu alüminyum silikat artı bazı yabancı maddelerden oluşan, plastik ve kohezif özelliğe sahip, kuruduğu zaman büzülen, ıslandığı zaman şişen ve sıkıştığı zaman suyunu dışarı atabilen (konsolide olabilen), kolloidal tane şeklindeki ince dokulu toprak malzeme olarak tanımlanabilir.

3.7.1 Killerin sınıflandırılması

Killerin oluşumu sırasında geçirdiği jeolojik ve jeokimyasal süreçler ard arda gelişen beş aşamadan oluşur. Bunlar; ayrışma, sedimantasyon, gömülme, diyajenez ve hidrotermal alterasyon'dur. Killerin jeolojik sınıflandırılmasında kilin oluşumu ile ilgili kimyasal bileşimi ve dokusu esas alınır. Oluşumlarına göre killer önce iki gruba ayrılırlar.

A) Kalıntı killer

B) Taşınmış (transported) killer

Kalıntı killer, çoğunlukla ana kayacın yerinde ayrışması sonucu gelişen kimyasal ve fiziksel bozunmasının ürünüdürler ve pek çok bakımdan ana kayaca büyük benzerlik gösterirler. Bunların oluşumunda etkili faktörler olarak magmatik kökenli sular, yüzeysel sular, iklim, jeomorfoloji ve tektonizma gösterilebilir. Taşınmış killerin oluşumunda ise yerçekimi, su, buzul veya rüzgarın önemli etkisi söz konusudur.

Taşınmış killer oluşum koşullarına göre;

- i. Denizel Killer
- ii. Nehir Ağzı ve Delta Killeri
- iii. Göl ve Bataklık Killeri
- iv. Alüvyon Killer
- v. Buzul Killeri
- vi. Rüzgar Killeri

İnceleme alanındaki killer Nehir Ağzı ve Delta Killeri grubuna girer, bu tip killer genellikle laminealardır. Kil minerallerinin katmanları arasındaki gözenekli yapının canlı ve cansız varlıklar arasındaki dönüşümü sağlayan biyokimyasal tepkimeleri katalizlediği sanılmaktadır. Hayat öncesi organik moleküllerin killerin katalitik etkisi altında olduğu uzun süredir tartışılmaktadır (Bernal, 1951). Toprağın iyon adsorpsiyonu, iyon değişimi ve iyon hareketliliğini kil minerallerinin nasıl

etkilediğine ilişkin ayrıntılı çalışmalar yürütülmektedir (Bolt, 1967; Ranghieri vd, 1985; Peek ve Volk, 1985; Shaviv ve Mattigod, 1985; Ogwada ve Sparks, 1986). Bir kil içinde bulunan kil minerallerinin diğer minerallerden ve birbirinden ayrılması, kil minerallerinin yapay olarak üretilmesi ve hidrotermal yöntemlerle kil minerallerinin birbirine dönüştürülmesi üzerine yoğun araştırmalar yürütülmektedir. Killerin mineralojik incelemesi XRD yöntemi ile yapılmıştır. Kil mineralleri dışında kuvars, feldispat ve kalsit mineralleri tespit edilmiştir. Killerin XRD sonuçları ve değerlendirilmeleri Killerin XRD İncelemesi başlığının altında detaylı olarak anlatılmıştır.

3.7.2 Killerin mineralojik incelemeleri

Bölgedeki killerin mineralojisi incelendiğinde bu killerin bünyelerinde daha çok smektit ve illit grubu killer olduğu görülmüştür. Bu killer seramik kili olarak kullanılmaktadır. Seramik sektörü dışında bu killerin en büyük tüketimi boya, lastik ve plastik sanayinde dolgu maddesi olarak kullanılmasıdır. Pauling (1930) tarafından ilk kez başlatılan çalışmalar; X-ışınları difraksiyonu, elektron difraksiyonu ve kimyasal analiz teknikleri birleştirilip sürdürülerek kil minerallerinin yapısı aydınlatılmıştır (Brindley ve Brown, 1980). İnceleme alanındaki killerin mineralojik bileşimleri XRD yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Killerin bünyelerindeki kum ocağında mangan üretmek amacıyla işletilmekte olan sahada manganlı seviyenin üst kesimlerinde bulunan farklı renklerdeki killerden alınan örnekler ve manganlı seviyenin altında bulunan ve sondaj loglarından derlenen değişik seviyedeki killerin X-ışını difraktogramları aşağıda verilmiştir.

Örnekler genelindeki mineral birliği şu şekildedir:

“Kalsit + Kuvars + Toplam Kil Mineralleri (Smektit, İllit-Mika Karışık Katman, Smektit-İllit Karışık Katman, Smektit-Klorit Karışık Katman, Klorit) + Feldspat + Zeolit (Klinoptilolit) + Opal-A / C / CT (Amorf Opal, Opal-Kristobalit, Opal-Kristobalit/Tridimit)”.

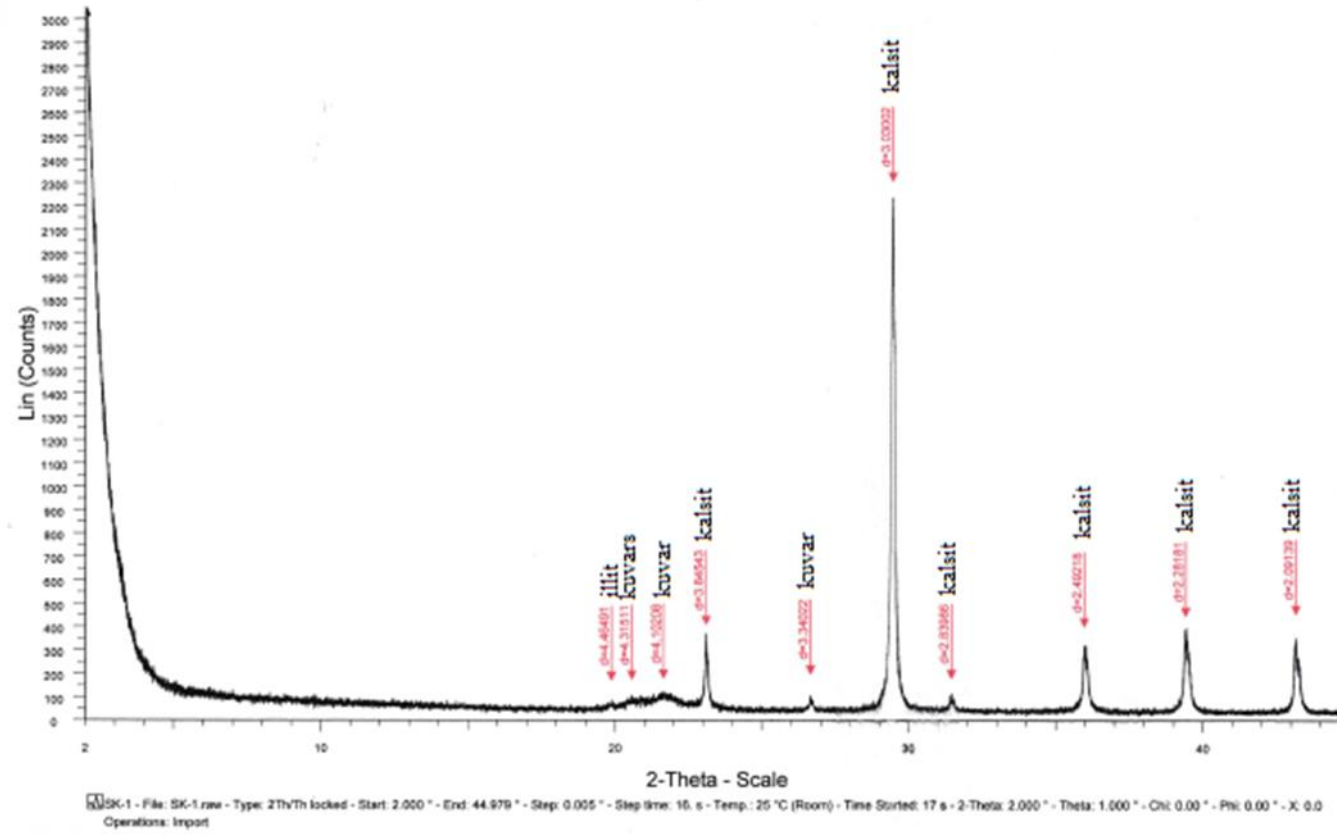
Zeolit (Klinoptilolit) sadece bir örnekte (SK-45) saptanmıştır ve oranı düşüktür. Smektit tür kil minerali (karışık katman da içerir) en yüksek olarak; SK-43/M1 (% 65-70) ve SK-44 (% 45-50) kodlu örneklerde saptanmıştır. SK-43/M1 kodlu örnek gerek smektit varlığı gerekse smektitin yapısı açısından en ideal örnektir. “Toplam Kil Mineralleri” örnekler arasında farklılık arzeder ve toplam olarak; SK-43/M1 ve

SK-44 kodlu örneklerde en yüksektir, sırasıyla (% 75 ve % 65 düzeylerindedir). Buna karşın, SK-1 kodlu örnekte kil minerali hemen hemen yok düzeydedir ve SK-9 ve SK-45 kodlu örneklerde de düşük düzeylerdedir. Örnekler bazındaki modal-mineralojik bileşimler Çizelge 3.5’de verilmiştir. Çizelgede smektit ve klorit tanımlamaları esasen bir kısım karışık katman içerirler.

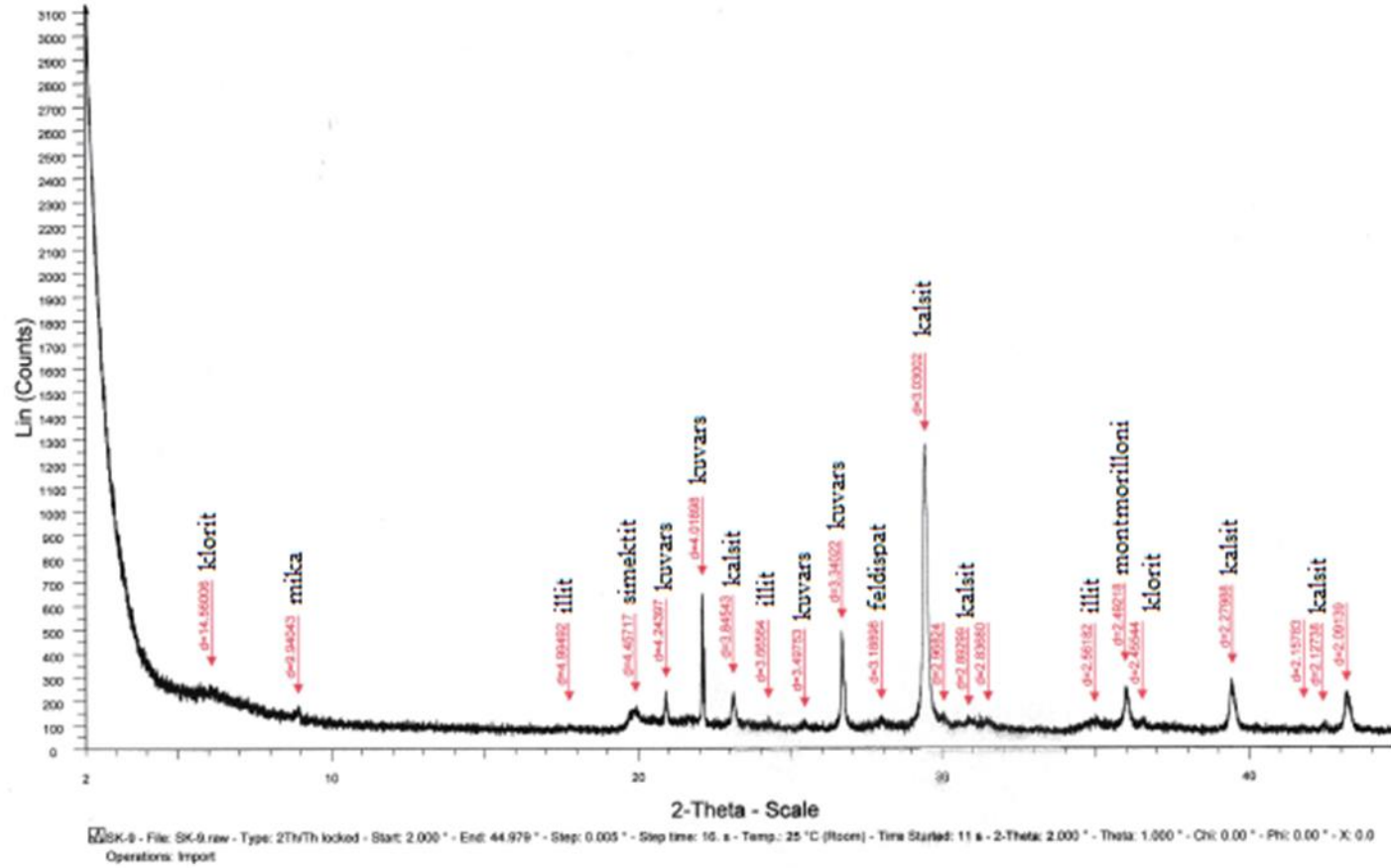
Çizelge 3.5 : Örneklerin X-ışınları difraksiyon analizine göre modal-mineralojik bileşimleri.

Örnek Kodu	Modal-Mineralojik Bileşimi (%)
SK-1	Kalsit (% 80-85) + Kuvars (% <5) + Opal-A / CT (% 15-20)
SK-9	Kalsit (% 60-65) + Kuvars (% 5-10) + Smektit (% 10-15) + İllit-Mika (% 5-10) + Opal-C (% 5-10) + Feldspat (% <5)
SK-43	Kalsit (% 10-15) + Kuvars (% 25-30) + Smektit (% 25-30) + İllit-Mika (% 10-15) + Klorit (% 10-15) + Opal-C / CT (% <5) + Feldspat (% 5-10)
SK-43/M1	Kalsit (% 10-15) + Kuvars (% 10-15) + Smektit (% 65-70) + İllit-Mika (% <5) + Klorit (% <5) + Feldspat (% <5)
SK-44	Kalsit (% 15-20) + Kuvars (% 15-20) + Smektit (% 45-50) + İllit-Mika (% 10-15) + Klorit (% <5) + Feldspat (% <5)
SK-45	Kalsit (% 65-70) + Kuvars (% <5) + Smektit (% <5) + İllit-Mika (% 5-10) + Klorit (% <5) + Feldspat (% <5) + Zeolit (Klinoptilolit) (% 10-15)

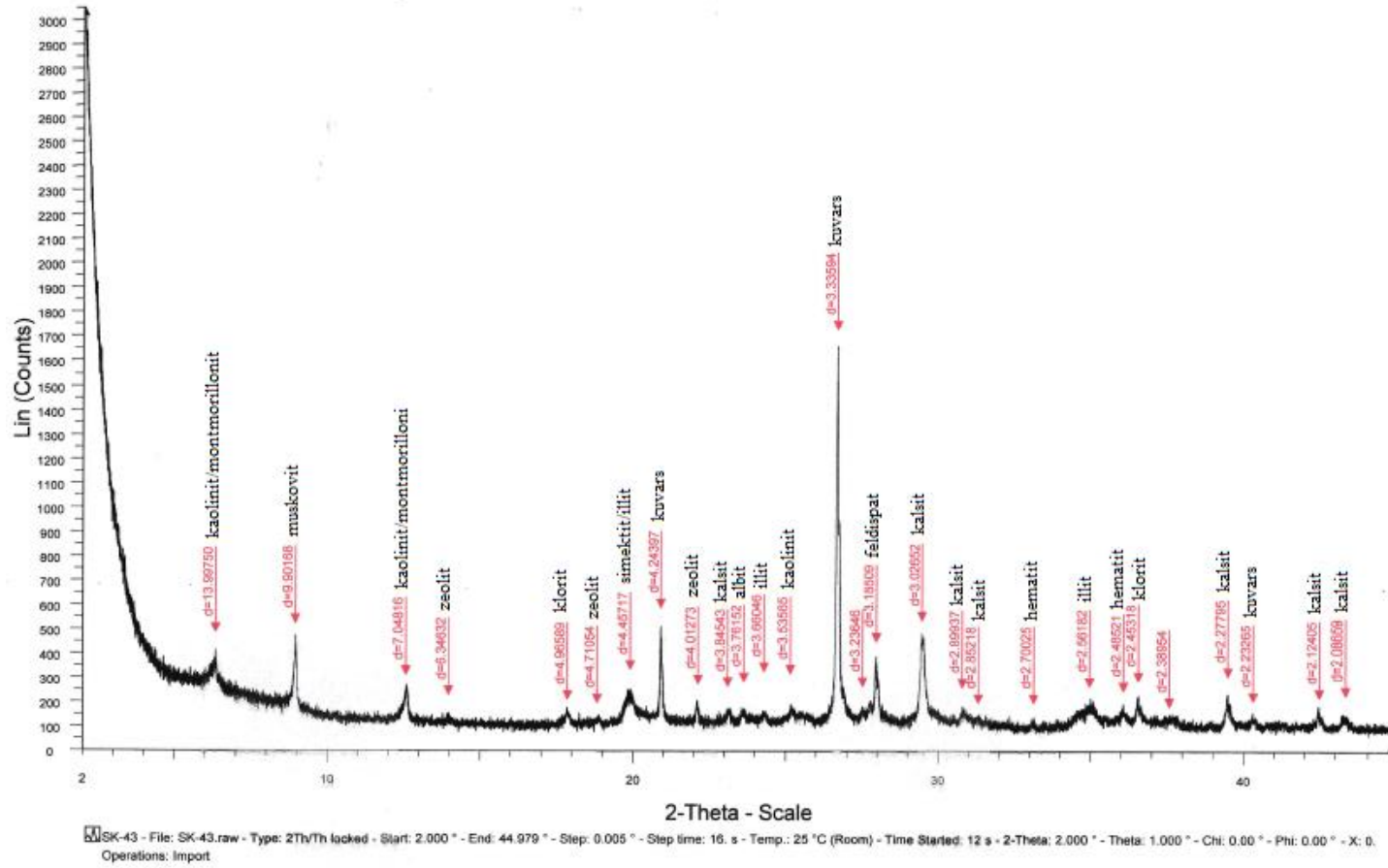
Şekil 3.10-3.15’ de kil örneklerinin X-ışını difraktogramları sonuçları verilmiştir, bu sonuçlara göre bazı killerde kuvars, kalsit ve feldispat türü bileşenler değişik seviyelerde farklı miktarlarda gözlenmektedir. Killer içinde illit, montmorillonit, kaolinit ve smektit türü kil mineralleri tespit edilmiştir. Bazı kil örneklerine ait difraktogramlar aşağıda sırasıyla verilmiştir. SK kodlu örnekler mineralojik bileşim olarak, bazı farklılıklara karşın benzer özellik gösterirler, ancak minerallerin oranlarında değişim söz konusudur.



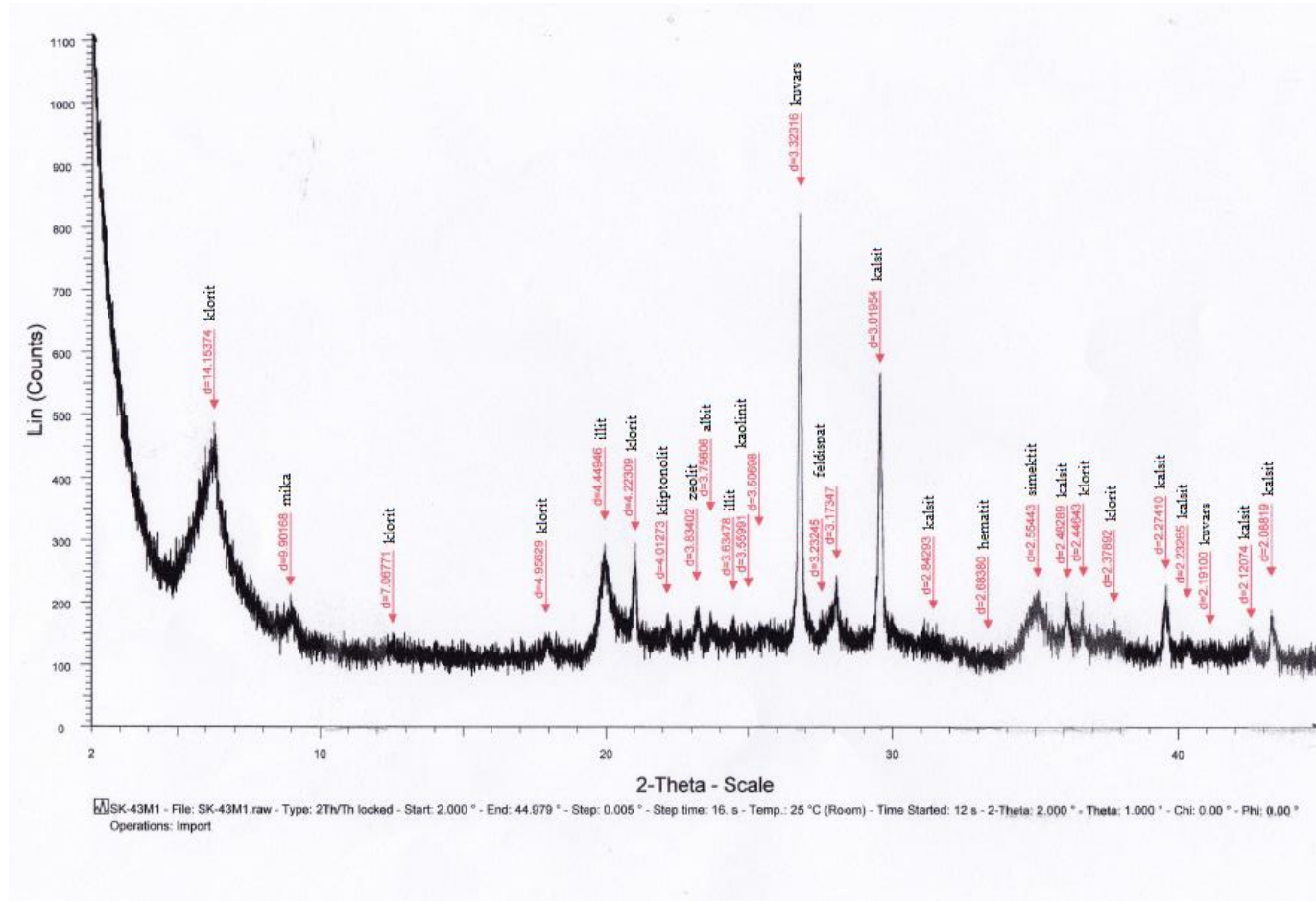
Şekil 3.10 : SK-1 adlı numunenin X-ışını Difraktogramı.



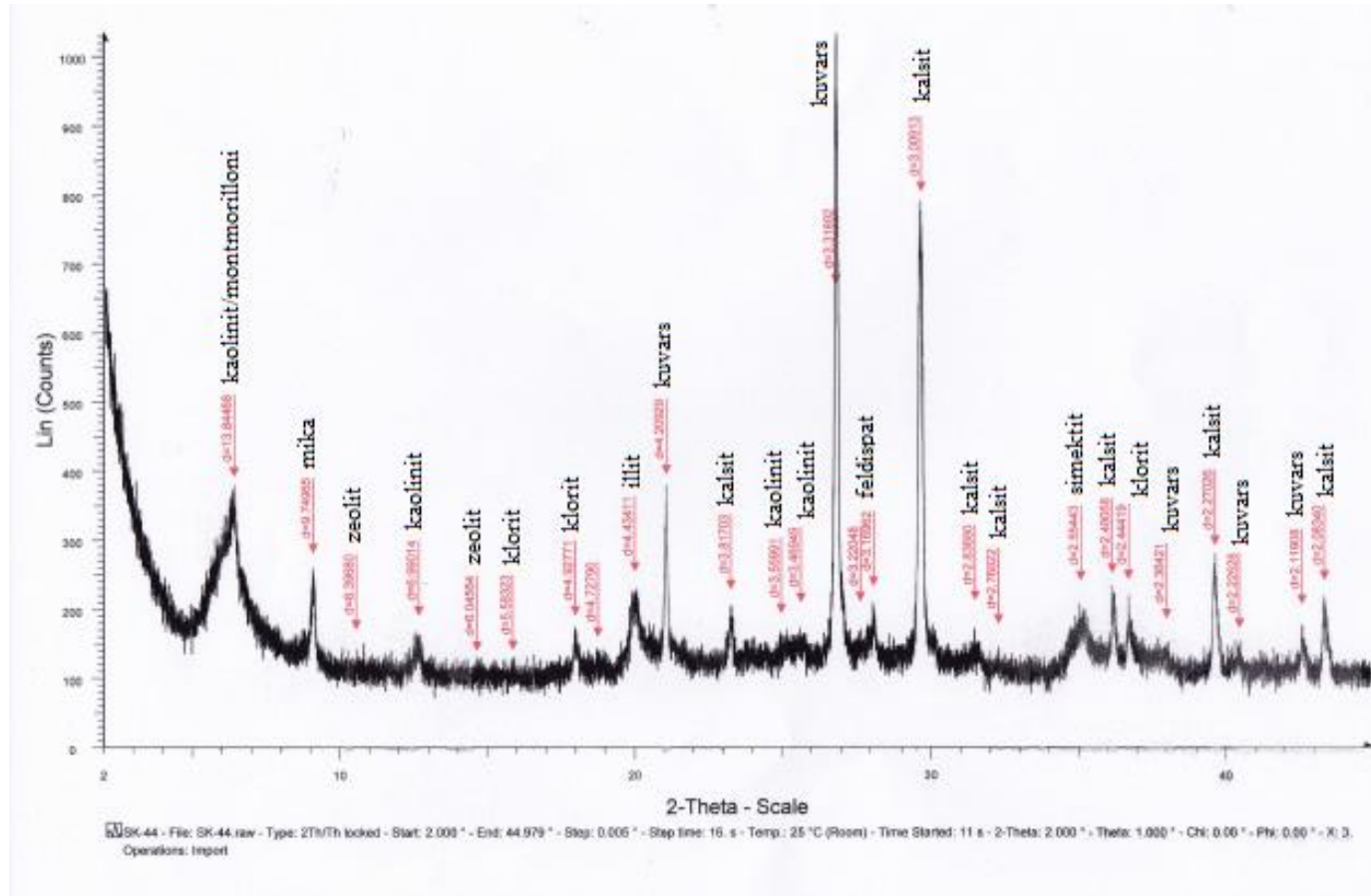
Şekil 3.11 : SK-9 adlı numunenin X-ışını Difraktogramı.



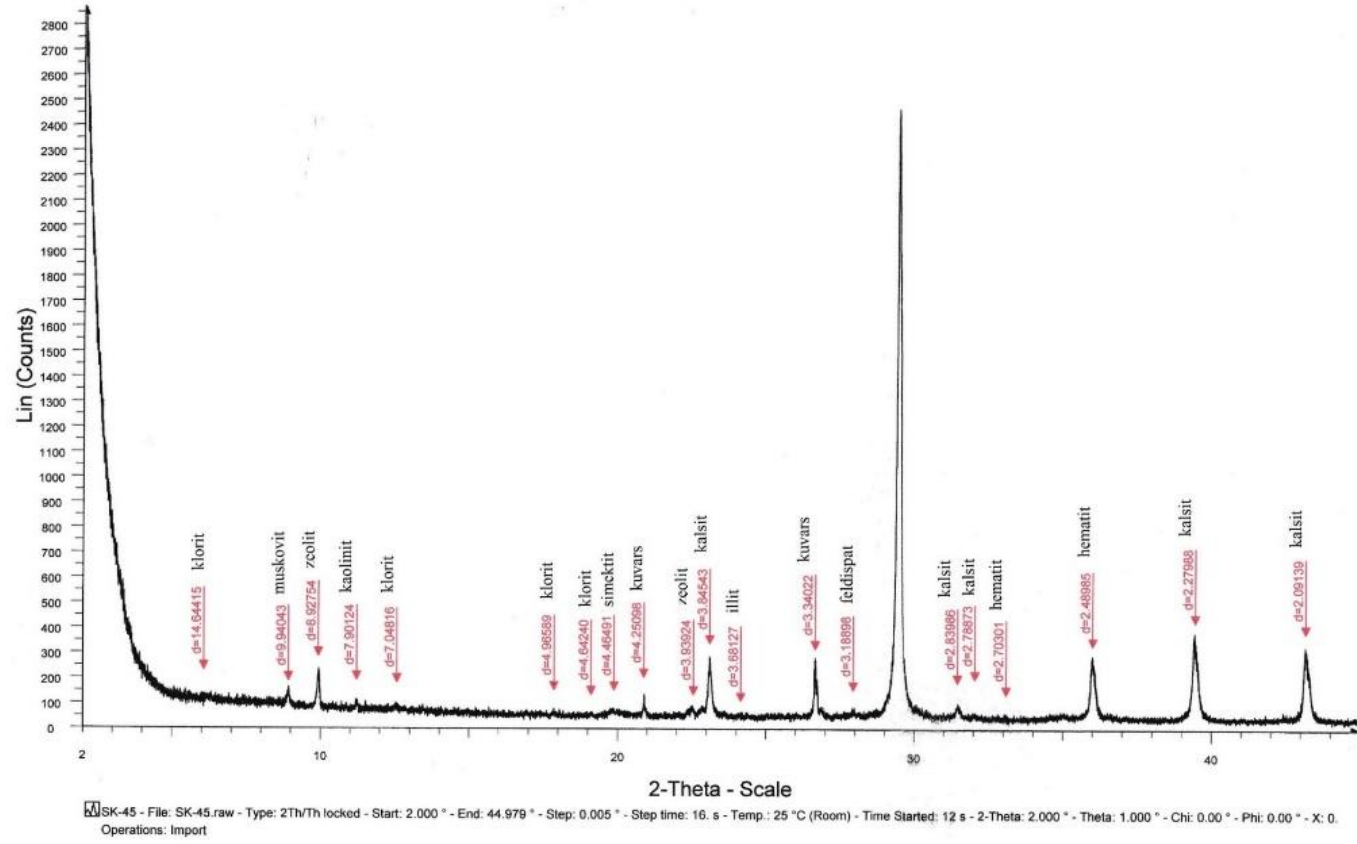
Şekil 3.12 : SK-43 adlı numunenin X-ışını Difraktogram.



Şekil 3.13 : SK-43 M1 adlı numunenin X-ışını Difraktogramı.



Şekil 3.14 : SK-44 adlı numunenin X-ışını Difraktogramı.



Şekil 3.15 : SK-45 adlı numunenin X-ışını Difraktogramı.

3.8 Killerin Kimyasal Özellikleri

Killer, katı, sıvı ve gaz fazlarını içeren çok bileşenli sistemlerdir. Katı faz, genelde “polikristalin”dir. Kristalin bileşenler inorganik minerallerden ve inorganik ya da organik, amorf içeriklerden oluşur. Killerdeki inorganik bileşenlerin çok büyük bir kısmı “kristalin”dir. En önemli kristalin bileşenleri ise ikincil kil mineralleridir. Bunlar, Kristal yapısı, şekli ve çok düşük tane boyu gibi tipik özellikleri ile sulu alüminyum silikatlardır; ve bunlar, çoğu zaman killerin karakterlerini belirleyen minerallerdir. Killer, bu kil minerallerinin yanı sıra bazı kayaç oluşturan mineraller de içerirler (karbonatlar, oksitler, sulu bileşikler ve silikatlar gibi). En yaygın karbonatlar kalsit ve dolomit; en yaygın oksitler hematit ve magnetit; en yaygın sulu bileşikler ise götit, diyaspör ve brusit.

Çökelme ortamının kimyasal ve fiziksel koşullarına göre değişik türde kil minerallerinin oluşabileceği ve bu düşünce ile inceleme alanında yapılmış olan sondajlardan elde edilen logların değişik renkte ve bileşimindeki seviyelerinden sistematik örnekler alınmış ve kimyasal analizleri İTÜ JAL laboratuvarlarında XRF yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Killerin kimyasal özelliklerinin kullanım alanlarına bağlı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Killerin bünyesindeki “silis, demir, alkaliler, titanyum ve A.Z” önemli parametrelerdir. Kimyasal analizlerden başka çeşitli endüstrilerde kullanılacak kil minerallerinin teknolojik özellikleri ve kullanım reçeteleri (oransal dağılımları) ve silis ve kuvars ile birlikte feldispat yüzdeleri önemlidir. Ayrıca killerin kullanıldığı alana göre ortaya konulması gereken önemli özelliklerinden biri de katyon değişim özellikleridir. Kil mineralleri kimyasal maddeler ile boyama yöntemine göre aldıkları renklerle birbirinden ayırt edilmeye çalışılır. Dolayısıyla killerin kimyasal bileşimleri ayrıntılı incelenerek bunların kullanıldığı endüstriyel alanlarda ve günümüz yeni teknolojilerinden olan nano teknolojide kimyasal analizlerinin önemli olduğu anlaşılmaktadır. Sondaj loglarından alınan bu örneklerin Çizelge 3.5’ te verilen örneklerin dışında sadece kimyasal analizleri yapılırken ve Çizelge 3.6’ da verilen kil örneklerinin majör ve iz element analizleri ayrı bir tablo halinde verilmiştir. SK-1, SK-9, SK-44, SK-43, SK-43M ve SK-45 kil örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.7 ve 3.8’ da verilmiştir.

Çizelge 3.6 : Binkılıç sahasından alınan numunelerin major, minör ve iz element içerikleri.

Sandık No	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)	Cl (ppm)	Cr ₂ O ₃ (%)	SO ₃ (%)	LOI (%)	Rb (ppm)	Ba (ppm)	Sr (ppm)
Sk1 Sandık2 22-36M major	22,12	2,45	0,60	0,75	38,05	0,12	0,26	0,07	0,13	0,16	107	-	-	35,16	-	-	-
Sk1 Sandık2 22-36M trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	267
Sk1 Sandık2 29-32M major	44,87	13,18	4,65	2,32	14,98	0,42	1,72	0,58	0,08	0,05	138	0,01	-	16,9	137	267	538
Sk2 Sandık3 23-26m major	33,33	9,65	4,09	2,10	23,46	0,36	1,03	0,40	0,16	0,57	-	0,01	-	24,59	76	-	364
Sk10 Sandık3 20-26M major	38,38	11,53	5,63	2,59	19,41	0,54	1,79	0,65	0,08	0,15	-	0,04	-	19,03	-	351	202
Sk10 Sandık3 20-26M trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84	-	-
Sk24 Sandık3 23,5-25M major	28,07	8,07	2,53	1,77	26,58	0,37	1,01	0,32	0,17	2,99	108	0,01	-	27,91	-	-	386
Sk24 Sandık3 23,5-25M trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	-	-
Sk34 Sandık1 8-11M major	58,46	15,93	8,71	2,43	1,42	0,53	2,45	0,90	0,05	0,04	125	0,05	-	8,77	194	363	215
Sk34 Sandık1 8-11M trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	138	-	-
Sk43 M1 major	58,54	16,34	7,33	2,86	1,80	0,27	1,48	0,87	0,04	0,05	304	0,04	-	10,06	144	-	225
SK43/M2 major	46,20	13,13	5,91	3,12	7,31	0,61	2,26	0,57	0,12	0,32	150	0,02	3,37	16,84	117	-	331
Sk43 Sandık2 20-23M major	46,47	12,29	6,54	3,04	10,92	0,36	2,09	0,64	0,10	0,07	-	0,04	-	17,24	-	272	193
Sk43 Sandık2 20-23M trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-
Sk44 major	42,41	13,24	6,68	2,86	14,31	0,42	2,38	0,71	0,10	0,14	-	0,04	-	16,49	-	-	256
Sk44 trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104	-	-
SK45-B major	20,14	5,82	2,19	1,62	36,63	0,40	1,08	0,28	0,09	0,03	-	0,01	-	31,03	50	-	0,11
SK45-B trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	-	-
Sk45 Sandık11 50-53M major	22,79	5,66	1,70	1,41	35,02	0,46	0,97	0,26	0,08	0,04	132	0,01	-	31,35	-	281	943
Sk45 Sandık11 50-53M trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	-	-
Sk45 Sandık22 103-108M major	17,83	4,78	1,89	1,48	39,03	0,36	0,89	0,22	0,07	0,04	105	-	-	32,88	-	-	852
Sk45 Sandık22 103-108M trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	-	-
Sk45 Sandık25 119,5M major	18,36	5,18	2,17	1,54	38,23	0,44	1,17	0,27	0,10	0,05	138	-	-	31,9	-	222	0,10
Sk45 Sandık25 119,5M trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	-	-
Sk45 Sandık29 140-146M major	27,78	3,42	1,82	1,02	40,64	0,44	1,02	0,26	0,44	0,02	194	-	-	22,65	40	-	503
Sk45E Sandık2 123-124M major	25,51	7,41	3,05	2,04	31,58	0,57	1,72	0,33	0,11	0,04	-	0,01	-	27,19	-	-	0,12
Sk45E Sandık2 123-124M trace	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	-	-
Sk45-F Sandık18-19 83-93 major	17,15	5,32	2,00	1,46	38,46	0,39	0,98	0,25	0,13	0,03	-	0,01	-	33,18	40	-	0,11

Çizelge 3.6 : Binkılıç sahasından alınan numunelerin major, minör ve iz element içerikleri (devam).

Sandık No	Pb (ppm)	Th (ppm)	Zr (ppm)	Y (ppm)	Nb (ppm)	Sn (ppm)	Ni	V (ppm)	S	Ga (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Sb (ppm)	Ba (ppm)	Co (ppm)	As (ppm)	Sc (ppm)	Ag (ppm)	Cr (ppm)
Sk1 Sandık2 22-36M major	-	-	87	-	-	-	-	-	268 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk1 Sandık2 22-36M trace	4	2	-	267	3	-	31	-	-	3	11	5	2	2	-	-	-	-	-	-
Sk1 Sandık2 29-32M major	-	-	250	-	11	-	101	-	185 ppm	-	89	57	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk2 Sandık3 23-26m major	-	-	108	-	-	-	184	-	291 ppm	13	54	38	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk10 Sandık3 20-26M major	-	-	105	-	-	-	-	-	60 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk10 Sandık3 20-26M trace	12	5	-	34	9	1	253	-	-	12	59	31	2	2	-	14	8	128	-	-
Sk24 Sandık3 23,5-25M major	-	-	134	-	-	-	-	-	270 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk24 Sandık3 23,5-25M trace	15	6	-	23	7	-	69	-	-	9	37	25	2	4	501	10	2	24	-	-
Sk34 Sandık1 8-11M major	-	-	166	-	-	-	-	203	220 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk34 Sandık1 8-11M trace	15	-	-	19	13	1	132	-	-	18	54	37	2	4	-	17	13	1193	-	-
Sk43 M1 major	-	-	218	73	12	-	191	137	145 ppm	-	106	48	-	-	695	11	18	-	47	-
SK43/M2 major	-	-	167	17	6	-	247	200	-	13	83	88	-	-	274	-	20	-	-	-
Sk43 Sandık2 20-23M major	-	-	92	-	-	-	-	149	68 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk43 Sandık2 20-23M trace	10	6	-	19	9	1	232	-	-	15	76	36	1	1	-	18	7	244	-	-
Sk44 major	-	-	96	-	-	-	-	165	89 ppm	-	-	-	-	-	347	-	-	-	54	-
Sk44 trace	19	-	-	23	9	-	225	-	-	14	76	31	2	5	-	17	6	222	-	-
SK45-B major	-	-	122	-	-	-	-	-	0,20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK45-B trace	12	4	-	11	5	-	42	-	-	7	47	21	2	3	214	1	5	11	-	-
Sk45 Sandık11 50-53M major	-	-	113	-	-	-	-	-	218 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk45 Sandık11 50-53M trace	12	5	-	11	6	-	33	-	-	7	36	12	2	-	-	-	4	21	-	-
Sk45 Sandık22 103-108M major	-	-	115	-	-	-	-	-	0,15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk45 Sandık22 103-108M trace	9	2	-	9	3	-	34	-	-	6	35	13	1	-	105	-	4	-	-	219
Sk45 Sandık25 119,5M major	-	-	161	-	-	-	-	47	0,15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk45 Sandık25 119,5M trace	8	2	-	10	4	-	44	-	-	6	36	17	2	4	-	3	4	2	-	184
Sk45 Sandık29 140-146M major	-	-	245	-	-	-	-	-	0,15%	-	55	31	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk45E Sandık2 123-124M major	-	-	180	-	-	-	-	-	807 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sk45E Sandık2 123-124M trace	20	7	-	12	6	-	36	-	-	8	35	10	2	1	-	3	4	35	-	-
Sk45-F Sandık18-19 83-93 major	-	-	119	-	-	-	49	-	0,18%	-	61	38	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 3.7 : SK-1, SANDIK-2 / SK-9, SANDIK- 3 / SK-45, SANDIK-18 ve 19 kodlu örneklerin kimyasal analiz sonuçları.

SK-1/SAND-2		SK-9/SAND-3		SK-45/SAND-18/19	
Fml	Kon (%)	Fml	Kon (%)	Fml	Kon (%)
SiO ₂	20,28	SiO ₂	34,81	SiO ₂	13,23
Al ₂ O ₃	1,89	Al ₂ O ₃	8,33	Al ₂ O ₃	3,92
Fe ₂ O ₃	0,65	Fe ₂ O ₃	3,08	Fe ₂ O ₃	1,58
MgO	0,59	MgO	1,74	MgO	1,12
CaO	41,10	CaO	24,68	CaO	43,59
Na ₂ O	0,09	Na ₂ O	0,39	Na ₂ O	0,35
K ₂ O	0,23	K ₂ O	1,17	K ₂ O	0,81
TiO ₂	0,06	TiO ₂	0,37	TiO ₂	0,18
P ₂ O ₅	0,08	P ₂ O ₅	0,19	P ₂ O ₅	0,07
MnO	0,07	MnO	2,26	MnO	0,05
LOI	34,97	Cr ₂ O ₃	0,02	Cr ₂ O ₃	0,01
		LOI	22,98	LOI	35,08

Çizelge 3.8 : SK-44, SAND-2 / SK-43, SAND-5 / SK-43, M-1 kodlu örneklerin kimyasal analiz sonuçları.

SK-44/SAND-2		SK-43/SAND-5		SK-43/M-1	
Fml	Kon (%)	Fml	Kon (%)	Fml	Kon (%)
SiO ₂	43,75	SiO ₂	55,05	SiO ₂	48,22
Al ₂ O ₃	14,01	Al ₂ O ₃	16,78	Al ₂ O ₃	14,14
Fe ₂ O ₃	8,15	Fe ₂ O ₃	6,66	Fe ₂ O ₃	6,90
MgO	3,24	MgO	3,87	MgO	3,34
CaO	12,71	CaO	9,93	CaO	7,87
Na ₂ O	0,29	Na ₂ O	0,76	Na ₂ O	0,67
K ₂ O	2,56	K ₂ O	3,23	K ₂ O	2,39
TiO ₂	0,77	TiO ₂	0,91	TiO ₂	0,64
P ₂ O ₅	0,11	P ₂ O ₅	0,13	P ₂ O ₅	0,25
MnO	0,09	MnO	0,12	MnO	0,16
Cr ₂ O ₃	0,05	Cr ₂ O ₃	0,05	Cr ₂ O ₃	0,05
LOI	14,27	LOI	2,51	LOI	15,38

3.9 Killerin DTA-TGA İncelemeleri

DTA olarak tanımlanan bu yöntem muhtemelen en çok kullanılan ve en önemli tekniklerden biridir (Mackenzie, 1970). Le Chatelier tarafından 1887 yılında tanımlanmıştır. Günümüzde jeoloji, seramik, polimer, çimento, ayrıca plastik, kimya ve katali endüstrisinde kullanılmaktadır. Benzer şekilde DTA organik maddenin, patlayıcıların ve radyoizotopların araştırılmasında da uygulanmaktadır. DTA her ikisi de kontrollü oranda genellikle 0-1000 °C arasında ısıtılan numune ve referans madde arasındaki enerji değişimlerini belirlerler ve bu enerji değişimi (ısı farkı) ΔT ile gösterilir. Numunede değişim olduğunda sıcaklık etkisi numune ve referans madde arasında sıcaklıkta bir farklılığa sebep olur. Sıcaklıktaki bu farklılık sıcaklığın bir

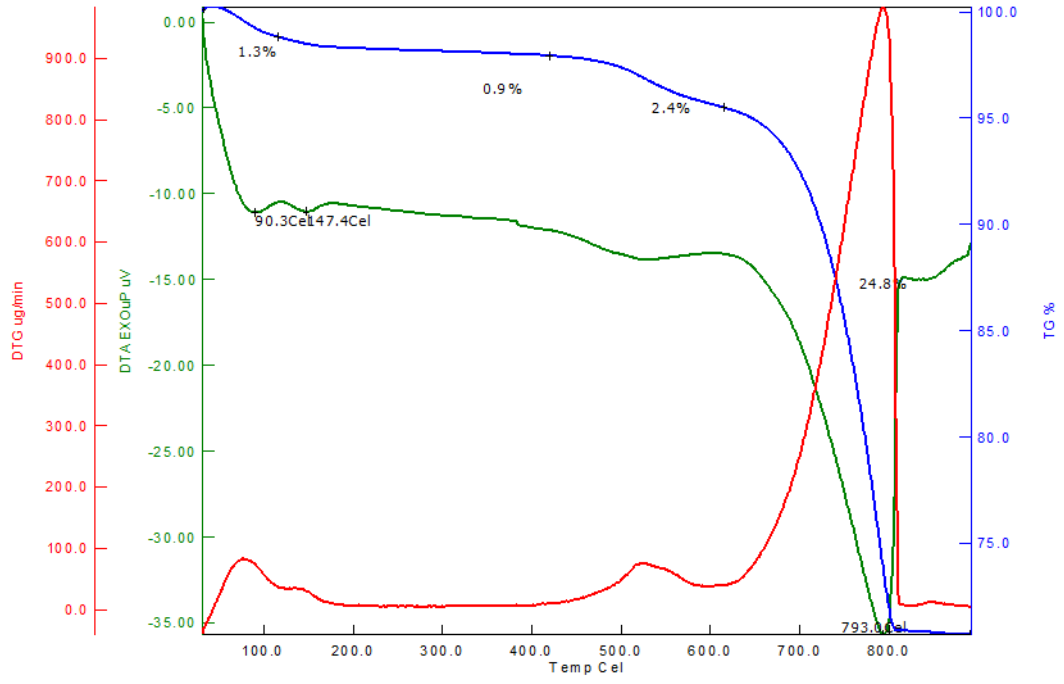
fonksiyonu olarak ölçülür ve kaydedilir. Deneysel kayıt DTA eğrisidir (Çelik Karakaya, 2006). TGA yönteminde ise, kontrollü bir oranda ısıtılan veya soğutulan numunenin sürekli olarak ağırlığında meydana gelen değişim miktarı ölçülür ve bir eğri halinde grafiği alınır (Peterson ve Swaffield, 1987; Yıldız vd., 1997). Elde edilen grafikte materyalin bileşimi ve termal duraylılığının ölçümü mümkün olur, bu yöntemle: a-ağırlık kaybına sebep olan tepkime ısılarının tanımlanması. Kil minerallerinin bünyesinde bulunan suların hangi sıcaklık derecelerinde ve hangi oranlarda kaybının olduğunu anlamak için diferansiyel termal analiz yöntemi kullanılır. Termal gravimetrik analiz ise kilerin ısıtılma ile ilgili olarak kütle kaybını ortaya koyar. SK-9, SANDIK: , SK-43/M1, SANDIK: 5, SK-44, SANDIK: 2, SK-45, SANDIK: 18-19 kodlu numunelere ait DTA-TG profilleri aşağıda verilmiştir (Şekil 3.18-3.19-3.20-3.21). Kil örneklerinde aşağıda kod numaraları yazılı kil numuneleri üzerinde gerçekleştirilen standart bentonit analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Analiz sonuçları Cevher Hazırlama Mühendisliği Bölüm’ünden Doç. Dr. Feridun Boylu tarafından yapılmıştır.

Çizelge 3.9 : Standart Bentonit Analiz Sonuçları.

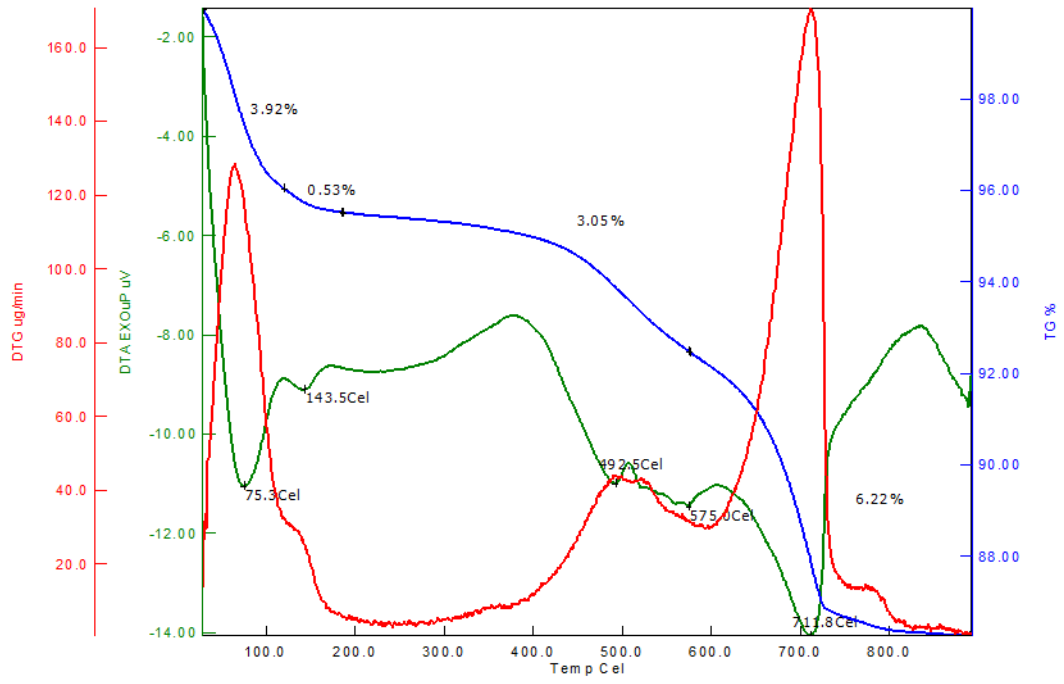
NUMUNE	KDK mg/100g	Şişme İnd. ml/2 g	Su emme Kap. %	Yağ emme Kap. cc/g	Jel İndex	Su kaybı ml	FANN VİSKOZİTE, cP	
							300 rpm	600 Rpm
SK-45 SANDIK: 18/19	16.3	4.5	5.7	0.40	<7.0	140	1.50	2.50
SK-44 SANDIK: 2	27.2	5.5	87.0	0.40	<7.0	138	1.75	3.00
SK-43/M1 SANDIK: 5	29.9	7.0	100.0	0.45	<7.0	198	1.50	3.00
SK-9 SANDIK: 3	16.3	4.0	70.0	0.40	<7.0	84	1.50	2.50

Yukarıdaki çizelgeden (Çizelge 3.9) görüldüğü üzere; söz konusu numunelerden sadece SK-43 no’lu ürün bentonit özellikleri göstermiştir. Bu özellikler dikkate alındığında söz konusu numunelerin döküm, sondaj gibi endüstrilerde kullanıma uygun olmadığı, ancak SK-43 no’lu numunenin soda aktivasyonu ile biraz daha iyi özelliklere getirilebileceği düşünülmüştür.

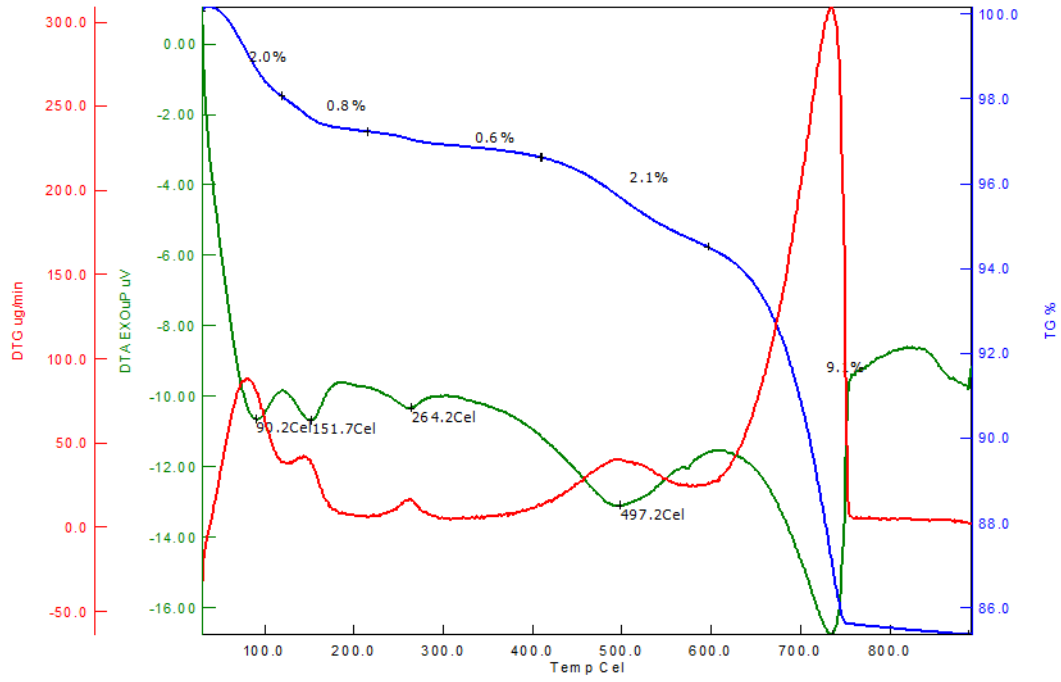
Kil örneklerine ait aşağıda grafikleri verilen DTA ve TGA analizleri incelendiğinde söz konusu numunelerden sadece SK-43/M1 nolu olanının bentonit karakterinde DTA profili verdiği ve profilin ara bentonit profilleriyle uyduğu saptanmıştır.



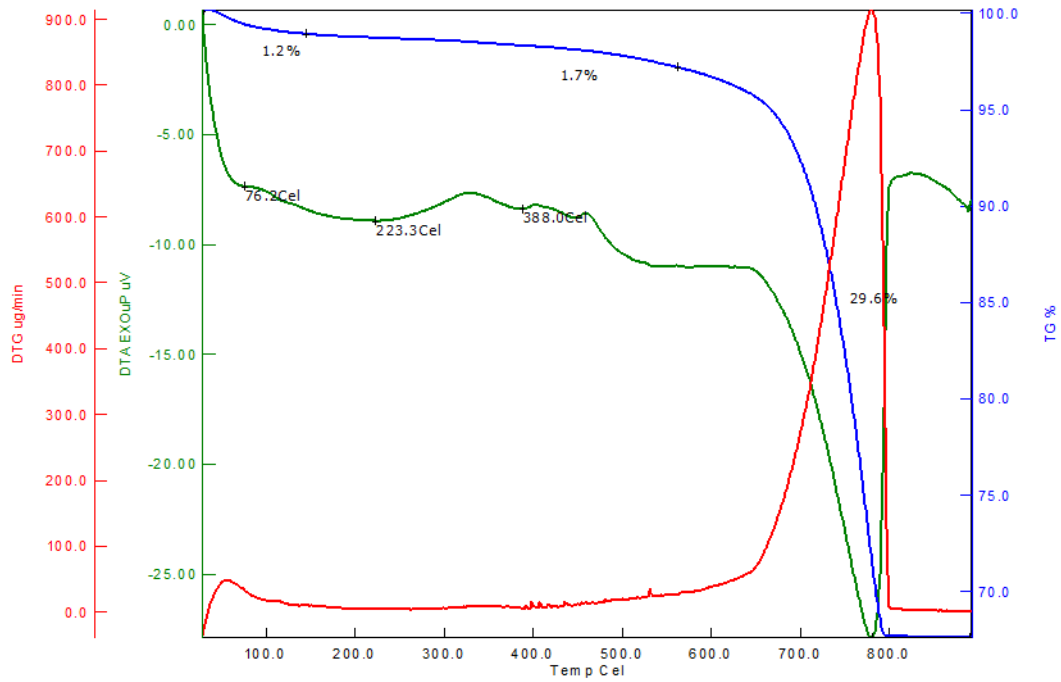
Şekil 3.18 : SK-9, SANDIK: 3 kodlu numuneye ait DTA-TG profile.



Şekil 3.19 : SK-43/M1, SANDIK: 5 kodlu numuneye ait DTA-TG profile.



Şekil 3.20 : SK-44, SANDIK: 2 kodlu numuneye ait DTA-TG profile.



Şekil 3.21 : SK-45, SANDIK: 18-19 kodlu numuneye ait DTA-TG profile.

SK-43/M1 kodlu örnek gerek smektit varlığı gerekse smektitin yapısı açısından en ideal örnektir. “Toplam Kil Mineralleri” örnekler arasında farklılık arzeder ve toplam olarak; SK-43/M1 ve SK-44 kodlu örneklerde en yüksektir, sırasıyla (% 75 ve % 65 düzeylerindedir). Çizelge 3.5’ deki SK-43/M1 için Smektit (% 65-70) + İllit-Mika

(% <5), TOPLAM KİL: % 75 ve SK-44 için Smektit (% 45-50) + İllit-Mika (% 10-15), TOPLAM KİL : % 65 tir.

Örnekler içinde en çok bentonitik kil özelliğine sahip olan SK-43/M1 ve ondan daha az bentonitik özellik gösteren SK-44 nolu örneğin sahadaki yanıl devamlılıkları denetlenerek çeşitli endüstri kollarının gerektirdiği uygulama ve araştırmaların bu iki örnek üzerinde yoğunlaştırılmasında fayda olduğu görölmüşür. Bu örneklerin Na ile aktif hale getirilmesi durumunda Na bentonit sondaj, çelik döküm, demir peletleme, inşaat sektöründe kullanılabilme özelliği kazanacaktır.

4. KUMLARIN VE KİLLERİN TEKNOLOJİK İNCELEMELERİ

4.1 Kumların Zenginleştirilmesi

Tez kapsamında çeşitli jeolojik özellikleri incelenen kum örneklerinin zenginleştirilme çalışmaları İ.T.Ü. Cevher Hazırlama Mühendisliği Bölümü pilot tesis laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Zenginleştirme yöntemi, cevherdeki değerli ve değersiz tüm minerallerin cinsine, fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal özelliklerindeki farklılıklara ve boyut dağılımlarına bağlı olarak seçilmektedir. Kumların zenginleştirilmesi için; Gravite yöntemi, Elek analizi, Manyetik ayırma, Yıkama yöntemi (kuru ve yaş yıkama) gibi yöntemler kullanılır.

Zenginleştirme işlemi yapılacak kumlardan alınan temsili numuneler, önce tüvenan olarak mikroskop altında incelenir ve mineralojik petrografik özellikleri saptanır. Daha sonra elek analizi yapılarak belirli boyut aralıklarındaki kum örnekleri tekrar mikroskop altında incelenir. İnceleme sonucunda kum içerisindeki mika oranı tane sayımı yöntemleri kullanılarak belirlenir. Sayım işlemi, binoküler mikroskop altında ve kum örneklerinden hazırlanan ince kesitlerin polarizan petrografi mikroskobu ile incelenmesi sonucu yapılır. Bunun nedeni yapılacak zenginleştirme işlemlerinde mikadan arındırılan kumların tekrar mikroskop altında incelenerek mika oranının ne kadar azaltılabildiğini tespit etmek içindir.

4.1.1 Kumlarda kuru zenginleştirme yöntemleri

Bu tez kapsamında kumların içindeki mikaların mineralojik yöntemler ile türleri ve oranları tespit edilmiş ve daha sonra aşağıda ayrıntılı olarak ifade edilen “Havalı Separatör” kullanılarak zenginleştirme ön çalışmaları yapılmıştır

4.1.1.1 Mikalı kum’un havalı seperatör ile kuru zenginleştirilmesi

Havalı sınıflandırma (ayırma), hava akışı ile taneleri boyutuna, şekline ve özgül ağırlığına göre ayırma işlemidir ve kuru olarak gerçekleştirilmektedir. Ayırma işlemi d50 boyutu ile karakterize edilmektedir. d50’nin üzerindeki taneler “iri” fraksiyonu, altındakiler ise “ince” fraksiyonu ifade eder. Ayırmanın performansı elde edilen

üründeki her bir fraksiyonun kütle içeriklerine göre belirlenir. Deneysel çalışmalarda Cevher hazırlama tesisi içinde bulunan havalı seperatör (Şekil 4.1) kullanılmıştır. Mikalı kumun havalı seperatör ile zenginleştirme işlemi ocaktaki kumların yaygın olarak orta seviyesinde yer alan gri kumlar üzerinde deney yapılmıştır.



Şekil 4.1 : Havalı Separatör.

Havalı seperatörle gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda ilk aşamada besleme hızının ve seperatör hızının sabit tutulduğu (650 rpm) deneyde, $-0,6 + 0,3$ mm boyut grubundaki malzemenin beslenmesi durumunda malzemenin yoğunluk farkından çok boyuta bağlı ayırım gösterdiği ve dolayısıyla iri boyutlar ile birlikte hareket eden mika ve diğer kum bileşenlerinin aynı yerden alındığı belirlenmiştir.



Şekil 4.2 : Cevher hazırlama laboratuvarı havalı seperatör cihazı.

Şekil 4.2’ den de görülebileceği üzere beslenen malzemenin önemli bir kısmı iri boyutta ayrılırken, çok az bir kısmı ise daha ince boyut aralıklarında ayrılmıştır. Elde edilen ürünler üzerinde yapılan gözlemlerde mika tanelerinin genelde iri boyutlu üründen elde edilebileceği belirlenmiş olup, ince boyutlu kısımda mika harici kum bileşenlerinin bulunduğu gözlenmiştir. Bu durum mika içerikli olan bu kum numunesinin ayrılmasında havalı seperatör kullanılması durumunda daha dar bir boyut aralığı seçilmesinin (örn. $-0.600+0.500$ mm) cihazın ayırım performansını önemli ölçüde arttıracak kanısını oluşturmuştur. Ayrıca yukarıda bahsi geçen şartlardan besleme hızı, seperatör hızı gibi parametrelerin değerlerinde daha yüksek değerlerin kullanıldığı ve ürünlerin tekrar temizleme veya süpürme gibi devrelere beslendiği akım şemaları izlenerek gerçekleştirilecek deneyler, havalı seperatörün bu tip ayırımlarda uygulanabilirliği konusunda daha net bulgular elde edilmesini sağlayacaktır.

İnşaat sektörünün gün geçtikçe artan talebi doğrultusunda gün geçtikçe artan orta düzey özel nitelikteki kum ihtiyacının karşılanabilmesi için sulu yöntemlerin mümkün olmadığı yerlerde kuru seperatörle mikanın uzaklaştırılabileceği düşünülmektedir.

4.2 Killerin Zenginleştirilmesi

Bilinen bütün kil ocaklarında üretim, açık işletme metodu ile ekskavatör shovel veya rotary ekskavatörler kullanılarak yapılmaktadır. Üretilen killer, genellikle bünyede bulunan safsızlıklardan bir dizi işlemle temizlenmektedir. Bunlar ön zenginleştirme, boyut küçültme, harmanlama, homojenizasyon (iki ya da daha fazla bölgeden üretim durumunda), safsızlık giderme (kil içeriğini artırma) ve susuzlaştırma aşamalarından oluşmaktadır.

4.2.1 Ön zenginleştirme

Ocak üretimi sırasında kil yataklarını sınırlayan ve zaman zaman bu sınır noktalarında malzemenin reklenmesine neden metal oksitli damarlar, iri organik parçaları, mikalar, toprak parçaları gibi safsızlıklar üretilen malzemeye karışabilmektedir. Bu yabancı maddeler, ocak başı ilk işlem olarak gözle ayırt edilerek el ile (triyaj, tavuklama) uzaklaştırmaktadır. Bununla birlikte, doğal mıknatıslar veya elektro-magnetler kullanılarak, hammadde içine karışmış olan demir içeren manyetik parçaların uzaklaştırılması sağlanmakta, boyut küçültme işlemlerinde oluşabilecek problemler ortadan kaldırılmaktadır. Ayrılması istenen safsızlıklar sert ise, sertlik farkından yararlanılarak döner eleklerde yıkanıp boyuta göre sınıflandırılarak, hammaddeden uzaklaştırılmaktadır.

4.2.2 Boyut küçültme

Hammaddenin zenginleştirilmesi öncesinde boyutunun 3 ila 5 cm irilikte olması gerekmektedir. Ocakta elde edilen killerin bu boyuta indirilmesi amacıyla malzemenin özelliklerine göre; kuru ve setleşmiş malzemelerin kırılmasından en çok çekiçli, çeneli ve merdanalı kırıcılar; nemli ve plastik killerin boyut küçültme işlemlerinde ise kil yongalama makinesi ve bıçaklı kırıcılar kullanılmaktadır.

4.2.3 Harmanlama, homojenizasyon

Değişik damar veya ocaklardan üretilerek belirli boyutlara indirilen killer değişik fiziksel ve kimyasal yapı gösterdiklerinden, bunların kullanılabilmesi için homojenleştirilmesi ve tespit edilen bir standarda getirilmesi gerekmektedir. Bu homojenleştirme standart harmanlama metodları ile gerçekleştirilmekte olup, bunun için malzemeyi stoklama ve stoktan alma işlemlerinde değişik metodlar

kullanılmaktadır. Harmanlama işlemi stoklama sırasında yapılabilirdi gibi, stoklama ve stoktan alma sırasında da yapılmaktadır.

4.2.4 Zenginleştirme

Granitik ve volkanik kayaçların alterasyonu ile oluşan kil bünyesinde bulunan safsızlıklar çoğunlukla kuvars, mika ve bazen altere olmamış feldspatlardır. Bunların yanı sıra oluşum yeri ve şartlarına bağlı olarak turmalin, pirit, rutil, zirkon ve nadir toprak mineralleri de bulunabilmektedir.

Killerin zenginleştirilmesi işlemlerinde en önemli prosesler, boyut küçültme, boyuta göre ayırma ve yaş veya kuru olarak yoğunluk farkına göre ayırmaya dayanan çeşitli yöntemlerden oluşmaktadır. Kil cevherlerinde boyut küçültme işlemleri için çoğunlukla çekiçli ve merdanalı kırıcılar kullanılmakla birlikte cevherin nemlilik durumuna göre bunlardan daha değişik tipte kırıcılar da kullanılabilir. Kil cevheri içerisinde eğer manyetik safsızlıklar var ise boyut küçültme işlemleri öncesi ve/veya sonrasında bunlar bir manyetik ayırıcı kullanımıyla sistemden uzaklaştırılırlar.

Yaş ayırma yöntemlerinde, kil cevherinin su içerisinde mekanik olarak açılıp dağıtılması için değişik tip açıcı, yıkayıcı ve sınıflandırıcı ekipmanlar kullanılır. Burada gerekli olduğunda bazı kimyasal dispersanlar da kullanılabilir. Açılmış ve iri kumdan ayrılmış malzeme hidrosiklon, hidroseparator ve çöktürme tankı kullanılarak seçimli klasifikasyon işlemlerinden geçirilerek, kil içerisindeki safsızlıklar uzaklaştırılır. Çok ince boyutlara ayrılan kil konsantreleri daha sonra tikiplerde flokülant ilavesi ile kıvramlandırılır ve basınçlı filtrelerle susuzlaştırılır. Kurutma öncesi, keklerin yüzey alanını arttırmak için makinalardan geçirildikten sonra kurutulup silolara alınır ve ürün kalitesine göre uygun pazarlarda satışa sunulur.

4.3 Killerin Döküm Özelliklerinin İncelenmesi

Tez kapsamında döküm sektöründe kullanılan hammaddelerin başında gelen bentonitin, sahip olması gereken fiziksel özellikleri ortaya konmuş ve Binkılıç bölgesinden alınmış olan bentonit killeri bu açıdan incelenmiştir. Türkiye'deki bentonitlerin karşılaştırmalı özellikleri verilmiştir. Bentonitin, dökümde istenen özelliklerinin artırılması amacıyla yapılan, aktivasyon çalışmalarına örnekler

verilerek, laboratuvar bazında ve uygulamada gerçekleştirilen işlemler ve bunların ıktıları ortaya konmuştur. Döküm kumu testlerinde, şekil 4.3’de gösterilen kum karıştırma cihazı kullanılarak hazırlanan kumlar üzerinde; sıkıştırılabilirlik, yaş basma mukavemeti (Compressive Strength), ezme mukavemeti (Splitting Strength), yaş kesme mukavemeti (Twin Transverse), ıslak çekme mukavemeti (Wet Tensile Strength) ve gaz geçirgenliği (Gas Permeability) testleri gerçekleştirilmiştir. Standart test numunesi hazırlama, kompaktibilite, yaş basma, ezme, yaş kesme mukavemetleri, şekil 4.4’ de gösterilen DISA marka MINILAB cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



şekil 4.3 : Döküm kumu karıştırıcısı.



Şekil 4.4 : DISA marka minilab test cihazı.

Islak çekme mukavemeti ve gaz geçirgenliği testleri ise Şekil 4.5’ de verilen DISA marka cihazlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

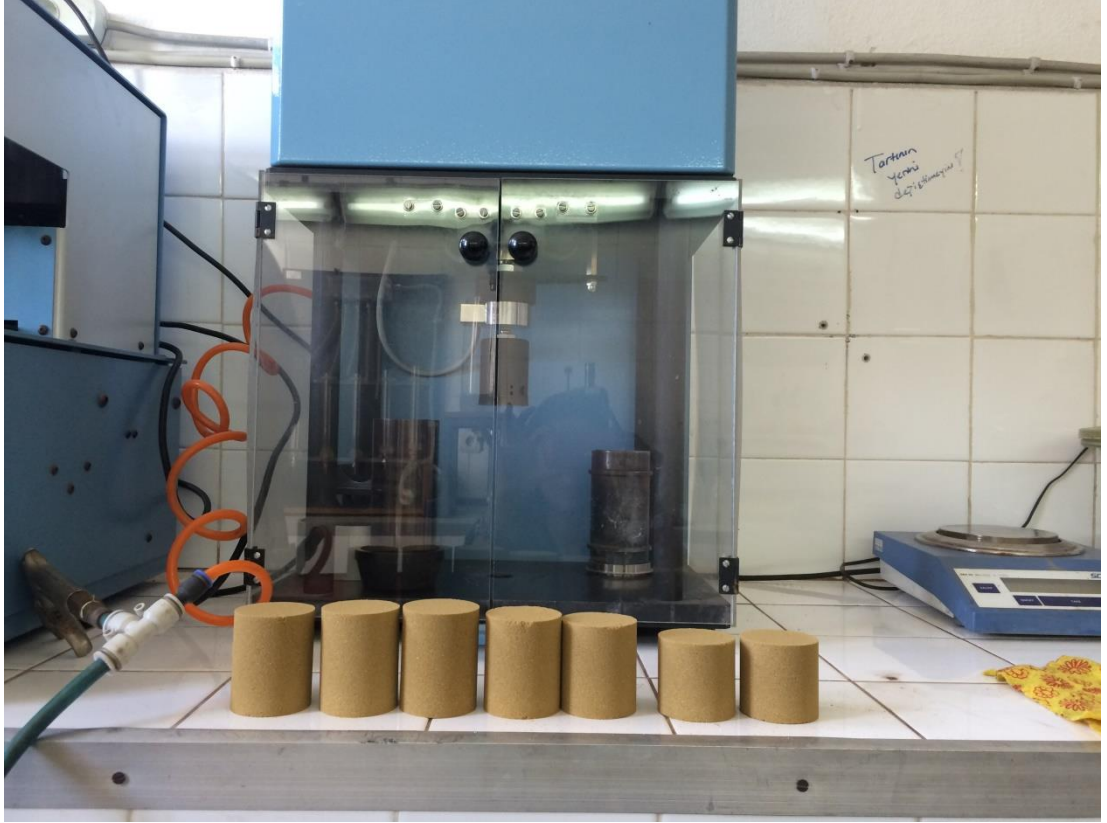


Şekil 4.5 : Islak çekme ve gaz geçirgenliği test cihazları.

Döküm kumu testlerinde TS-5360 standardında yer alan döküm kumu testleri prosedürü yerine endüstriyel uygulamalarda daha yaygın olarak kullanılan, test prosedürü uygulanmıştır. Bu test prosedürünün kullanılmasındaki amaç, farklı

şartlarda gerçekleştirilen aktivasyonlar sonucunda elde edilen aktive ürünlerin döküm kumu açısından endüstriyel kullanımlara uygunluğunu ölçmektir. Test prosedüründe; % 88 oranında AFS 50 kumu (4400 gr) ve % 2 oranında sarı kil (300 gr) ve %3 oranında sarı kil (330 gr) toplamda 630 gr %2,52 gr soda içeren sarı kil numunesi kuru olarak kum karıştırıcısında 2 dakika karıştırılarak, kum ve kil numunesinin iyice harmanlanması sağlanmış ve ardından 80-155 ml su ilave edilerek 15 dakika süre ile karıştırılmıştır. Bu işlem %88 oranında AFS 50 kumu (4400 gr) ve %1 oranında sarı kil (150 gr) ve % 5 oranında sarı kil (380 gr) toplamda 530 gr %3,86 soda içeren sarı kil örneğinde tekrarlanmıştır. TS 5360 standardı ise % 95 oranında AFS 50 kumu ve % 5 oranında kil ilavesi ile hazırlanan kumlar üzerinde gerçekleştirilen testleri tanımlamıştır ve bu durum elde edilen verilerin TS 5360 standardı ile mukayesesini olanaksız hale getirmektedir. Ancak endüstriyel uygulamalarda, döküm cinsine ve kalitesine bağlı olarak farklı AFS kumları ve bentonit oranları kullanılmaktadır. Bu yüzden; döküm testlerinin sadece bir standarda bağlanması endüstriyel anlamda kullanımda olanlarla karşılaştırma açısından faydalı olacaktır.

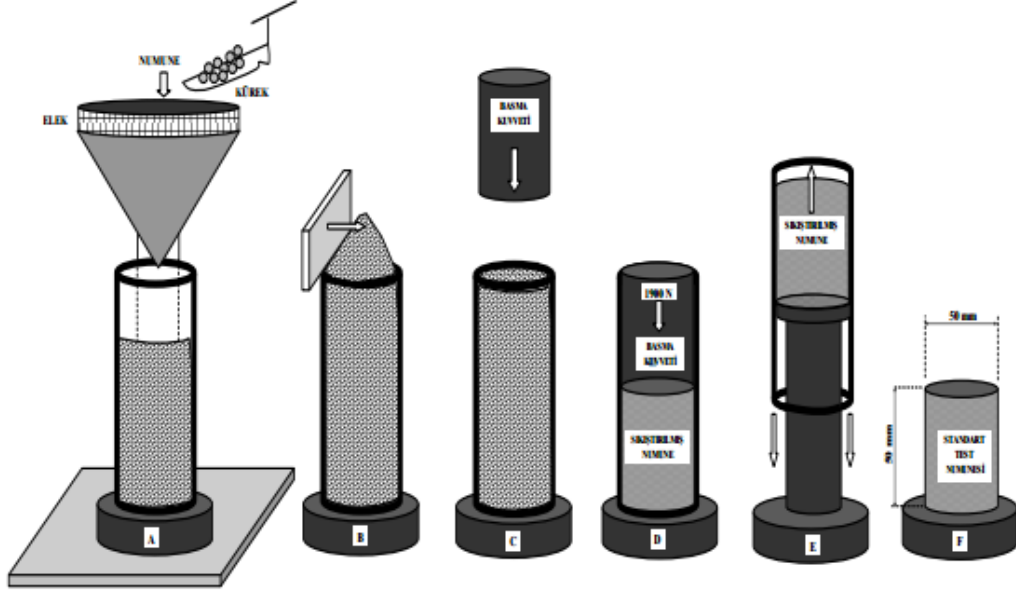
Karıştırma sonrasında numuneler karıştırıcıdan çıkartılarak bir poşet içerisine alınmış, ağzı kapatılmış ve ölçüm süresince nemi muhafaza edilmeye çalışılmıştır. Tüm döküm ölçümleri 0-20 dakika arasında gerçekleştirilmiştir. Döküm kumu testlerinde ilk olarak kompaktibilite değerleri tayin edilmiştir. Öncelikle daha önceki çalışmalar baz alınarak, su ilaveleriyle başlanan karıştırma işleminde, su miktarına bağlı olarak elde edilen kompaktibilitenin % 50'dan daha küçük veya çok büyük olduğu durumlarda hazırlanmış karışım iptal edilerek tekrar baştan su miktarını değiştirmek koşulu ile % 50'lık kompaktibilite ayarlanmaktadır. Döküm kumu hazırlanması esnasında bu metod tercih edilmiştir. Döküm zellikleri değerlendirilirken %50 kompaktibiliteye sahip döküm kumu özellikleri baz alınmıştır.



Şekil 4.6 : Deney için hazırlanmış olan numune örnekleri.

4.3.1 Kompaktibilite tayini ve standart test numunesi

Döküm çalışmaları kapsamında yukarıda bahsedildiği şekilde hazırlanan döküm kumları öncelikli olarak sıkıştırılabilirlik (kompaktibilite) testlerine tabii tutulmuştur. Sıkıştırılabilirlik testlerinde Şekil 4.4’ de gösterilen DISA marka MINILAB cihazı kullanılmıştır. Hazırlanan karışımlar sonucunda elde edilen yaş döküm kumları, Şekil 4.6’ te tarif edildiği gibi hazırlanarak sıkıştırılabilirlik değerleri saptanmıştır. Şekil 4.6’ te şematize edildiği gibi; hazırlanan yaş döküm kumu, üzerinde bir elek bulunan, numune hazırlama aleti kullanılarak, numune kabına (herhangi bir sallantı yapılmadan) doldurulmuş ve bir bıçak kullanarak numune fazlası atılmıştır. Daha sonra MINILAB cihazına alınarak sıkıştırılabilirlik testi yapılmıştır. İstenen kompaktibilite değeri olan %50 kompaktibilite değeri okunana kadar döküm kumu hazırlama işlemi tekrarlanmıştır. İstenen kompaktibilite değerine ulaşıldığında çıkan numunenin muhafazası nemini yani kompaktibilitesini kaybetmemesi açısından çok önemlidir. Çıkan numune deneyler esnasında bir poşet içerisinde muhafaza edilmiştir.

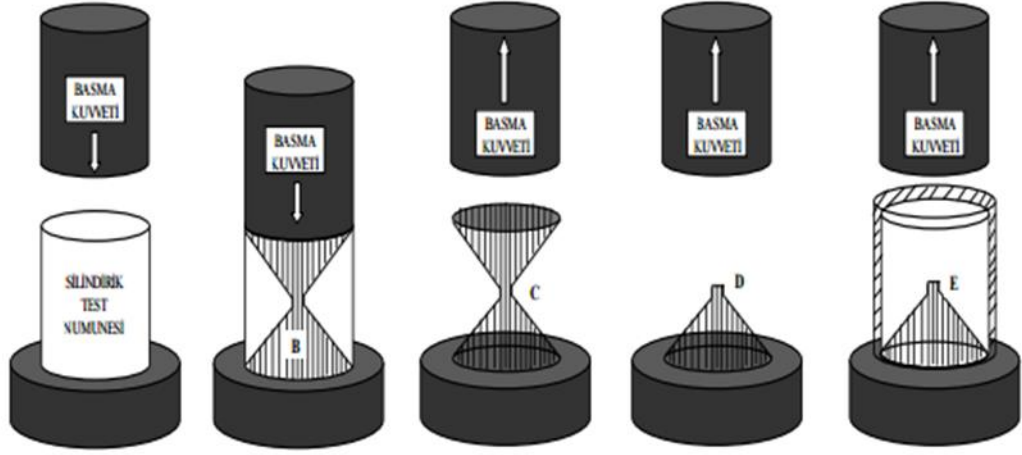


Şekil 4.7 : Döküm kumu için sıkıştırılabilirlik (kompaktibilite) testi; numune hazırlama ve test prosedürü gösterimi.

Sıkıştırılabilirlik testleri sonrasında, 50 mm çapında ve 50 mm yüksekliğinde standart test numunesi elde etmek için gerekli olan kum miktarı hesaplanmıştır. Bunun için ilk olarak 150-160 gr civarında numuneler alınarak test numunesi hazırlanmış ve elde edilen silindirik numunelerin yüksekliği ölçülmüştür. Yükseklik 50 mm den yüksekse numune miktarı azaltılmış eğer düşükse numune arttırılarak 50 ± 0.5 mm yüksekliğine sahip numune elde etmek için gerekli olan yaş kum numune miktarı saptanmıştır.

4.3.2 Yaş basma mukavemeti testi

Standart test numunesi eldesi için gerekli olan yaş kum miktarı saptandıktan sonra, yaklaşık olarak 146.5 gr yaş kum kullanılarak standart test numunesi elde edilmiş ve Şekil 4.8’de şematize edildiği gibi yaş basma testi gerçekleştirilmiştir. Yaş basma testi döküm kumu üzerine dökülen ergimiş metalin ağırlığı karşısında, döküm kumunun bozulmadan kalabilme ölçüsünü ifade etmektedir.



Şekil 4.8 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş basma testi.



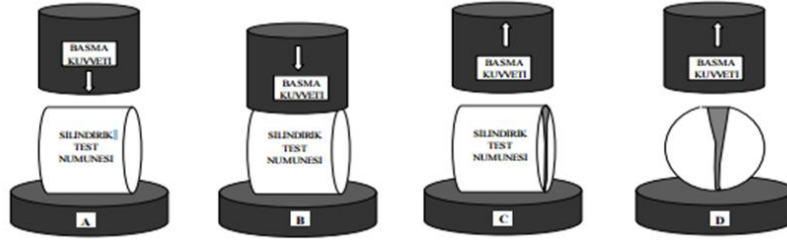
Şekil 4.9 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş basma testi sonucu numunenin görünümü.

Yaş basma testinde uygulanan kuvvet sonucunda Şekil 4.8-C de görüldüğü biçimde kırılmış numune elde edilmiştir. Hazırlanmış kumların Şekil 4.8-C' de uygun, Şekil

4.8-D ve 4.8-E’ de ise uygun olmayan kırılma biçimleri gösterilmiştir. Döküm kumu için standart numune üzerinde gerçekleştirilen yaş basma testi sonucu numunenin görünümü Şekil 4.9’da gösterilmiştir.

4.3.3 Ezme mukavemeti testi

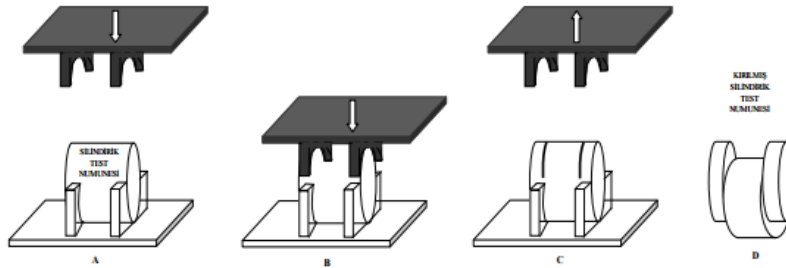
Şekil 4.10’de ezme mukavemeti testi şematize edilmiştir. Burada hazırlanmış olan test numunesi, yaş basma mukavemeti testinin aksine, yatay olarak konumlandırılmıştır. Şekil 4.10-D’ de ezme mukavemeti testlerinde uygulanan kuvvet sonucunda numunenin kırılma biçimi gösterilmektedir. Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen ezme testi sonucu numunenin görünümü Şekil 4.12’ de gösterilmiştir.



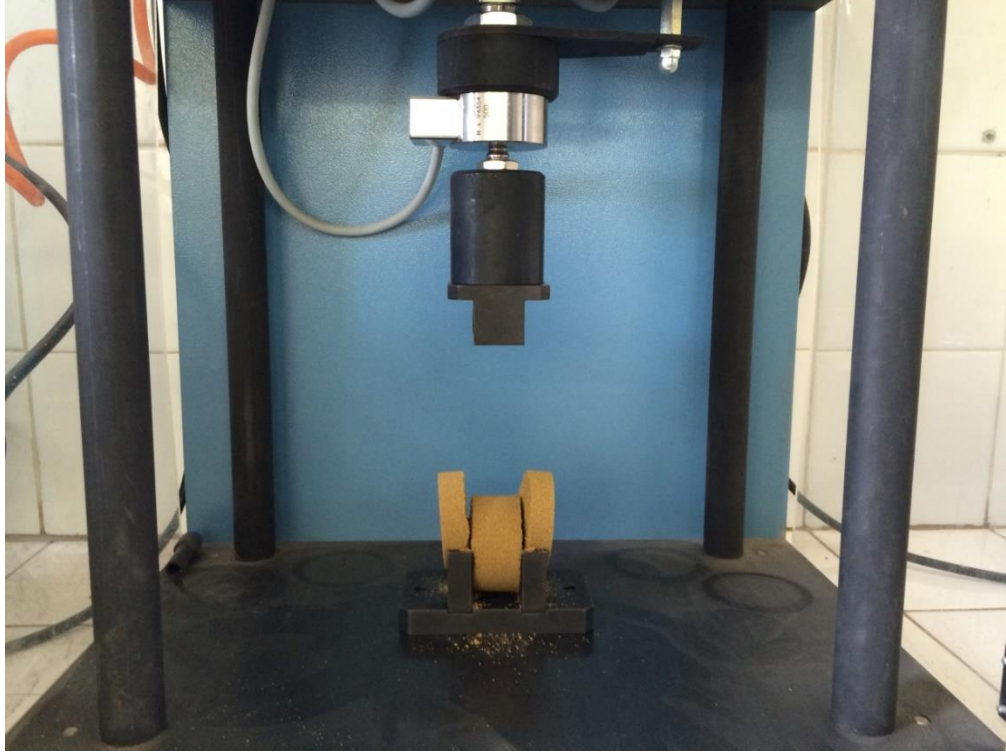
Şekil 4.10 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen ezme testi.

4.3.4 Yaş kesme mukavemeti testi

Yaş kesme deneyleri için, cihazın bazı aparatları değiştirilmiştir. Standart olarak hazırlanmış silindirik test numunesi yatay olarak aparata yerleştirilmiştir. Cihazın kesme kuvvetinin uyguladığı kısım da yaş basma ve kesme aparatlarının aksine değiştirilmiştir. Şekil 4.11-A yaş kesme testini şematize etmekte ve Şekil 4.11-D ise yaş kesme sonucu kesilmiş numuneyi göstermektedir.



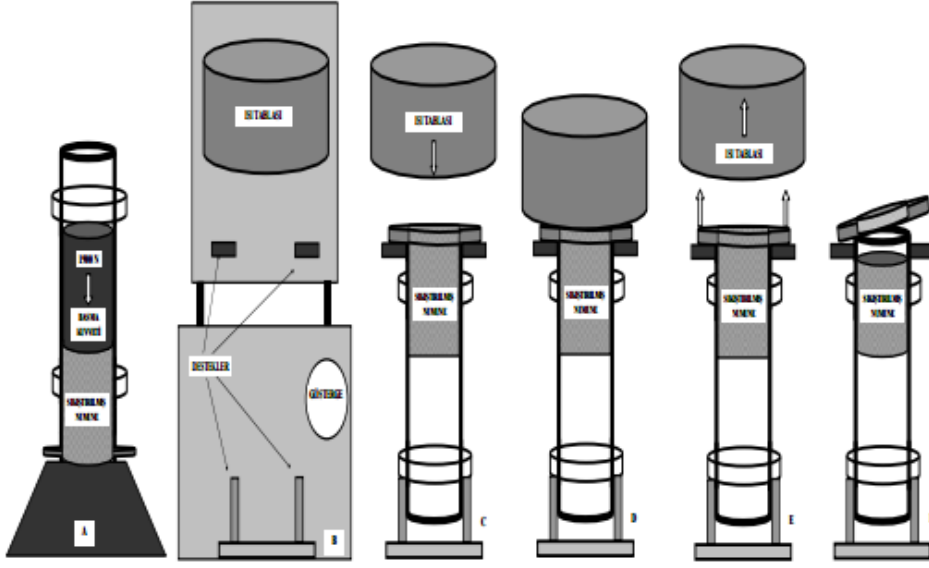
Şekil 4.11 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş kesme testi.



Şekil 4.12 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen ezme testi sonucu numenin görünümü.

4.3.5 Islak çekme mukavemeti testi

Islak çekme mukavemeti, ergiyik metalin döküm kalıbına döküldükten sonra, kuruttuğu kalıp kısmı arasındaki dayanımı ifade etmektedir. Şekil 4.13’da ıslak çekme mukavemeti testi şematize edilmiştir. Burada, numune kabı ve parçaları diğer testlere göre değişiklik göstermektedir. Uygun şekilde hazırlanan ve sıkıştırılan silindirik numune, kabından çıkartılmadan ters çevrili olarak (ilave bilezik kısmı üstte olacak şekilde) ıslak çekme test cihazı kanallarına oturtulmuştur. Numune kabı cihaz kanallarına oturduktan sonra, cihazın üst kısmındaki ısı tablası (önceden 300 oC’ ye ısıtılmış) numune üzerine doğru hareket eder (Şekil 4.13-C-4.13-D) ve numunenin üst kısmını (bilezikli kısmı) 24-28 sn süresince ısıtır. Sonrasında geri çekilerek (Şekil 4.13-E), numune kabının bilezikli kısmının oturduğu kanalların etrafındaki yaylar vasıtasıyla bilezikli kısım yukarı doğru çekilerek koparılmaya çalışılır. Bilezikli kısmın ana numuneden koptuğu çekme gerilimi, ıslak çekme mukavemeti olarak saptanır (Şekil 4.13-F). Islak çekme mukavemet testi uygulanmış ve kırılmış numune Şekil 4.13-F’ de gösterilmiştir. Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş çekme testi sonucu numunenin görünümü Şekil 4.14’de gösterilmiştir.



Şekil 4.13 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş çekme testi.

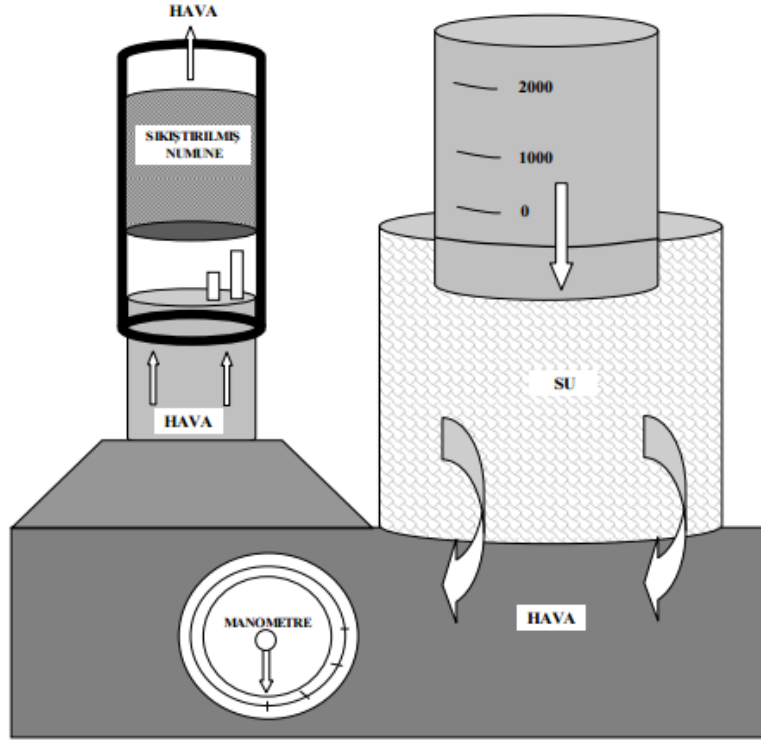


Şekil 4.14 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen yaş çekme testi sonucu numunenin görünümü.

4.3.6 Gaz geçirgenliği testi

Gaz geçirgenliği testi ise Şekil 4.15' de şematize edilmiştir. Uygun miktardaki numune sıkıştırılıp, standart test numunesi hazırlandıktan sonra elde edilen numune, kabından çıkartılmadan cihaz üzerine yerleştirilir. Cihazın su haznesi ölçüm öncesinde sıfır pozisyonuna getirilir ve numune konulduktan sonra su kabının

hareket etmesi ve hava akımı oluşturulması için cihazın kolu ayarlanır. Su kabı, su içerisinde hareket ederken oluşturulan hava akımı silindirik numune içerisinde geçer ve bu esnada silindirik numuneden geçen hava akımı saptanır. Gaz geçirgenliği değeri skala üzerinden, mmss (milimetre su sütunu) cinsinden okunur ve kaydedilir.



Şekil 4.15 : Döküm kumu için standart numuneler üzerinde gerçekleştirilen gaz geçirgenliği testi.

Bu tez kapsamında Cevher Hazırlama Laborutuarında yapılan döküm kili testleri sonuçları yukarıda verilen standart değerlere göre karşılaştırılmış ve yapılan deney sonuçlarında killerin döküm kili olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

5. EKONOMİK JEOLJİ

İnceleme alanı ve çevresinde miyosen yaşlı kum yatakları değişik firmalar tarafından işletilip genellikle inşaat sektörüne sunulmaktadır. Günümüzde İstanbul metropolitan alanının artan malzeme ihtiyacı ileride bu bölgedeki kumların şimdiki kullanım alanları dışında araştırma yapılarak değişik sektörlerde kullanılabilirliği ayrıntılı olarak araştırılmalıdır. İnceleme alanında kum ve kil örnekleri alınan ve halen mangan üretimi için işletilmekte olan saha bir yıl öncesine kadar yalnızca mangan üretilip kum ve killeri üzerinde herhangi bir araştırma çalışması yapılmayıp hafriyat olarak ziyan edilmiştir. Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar ile bu ocakta yer alan kumların ve killerin detaylı araştırması yapılarak kullanılabileceği endüstri alanlarının belirlenmesi gerektiği uyarısında bulunulmuştur. Ancak edinilen bilgiye göre başka ocak sahiplerine sorularak sadece kum yıkama tesisi kurulmuştur. Kanatımızca yöredeki kumların ve killerin mineralojik ve teknolojik özellikleri belirlendikten sonra uygun endüstri alanlarına yönlendirilebileceği düşünülmektedir. Özellikle daha alt seviyelerdeki killerin ekonomiye kazandırılması için kimyasal mineralojik ve teknolojik özellikleri araştırılarak yeni ürünler değiştirilebilir düşüncesi önem kazanmaktadır.

Bölgede ekonomik öneme sahip ve uzun yıllardan beri işletilmekte olan kil ve kum seviyelerinin içinde ara seviyeler şeklinde yer alan mangan yatakları bulunmaktadır. Mangan cevheri yataklanma şekline ve oluşum kökeni göre yapılan sınıflandırmaların her ikisinde de sedimanter mangan yatakları tipine girmektedir. Ancak bu tezin konusu kapsamında mangan cevheri ayrı olarak incelenmemiştir.

5.1 Kumların Endüstriyel Kullanım Alanları

5.1.1 Cam sanayiinde kumların endüstriyel kullanım alanları

Cam üretiminde gerekli olan SiO_2 cama kuvars kumundan gelmektedir. Genel olarak SiO_2 miktarının %99'dan az olmaması istenir.

Kuvars kumunun kalitesine; tane büyüklüğü, kimyasal ve mineralojik terkip önemli bir şekilde etki eder. Kuma bir kimyacı gözüyle bakılırsa kaliteyi belirleyen miktarın SiO_2 miktarı ve yabancı madde içeriği olduğu görülür. Yüksek kaliteli kuvars kumunda %98-99 oranında SiO_2 bulunur (Gülşen, 1982).

Kuvars kumunda SiO_2 'den başka Na_2O , K_2O , CaO , MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 ve Cr_2O_3 bileşikleri cama renk verdiğinden zararlıdır. Cam sanayinde kullanılan kumun sabit bir bileşimde, homojen tane büyüklüğünde ve mineralojik bileşimde olması gerekir. Örneğin pencere camında kullanılan Fe_2O_3 miktarı en fazla %0.1 olmasına rağmen, bu değer şişe camlarında %0.07'nin altındadır. Çünkü Fe_2O_3 camı sarıya veya yeşile boyadığı gibi ışık geçirme duyarlılığını da değiştirir. Cr_2O_3 keza kuvvetli renk vericidir. Kum içerisinde bulunan TiO_2 , Fe_2O_3 ile birlikte camı sarıya, V_2O_3 'de camı yeşile boyar. Bitki ve kömür gibi organik maddeler kuma ister ocakta, ister taşınması sırasında karışsın camı sarıya boyaması bakımından zararlıdır (Gülşen, 1982).

Cam sanayiinde mineralojik bileşimden başka kumun üniformluğu, öğütme ve tane boyutu önemlidir. Kumlarda tane büyüklükleri 0.15-0,40 arasında değişir. İyi bir cam kumunda 0,8 mm' den büyük ve 0.10 mm' den küçük taneli kumların miktarı ortalama %3' ü geçmemelidir. Büyük taneli kumların erimesi güçtür. Çok küçük tanelerin erimesi çok kolay ise de afmasyonu o nispette zordur.

En ekonomik yataklar kumun birkaç kez yatak değiştirdiği, bu sırada yıkanarak kuvars içeriğinin arttığı sahile yakın genç serilerde bulunmaktadır (Karabacak, 1992).

5.1.2 Döküm sanayisinde kullanılan kumların endüstriyel kullanım alanları

Ergimiş metalin içerisinde boşluk bulunan bir kalıba dökülüp katılaştırılmasıyla istenilen şeklin elde edilmesi yöntemine döküm denir. Döküm sanayi; çeşitli pik demir, çelik hurda ve ferro alaşımların endüksiyon, ark veya kupol ocaklarında ergitilerek kum, seramik veya metal kalıplarda şekillendirilmesiyle, sanayinin ihtiyacı olan pik, çelik, sfero ve temper döküm ürünlerinin ham veya işlenmiş olarak üretildiği sanayi sektörüdür. 4D sektörü (dirty, difficult, dangerous, dusty) olarak da anılan kirli, zor, tehlikeli ve tozlu bir sektördür. Ancak, gerek sağladığı istihdam, gerekse ülke sanayisine katkısı nedeniyle tüm dünyada vazgeçilemez sektörlerden biridir.

İçinde %15-20 kadar genişleme özellikli kil bulunan kuvars kumları döküm kumu olarak kullanılır. Sinterleşme sıcaklığı 1500 °C' nin üstünde olan kumlara döküm kumu denir. Kalıp kumu olabildiğince saf, yuvarlak taneli ve mümkünse kollaidal kil, demir oksit veya demir silikat tabakasıyla kaplanmış olmalıdır. Kumun kuvars içeriğinin %84-95 arasından olması ister. Demir oksit ya da demir silikat silisin metalden yayılan basınca karşı dayanımını artırır. Buna rağmen yüksek Fe içeriği istenmez. İçerdiği kil de kuma şekil alabilme ve bu şekli muhafaza etme özelliği kazandırmaktadır. Kuvars kumları ateşe dayanıklı olmaları sebebiyle döküm kumu olarak kullanılmaktadır. Fe, K, Mg ve Ca toplam içeriği %6'dan fazla olmamalıdır. Karbonat ve Sülfat içeriği kalıp kumlarında kesinlikle arzu edilmez (Kırıkoglu, 1990). Döküm kumalarında tane iriliği çok önemli ve aranan bir fiziksel özelliktir. Kabaca şöyle sınıflandırılır Çizelge 5.1 (Önem,1997).

Çizelge 5.1 : Kum Boyut Sınıflandırılması (Önem, 1997).

Tane Çapı	Adı
0,84-1,68	Çok İri Kum
0,42-0,84	İri Kum
0,21-0,42	Orta Boy Kum
0,105-0,42	İnce Kum
0,0625-0,105	Çok İnce Kum

Döküm kumunun fiziksel ve kimyasal özellikleri döküm prosesinin türüne ve kaynaklandığı sanayi sektörüne bağlıdır. Döküm kumu tipik olarak yarı-köşeli veya yuvarlak şekillidir. Tane boyutu dağılımı uniformdur, %85-95' i 0,6 mm ile 0,15 mm arasındadır, % 5-12' si ise 0,075 mm' den küçüktür. Döküm kumunun özgül ağırlığı 2,39 ile 2,55 arasındadır ve su emme kapasitesi düşüktür; ayrıca, non-plastiktir ve kimyasal bileşimi ergimiş metalin türüne, bağlayıcı çeşidi ve yakıta bağlıdır. ADK esas olarak, ince film halinde yanmış karbonla kaplı silika kumu, artık bağlayıcı (bentonit, kömür, reçine/kimyasal vb.) ve tozlardan oluşur. Silika kumu hidrofiliktir ve suyu yüzeyine çeker. Döküm kumunun kalitesi; dayanıklılığı ve kimyasal bileşimi ile belirlenir. Döküm kumunun dayanıklılığı, inşaat mühendisliği uygulamalarında uzun süreli performansı açısından önemlidir. Geoteknik uygulamalarda döküm kumu sıklıkla yüksek dayanım göstermektedir.

Döküm sanayiinde tane boyları 0.1-0.7 mm arasında olan kumlar kullanılır. Tanelerin eşit büyüklüğe sahip olması istenir. Bu özellik ise: silisin, gazların ve buharların geçebileceği kadar permabıl (geçirgen) olmasını sağlar.

Döküm kumu, kararlı fiziksel özelliklere sahip yüksek kaliteli silika kumudur. Demir ve demir dışı döküm endüstrisinin yan ürünüdür ve yıllar boyu termal iletkenliği, ergimiş metalin ısı ve basıncına karşı direnç göstermesi ve ekonomik oluşundan ötürü dökümhanelerde kum kalıp yapımında kullanılmıştır. Dökümlerin büyük bir kısmı kum kalıplar kullanılarak yapılır ve yaygın olarak kullanılan kalıplama malzemesi kumdur. Genellikle 1 ton döküm için 4-5 ton kum gereklidir. Bu miktar dökülen metalin cinsine, parça büyüklüğüne ve kalıplama tekniğine göre değişir. Kum kalıba döküm yöntemi, kullanılan kalıbın cinsine göre değişik gruplara ayrılabilir. Bunların başlıcaları; yaş ve kuru kum kalıp, maça kalıp, kabuk kalıp, gaz sertleştiricili silikat yöntemi ile hazırlanan kalıp ve air-set kalıplara döküm yöntemleridir. Kum kalıplar her döküm işleminden sonra açılarak kumdaki büyük parçalar elenerek uzaklaştırılmakta, azalan kum kadar sisteme yeni kum eklenerek tesiste çevrim devam etmektedir. Ancak döküm kumu belli bir çevrimden sonra döküm kalıplarında daha fazla kullanılamayacak hale gelir ve “atık döküm kumu (ADK)” olarak dökümhaneden uzaklaştırılır. Bunun sebepleri; kumun fiziko-kimyasal olarak bozulması, döküm sırasında $\sim 1500^{\circ}\text{C}$ ’ deki ergimiş metale maruz kalması, kum içerisindeki bentonitin bağlayıcılık özelliğini kaybetmesi ve mekanik aşınmayla kum taneleri direncinin kırılmasıdır. Türkiye’de kullanılmak üzere hazır hale getirilmiş bir döküm kumunun özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Önem, 1997).

5.1.3 Kumların diğer endüstriyel kullanım alanları

Kuvars kumunun fazla kullanıldığı diğer alanlardan biri ise inşaat sektörüdür. Kireç ile karıştırılarak harç, çimento ile karıştırılarak sıva beton yapımında çok kullanılır. Yine yol ve hafif beton yapımı da kullanım alanlarıdır. Ayrıca aside dayanıklı çimento yapımında dolgu maddesi olarak kullanılır (Karabacak, 1992). Demirsiz kuvars kumları seramik alanında kullanılır. Silis 1500°C ’ de ısıtıldığında iyi bir refrakter özellik gösterdiğinden porselen ve tuğla yapımında kullanılır. Ayrıca emaye kaplamaların parlatılmasında kuvars kumu kullanılır, bu sektörde kullanılacak hammaddenin SiO_2 içeriği %96-98, Fe_2O_3 içeriği %0.1, tane boyu ise 8 mesh olmalıdır.

Sanayide önemli bir ürün olan silisyum karpit, kuvars kumu ve petrol lokunun elektrik ocaklarında 2400°C ’ de ısıtılması ile elde edilmektedir. Silisyum karpit

refrater olarak bazik yöntemle çelik üretiminde daha büyük oranlarda soğuk hurda kullanılmasını sağladığından oldukça önemlidir. Bu sektörde kullanılacak kuvars kumunun SiO_2 tenörü %99 civarında Fe_2O_3 ve Al_2O_3 miktarı ise %0.1' den az olmalıdır.

Tekstil sanayiinde sabunların sertliği ve duyarsızlığını sağlayan cam suyu (sodyum silikat), kuvars kumu ile sodyum karbonatın (soda) 1200-1400 °C sıcaklıkta eritilmesiyle elde edilir. Bu amaçla kullanılan kuvars kumunun minimum %99 SiO_2 , maksimum %0.25 Al_2O_3 , % 0.05 CaO/MgO içermelidir.

Derecelenmiş kuvars kumu filtrasyon malzemesi olarak içme suyu arıtma tesislerinde, yüzme havuzlarındaki kanalizasyon çalışmalarında kullanılmaktadır. Kaba filtre kumu 2-10 mm, ince filtre kumu 0.3-1.5 mm olmalıdır.

Kuvars kumları bilyalı değirmenlerde mikron boyutunda öğütülere un haline getirilir. Bu un plastik ve kauçukta dolgu malzemesi olarak kullanılır. Ayrıca cam macunu, epokay, polyester, vernik, kola, kozmetik yapımında kullanılır. Ülkemizde değişik tipte zengin zengin mika yatakları olmasına rağmen günümüze kadar mikanın endüstriyel hammadde olarak değerlendirmesi yönünde çok sınırlı çalışmalar yapılmıştır. Endüstri hammadde kaynağı olarak günümüzde önemi bir yeri olan mika gelişen teknolojilere ve yeni ürünlere bağlı olarak mikanın önemi daha da artmıştır.

5.2 Killerin endüstriyel kullanım alanları

Toprağın kil içeriği tarım alanları için önemli olduğu gibi inşaat alanları için de önemlidir. Bina, fabrika, nükleer reaktor ve termik santral gibi yapılar yanında baraj, köprü ve yol inşaatlarında zeminin oturması ve kararlılığa kil mineralleri ile yakından ilgilidir. Yağmur ve sel suları ile şişen bentonitler üzerlerine kurulan inşaatları yukarıya doğru iterek yıkılmalarına neden olmakta ve büyük ölçüde zarara yol açmaktadırlar. Diğer taraftan, şişen bentonitler baraj inşaatlarında dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Tuğla, kerpiç ve kremit gibi inşaatlarda kullanılan bazı yapı malzemeleri killerden üretilmektedir.

Petrolün oluşumunu katalizlediği sanılan ve çıkarılmasında sondaj çamuru olarak kullanılan killer petrokimyada da kraking katalizörü olarak kullanılmaktadır (Dulton, 1948; Grenall, 1948; Bond, 1951; Holmes ve Mills, 1951; Melrose, 1970).

Makina yağlarının ağartılmasında killerden üretilen ağartma topraklarından yararlanılmaktadır. Kağıt endüstrisinde kaolinit oranı yüksek olan beyaz renkteki killer dolgu maddesi ve parlatıcı olarak kullanılmaktadır (Hemstock, 1962). Tuğla, kiremit, çimento, sağlık gereçleri, sofra eşyaları, elektrik ızalöterleri, laboratuvar gereçleri, refrakter, cam ve bazı sanat eserleri gibi geleneksel seramiklerin üretiminde farklı yapıdaki killer kullanılmaktadır. İnorganik ve organik her türden molekül ve iyonları absorblayabilen ve değiştirebilen smektit grubu kil mineralleri ilaç endüstrisinde kullanılmaktadır (Robertson ve ward, 1951). Isıl işlem ve asit aktivasyonları ile gözenek yapısı istenilen yönde geliştirilebilen killer katalizör yatağı ya da doğrudan katalizör olarak kullanılmaktadır. Parfümeri, sabun, deterjan, lastik ve plastic üretiminde killerden katkı maddesi olarak yararlanılmaktadır. Alüminyum oranı %30'un üzerinde olan killer alüminyum cevheri olarak değerlendirilmektedir. Radyoaktif atıkların temizlenmesi, kömür ve mineral tozlarının pelletlenmesi ve atık suların temizlenmesinde killerden yararlanılmaktadır. Gıda endüstrisinde şarap, bira ve meyve sularının berraklaştırılması işlemleri killeri yardımıyla yürütülmektedir (Tamura ve Struxness, 1963). Bölgedeki kumlar içerisinde bulunan muskovit türü mikaların mikronize adı verilen 5-45 mikron inceliğe kadar öütme yapan özel değirmenler kuru öğütme yöntemi ile bu mika tanelerinin zenginleştirme yaparak toz mika üretimim ve zenginleştirme ile kazanılabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında Binkılıç bölgesindeki mangan işletmelerinin bulunduğu alandaki killer ve kumlar üzerinde yapılan saha ve laboratuvar çalışmalarıyla killerin ve kumların mineral bileşenleri optik mikroskop, binoküler mikroskop ve x-ışınları yöntemiyle ortaya konmuştur. Ayrıca kum ve killerin major iz element analizleri İTÜ Maden Fakültesi JAL laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bölgedeki kum ve killerin kuzey alanlarda yer alan Çatalca Masifi içindeki kayaların jeolojik süreçlerle ayrışma ve sedimentasyon işlemleri sonucu türediği anlaşılmıştır. Killerin genellikle değişen oranlarda simektit grubu ve daha az oranda da illit-mika karışık katmanlı kil minerallerinden oluştuğu görülmüştür. Killer üzerinde yapılan döküm testi ve elde edilen sonuçlar sonucunda karşılaştırmalı olarak değerlendirmesi üzerine döküm kili olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bölgedeki killer ile birlikte bulunan kumların mineralojik ve petrografik özellikleri polarizan petrografi mikroskobunda ve binoküler mikroskop altında incelenmiş ve bu kumların genellikle içerisindeki mikaların uzaklaştırılmasından sonra inşaat sektöründe kullanılabileceği anlaşılmıştır. Kumlar içerisindeki mikaların çoğunlukla muskovit türünde olduğu biotitin daha az bulunduğu tespit edilmiştir. Laboratuvar çaplı havalı separatörle gerçekleştirilen deneysel çalışmalar neticesinde daha önceki analiz sonuçları ışığında mikanın iri boyutlarda yer aldığı gözlenmiş olup, daha dar bir boyut aralığında beslenmesi ve ayırım sırasında uygulanan parametre değerlerinin optimize edilmesi durumunda yoğunluğa bağlı daha efektif bir ayırım yapılabileceği ön görülmüştür. Dolayısıyla kuru yöntem çalışma sistemi genellikle çok dar aralıktaki boyutlarda olan kumlara uygulanabildiğinden endüstriyel açıdan değerlendirildiğinde hem zaman yönünden hem enerji yönünden daha uygundur.

Bu veriler ışığında uzun dönem için bir değerlendirme yapılırsa mega kent olan İstanbul ve yakın çevresindeki Trakya bölgesinde gerçekleştirilecek olan yeraltı ve yer üstü mega projelerin ve çeşitli endüstri dallarındaki endüstriyel hammadde ihtiyacının bir kısmını karşılayabilecek olan, potansiyel hammadde olarak bölgedeki benzer kum ve kil yataklarının rezervleri dahil olmak üzere tüm özelliklerinin

kapsayan detaylı araştırmalara gerek duyulduğu söylenebilir. Bu kum ve killerin bulunduğu işletme alanında önceleri sadece mangan işletmesi yapılırken kil ve kumların teknolojik özellikleri ve endüstriyel kullanım alanları ortaya konduğu için ekonomiye kazandırılması olanağı gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- Alp, S., 2004.** İstanbul Ticaret Odası Kum, Kil ve Taşocakları Sektör Raporu
- Beer, H. ve Wright, J.A., 1960.** Stratigraphy of the Ganosdağ, Korudağ and Keşan Hills, District I. TPAO Arama Grubu Arşivi (yayımlanmamış), rapor no, 736, sf. 42.
- Bernal, J. D., and Carlisle, C. H., 1951.** The place of X-ray diffraction methods in the estimation of the size and mutual arrangements of colloidal particles, Discussions of the Faraday Society 11: 227-229.
- Boer, N.P., 1954.** Report on a geological reconnaissance in Turkish Thrace, September, December G.A. 25373.
- Bolt, G. H., 1967.** Cation-exchange equations used in soil science—A review, Neth. J. Agric. Sci 15: 81-103.
- Bond, W. L., 1941** Making small spheres, Review of Scientific Instruments, 22.5: 344-345.
- Brown, G, and B. G. William., 1980.** eds. Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. Vol. 5. London: Mineralogical Society.
- Çağlayan, M. A. ve Yurtsever, A., 1998.** 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, MTA no.20,21,22,23, 45, Ankara.
- Çağlayan, M., ve diğer., 1999.** Bentonit Yapımında Kullanılan Agregaların Özellikleri ve Örnek bir kuruluş “İston”, 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu
- Dalton, M., 1948.** The Industrial Rate Buster, A Characterization Human Organization, 7.1: 5-18.
- Ercan T., 1992.** Trakya’daki Senozoyik volkanizması ve bölgesel yayılımı, Jeoloji Mühendisliği Dergisi,1992,41, 37-50.
- Erdoğan, D., Yavuz, O., Kumral, M. And Sirkeci, Ayhan. A., (2015).** 12th International Congress for Applied Mineralogy, Air-Dry separation for acquiring optimal mica from Binkılıç sands for construction applications, Book of abstracts, İstanbul, Turkey, pp. 66.
- Gülşen, C., 1982.** İstanbul-Şile-Alacalı Köyü dolayı Kumlarının Mühendislik Özellikleri, İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendislii Bölümü, Maslak-İstanbul.
- Gültekin A. H., 1998.** Geochemistry and origin of the Oligosen Binkılıç manganese deposit; Thrace Basin, Turkey,Turkish Journal of Earth Sciences, 7, 11-23.
- Grenall, A., 1948.** Montmorillonite Cracking Catalyst, Industrial & Engineering Chemistry, 40.11: 2148-2151.

- Hemstock, G. A., 1962.** The effect of clays upon the optical properties of paper, J. Tappi 45.2.
- Holmes A. W. Jr., 1961.** A stratigraphic review of Thrace, American Overseas Petroleum Ltd., yayımlanmamış rapor.
- Holmes, J., and G. A. Mills., 1951.** Aging of a Bentonitic Cracking Catalyst in Air or Steam, The Journal of Physical Chemistry 55.8: 1302-1320.
- Karabacak, F., 1992.** Şile Bölgesi Killerinin İncelenmesi, İ.T.Ü Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak-İstanbul.
- Kasar, S., 1987.** Edirne – Kırklareli – Saray (Kuzey Trakya) bölgesinin jeolojisi, Türkiye 7. Petrol Kongresi Tebliğleri Kitabı, sf. 281 – 291.
- Kasar, S., Bürkan, K., Siyako, M., Demir, O., 1983.** Tekirdağ-Şarköy-Keşan-Enez bölgesinin jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları, TPAO Arama Grubu Arşivi (yayımlanmamış rapor), no.1771, 71s., Ankara.
- Kayalar, A. Oylum., 2016.** Safalan (Tekirdağ – Saray) Bölgesi Terkedilmiş Kömür Sahalarındaki Yeraltı ve Yüzey Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Kullanılabilirlik Potansiyelleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kesgin Y., Varol B., 2003.** Gökçeada ve Bozcaada'nın tersiyer jeolojisi (Çanakkale) Türkiye, MTA Dergisi, 126, 49-67.
- Keskin, C. 1974.** Kuzey Trakya havzasının stratigrafisi. Türkiye İkinci Petrol Kongresi Tebliğleri Kitabı, 137-163.
- Kırıkoğlu, S., 1990.** Endüstriyel Hammaddeler, İTÜ yayını
- Lebküchner R. F., 1974.** Orta Trakya Oligoseninin Hakkında, Maden Tetkik Arama Enst. Dergisi, 83, 1-29.
- Mackenzie, R. C., 1970.** Simple phyllosilicates based on gibbsite and brucitelike sheets, in Differential Thermal Analysis, Vol. I, (R. C. Mackenzie, ed), Academic Press, London, 497-543.
- Melrose, D. B., 1970.** On the theory of type II and type III solar radio bursts I impossibility of nonthermal emission due to combination scattering off thermal fluctuations, Australian Journal of Physics 23.5: 871-884.
- Ogwada, R. A., and D. L. Sparks., 1986.** Kinetics of ion exchange on clay minerals and soil: I. Evaluation of methods, Soil Science Society of America Journal 50.5: 1158-1162.
- Okay A. I., Özcan E., Cavazza W., Okay N., Less G., 2010.** Basement types, lower eocene series, upper eocene olistostromes and the initiation of the Southern Thrace basin, NW Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, Tübitak, 19, 1-25.
- Ormanlı, K. Gencay., 2008.** Balıkesir-Düvertepe Sert Kaoleninin Seramik Hammaddesi olarak Döküm Özelliklerinin Araştırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Lisans Tezi.
- Ünal, O. T. 1967.** Trakya jeolojisi ve petrol imkanları. TPAO Rapor No: 391.

- Önem, Y., 1997.** Sanayii Madenleri, Ankara.
- Öztürk H., 1993.** Kocaeli karmaşığı içindeki fosil manganez nodüllerinin özellikleri ve oluşumu Adıyaman,Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 159-169.
- Öztürk H., 1993.** Türkiye mangane yatakları: oluşumları ve tipleri, 43, 24-33.
- Öztürk H., 1998.** Carbonate replacement type manganese ore formation during the oligocene anoxia, Binkılıç deposit, Thrace basin, Turkey, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 11, 11-25.
- Paterson, E. and Swaffield, R., 1987.** Thermal Analysis, 99-132, In: A Handbook of Determinative Methods in Clay Mineralogy, (Wilson, M.j., ed.), Blackie, London.
- Pauling, L., 1930.** The structure of the micas and related minerals, Proceedings of the National Academy of Sciences 16.2: 123-129.
- Peek, C. Daniel., and Volk, V., 1985.** Fluoride sorption and desorption in soils." Soil Science Society of America Journal 49.3: 583-586.
- Powers, M.C., 1953.** A new roundness scale for sedimentary particles, Jrn of Sed. Petr., 23(2), 117-119.
- Robertson, R. HS, and Ward, R. M., 1951.** The assay of pharmaceutical clays, Journal of Pharmacy and Pharmacology 3.1: 27-35.
- Sakınç M., 1994.** Karaburun (B İstanbul) denizel Oligosen'in stratigrafisi ve paleontolojisi, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 116, 9-14.
- Shaviv, A., and S. V. Mattigod., 1985.** Cation exchange equilibria in soils expressed as cation-ligand complex formation, Soil Science Society of America Journal 49.3: 569-573.
- Sirel E., ve Gündüz H., 1976.** Kırklareli yöresi (kuzey Trakya) denizel Oligosen'in stratigrafisi ve Nummulites türleri: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 19, 2, 155-158.
- Siyako, M., Bürkan K., Okay A. I., 1989.** Biga ve Gelibolu Yarımadaı'nın Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları, Türkiye Petrol Jeologları Derneğı Bülteni 1, 183-199.
- Siyako, M., 2006a.** Trakya bölgesi litostratigrafi birimleri, Tersiyer Kaya Birimleri Bölümü, MTA Genel Müdürlüğü Stratigrafi Komitesi, sf. 43 - 66.
- Siyako, M., 2006.** Trakya Havzası'nın Linyitli Kumtaşları, MTA Dergisi, 132, sf. 63 - 73.
- Sümengen, M. ve Terlemez, İ., Şentürk, K., Karaköse, C., Erkan, E.N., Ünay, E., Gürbüz, M. ve Atalay,Z., 1987.** Gelibolu Yarımadası ve Güneybatı Trakya Tersiyer havzasının stratigrafisi, sedimantolojisi ve tektoniğı. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (yayımlanmamış rapor),no.8218.
- Tamura, T., and Struxness, E. G., 1963.** Reactions Affecting Strontium Removal from Radioactive Wastes, Health physics 9.7: 697-704.

- Temel, Şenel., 2014.** Diatomit, Sepiyolit ve Mikalı Kum'un Kuru Zenginleştirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Turgut S., Siyako M., Dilki A., 1983.** Trakya Havzasının jeolojisi ve hidrokarbon olanakları, Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni, 4, 35-46.
- Türkecan, A. ve Yurtsever A., 2002.** İstanbul Paftası, 1:500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Serisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Umut M. K., İmİK Z., Özcan M., Sarıkaya İ., Saralı G., 1983.** Tekirdağ, Silivri (İstanbul), Pınarhisar (Kırklareli) alanının jeolojisi, MTA, Basılmamış rapor, 7349
- Yıldız, A., Genç, Ö. Ve Bektaş, S., 1997.** Enstrümantal Analiz Yöntemleri, Hacettepe Üniver. A-64, 506 s.
- URL-1** <<http://www.catalcabelediyesi.com>>, (Ziyaret Tarihi: 18.02.2015).
- URL-2** <http://webmineral.com/Alphabetical_Listing.shtml#.V-Vk8fCLTIU> (Ziyaret Tarihi: 08.09.2016).

EKLER

EK A : Binkılıç (Çatalca) Bölgesi Jeoloji Haritası.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad :Damla ERDOĞAN
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul, 1987
E-Posta :damla-erdogan@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü