

**LALAPAŞA(EDİRNE) BENTONİTLERİNİN
MALZEME ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ VE
RUTUBET KONTROLÜNDE
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeoloji Müh. Figen ORHUN
505031309**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 08.05.2006
Tezin Savunulduğu Tarih: 05.06.2006**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa ERDOĞAN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Mefail YENİYOL (İÜ)
Prof Dr. Işık ECE (İTÜ)**

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Tezi olarak İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsüne sunulan bu çalışmada, çok yaygın endüstriyel kullanımı olan bentonit minerali üzerinde gerçekleştirilen araştırmalara yer verilmiştir. Lalapaşa yöresi bentoniti ele alınarak incelenmiş ve bu bentonitin nem giderme yeteneği araştırılmıştır

Araştırma ve tezin hazırlanması sırasında çok sayıda kişiden değerli katkı ve destekler gördüm. Öncelikle Yüksek Lisans Tezimin Danışmanlığını üstlenerek değerli zamanını ve bilgilerini benimle paylaşan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa ERDOĞAN'a en içten saygı ve teşekkürlerimi sunmak isterim.

Deneysel ve bilimsel katkılarından dolayı BENSAN A.Ş. ve şirketin Genel Müdürü Kimya Yük. Müh. Sayın Yenal BİLGE'ye ve İTÜ Maden Fakültesi İndeks Laboratuvarı'nda gerçekleştirdiğim deneyler sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Yüksel ILGAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Katkılarından dolayı nişanlım Araştırma Görevlisi Jeofizik Müh. Kemal Mert ÖNAL'a ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarıma teşekkür ederim. Ayrıca ArcGIS programında bana yol gösteren sevgili arkadaşlarım Araştırma Görevlisi Cengiz ZABCI ve Araştırma Görevlisi A.Özgür DOĞRU'ya teşekkürleri bir borç bilirim.

Ayrıca; tüm hayatım boyunca güvenlerini ve yardımlarını esirgemeyerek bana cesaret veren sevgili aileme maddi ve manevi destekleri için teşekkür eder sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

MAYIS 2006

Figen ORHUN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TABLO LİSTESİ	VII
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
FOTOGRAF LİSTESİ	X
ÖZET	XI
SUMMARY	XIII
1.BENTONİTLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE ENDÜSTRİYEL KULLANIM ALANLARI	1
1.1. Genel Tanımlama	1
1.2. Bentonitlerin Kökeni ve Oluşumu	3
1.2.1. Volkanik gaz ve buharların etkisiyle (hidrotermal alterasyon) bentonit oluşumu	4
1.2.3. Volkanik tüf ve küllerin yağmur, rüzgar gibi iklim koşulları altında ayrışmasıyla bentonit oluşumu	5
1.3. Bentonitin Kristal Yapısı	6
1.4. Bentonitin Fiziksel Özellikleri	7
1.4.1. Tabii Şekli	7
1.4.2. Tane Boyutu ve Rengi	8
1.4.3. Özgül Ağırlık	9
1.4.4. Bentonitin Şişmesi (Hacim Büyümesi)	9
1.4.5. Bentonitin Süspansiyon ve Jelleri	10
1.4.5.1. Şişen Bentonit (Sodyum Bentonit)	10
1.4.5.2. Şişmeyen Bentonit (Kalsiyum Bentonit)	11
1.4.6. Emme ve Su Geçirme	11
1.4.7. Bentonitin Kimyasal Özellikleri	12
1.4.8. Bentonitlerin İyon Değişirme Özellikleri	12
1.4.8.1. İyon Değişirmenin Önemi	12
1.4.8.2. Katyon Değişirme Kapasitesi	13
1.5. Bentonitin Endüstriyel Kullanım Alanları	13
1.5.1. Temizlik Maddelerinde Bentonit Kullanımı ve Aranılan Özellikler	13
1.5.2. Petrol Rafinasyonunda Bentonit Kullanımı	14
1.5.3. Kağıt Sanayiinde Bentonit Kullanımı	14
1.5.4. İlaç Sanayiinde Bentonit Kullanımı	14
1.5.5. Lastik Sanayiinde Bentonit Kullanımı ve Aranılan Özellikler	14
1.5.6. Gübre Sanayiinde Bentonit Kullanımı	15
1.5.7. Yangın Söndürme Sanayiinde Bentonit Kullanımı	15

1.5.8. Boya Sanayinde Bentonit Kullanımı	15
1.5.9. Yağlı Zeminler Temizlenmesinde Kullanımı ve Aranılan Özellikler	15
1.5.10. Çimento Sanayinde Bentonit Kullanımı	15
1.5.11. İnşaat Mühendisliğinde Bentonit Kullanımı ve Bazı Özellikleri	16
1.5.12. Gıda Sanayinde Bentonit Kullanımı	17
1.5.13. Rutubet Kontrolünde Bentonit Kullanımı	17
1.6. Dünyadaki Bentonit Rezervleri ve Üretimi	18
1.6.1. Türkiye'deki Bentonit Yatakları ve Rezervleri	21
1.6.1.1. Enez (Edirne) Bentonit Yatağı	22
1.6.1.2. Edirne-Lalapaşa Bentonitleri	23
1.7. Üretim	25
1.7.1 Üretim Yöntemi ve Teknolojisi	25
1.7.2 Ürün Standartları	25
1.7.3. Çevre Sorunları	26
2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI	27
2.1. Giriş ve Amaç	27
2.2. Coğrafi Konum	27
2.3. İklim, Bitki Örtüsü ve Morfoloji	28
3. LALAPAŞA (EDİRNE) VE DOLAYININ GENEL JEOLJİSİ	29
3.1. Önceki Çalışmalar	29
3.2. Stratigrafi	30
3.2.1. Permiyen	30
3.2.1.1. Çatmaköy Karmaşığı (Pzç)	30
3.2.1.2. Şeytandere Metapegmatiti (Pkş)	33
3.2.2. Tersiyer	36
3.2.2.1. İslambeyli Formasyonu (Tei)	36
3.2.2.2. Kırklareli Kireçtaşı (Tek)	40
3.2.2.3. Pınarhisar Formasyonu (Top)	43
3.2.2.4. Süloğlu Formasyonu (Tos)	46
3.2.2.5. Çakıl Formasyonu (Toç)	47
3.2.2.6. Trakya Formasyonu (Tnt)	48
3.2.3. Kuvaterner	51
3.2.3.1. Alüvyon (Qa)	51
3.3. Yapısal Jeoloji	51
3.4. Jeolojik Evrim	53
4. LALAPAŞA BENTONİTİ VE MALZEME ÖZELLİKLERİ	54
4.1. Lalapaşa Bentonitinin İncelendiği Ocaklar	55
4.1.1. Camcı Ocağı	55
4.1.2. Ark Bayırı Ocağı	57
4.2. Minerolojik Özellikler	58
4.2.2. X Işını Kırınımı	58
4.2.3. Diferansiyel Termik Analiz	60
4.3. Kimyasal Özellikler	61
4.3.1. Kimyasal Analiz	61

4.3.1. pH Tayini	61
4.3.2. Metilen Mavisi Tesiti	62
4.4. Fiziksel Özellikler	64
4.4.1. Elek Analizi	64
4.4.2. Suda Şişme	64
4.4.3. Jelleşme Katsayısı Tayini	65
4.4.4. Kolloidal Yetenek Tayini	66
4.4.5. Sinterleşme (Isı Mikroskobu)	66
4.4.6. Likit Limit	67
4.4.7. Termal Durabilite	69
4.4.8. Viskozite (Süspansiyon) Deneyi	71
4.4.9. Süzme (Filtrasyon Deneyi)	72
4.5. Deney Sonuçlarını İrdelenmesi	73
4.5.1. Döküm Bentoniti Standartlarına Göre İrdelenmesi	73
4.5.2. Sondaj Bentoniti Standartlarına Göre İrdelenmesi	74
5. LALAPAŞA BENTONİTİNİN NEM GİDERME ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI	75
5.1. Giriş	75
5.2. Nem Gidericiler ve Genel Özellikleri	75
5.2.1. Nemlilik	76
5.3. Nem Alıcı Kimyasallar	78
5.3.1. Sentetik Nem Alıcılar	78
5.3.1.1. Moleküler Sieve	78
5.3.1.2. Silika Jel	80
5.3.1.3. Aktifleştirilmiş Alüminyum	82
5.3.2. Doğal Nem Alıcılar	83
5.3.2.1. Kil Nem Alıcılar	83
5.4. Nem Alıcı Seçimi	84
5.4.1. Seçime Etki Eden Faktörler	84
5.4.2. Optimum Kullanım Miktarının Hesaplaması	85
5.5. Lalapaşa Bentonitinin Nem Giderme Özellikleri	85
5.5.1. Ark Bayırı Ocağı	86
5.5.1.1. Yıkılarak Saflaştırılmış Bentonit	88
5.5.1.2. Öğütülmüş Bentonit	91
5.5.1.3. Elenerek Zenginleştirilmiş Bentonit	94
5.5.2. Camcı Ocağı	95
5.5.2.1. Yıkılarak Saflaştırılmış Bentonit	96
5.5.2.2. Öğütülmüş Bentonit	97
5.5.2.3. Elenerek Zenginleştirilmiş Bentonit	99
5.5.3. Modifiye Bentonitin Tekrarlı Kullanılabilirlik Kapasitesi	100
5.5.4. Deney Sonuçlarını İrdelenmesi	101
6. SONUÇLAR	105
KAYNAKLAR	108

EKLER	111
Ek 1: Lalapaşa (Edirne) Bentonit Sahası ve Dolayının Mühendislik Jeolojisi Haritası ve AA', BB', CC' Doğrultularına Ait Jeoloji Kesitleri	112
Ek 2: Lalapaşa Dolayında Açılmış Olan Sondajlara Ait Loglar	113
Ek 3: Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından Alınan Bentonit Numunelerine Ait XRD Sonuçları.	154
Ek 4: Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından Alınan Bentonit Numunelerine Ait DTA Sonuçları.	155
Ek 5: Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından Alınan Bentonit Numunelerine Ait Isı Mikroskobu Sonuçları.	156
ÖZGEÇMİŞ	157

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1	Kil minerallerinin katyon değiştirme kapasiteleri..... 13
Tablo 1.2	Dünya bentonit rezervleri..... 18
Tablo 1.3	Yıllara göre bentonit üretiminde ilk sıradaki ülkelerin ton olarak bentonit üretim miktarları..... 19
Tablo 1.4	Yıllara göre bentonit ithalatında ilk sıradaki ülkelerin ton olarak bentonit ithalat miktarları..... 20
Tablo 1.5	Yıllara göre bentonit ihracatında ilk sıradaki ülkelerin bentonit ihracat miktarları..... 20
Tablo 1.6	Türkiye’deki bentonit yataklarının rezervleri..... 22
Tablo 4.1	2 ayrı ocaktan alınan numunelerin XRD analiz sonuçlar..... 59
Tablo 4.2	Camcı Ocağı ve Ark Bayırı Ocaklarından alınan bentonit numunelerinin kimyasal analiz sonuçları..... 61
Tablo 4.3	Metilen Blue deney sonuçları..... 62
Tablo 4.4	Elek analizi sonuçları..... 64
Tablo 4.5	Şişme testi sonuçları..... 65
Tablo 4.6	Jelleşme deneyi sonuçları..... 66
Tablo 4.7	Isı mikroskobu analiz sonuçları..... 67
Tablo 4.8	Camcı Ocağın’dan alınan numune için LL değerleri..... 68
Tablo 4.9	Ark Bayırın’dan alınan numune için LL değerleri..... 69
Tablo 4.10	Termal Durabilite analiz sonuçları..... 70
Tablo 4.11	Süspansiyon deneyi sonuçları..... 72
Tablo 4.12	Filtrasyon deneyi sonuçları..... 73
Tablo 4.13	Deneyi sonuçları ve döküm bentoniti standartları..... 73
Tablo 4.14	Deneyi sonuçları ve sondaj bentoniti standartları..... 74
Tablo 5.1	Moleküler Sievenin tipik özellikleri..... 79
Tablo 5.2	Silika Jel’in tipik özellikler..... 81
Tablo 5.3	Kimyasal ve fiziksel özellikler..... 82
Tablo 5.4	Performans özellikleri..... 82
Tablo 5.5	Kil nem alıcılarının özellikleri..... 84
Tablo 5.6	MIL-D 3463E standartına göre nem alıcı kilin relatif nem (%)- su buharı absorpsiyon kapasite tablosu..... 86

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	Bentonitin kristal yapısı..... 6
Şekil 1.2	1997-2001 yılları arası Türkiye'nin bentonit üretimi..... 21
Şekil 2.1	İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası..... 28
Şekil 3.1	İnceleme alanının stratigrafik kesiti..... 31
Şekil 4.1	Camcı Ocağında kesilen bentonit tabakasının sondaj verileriyle çıkartılmış modeli..... 56
Şekil 4.2	Ark Bayırı Ocağında kesilen bentonit tabakasının sondaj verileriyle çıkartılmış modeli..... 58
Şekil 4.3	Numunelerin 24 saatte % Şişme grafiği..... 65
Şekil 4.4	Camcı Ocağın'dan alınan numunenin %Su içeriği-Darbe sayısı..... 68
Şekil 4.5	Ark Bayırın'dan alınan numunenin %Su içeriği-Darbe sayısı..... 69
Şekil 5.1	Yıkılarak saflaştırılmış ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği 90
Şekil 5.2	Yıkılarak saflaştırılmış ve CaCl ₂ ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl ₂ içeriği..... 91
Şekil 5.3	Öğütülmüş ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği..... 93
Şekil 5.4	Öğütülmüş ve CaCl ₂ ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl ₂ içeriği grafiği.... 93
Şekil 5.5	Elenerek zenginleştirilmiş ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği..... 94
Şekil 5.6	Elenerek zenginleştirilmiş ve CaCl ₂ ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme-% CaCl ₂ içeriği 95
Şekil 5.7	Yıkılarak saflaştırılmış ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği 96
Şekil 5.8	Yıkılarak saflaştırılmış ve CaCl ₂ ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl ₂ içeriği ... 97
Şekil 5.9	Öğütülmüş ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği..... 98
Şekil 5.10	Öğütülmüş ve CaCl ₂ ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl ₂ içeriği grafiği..... 98
Şekil 5.11	Elenerek zenginleştirilmiş ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği..... 99
Şekil 5.12	Elenerek zenginleştirilmiş ve CaCl ₂ ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl ₂ içeriği ... 100

Şekil 5.13	Ark Bayırı Ocağından alınan ve %18 CaCl ₂ eklenerek modifiye edilmiş numunenin rejenerasyon grafiği.....	101
Şekil 5.14	MgO ilavesiyle modifiye edililen Ark bayırı veCamcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % MgO içeriği grafiği.....	102
Şekil 5.15	CaCl ₂ ilavesiyle modifiye edililen Ark bayırı veCamcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl ₂ içeriği grafiği.....	103

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Foto 1.1 Bentonit.....	8
Foto 2.1 Lalapaşa Ark-Bayırı ocağının görünümü.....	26
Foto 3.1 Yol şevinde yüzeylenmiş olan Çatmaköy karmaşığı.....	32
Foto 3.2 Şeytandere Metagranitlerinin genel görünümü.....	33
Foto 3.3 Camcı ve Ark-Bayırı Ocaklarının görünümü.....	34
Foto 3.4 Metagranitlerin ayrışma yüzeyi.....	35
Foto 3.5 İslambeyli formasyonu içerisinde açılmış Camcı ocağından	37
Foto 3.6 İslambeyli Formasyonu içerisinde açılan Ark-Bayırı Ocağının	38
Foto 3.7 İslambeyli Formasyonu ve Kırklareli Kireçtaşı ilişkisi.....	39
Foto 3.8 İslambeyli Formasyonu içerisinde bolca gözlenen Gastropod fosili.....	40
Foto 3.9 Kırklareli Kireçtaşının yataya yakın eğimli tabakaları.....	41
Foto 3.10 Kırklareli Kireçtaşının farklı eğime sahip tabakaları.....	41
Foto 3.11 Kırklareli Kireçtaşlarında gözlenen ayrışma yüzeyleri karstik boşluklar	42
Foto 3.12 Kırklareli Kireçtaşları içinde gözlenen numulitler.....	43
Foto 3.13 Pınarhisar Formasyonu içerisindeki konjeryalı kireçtaşları.....	44
Foto 3.14 Pınarhisar Formasyonuna ait karbonatlı seviyeler.....	45
Foto 3.15 Çakıl Formasyonuna ait çakıllar.....	47
Foto 3.16 Trakya Formasyonu ile İslambeyli Formasyonu kontağı.....	49
Foto 3.17 Trakya Formasyonu.....	49
Foto 4.1 Lalapaşa dolayında açılmış olan Camcı ve Ark Bayırı Ocakları.....	55
Foto 4.2 Camcı Ocağının görünümü.....	56
Foto 4.3 Ark Bayırı Ocağının görünümü.....	57
Foto 4.4 Camcı Ocağından alınan numunenin metilen blue deney kartı.....	63
Foto 4.5 Ark Bayırı Ocağından alınan numunenin metilen blue deney kartı.....	63
Foto 4.6 Camcı Ocağından alınan numunenin termal durabilite analiz kartı.....	70
Foto 4.7 Ark Bayırı Ocağından alınan numunenin termal durabilite analiz kartı..	71
Foto 5.1 Moleküler sieve.....	79
Foto 5.2 Silika Jel.....	80
Foto 5.3 Aktifleştirilmiş Alüminyum.....	83
Foto 5.4 Kil nem alıcı.....	84
Foto 5.5 Rutubet çekme deneyi esnasında kullanılan araçlar ve kimyasallar.....	87
Foto 5.6 Rutubet ölçer ve içerisindeki havanın rutubeti ölçülen hücre.....	88
Foto 5.7 Yıkılarak saflaştırılmış bentonitin rutubet kontrol deneyi.....	89
Foto 5.8 Bentonitin rutubet kontrol deneyi.....	92

ÖZET

LALAPAŞA(EDİRNE) BENTONİTLERİNİN MALZEME ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ VE RUTUBET KONTROLÜNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Araştırma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde bentonitin kullanım alanlarına, Türkiye ve Dünyadaki bentonit ocaklarına ve Pazar potansiyellerine yönelik bilgi verilmiştir. İkinci bölümde çalışma alanı tanıtılmıştır.

Üçüncü bölümde bentonit oluşumunun gözlendiği Lalapaşa ve dolayının jeolojisine değinilmiştir. Bu çalışma kapsamında Lalapaşa (Edirne) çevresinde yüzeyleyen İslambeyli Formasyonu içerisindeki bentonit biriminin, rutubet kontrolü amacıyla kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışma bölgesi Kuzey Batı Trakya Neojen Havzası içinde yer alan Pliyosen, Oligosen ve Eosen yaşlı birimlerle, Kuzeyde Istranca Masifinin temelini oluşturan Permian yaşlı metamorfiklerden oluşmaktadır. Alttan üste doğru Istranca Masifini oluşturan Permian yaşlı Çatmaköy Formasyonu, uyumsuz gelişen yine Permian yaşlı Şeytandere Metapegmatitleri, transgresif yapıdaki istiflenen İslambeyli Formasyonu ile üzerine uyumsuz gelen Kırklareli Kireçtaşı, yine bunları uyumsuz üzerleyen Pınarhisar Formasyonu, Süloğlu Formasyonu, ve bunların üzerine uyumsuz gelen Çakıl Formasyonu izlemekte ve istif Trakya Formasyonu tarafından örtülmektedir. Çalışma alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası (E17-a3, a4) hazırlanmıştır. Öte yandan çalışma alanındaki Bensan A.Ş.'ye ait ocaklarda rezerv hesaplaması yapılmıştır.

Dördüncü bölümde yöre bentonitlerinin minerolojik, kimyasal ve teknolojik özelliklerine yer verilmiştir. Çalışma alanının iki farklı lokasyonundan alınan bentonit numuneleri üzerinde, laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmiştir. Minerolojik özelliklerinin saptanması amacıyla X-Işınları Kırınımı ve Diferansiyel Termik Analizleri gerçekleştirilmiş ve bu analizler sonucunda malzemenin yoğun oranda

montmorillonit içerdiği saptanmıştır. Numunelerin fiziksel zellikleri TS-5360'a uygun olarak analiz edilmiştir. Analizler sonucu Lalapaşa bentonitlerinin farklı sektörlerde kullanılabilirliği tartışılmıştır.

Beşinci bölümde nem gidericiler tanımlanmış ve bu alanda kullanılan malzemelerin özelliklerine değinilmiştir. Lalapaşa bentonitlerinin üzerinde gerçekleştirilen laboratuvar deneyleri ile nem giderme yetenekleri saptanmıştır. Elde edilen verilere göre Lalapaşa bentonitlerinin MgO ve CaCl₂ ilavesiyle modifiye edildikten sonra rutubet kontrolünde kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır. Araştırmaların sonuçları altıncı bölümde açıklanmıştır.

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF MATERIAL PROPERTIES OF LALAPASA(EDIRNE) BENTONITES AND USEBILITY AS DESICCANT CLAY

This study includes six chapters. The first chapter gives information about the usage areas of benonite, bentonite mines of Turkey and the world and the marketing potential of bentonite. The second chapter introduces the study area.

The third chapter mentions the geology of Lalapaşa (Edirne) and the surrounding areas where the bentonites were formed. In this study, the usage possibilities of the bentonites observed in İslambeyli Formation which were cropped out at Lalapaşa (Edirne) and the surrounding areas investigated as a humidity controlling material. The study area was formed by the Pliocene, Oligocene and Eocene units of the Northwest Thrace Neogene Basin and at the north was formed by Permian methamorphics which is also the base of Istranca Massive. From lower parts to the upper parts, Permian Çatalköy Formation (forming Istranca Massive), uncomformably overlain Permian Şeytandere metapegmatites, stacked over uncomformably and transgressive, İslambeyli Formation, uncomformably overlain Kırklareli limestones, uncomformably overlain Pınarhisar Formation and Süloğlu Formation, uncomformably overlain Çakıl Formation and the stack ends with covering Trakya Formation. The 1/25000 scaled geological map of the study area (E17-a3, a4) has been prepared. At the same time, the reserve calculations of the mines of Bensan Ltd.Com. which exists in the study area had made.

In the fourth chapter, the mineralogical, chemical and the technological properties of that region's bentonites takes place. Laboratory experiments applied to the bentonite samples taken from two different locations of the study area. For understanding their mineralogical properties, X-Ray Diffraction and Differential Thermal Analysis applied and as a result, a dense montmorillonite content was found in the materials. The

physical properties of the samples analyzed convenient to the TS-5360 standarts. According to the analysis, the usage of Lalapaşa bentonites at different sectors were discussed.

In the fifth chapter, humidity removers were described and the properties of the materials which are being used in this area had mentioned. Humidity removal abilities of Lalapaşa bentonites had determined by the laboratory experiments. According to the data, Lalapaşa bentonites can be used for humidity controlling after being modified by addition of MgO and CaCl₂. The results of the studies were described at the sixth chapter.

1.BENTONİTLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE ENDÜSTRİYEL KULLANIM ALANLARI

1.1. Genel Tanımlama

Alüminyum ve magnezyumca zengin volkanik kül ile lavların ayrışmasıyla oluşan ve egemen olarak Montmorillonit içeren killere bentonit denir. Ticari anlamda ise gelişmiş sıvı emici ve koloidal özelliği olan her kile bentonit denmektedir. Bentonitler görece yüksek magnezyum içerikleri, kuruyunca çatlamaları gibi özellikleriyle kaolinitik killerden ayrılır (Akbulut,1996).

Bentonit sözcüğü ilk defa 1898 yılında Knight tarafından, Amerika Birleşik Devletlerinde Wyomingde Fort Benton yakınındaki Kretase yaşlı yüksek koloidal özellikli plastik killer için kullanılmıştır (Akbulut,1996).

Bu adlandırmadan önce Wyoming Eyaletinde yaşayanlar, yatakların yüzeylerinin ıslanması sonucu suda yumuşamış olan bu malzemeye “sabun kili” adını vermişler. Bu yatakların ilk ticari sevkiyatı 1898 yılında William Taylor tarafından yapılmıştır. O zaman, bu malzemeye “Taylorit” denilmiştir. Potasyum amonyum sülfat içinde “Taylorit” olarak isimlendirildiğinin fark edilmesi üzerine Rock Creek bölgesinde Ford Benton yakınında bulunduğu için bu oluşuma bentonit adı verilmiştir. (Erdoğan, 1976).

Aynı özellikte başka bir kil, 1847 yılında Fransa'nın Montmorillon Bölgesinde bulunmuş ve “ montmorillonit” adı verilmiştir. Sementit kili ile aynı özelliklere sahip bu killerin grup adı Semektit olarak bilinmektedir. (İşçi, 2002).

1920 yılında Heinrich Reis kil minerallerinin; plastiklik, çekilme, yanma karakteristikleri gibi seramik özelliklerini incelemiştir (Grim, 1990).

1923 yılında C.S. Ross ve Kerr, ufak kil partiküllerini, X-Işını Difraksiyonu ile incelemiştir. Yine aynı yıl İsviçrede Hadding, 1924'de Rinne Almanyada killerin ilk X-Işını Difraksiyon analizleri yayınlamışlardır (Eruslu, 1993).

1925-26 yılında E.V. Shanon ve C.S Ross bentonitleri mineralojik açıdan incelemiştir. Çalışmalar, petrografik mikroskopla yapılmış, kimyasal analiz verileriyle desteklenmiştir (Grim,1990).

1930'da Hendricks, 1931'de Kelly, kil minerallerin kristalin partiküllerinden meydana geldiğini göstermişlerdir. 1930'da Linus Pauling tarafından, tabaka silikatların atomik yapısı üzerine yapılan klasik araştırmada; bir çok kil mineral yapısı ile ilgili bilgiler elde edilmiştir (Eruslu, 1993).

Hendricks ve Tellerde, başka tabakalar arasında tabaka olarak bulunan minerallerin detaylı incelemesine ve değerlendirilmesine olanak sağlayan X-Işığın Difraksiyonu teorisini ortaya koymuştur (Grim, 1990).

1933'de Hoffmann, şişme özelliğine sahip montmorillonit için atomik bir düzenleme ileri sürmüştür. 1935'de Mehmet ilk olarak açık bir şekilde halloysitin iki formunun varlığını göstermiştir (Eruslu, 1993).

W.Correns 1936'da, değişik kil minerallerinin kimyasal, optik, X-Işını Difraksiyonu üzerine önemli sonuçlar yayınlanmıştır. 1940'ta Ardenne, kil minerallerinin incelenmesi için Elektro Mikroskobu kullanarak kil partiküllerin morfolojisi hakkında bilgi vermiştir.(Grim, 1990).

1971'de Diamond, 1985de Thompson, killerin su alarak şişmesini, plastik özelliklerini ve sinterleşmelerini, bileşen ve mineral içeriklerine bağlı olarak incelemiştir (Eruslu, 1993).

1970'de Hang ve Brindley, 1979'da Rajan, 1986'da Ogwada ve Sparks, killerin kation değiştirme kapasitesi, iyon değişimi gibi özelliklerinin, nem alışverişi, partikül boyut dağılımı gibi faktörlerle nasıl değiştiğini incelemiştir (Grim,1990).

Bentonit tabii şekli ile yumuşak, kaolin kıvamında bir kayadır. Alkalın jel haline gelebilme özelliği vardır. Bir bentonitin ticari olabilmesi için, en azından beş misli fazla şişme özelliğine sahip olması gerekir. 10-20 kat şişen bentonitler, iyi vasıfta sayılmaktadır. Bentonitlerin şişme özelliği, 600⁰C'nin üzerinde tamamen yok olur (Eruslu, 1991).

Bentonitler su ile temas geçtiklerinde az veya çok şişerler. Bentonitler şişme yeteneklerine göre fazla, orta ve az şişen bentonitler olmak üzere üç gruba ayrılır. Şişme yeteneklerine ve işletildikleri yöre isimlerine göre sınıflandırılıp

isimlendirilmeleri yanında, doğal veya aktiflendirilmiş olup olmadıklarına ve kullanım alanlarına göre de sınıflandırılır (Akbulut,1996).

Bentonitler, içerdikleri değişebilir nitelikteki sodyum ve kalsiyum iyonlarına göre; yüksek şişme özelliğine sahip Sodyum Bentonit, Karışık bentonit (sodyumlu ve kalsiyumlu) ve düşük şişme kapasiteli Kalsiyum Bentonit olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır (Çinku ve Bilge, 2001).

Sodyum, sodyum-kalsiyum ve kalsiyum bentonitler göz önüne alındığında, Sodyum bentonit fazla şişen, sodyum-kalsiyum bentonit orta şişen, kalsiyum bentonit ise az şişen bentonittir. Fazla şişen sodyum bentonitleri Wyoming tipi olarak da isimlendirilmektedir. Sodyum-kalsiyum bentonitlere ara tip veya karma tip bentonit de denir. Kalsiyum bentoniti ise yaygın biçimde “ağartma toprağı” olarak isimlendirilir (Akbulut,1996).

Bentonitler doğal olarak yukarıdaki gibi sınıflandırılmalarının yanında, istenen niteliklerini arttırmak için asit, soda, polimer ve katkı maddeleriyle tepkimeye sokularak “katkılı bentonit” veya “aktif bentonit” biçiminde de sınıflandırılır. Aktiflendirme veya katkı maddesinin cinsine göre de “sodyum aktif bentonit”, “aktif ağartma toprağı” veya “polimer katkılı bentonit” vb biçimde isimlendirilmektedir (Akbulut,1996).

1.2. Bentonitlerin Kökeni ve Oluşumu

İçinde bol camsı gereç bulunan volkanik kül, tuf ve lavların kimyasal yolla ayrışması sonucunda iki ürün meydana gelir; birincisi yüksek zeolitik özelliğe sahip çok çeşitli kil, diğeri ise kilce baskın özellikle dioktahedral simektitler yani bentonitlerdir. Şu anda bu iki kil türü-silikat fasiyesinin oluşumuna hangi jeolojik çeşitliliğin sebep olduğu bilinmemektedir. Neredeyse mono mineral olan bentonit rezervlerinin, açık bir sistemde kimyasal bileşenlerinin yavaş gömülme hızı ve buna bağlı düşük sıkışma oranına bağlı yavaş difüzyon ortamında oluşmuş olması muhtemeldir. Zeolit ağırlıklı oluşumların difüzyon değişiminin olmadığı volkanik camın tekrar kristallendiğı daha kapalı sistemlerde oluşmuş olması muhtemeldir (Velde, 1992).

Bentonitin birkaç kez yatak değiştirerek yabancı unsurlarla birlikte bir havzada tabakalar halinde çökelmiş olanlarına bentonitik kil denir (Kahya, 1988).

Camsı gercin duraysız oluşu onun hidroliz yoluyla Montmorillonite dönüşmesine neden olurken yan ürün olarak ortaya zeolit, silisyumdioksit ve eriyik halinde metal iyonları çıkar (Akbulut,1996).

Bu dönüşüm aşamaları sırasıyla, katyonların camsı gercetden çıkışı ve hidrojen iyonlarıyla ornatılmaları, kalan silis alüminyum yapısının ayrışması, yapının Montmorillonit minerali halinde yeniden oluşması, katyonca zengin eriyiklerin gözeneklerde zeolit oluşturması ve fazla silisin atılması ya da çökeltilmesi olarak kabul edilmektedir. Bentonitler köken kayanın bileşimine uygun olarak sodyum, kalsiyum ve potasyum monmorilonitler halinde oluşur. En yaygın olarak kalsiyum bentonitlerin bulunması, kalsiyum sodyum ve potasyumu ornatılmış olabileceğine bağlanmaktadır. Kalsiyumun baskın olduğu çoğu hallerde bentonitte değişebilir iyon olarak az miktarda magnezyum bulunur (Akbulut,1996).

Bentonit oluşumu için, çoğu köken kaya durumundaki volkanik külün belli miktarda alkali ve toprak alkali element içermesi gerekir.

Bol volkanik cam içeren lav ve tüfler, volkanik gaz ve buharların etkisiyle (hidrotermal alterasyon), çökel havzalarının sulu ortamlarda tuf ve volkanik küllerin değişmesiyle (transformasyon, neoformasyon, diyajenetik oluşum) ve volkanik tuf ve küllerin yağmur, rüzgar gibi iklim koşulları altında ayrılmasıyla (yüzeysel alterasyon, meteorik alterasyon) kile dönüşmektedir (Millot, 1964).

1.2.1. Volkanik gaz ve buharların etkisiyle (hidrotermal alterasyon) bentonit oluşumu

Yerkabuğundaki kırık ve yarıklar boyunca çıkan su buharları lav ve diğer yan kayaların değişime uğrattır. Bazen gaz ve su buharları birlikte, özellikle asidik magma kayalarını değişime uğrattır. Hidrotermal etkiyle oluşan bentonitler lavların, breşlerin veya daha çok tuf ve küllerin değişme ürünüdür. Bentonit oluşturan volkanik camlar çoğun riyalit, trakit, fonolit ve bazen andezit bileşimli kayalardır. Yarık ve kırıklardan yanlara doğru çoğun kaolen, montmorillonit ve dış kenar ayrışması biçiminde bir ayrışma kuşaklanması görülür. Bazen sıcak suların çıkışı sırasında ayrılmış veya ayrışmakta olan ince taneli gereç hemen yakındaki bir çökel havzasında birikerek bentonit yatağını oluşturur (Akbulut,1996).

Kırıklardaki ayrışma derecesine ve yan kaya ile onu değişime uğratan gaz ve buharların cinsine, miktarına bağlı olarak bentonit yatağının biçim ve büyüklüğü değişebilmektedir (Akbulut,1996).

1.2.2. Çökel havzalarının sulu ortamlarında tüf ve volkanitlerin ayrışıp değişmesiyle bentonit oluşumu

Çoğu volkanik gereç gölsel veya denizel ortamlarda kolayca ayrışır. Bazı bentonitler, gölsel veya lagüner çökel ortamlarda volkanik camsı tüfler değişme ürünü olarak ortaya çıkar (Akbulut,1996).

Denizel veya gölsel çökel ortamında volkanik gereç istiflenmeden önce mineroloji, jeokimya ve kristal kimyası yönünden değişimler gösterir. Bu değişimler sonunda bentonitleşme, illitleşme veya glokonitleşmeler olur. Burada söz konusu olan, önceki mineralden farklı yeni bir minerale dönüşümdür. Denizel ve gölsel ortamda bazik koşullarda volkanik gereçten diyajenetik yolla bir kısım katyonlar ayrılır; silis-alüminyum oranı belli bir dengeye yaklaştığında ayrılmış gereç Montmorillonite dönüşür. Bu tip oluşumlarda az çok bir katmanlanma ve ayrışmamış biyotit pulları görülür (Akbulut,1996).

Türkiye'deki büyük bentonit yataklarının hemen hepsi sulu ortamda çökellemeyle oluşmuştur. (Özalp ve diğerleri, 1991). Edirne'nin Enez ilçesi yakınındaki bentonitler Oligosende andezitik bileşimli piroklastik gerecin sulu çökel ortamında ayrışmasıyla oluşmuştur. (Yeniyol, 1987).

1.2.3. Volkanik tüf ve küllerin yağmur, rüzgar gibi iklim koşulları altında ayrışmasıyla bentonit oluşumu

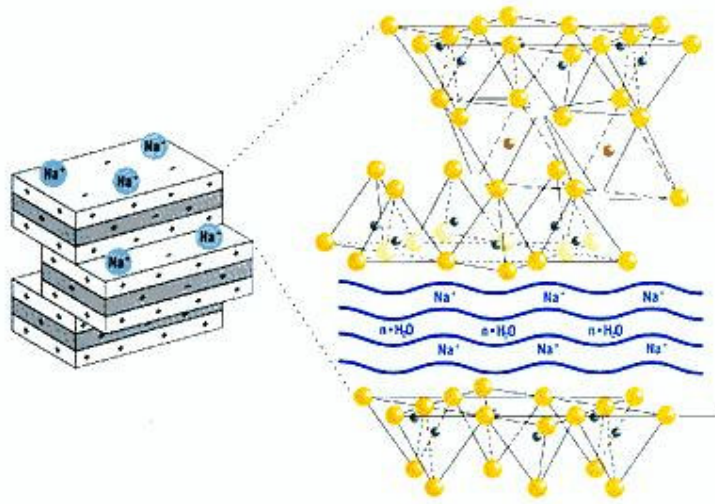
Tüf ve volkanik kül gibi piroklastik kayalar camsı geçirgen ve özellikle kolay ayrışabilir niteliktedir. Karasal ortamda yerinde ayrılmış tüf ve küllerden oluşmuş bentonitlerde bazen bentonit-tüf arasında geçişler, kılçık biçimli volkanik cam ve tüf kalıntıları görülür. Bu tip oluşumlarda taşınmış mineral kalıntıları bulunmaz. Komşu kayalarla birlikte oluşmuş ve tüflerden üste doğru, kil minerallerinde zenginleşme belirgin özelliktir (Akbulut,1996).

Meteorik koşullarda bentonit oluşumlarına örnekler az da olsa Arjantin, Hindistan, Fas Avustralya, Japonya ve Türkiye'de görülmektedir. Çok az örneği olsa da yeraltı suyu bazı bentonit yataklarının oluşumunda etkin olabilir. Volkanik camın yeraltı

suyunda hidrolize olmasıyla kalsiyum, sodyum ve magnezyum gibi iyonlar ortaya çıkar. Bu da bazik bir ortam oluşturarak silisin kısmen çökmesini ve bentonit oluşumu sağlayabilir (Akbulut,1996).

1.3. Bentonitin Kristal Yapısı

Kil minerallerinin kristal yapıda olduklarını ilk kez Hendricks ve Fry 1930'da Kelly Walter, Brown ve Dore 1931'de bulmuşlardır. Bu buluşlara kadar killerin amorf yapıda oldukları kabul ediliyordu (Fahn, 1965). Şekil 1.1. de bentonitin kristal yapısı gösterilmektedir.



Şekil 1.1: Bentonitin kristal yapısı.

Kil minerallerinin yapısı iki tip atomik kristal ile oluşur. Bunlardan biri oktahedral yapıda diğeri tetrahedral yapıdadır. Oktahedral yapı üçer oksijen ya da hidroksilden oluşan iki tabaka arasında iyice paketlenmiş katyon (alüminyum, demir ya da magnezyum) atomu modelidir. Bu yapı ünitesine gipsit adı verilir (İşçi, 2002).

Diğeri yapı birimi (silika) tetrahedral yapıda olup kenarlarda oksijen atomu bulunan bir düzgün dört yüzlünün ortasına bir silikon atomunun yerleşmiş halidir. SiO₂ olarak ifade edilmiştir (İşçi, 2002).

Kil minerallerinin yapıları; bu temel ünitelerin oluşturdukları örgü tabakalarının değişik kombinasyonlarla üst üste gelmeleri ile oluşur. Kil mineralleri bu oluşumlara göre de sınıflandırılırlar. Oluşan tabakalar bir tetrahedral, bir oktahedral ise 1:1

tabakalı, iki tetrahedral, bir oktaedral ise 2:1 tabakalı, iki oktaedral, bir tetrahedral ve bir oktaedral ise 2:1+1 tabakalı olarak adlandırılırlar (İşçi, 2002).

Üç katmanlı ve simektit grubu killer de genişleyen ve genişlemeyen olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Genişleyen simektitler de eşboyutlu ve uzamış olmak üzere ikiye ayrılır. Eşboyutlu simektit kil mineralleri montmorillonit, sokonit, vermikülit, bedelit ve nontronite dioktaederik; saponit, hektorit ve stevensite trioktaedrik simektit killeri de denir. Burada dioktaeder,oktaeder katmanda 2Al bulunmasıdır. Trioktaeder ise oktaeder katmanında 3Mg bulunmasıdır. Simektit grubu kil minerallerinin üstüste üç katmandan oluşan bir yapısı vardır. Montmorillonitte dıştaki silika tetraederin oluşan iki katman arasında alüminyum oksihidroksit oktaederleri bulunur. Oktaederlardaki Al kısmen Mg ile ornatılmıştır. Tetraederlar ile oktaederlar birbirine oksijen atomlarıyla bağlanmış bir birim oluştururlar. Tetraederl ve oktaederdeki ortak atomlar oksijen atomlarıdır. Katmanlar a ve b eksen yönünde devamlılık gösterirken, c eksen yönünde birbiri üzerinde yapraklar halinde bulunur.

Tüm simektit grubunda olan killer gibi bentonitte 2:1 tabakalıdır. İki tetrahedral (silika) tabakası arasında bir oktaedral (gibsit) tabakası olan birim hücreye sahiptirler (İşçi, 2002).

Montmoriller $Al_2Si_4O_{19}(OH)_2$ formülünden türetilirler. Tetrahedral ve oktaedral tabakalardaki benzer simetri ve aynı boyut oksijen atomlarının bu tabakalar arasında paylaşılmasını olanaklı kılar. Tetrahedral tabakalardan çıkan dördüncü oksijen atomu oktaedral tabaka tarafından ortak kullanılır. Bu yaprak tabakaların birbirlerine kuvvetli iyonik bağlarla bağlı olmasına neden olur (İşçi, 2002).

Birim hücrenin içlerindeki Si ve Al atomları daha az değerlikli atomlarla yer değiştirilebilirler. Bu olay yapının elektriksel dengesinin bozulmasına ve + yük eksikliğinden dolayı yüzeylerin negatif ve kenarların pozitif yüklü olmalarına neden olabilirler (İşçi, 2002).

1.4. Bentonitin Fiziksel Özellikleri

1.4.1. Tabii Şekli

Tabii ve ham şekliyle bentonit; yumuşak, kaolin kıvamında bir kayadır. Kırılmaya elverişli, ele yumuşak ve yağlı bir izlenim veren, ağızda (tükürkte) hemen dağılma

özelliği vardır. Alkalin jel haline getirilebilir (Eruslu, 1993). Foto 1.1 de bentonitin tabii şeklini gösteren bir fotoğraf verilmektedir.



Foto 1.1: Bentonit.

1.4.2. Tane Boyutu ve Rengi

Bentonit taneleri son derece incedir. Partiküllerin incelik ve hassasiyeti, kullanımında ve özellikle koloidal süspansiyonların meydana gelişinde büyük rol oynamaktadır (Eruslu, 1991).

Mineral içeriğine bağlı olarak doğal bentonitlerin rengi beyaz, gri, yeşil, pembe ve kahverenginin çeşitli tonlarında olabilmektedir. Birbirinden farklı olarak görülen bu renklerde, montmorillonitin içerdiği demirin etkisi vardır. Demir iyonunun valans durumu rengin değişmesine neden olur. Bentonit yatağında bulunan diğer organik maddelerde renk değişimine neden olurlar. Bentonit yatağında bulunan diğer organik maddelerde renk değişimine neden olurlar. Bentonitin rutubet derecesi de rengi etkilemekte, fazla rutubet rengi koyulaştırmaktadır. Kuru bentonitler daha açık renge sahiptirler (Fahn, 1965).

Mineralin ticari tozları, öğütme ve vantilasyon suretiyle bir ayırma yapılarak elde edilir. Alkalin jel haline getirilebilir. Bu maddelerin çok yüksek bölünme özelliği ve porozitesi kesin olarak bilindiğinden, toz halinde iken çok özen göstermek gerekmektedir. Bu ince strüktür, alkalin suların sülfürlü etkileri ile beraber volkanik tüfler üzerinde meydana getirdikleri alterasyon sonunda bunların matlaşması olayından doğmaktadır.

Ultramikroskoplarla yapılan, büyük ölçüde büyültmelerde partiküller uzun çakıllar şeklinde tespit olunmaktadır. Daha büyük orandaki büyültmelerde ise elektronik mikroskoplardan faydalanılmaktadır. Bentonit partiküllerinin %50'den fazlası ultramikroskopik büyüklükte yani, $10-5.000 \times 10^8$ cm veya $1500 \mu\text{m}$ olur.

Bu da adi kil partiküllerinin büyüklüğünün çok altındadır. Kısacası, 2.000 defa büyüten bir mikroskop altında görülebilen en küçük partikül $0.1 \mu\text{m}$ 'dür. Halbuki çok iyi kalitedeki bir ince kil ancak $1 \mu\text{m}$ 'lük partikülleri gösterir.

1.4.3. Özgül Ağırlık

Kuru bentonitin özgül ağırlığı belirli orantıda kalite kökenine göre 2,7-2,8 arasında değişiklik gösterir. Toz halinde getirilen benzeri ürünlerde ise hissedilebilecek kadar düşer ve 1,6-1,8 seviyesini gösterir (Kahya, 1988).

1.4.4. Bentonitin Şişmesi (Hacim Büyümesi)

Bentonitin en önemli özelliklerinden bir tanesi de su içinde kabarıp şişmesi ve jelimsi bir kitle meydana getirmesidir. Bir kilin gerçekten ve kelimenin ticari anlamı ile bentonit olabilmesi için, en az kendi hacminin beş katı şişmesi gerekmektedir. Normal olarak iyi vasıflı bentonitler 10-20, çok ender bentonitlerde 25 hatta 30 kat şişebilmektedirler. Genellikle kendi ağırlığının 5-6 katındaki suyu absorbe ederek 12-15 kat hacim artışı gösteren bentonitler ticari bakımdan iyi vasıfta kabul olunur (Eruslu, 1991).

Bentonit kurutulup tekrar şişirilebilir. Bu işlem istenildiği kadar tekrar edildiği gibi özelliklerinde herhangi bir değişiklik meydana gelmez. Teterki kullanılan su saf olsun ve kurutma işlemi de yüksek ısıda yapılmamış olsun. Isının da şişme üzerinde belirli bir etkisi vardır. Bu etki ayrıca bentonit çeşitlerine göre göre değişir.

Örneğin; Velclay koloidal killeri için şişmenin 232°C 'nin altında etkilenmediği görülmüştür. Fakat bu dereceden sonra şişme özelliği yavaş yavaş azalır. 650°C 'de tamamen çöker. Laboratuvarda şişme demeleri, bentonite su ilave etmek suretiyle yapılmaz. Gerçekten ters yönden işlem yapmak, hiç değilse bentonit su ile temasa geldiğinde yön değiştirmek gerekir. Çünkü su ile temasa gelen dış tabakadaki bentonitler donup bir tabaka teşekkül ederek muamelesinin kesilmesine sebep olurlar.

Şişme özelliği, bentonitin sıcaklığı 200⁰C'nin üstüne çıkıncaya kada muhafaza edilir. 600⁰C'nin üzerinde tamamen yok olur. Bu özellik yakından incelendiğinde killerle aynıdır (Sancar,1989).

1.4.5. Bentonitin Süspansiyon ve Jelleri

Bentonitin koloidal süspansiyonlarındaki denge daima dikkati çekmiş ve bunun izahı devamlı olarak aranmıştır. Bu özellik, tamamen klasik fizik kanunlarına uygun olarak, partikül ve moleküllerin son derece ince yapılarına ve ayrıca da (-) elektrik yüklerine bağlanmaktadır. Bu nedenle su içinde yüzerken birbirlerini iterler ve devamlı hareket halinde kalmaktadırlar (Kahya, 1988).

Bu olay aynı zamanda bentonitin alkol, aseton, benzen gibi organik sıvılarda süspansiyon yapmaması ve şişmemesi sebebini de açıklamaktadır. Çünkü bu maddelerin sıvılarında hidrotasyon ve elektrik yükü bulunmamaktadır. Yüklerdeki elektrik niteliği (elektrojenez) saptanabilmektedir. Bentonit su ile temasa geldiğinde yöndeğiştirmek gerekir. Çünkü su ile temasa geçen dış tabakalardaki bentonitler donup bir tabaka oluşturur ve muamelenin kesilmesine sebep olmaktadır. Bentonitin ilk hacmi ile (suya değmeden önceki) son hacmi arasındaki ilişki ve orantı bentonitin şişme ölçüsünü vermektedir (Eruslu, 1991)

Bentonit iki tipte bulunmaktadır, biri suya konunca şişer ve jelatin özelliği vardır. Bu, suyu absorbe eder. Diğer tip ise suda, hacimine çok az değişme gösterir. Diğer tip ise suda hacmine çok az değişme gösterir, tabii bir absorpsiyon özelliği vardır ve çamaşırıcı kili diye bilinmektedir.

1.4.5.1. Şişen Bentonit (Sodyum Bentonit)

Hakim mineral olarak Na-montmorillonit bulunduran bentonitlere Sodyum (Na) Bentonitler olarak adlandırılmaktadırlar. Bu tip bentonit şişmeyen bentonitten daha az bilinmektedirlerdir. Fazla şişebilenler hariç, hacmin 15 misli kadar hacim artması gösterebilmekte ve aynı zamanda ağırlıkça büyük artma göstermektedirler. Bu tip bentonit suda devamlı olarak süspansiyon halinde kalabilmektedir.

Şişen bentonit yatakları şu karakterleri ile tanınabilmektedir:

1. Bentonit yatakları sık sık yağmur sebebiyle ıslandığı için toprakta heyelan ve kaymalar gözlenmektedir.
2. Cevherin, yağmur ile ıslanıp şişme ve kuruyup çekilme dolayısıyla parlak cilalanmış bir yüzey göstermektedir.

3. Tabakaların dış yüzü, içinden daha çabuk kurduğu için dış yüzü kıvrılmış küçük rozetler halinde kıvrılarak şekillenmektedir.
4. Islak olduğu zaman yatak çok kaygandır.
5. Bentonit toprağı, üstünde az bitki topluluğı barındırmaktadır.

Kilin bentonit olup olmadığının şüpheli olduğu hallerde, arazi kaba testi yapılabilmektedir. Bir parça numune, içine su doldurulan bir tüpe konur. Eğer bentonit ise absorpsiyon göze çarpar ve jelatinimsi bir kütle şekillenir. Eğer adi kil ise test tüpünün altında toz halinde ufalandığı gözlenir. Yüksek derecede bentonit kapsayan kil ile bentoniti birbirinden ayırmak zor olmaktadır. Şişen bentonit için standart laboratuvar testleri, Sadler testi adı ile bilinmektedir ve kil kalitesini göstermek amacıyla yapılmaktadır (Sancar,1989).

1.4.5.2. Şişmeyen Bentonit (Kalsiyum Bentonit)

Hakim mineral olarak Ca-montmorillonit bulunduran bentonitlerdir. Ca-bentonit olarak da adlandırılmaktadır. Bu tip bentonit zuhurları sodyum bentonitlere nazaran daha çok bulunmaktadırlar. Fakat arazide tanımak oldukça zor olmaktadır. Az miktarda su absorbe edebilmektedirler. Şişmeyen bentonit daha çok balmumu görünümündedir. Suda çabuk dağılır, kil gibi dile yapışmamaktadırlar (Sancar,1989). Bentonitin kalsiyum bentonit olduğunu anlamak için asitle reaksiyonunu gözlemek gerekmektedir. Eğer bentonit asit dökülmesi sonucunda reaksiyona giriyor ve köpürüyorsa kalsiyum içerdiğini söylenebilmektedir.

1.4.6. Emme ve Su Geçirme

Bentonit partiküllerin çok ince oluşu ve temas yüzeyinin çok büyük olması, bentonitin su emme gücüne sahip olmasını sağlamaktadır. Yağ ve gliserini de gayet kolay emebilmektedir. Gazlar büyük ölçüde bentonit tarafından emilebilmektedir. Gazların emilmesinde bentonit, silis jeline yakın bir özellik göstermektedir (Eruslu, 1993).

Gazların büyük ölçüde bentonit tarafından absorbe edildiğı ve özellikle amonyak, anhidrit karbonik ve anhidrit sülfürün bu alanda birinci planda buldukları saptanmıştır. Gazların emilmesi hususunda bentonit, silis jeline yakın bir nitelik göstermektedir. Bilimsel olarak, büyük temas yüzeyli koloidallerdeki bu emme niteliğı, iyonların tespitiyle ilgili çok kompleks bir olaydır. Bu tespit koloidal

granüller tarafından yapılmakta olup, sonradan meydana gelecek olaylarda ve özellikle stabilite değişimleriyle flokülasyonlarda rol oynar(Sancar,1989).

1.4.7. Bentonitin Kimyasal Özellikleri

Bentonitlerin kimyasal analizleri, mineralojik bileşim, birincil minerallerin miktarı ve bünyelerinde bulunan diğer minerallerin doğası, miktarı hakkında bilgi vermektedir. Bentonitlerin oluşum aşama ve kökenlerinin değişik oluşu, çeşitli yörelerdeki bentonitlerde özelliklerin benzer olma olanağını azaltmaktadır. Sonuç olarak, bentonitlerde özelliklerin benzer olma olanağını azaltmaktadır. Çeşitli yöntemlerle elde edilen verilerin birbirinin tamamlayıcısı olarak kullanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla da, bentonitlerin kimyasal analiz sonuçları, X-Işınları Difraksiyonu ve Diferansiyel Termik analiz sonuçları ile diğer fiziksel deney sonuçlarıyla bir bütün olarak irdelenmektedir (Erdoğan,1976).

1.4.8. Bentonitlerin İyon Değiştirme Özellikleri

Kil mineralleri yapıları dışında, tuttukları bazı anyon ve katyonları, su solüsyonunda bulunan diğer anyon ve katyonlarla değiştirme özelliğine sahiptirler. Montmorillonitten oluşan bentonitlerde bu olay belirgin olarak görülür. Kil minerallerince tutulan değişebilen iyonlar, kilin silis-alümin yapısal ünitesinin dışında bulunurlar ve bu nedenle değiştirme reaksiyonları bu yapıda bir değişiklik meydana getirmezler. Değişebilen iyonlar anyon ve katyonlar olabilirse de, daha çok görülen ve dolayısıyla önemli olan katyonlardır (Erdoğan, 1976).

1.4.8.1. İyon Değiştirmenin Önemi

Killerin kullanıldığı yerlerde, killerle yapılan inceleme ve araştırmalarda iyon değiştirme özelliği ve değiştirme reaksiyonları büyük önem taşır. Tarım alanında bitkilerin büyümesi, jeolojide kil formasyonlarının oluşumu, kilin ham madde olarak kullanıldığı üretim alanları, bu konu ile ilgilidir (Erdoğan, 1976).

Kilin fiziksel özelliklerinden bazıları, ihtiva ettiği değişebilen iyonun cinsine ve miktarına bağlıdır. Değişebilen katyon, Na veya Ca olabilir, fakat Na ise kil daha plastik bir kildir. Bu yüzden metal döküm kalıpcısı ve seramikçi, iyon değiştirme ile Ca-kilini Na-kili haline getirerek, çalışabileceği daha üstün koşullara kavuşur. Döküm kumunda Ca-bentoniti daha fazla yaş mukavemet, Na-bentoniti ise daha fazla kuru mukavemet sağlar (Erdoğan, 1976).

1.4.8.2. Katyon Değiştirme Kapasitesi

Belirli bir kilin, herhangi bir katyondan tutabileceği maksimum miktarı sabittir. Kilin adsorp edilebileceği katyon miktarına o kilin katyon değiştirme kapasitesi denir. Katyon değiştirme kapasitesi, 100gr kuru kilin adsorp ettiği katyonun miliekivalan sayısı ile ifade edilir. İyi kristalleşmiş kaolinitlerde katyon değişim kapasitesi dūřuktur. Bunun nedeni, katyon değiştirmenin kristaldeki kırık bağlardan ileri gelmiş olmasıdır. Çeřitli killerin katyon değiştirme kapasiteleri Tablo 1.1 de verilmiştir. (Erdiņ, 1976).

Tablo 1.1: Kil minerallerinin katyon değiştirme kapasiteleri.

Kil mineralleri	100gr'da miliekivalan
Kaolinit	3-5
Halloysit, 2H ₂ O	5-10
Halloysit, 4H ₂ O	40-50
Montmorillonit	80-150
İllit	10-40
Vermikülit	100-150
Klorit	10-40
Paligorskit	20-30

1.5. Bentonitin Endüstriyel Kullanım Alanları

1.5.1. Temizlik Maddelerinde Bentonit Kullanımı ve Aranılan Özellikler

Bentonit, yağları emme özelliğinden dolayı temizlik maddelerinin yapımında kullanılmaktadır. Kolloidal bentonit süspansiyon yüzey gerilimini azalttığından sabunun daha iyi dağılıp köpürmesini sağlamaktadır. Suyun sertliğini de gideren bentonit kirleri emmekte ve hidrolize olarak yağlı maddeleri sabunlaştırmaktadır. Bentonit emülsiyon yeteneğiyle yağ asidini kısmen ornattığı, karbon taneciklerini çektiği için deterjan etkisi nedeniyle sabun yapımında kullanılmaktadır (Akbulut,1996).

Temizlik maddesi yapımında kullanılacak bentonit beyaz olmalı, on katı ağırlığında su ile karıştırılınca viskoz bir eriyik oluşturmali, 120 mesh elek altı an az % 98, 240 mesh elek altı en az % 90, 100⁰C’de kurutulunca ağırlık kaybı en çok % 15, pH (%24 süspansiyon) 8-9, Sıkıştırılmış yoğunluğu en az 0,85 olmalıdır (Özkan ve Erkalfa, 1877).

1.5.2. Petrol Rafinasyonunda Bentonit Kullanımı

Ağır petrol bölümlerinin karalitik parçalanarak ince petrol ürünlerinin elde edilmesinde kullanılacak bentonit asitle aktifleştirilip yıkandıktan sonra istenen incelikte öğütülür. Isıya dayanıklılığını arttırmak için 500⁰C-600⁰C’de kalsine edilir. Kataliz olarak kullanılacak bentonitin fazla demiri varsa oda sıcaklığında HCI ile yıkanarak demir miktarı %0,15’e kadar azaltılabilir (Grim, 1962). Petrol rafinasyonu için bentonit spesifikasyonları tam olarak bilinmemekle beraber, son derece düşük demir içerikli safa yakın Ca montmorillonit olması gerekmektedir (Akbulut,1996).

1.5.3. Kağıt Sanayiinde Bentonit Kullanımı

Kağıt sanayinde kullanılacak bentonit, sodyumlu, kuvarssız ve ince taneli olmalıdır. Kağıt hamuruna %1 oranında katılan bentonit dolgu; pigment, reçine ve balmumunun hamuru içinde homojen dağıtılması gibi işlevleri yerine getirmektedir. Ayrıca eski gazete kağıtlarının yeniden işlenmesinde mürekkep çekme özelliğinden yararlanılmaktadır (Grim ve Güven, 1978).

1.5.4. İlaç Sanayinde Bentonit Kullanımı

İlaçlarda dolgu, süspansiyon, temizleme işlevi olan bentonitler için Türk standardı bulunmamaktadır. İlaçlarda kullanılan bentonitlerde aranan özellikler: suda çözünmesi, pH’sı 9,5-10,5; nem oranı %5-8 olması, 2 gramı bentonitin 100 mililitre suda en az 24 mililitre yer kaplaması, yaş elek analizinde tamamının 200 mesh elekten geçmesi, 6 gram bentonitin 300 miligram MgO ile 100 mililitre suda 98 mililitrelik hacim almasıdır (US Pharmacopeia XIX: Özkan ve Erkalfa, 1977’de).

1.5.5. Lastik Sanayiinde Bentonit Kullanımı ve Aranan Özellikler

Lastik sanayinde bentonitten dolgu gereci olarak yararlanılmaktadır. Bu sanayi dalında bentonitin viskoziteyi artırıcı, kolloidal süspansiyon oluşturuvcu etkisi vardır. Lastik sanayinde kullanılacak bentonitte şu özellikler aranmaktadır: kumsuz olması,

tamamının 200 mesh elekten geçmesi, nem miktarının en çok %4 olması, 100°C derecedeki kızdırma kabının en çok % 8.5 olması, malakit yeşili boyasını fazla emmemesidir (Akbulut,1996).

1.5.6. Gübre Sanayinde Bentonit Kullanımı

Bentonit kolloidal özelliği ve kation değişim kapasitesi, bitkinin gelişmesi için gerekli nemin sağlanmasında büyük rol oynamaktadır. Bentonit, gübrede çözünen tuzların ortamdan çabuk uzaklaşmasını önlemektedir (Akbulut,1996).

1.5.7. Yangın Söndürme Sanayinde Bentonit Kullanımı

Bentonitin yapısında fazla miktarda su tutması yangın söndürücü olarak da kullanılmasını sağlamıştır. Bentonit süspansiyon haline getirilerek ateşin üzerine püskürtülürse, hava ile temasını keserek ateşi söndürmektedir (Akbulut,1996).

1.5.8. Boya Sanayinde Bentonit Kullanımı

Sodyum bentonitler sürekli süspansiyon oluşturabilme özelliğine sahip olduklarından boya, emaye ve mürekkeplere katılmaktadır. Sulu boya ve badanalarda istenilen viskoziteyi sağlamak için tebeşirle birlikte 20 kısım bentonit karıştırılarak kullanılır. Yağlı boyalarda süspansiyon özelliği arttırmak için % 5 bentonit katılmaktadır (Akbulut,1996).

1.5.9. Yağlı Zeminler Temizlenmesinde Kullanımı ve Aranan Özellikler

Yağlı yüzeylerin temizlenmesinde, sıvıda dağılmanın önlenmesi ve emici özelliğin artması için 10-60 mesh(2mm-250 mikron) boyundaki taneli bentonitler 200-500 C derecede kalsine edilerek kullanılmaktadır (Akbulut,1996).

1.5.10. Çimento Sanayinde Bentonit Kullanımı

Çimentoya % 1 oranında katılan bentonit, beton ve harçların plastik özelliğini ve çakıl ile kumun homojen dağılımını sağlayıp dayanımını arttırmaktadır. Madeni yağlarla karıştırılmış bentonit çimentoda dolgu malzemesi olarak kullanılmakta ve su geçirmezlik özelliği kazandırmaktadır (Akbulut,1996).

1.5.11. İnşaat Mühendisliğinde Bentonit Kullanımı ve Bazı Özellikleri

Şişme ve jel oluşturma özellikleri nedeniyle bentonitten, baraj yapılırken su kaçaklarını önlemede yararlanır. İnşaat mühendisliğinde kullanılacak bentonitin çok ince taneli, plastikliğin ve tiksotropisinin yüksek olması gerekmektedir.

Killi sahalarda yapılacak inşaatların planlanmasında ve inşaatında kil gereçlerinin özelliklerini bilmek çok önemlidir. İnşaat işlerinde çok etkili olan bentonitlerin fiziksel özelliklerinin bilinmesi inşaat mühendislerince önem taşımaktadır.

Plastiklik, plastik indekslerinin yüksek oluşu nedeniyle bentonitlerin sodyumlu olanlarından sıkıştırılma, yırtılma dayanımı gibi konularda sorun yaratmaktadır. Ortamdaki değişimler bu bentonitlerin çeşitli katyonlar soğurmasına yol açarsa özelliklerinin de değişmesine neden olmaktadır.

Aktivite, bir bentonit örneğinin plastik indeksinin 2 mikrondan küçük bölümünün kuru ağırlık %'sine oranıdır. Bu oran bazı Ca bentonitler için 1.20-1.34; Na bentonitler için 3.14-7.09 arasında bulunmaktadır. Yüksek aktivite değerli killer genelde çok su tutma, yüksek sıkıştırılma, düşük geçirgenlik ve büyük yırtılma dayanımı olan killerdir.

Su emme, sodyum bentonitte 16 saatte % 800'e çıkarken, kalsiyum bentonitte ilk dakikada %200'e kadar hızlı bir artış gösterdikten sonra birden yavaşlayarak 16 saat sonunda % 200'ün az üzerine çıkmaktadır.

Serbest sıkıştırılma gücü, doğal bir örneğin kopmasına yetecek sıkıştırılma gücüdür. Bu değer sodyum bentonitler için 55,5 psi, kalsiyum bentonitler için, 100,3 olarak belirlenmiştir.

Yırtılma dayanımı, kopmadan önceki yırtılma basıncıyla ölçülmektedir. Kalsiyum bentonitin yırtılma dayanımı sodyum bentonitten fazla, kaolenden azdır. Yırtılma dayanımı iç sürtünme ve kohezyondan oluşmaktadır. Bentonitlerde iç sürtünme illit ve kaolendekinden düşük olmasına karşın, kohezyonu onlardan yüksek olup yırtılma dayanımı % 80'ini sağlamaktadır. Plastik indeks arttıkça bentonitin iç sürtünmesi azalmaktadır.

Bentonitin duyarlık, doğal serbest bir kilin dayanımının ayrı nem oranında yeniden kalıba dökülmüş derecenin dayanımına oranı olarak tanımlanmaktadır. Bentonitlerin duyarlık değerleri 4–8 arasındadır. Daha yüksek değerli killerde bu rakam 16'ya

kadar çıkar. Tikotropik özelliklerinin sonucu olarak bentonitler dayanımlarına yeniden kavuşmaktadırlar.

Geçirgenlik, sodyum bentonitte oldukça düşüktür. Çok az miktarda sodyum bentonit ilave edilen kumların geçirgenliği büyük ölçüde azalır. Kalsiyum bentonitin ise geçirgenlik üzerinde etkisi daha azdır. Bentonitin geçirgenliği önleme özelliklerinden yararlanılarak baraj ve gölet inşaatlarında, heyelan önleme yapılarının inşaatında, sızdırmazlık perdesi inşaatında, tünellerin yapımında, kazı şevleri ile bina temellerinin desteklenmesinde ve köprü, üst geçit ayaklarının inşaatında “diyafram duvarı” oluşturmada kullanılmaktadır.

Baraj ve göletlerde baraj gövdesi ya da bent gövdesinde kullanılacak bentonit kireci az, iç sürtünme açısı yüksek, orta derecede plastik ve şişmeyen cinsten olmalıdır. Simektit killeri baraj ve bent gövdelerinde su ile temas etmeyecek konumda yani çekirdek kısımda dolgu gereci olarak kullanılmalı, zorunlu halde bent gövdesinin ağız kısmında veya freatik seviye üzerinde kullanılmalıdır.

Sıkıştırılabilirlik ve pekleşme, yatay sınırlı bir örneğe uygulanan birim ağırlığın artması sonucu örneğin boşluk oranının azalmasına dayanır. Bentonitlerde artan ağırlık altında pekleşme başlangıçta yüksektir fakat kısa süre sonra ağırlık artışı pekleşme oranını fazla etkilememektedir.

Zemin iyileştirme, ağır yüke ve iklim koşullarına dayanıklılık kazandırmak için toprak taneciklerinin tutturulmasıdır. Bunun için bentonit gibi şişen killere kireç ilave edilerek plastiklik indeksleri düşürülmektedir.

1.5.12. Gıda Sanayinde Bentonit Kullanımı

Bentonitler, ıslanmışta yüzer tip hayvan yemi yapımında veya hayvan yemlerinin paletlenmesinde bağlayıcı olarak % 1-5 arasında karıştırılıp kullanılır. Un ve undan yapılan gıdalarda % 0,025-1,25 oranlarında katılan bentonit bayatlamayı geciktirici rol oynar. Bira, şarap ve meyva sularının berraklaştırılması dışında bazı sütlere karışmış kanserojen Alfatoksin M1'in süttten uzaklaştırılmasında da bentonit kullanılmaktadır (Akbulut,1996).

1.5.13. Rutubet Kontrolünde Bentonit Kullanımı

Bentonitin bir diğer kullanım alanı ise rutubet kontrolüdür. Bentonitin nemi bünyesine alarak hapsedme özelliği rutubetten uzak tutulması gereken malzemelerin korunmasında

kullanılmasını sağlamaktadır. Bentonit, elektronik ve elektrik ekipman üreticileri, ilaç sanayi, telekomünikasyon sanayi, askeri destek ekipmanları, trafolar, tıbbi ekipmanlar, optik aletler, makine parçaları, kamera ve filmler, motorlar, piller, deri ürünleri, spor malzemeleri, bazı gıda maddeleri gibi neme hassas ürünlerin paketlenmesi, depolanması ve taşınması sırasında kullanılmaktadırlar.

1.6. Dünyadaki Bentonit Rezervleri ve Üretimi

Bentonit volkanik külün yerinde ayrışmasıyla oluşan ve büyük ölçüde montmorillonit kil mineralinden ibaret, çokça su emip şişen, ticari olarak sondaj çamurunda, boya, plastik dolgu vb. konularda kullanılan toprağımsı bir madendir. Düşük maliyeti ve ülkemizde bolca bulunuşu, bu kile olan talebi arttırmıştır.

Bentonitin dünya sanayinde yerini alabilmesi, 1920 yılını bulmuştur. Kullanım alanlarının tam olarak ortaya çıkarılmasına bağlı olarak, bentonit tüketimi de artmıştır. Şu an dünyada toplam bentonit üretiminin büyük bir kısmını A.B.D. gerçekleştirmektedir. Dünyanın en önemli bentonit rezervleri Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Yunanistan, Almanya, Japonya, İtalya, İspanya ve İngiltere’de bulunmaktadır (VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, ÖİK Raporu). Tablo 1.2. de 2000 yılı itibariyle Dünyaki bentonit rezervi verilmiştir.

Tablo 1.2: Dünya bentonit rezervleri (Yenipazar, 2000).

Ülke	Rezerv (milyon ton)
Amerika	950
Kuzey Amerika	900
A.B.D.	800
Diğer	100
Güney Amerika	50
Avrupa	720
Rusya Fed.	250
Türkiye	370
Diğer	100
Afrika	- (bilgi yok)
Asya	- (bilgi yok)
Avustralya	50
Diğer	150
TOPLAM	1870

1986 yılı verilerine göre dünyadaki toplam bentonit üretimi 5,888,158 ton, ihracatı 1,285,961 ton, ithalatı ise 1,063,175 ton'dur. 2001 yılı bentonit üretim rakamlarına bakılacak olursa 1986 tespit edilen 5,888,158 tonluk üretim rakamları neredeyse 2 kat artmıştır. Üretim miktarının artmasının yanı sıra, pazara yeni katılan ve üretimini arttıran ülkelerin varlığı, dünya bentonit pazarında değişimlere neden olmaktaysa da, A.B.D. ve Yunanistan üretim ve ihracattaki liderliklerini korumaktadır. Türkiye bu sürede büyük bir ilerleme kat ederek üretimini üst sıralara taşıyabilmiştir. Tablo 1.3. de yıllara göre ülkelerin bentonit üretim miktarları verilmektedir.

Tablo 1.3.:Yıllara göre bentonit üretiminde ilk sıradaki ülkelerin ton olarak bentonit üretim miktarları (ton) (Virta, 2001).

Ülke	1997	1998	1999	2000	2001
A.B.D.	4,020,000	3,820,000	4,070,000	3,760,000	4,290,000
Yunanistan	950,000	950,000	950,000	950,000	950,000
Türkiye	521,158	565,708	614 ,000	636,273	600,000
Almanya	510,000	500,000	500,000	500,000	500,000
İtalya	513,000	592,000	500,000	500,000	500. 000
Japonya	495,646	443,566	428,247	415,115	410,000
Ukrayna	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
Brezilya	230,000	220,000	274,623	273,975	275,000
Meksika	111,503	185,729	208,611	269,730	250,000

Türkiye'nin öğütülmüş bentonit, ithalatı 1995-1998 yılları arasında yaklaşık 150 ton/yıl, öğütülmemiş bentonit yaklaşık 20 ton/yıl ve ağartma toprağı da yaklaşık 80 ton/yıl düzeyinde olmuştur. İhracatta öğütülmüş bentonit yaklaşık 10 000 ton/yıl; öğütülmemiş bentonit 60.000 ton/yıl; ağartma toprağı da 10 ton/yıl düzeyindedir (Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Ortak Raporu IV, 2001). Tablo 1.4. de Yıllara göre ülkerin bentonit ithalat miktarları ton olarak verilmiştir. Tablo 1.5. de ise yıllara göre ülkelerin bentonit ihracat miktarları ton olarak verilmiştir.

Tablo 1.4: Yıllara göre bentonit ithalatında ilk sıradaki ülkelerin ton olarak bentonit ithalat miktarları. (ton) (Virta, 2001)

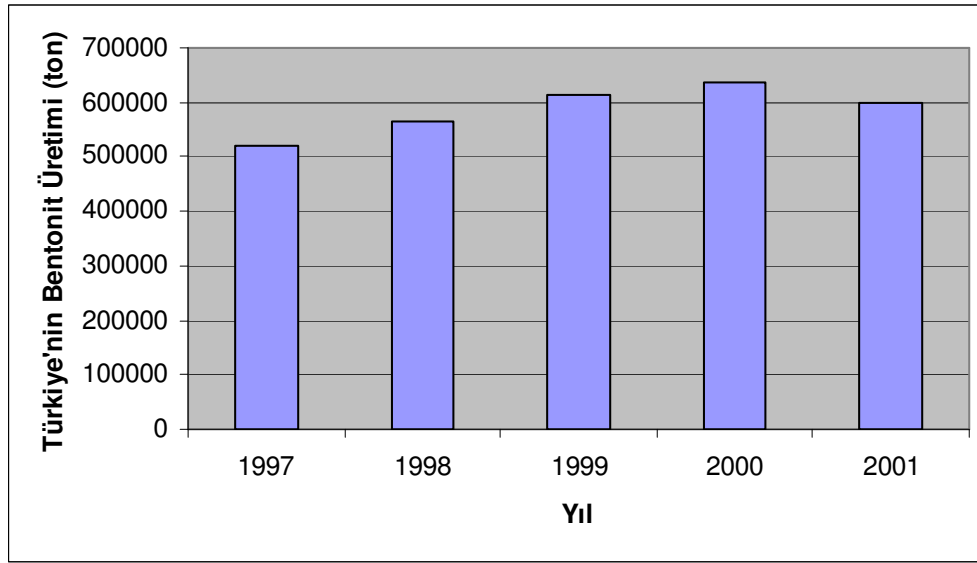
Ülke	1993	1994	1995	1996	1997
Kanada	295,356	329,639	343,826	381,042	371,660
Japonya	192,543	209,306	254,970	218,252	227,816
Almanya	185,056	204,678	246,047	164,551	207,106
Hollanda	142,800	137,777	172,660	185,906	177,283
İngiltere	114,247	183,613	201,555	166,278	162,819
Fransa	68,397	112,530	110,679	87,451	135,717
Polonya	48,843	60,287	55,464	71,300	-
İtalya	53,677	66,920	64,483	57,941	67,677
İspanya	40,584	61,262	46,796	38,940	54,551
Venezuela	17,213	43,565	98,770	52,725	-
Singapur	24,411	30,552	7,395	26,401	24,554
Norveç	35,543	18,484	28,440	24,533	17,242

Tablo 1.5: Yıllara göre bentonit ihracatında ilk sıradaki ülkelerin bentonit ihracat miktarları (ton) (Virta, 2001).

Ülke	1993	1994	1995	1996	1997
A.B.D.	599,297	774,861	735,077	796,289	860,077
İngiltere	57,860	63,799	73,210	84,357	96,781
Hollanda	44,518	65,538	79,790	71,432	85,313
Almanya	59,661	61,070	42,259	26,021	72,839
Çin	40,717	55,360	67,997	73,169	65,248
Türkiye	28,038	53,692	50,935	68,124	61,999
Bulgaristan	21,900	41,200	54,800	59,600	-
Kıbrıs	29,756	22,573	14,127	31,397	51,912
İtalya	16,278	96,936	182,918	172,627	182,225
Yunanistan	53,864	66,809	130,824	65,071	12,002

1.6.1. Türkiye'deki Bentonit Yatakları ve Rezervleri

Bentonit Türkiye'de magmatik kayalar, volkanik ara katkılı çökel ve salt çökel birimlerin içinde mercek, cep, kütle, ara seviyeler ve kırıklar boyunca düzensiz bir biçimde yataklanmalar gösterir. Piyasada bentonit ham, öğütülmüş yığın ve torbalanmış ve aktifleştirilmiş halde satılmaktadır. Başlıca sondaj, paketleme, ilaç, dolgu, döküm ve yav ağartma cinsi bentonit çeşitleri olarak ülkemizde bilinmektedir (Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Ortak Raporu IV, 2001). Şekil 1.1. de 1997-2001 yılları arasında Türkiye'nin bentonit üretimi gösterilmektedir.



Şekil 1.1: 1997-2001 yılları arası Türkiye'nin bentonit üretimi (Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Ortak Raporu IV, 2001)

Türkiye'deki bentonit sahaları Biga yarımadası, Gelibolu yarımadası ve kuzeyi, Eskişehir-Ankara yöreleri, Çankırı-Tokat bölgesi, Ordu-Trabzon bölgesi, Kayseri-Nevşehir-Niğde bölgesi ile Malatya-Elazığ bölgesindedir. Bu bölgeler ile yakın çevrelerinde irili ufaklı pek çok bentonit yatağı bulunur (Akbulut, 1996).

Son yıllarda rezervleri ve önemi gittikçe artan beyaz bentonitler Ünye, Fatsa, Giresun - Tirebolu, Harşit Vadisi, Tekkiraz Yaylası ve Kütahya - Başören'de bulunmaktadır. İşletilen ocaklarda 60 - 70 m'ye varan kalınlıklar tesbit edilmiştir. Ca - Bentonitlerin beyazlık derecesi % 86, aşındırma kaybı ise 23.5 mg olarak ölçülmüştür. En büyük rezervler Fatsa - Kavaklar Deresinde bulunmaktadır. Buradaki 5 yatağın 700 000 m² alan kapladığı bilinmektedir. Deterjan hammaddesi ve tasfiye toprağı olarak kullanılan bu bentonitlerin kağıt sanayiinde de kullanılabileceği ortaya konabilir ve

Avrupa pazarlarında İngiliz kağıt kaolini ile rekabet edebilirse rezervlerimizin 50 milyon tona çıkarılabilmesi mümkündür (Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Ortak Raporu IV, 2001). Tablo 1.6. da Türkiye bentonit yatağı rezervleri verilmektedir.

Tablo 1.6: Türkiye'deki bentonit yataklarının rezervleri. 1: Görünür Rezerv 2: Muhtemel rezerv 3: Mümkün Rezerv (Kaynak: Türkiye Bentonit Envanteri, 1982)

YERİ	REZERVİ (TON)	KALİTE/TENÖR
Ankara-Kalecik-Haççili	19 000 000 (1+2)	iyi
Ankara-Keskin-Besler	240 000 (1+2)	iyi
Artvin-Derinköy	800 000 (k)	-
Çankiri-Çerkes-Bayındır	43 000 (1+2)	iyi
Çankiri-Eldivan-Küçük Hacibey Köyü	300 000 (1+2)	iyi
Çankiri-Eldivan-Büyük Hacibey Köyü	100 000 (1+2)	iyi
Çankiri-Ilgaz-Kizilibrik	200 000 (1+2)	iyi
Çankiri-Eskipazar-Baspınar	800 000 (T)	iyi
Çorum-Sungurlu-Mecitözü	400 000 (1+2)	iyi
Edirne-Enez	50 000 000 (1+2)	iyi
Giresun-Tirebolu	4 000 000 (1+2)	kötü
Istanbul-Sile-Kizilcaköy-Çamasırdere	180 000 (3)	
Konya-Sağlık	2 400 000 (1+2)	
Konya-Sille	24 000 (1+2)	
Ordu-Fatsa-Ünye	2 564 000 (3)	
Tokat-resadiye-Akdogmus-Kaspınar	200 000 000 (k)	
Trabzon-Araklı-Arsin-Yolüstü	60 000 (2)	iyi
Toplam Bentonit Rezervi (R)	79 000 000	

1.6.1.1. Enez (Edirne) Bentonit Yatağı

Bentonit sahaları Enez ilçesinin yaklaşık 2-15 kilometre güney ve güneydoğusunda bulunur. Doğrudan bentonit konusundaki çalışmalar Kurhan (1971), Yalçın ve Özbelge (1985) söz konusu bentonitlerin asitle aktiflendirilmesi konusunda çalışmışlardır. Kurhan (1971) ve Yenişol (1987) ise maden jeolojisi ile minerolojisini araştırmışlardır.

Enez bentonit sahalarındaki en yaşlı birim Oligosen yaşlı volkanik kayalardır. Bunlar trakitik andezit, andezi bileşimli piroklast, tüf ve volkanik küllerden oluşan bir

volkano çökel istif tarafından örtülür. Bentonit, aynı yaşlı bu volkano-çökel içinde yer alır.

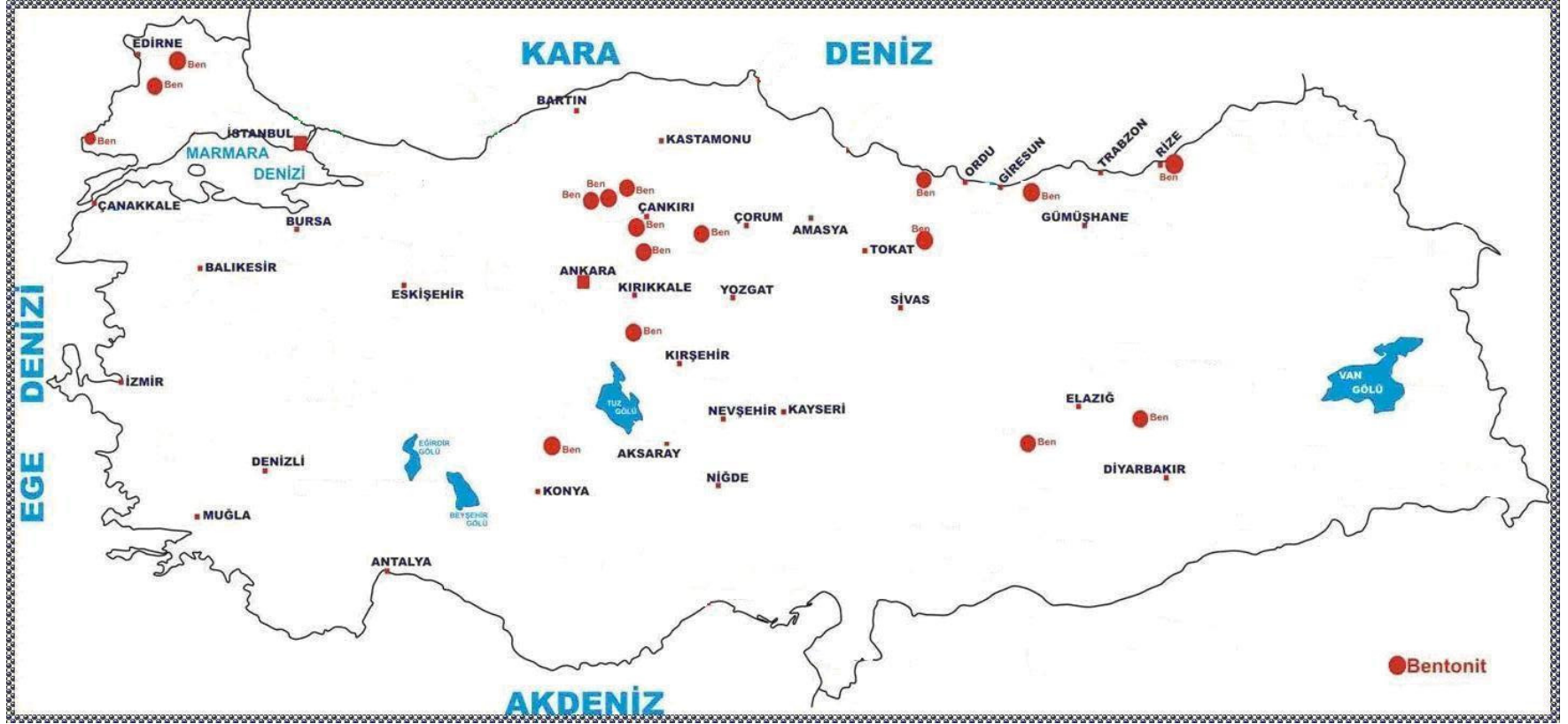
Oligosen kayaların kara ortamında yer almış olanları piroklastik breş, tuf ve andezit-trakiandezit ardalanması biçindedir. Bu kayalar birbiri ile dereceli geçişlidir. Buna karşın katman yapılı piroklastlar ile bentonit, kömür, kumtaşı, killi kumtaşı ardalanması ile sulu ortam gelişmiştir. kara ortamı ile sulu ortam arasındaki sınır, yaklaşık Çavuş ve Yazır köylerini birleştiren çizgidir. Her iki ortam istifinde de birimler arasında dereceli geçiş vardır.

1.6.1.2. Edirne-Lalapaşa Bentonitleri

Lalapaşa bentonitleri; resif önü oluşuma sahip bölgede, Eosen yaşlı İslambeyli Formasyonu içerisinde gözlenir. Tabaka kalınlıkları 1m ile 5 m arasında değişim gösterir. Bentonit yatakları sahada farklı lokasyonlarda farklı kalitelere ortaya çıkarlar.

En önemli özellikleri kalsiyum bentonit olmaları, açık renkli ve yüksek absorpsiyon özelliğine sahip olmalarıdır. Bu özelliklerinden dolayı rutubet kontrolünde kullanılabilirler. Lalapaşa bentonitlerinin rutubet kontrolünde kullanılabilirliği ileriki bölümlerde deneysel verilerle irdelenecektir.

Şekil 1.2. de Türkiye'nin bentonit yatakları haritası verilmektedir.



Şekil 1.2: Türkiye Bentonit Yatakları Haritası

1.7. Üretim

1.7.1 Üretim Yöntemi ve Teknolojisi

Bentonit yataklarının çok büyük bir bölümü açık işletme yöntemiyle işletilmektedir. Ancak çok kaliteli bir bentonit yatağı, üzerindeki örtünün kalınlığı nedeniyle, Bavyera bentonit ocaklarından bir tanesinde olduğu gibi, kapalı işletme yöntemiyle işletilebilmektedir.

Üretim teknolojisinde lastik tekerlekli kepçe, skreyper ve paletli kepçeler ile geniş taşıma hacimli kamyon ve vagonlar ilk aşamayı oluşturmaktadır. İkinci aşamayı kurutma alanına yakın bir yerde kurulmuş kırma, ufalama, öğütme, aktifleştirme ve ambalajlama tesisi oluşturmaktadır. Bentonit öğütücüleri genelde 200-325 mesh tane boyutlarında öğütme özelliğini sahiptirler (Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Ortak Raporu IV, 2001).

Yağışlı mevsimler dışında ocaktan alınan bentonit, soda ile aktifleştirilemeyecek ise kurutma alanlarında yayılarak serilmektedir. Kurumuş bentonit kepçelerle kaba kırıcı deposuna beslenmektedir. Kabaca ufalanmış bentonit bantla 200 mesh'lik değirmene gelir burada bir taraftan öğütülürken bir taraftan da 2 sıcak hava akımı ile kurutulup 200 mesh'in altındaki tanelerinden ayrılmaktadırlar. Daha sonra nem geçirmez 50'şer kg'lık torbalara konarak ambalajlanmaktadır (Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Ortak Raporu IV, 2001).

1.7.2 Ürün Standartları

Dünyada, bentonitin sondaj çamuru hammaddesi olarak ve demir tozu peletlemede kullanılanı OCMADFCP 4, API-RP 13; mühendislik işlerinde kullanılanı DIN-4127, F.P.S ve API-RP 13; döküm işlerinde kullanılanı B.S.C.R.A standartlarına uygun olmalıdırlar.

Türkiye'de bentonit için kullanılan ürün standartları TSE tarafından hazırlanmış olup bu güne kadar aşağıdaki standartlar yayınlanmıştır:

- TS 977 Sondaj çamuru hammaddesi ,
- TS 5360 Döküm bağlayıcısı,
- TS 11442 Lastik sanayinde kullanılan,
- TS 11326 Deterjan sanayinde kullanılan,
- TS 11136 Seramik sanayinde kullanılan ,

- TS 11441 Kağıt sanayinde kullanılan bentonit.

Ayrıca yağ ağartma standardı olarak 1 gr tonsilin ağartma gücü eş değer alınıp hazırlanan TS 2583 no'lu standart son zamanlarda yayınlanmıştır (Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Ortak Raporu IV, 2001).

1.7.3. Çevre Sorunları

Bentonit işletme ocaklarında oluşan işletme çukurları su ile dolmakta, işletme panolarında heyelan ve düşmeler, toprak akmaları sık olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kaldırılan örtü gelişi güzel çevreye yığılmaktadır. İşleme tesislerinde öğütmeden kaynaklanan bentonit tozları genelde filtrelerle tutulmadığından çevreye yayılmaktadır.

İşletmenin sona erdiği bentonit ocaklarında çukurların doldurulmadığı, çevresinde güvenlik önlemlerinin alınmadığı bir gerçektir. İşletme alanlarının düzeltilerek tarıma uygun hale getirilmesinde önemli yararlar vardır. Foto 1.1. de Ark Bayırı ocağından bir görünüm sunulmaktadır. Fotoğrafta ocağın ortaya çıkardığı görsel ve fiziksel sorunlar açıkça görülebilmektedir.



Foto 1.1: Lalapaşa Ark-Bayırı ocağının görünümü.

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

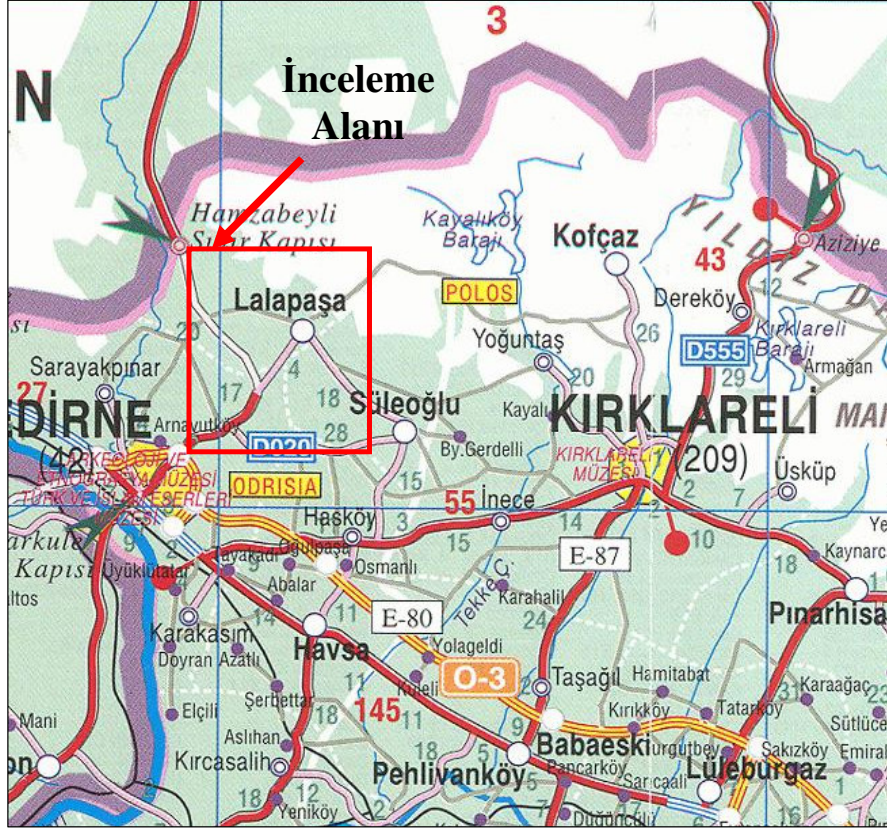
2.1. Giriş ve Amaç

Önemli bir endüstriyel hammadde olan bentonitin çok yaygın kullanım alanlarından biri de rutubet kontrolüdür. Rutubet kontrolünde kullanılacak bentonitleri uluslararası standartlara uygun özelliklere sahip olmaları gerekmektedir. Bu tür bentonitlerin test edilmesi ve ambalajlanması için çeşitli standartlar mevcuttur. Nem giderici bentonitler için var olan standartlar MIL-D 3463E, MIL-D 3716B, BS 1133 ve BS 3482 dir. Bu standartlardan MIL kodlu olanlar askeri amaçlı malzemelerin nakli ve stoklanmasında kullanılan nem giderici malzeme özellikleri için hazırlanmıştır. Düşük maliyetli olması yüzünden Dünyada yaygın olarak nem kontrolü için kullanılan bentonitler konusundaki endüstriyel çalışmalar ülkemizde son yıllarda başlatılmıştır. Geniş bir Pazar aralığına sahip olan nem giderici bentonitler konusunda sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmalar TÜBİTAK tarafından yapılmış ve bunlara gizlenmesi gereken bilgi kapsamında kaldığından ulaşılamamıştır.

Bu araştırmada Lalapaşa bentonitlerinin malzeme özellikleri nem giderme kapasiteleri incelenmiştir.

2.2. Coğrafi Konum

Edirne'nin bir ilçesi olan Lalapaşa, İstanbul'un 27 km kuzey batısında, olup batı ve kuzeyinde Bulgaristan sınırı, doğusunda Kırklareli, güneyinde Edirne ile çevrelenmiştir. Trakya bölgesinin kuzey batısında, 46,43'- 46,53' kuzey enlemleri ve 29,59'-29,74' doğu boylamları arasında olan çalışma alanı, Edirne'nin 20 km kuzeyinde bulunan Lalapaşa ve çevresini kapsamaktadır. Edirne'ye ulaştıktan sonra Hamzabeyli Sınır Kapısı istikametinde gidildiğinde çalışma alanına ulaşılmaktadır. Şekil 2.1 de inceleme alanına ait yerbudur haritası görülmektedir.



Şekil 2.1: İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası

2.3. İklim, Bitki Örtüsü ve Morfoloji

İnceleme alanı Trakya Bölgesi içinde kalmaktadır. Bölgede karasal iklim özellikleri hakimdir. Yıldız Dağları, Karadeniz'in nemli havasının iç kısımlara girmesini engellerken özellikle kış mevsiminde Balkanlar'dan gelen soğuk hava etkisiyle iklim soğuk ve kar yağışlı olurken, yazları sıcak ve kuraktır. Yıllık ortalama sıcaklık ise 15-16 °C dir.

İnceleme alanının büyük bir kısmı tarım alanından oluşmaktadır. Bu tarım arazisi, taşlık ve kayalık özellikteki Kırklareli masifine ait birimler ile resifal kireçtaşlarının açığa çıktığı kesimlerde bozuk baltalık orman alanları ile çevrelenmektedir. Bölgede ayçiçeği, prinç, şekerpancarı ve buğday tarımı yapılmaktadır.

Bölge jeolojik açıdan genç örtü çökelleriyle kaplı olduğundan az engebeli bir morfolojiye sahiptir. Yükselteler kuzeyden güneye doğru azalmaktadır. Yüksek tepeler inceleme alanının genelde kuzey ve orta kesimindedir. Çalışma alanındaki en yüksek nokta 261 m, en alçak nokta ise 140 m yüksekliğindedir.

3. LALAPAŞA (EDİRNE) VE DOLAYININ GENEL JELOJİSİ

3.1. Önceki Çalışmalar

Yıldız Dağları (Istranca Masifi) tarihsel zamanlardan beri maden yatakları yönünden ilgi çekmiştir. Gezi notları ve gözlemler şeklinde geçen ilk araştırmaları ayrıntılı jeolojik incelemeler izlemiştir. Trakya hakkında ilk genel bilgi Boye (1837) ve Viquesnel (1855) tarafından yayınlanan seyahat notlarından gelmektedir.

Bilinen maden amaçlı ilk çalışma ise Alpay (1950)'a aittir. Keskin (1971), Pınarhisar alanının jeolojisi hakkında bilgiler verirken, Uygur (1973), Trakya bölgesindeki kaolin ve diğer kil oluşumlarını incelemiş ve ayrıca Trakya bölgesinin jeolojisi ve bölgede yaygın olarak görülen endüstriyel hammaddeler hakkında detaylı bilgi vermiştir. Umut vd. (1984), Trakya Tersiyer havzasına yönelik çalışmalarında Istranca Masifine değinmişler, Paleozoik yaşlı kayaçların, yeşil şist fasiyesi ile amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirdikleri belirtmişlerdir. Masifin çekirdeğini oluşturan ve yapısal olarak üst zonlarda görülebilen milonitik gnayslar ile geçişli pembe, pembemsi veya yeşilimsi renkli gnaysik granitin ve kataklastik dokulu, bileşim bantlı yer yer masif milonitik gnaysların varlığına değinmişlerdir. Triyas'ın; Paleozoyik üzerinde diskordansla yer aldığını ve alt seviyelerinin kuvarsitli, üst seviyelerinin ise mermer ve kalkışist mercekli şistler olduğunu ve alttan üste doğru zayıflayan metamorfizma görüldüğünü ifade etmişlerdir. Gök (1994), Tekirdağ-Malkara (Tekirdağ ili) Keşan-İpsala (Edirne İli) arasının jeolojisini detaylı olarak incelemiştir. Yurtsever (1996), açınsama nitelikli Trakya jeoloji haritasını oluşturmuştur. Yurtsever vd. (1998), MTA Jeolojik Etütler Dairesi bünyesinde Edirne, Kırklareli, Tekirdağ ve İstanbul il sınırlarını içeren E17-a3, a4, b2, b3, b4, b5, b6 ve c6 paftalarının 1/100000 ölçekli jeolojik haritalarını ve bölgede yüzeylenen birimlerin ayrıntılı anlatımını ve ayrıca yapısal ve ekonomik jeolojisini rapor olarak sunmuşlardır.

3.2. Stratigrafi

Edirne'nin kuzeyinde bulunan yaklaşık 50 km² lik bir bölgeyi kapsayan çalışma alanı, tipik coğrafik şekilleri ve bitki örtüsündeki değişmelerle jeolojisi konusunda ipuçları vermektedir.

Çalışma alanındaki çok sayıda lokasyonda yapılan gözlemler ve Bensan A.Ş. tarafından daha önceki tarihlerde araştırma amacıyla açılmış sondaj kuyularından temin edilen sondaj logları yardımıyla bölgenin jeolojisi hakkında fikir edinilmiş ve incelenen bölgenin jeoloji haritası oluşturulmuştur. Bölgede, kuzeyde yüzeyleyen Istranca Masifini oluşturan Permiyen yaşlı temel Çatmaköy Formasyonuna (Pzç) ait metamorfik kayalara uyumsuz gelişen yine Permiyen yaşlı Şeytandere metapegmatitleri (Pzç) gözlenmekte ve güneye doğru inildikçe Tersiyer yaşlı Trakya Formasyonu (Tnt), Çakıl Formasyonu (Toç), Süloğlu Formasyonu (Tos), Pınarhisar Formasyonu (Top), Kırklareli kireçtaşı (Tek) ve İslambeyli Formasyonunun (Tei) bu yaşlı temel kayalarının üzerine uyumsuz ve transgresif bir yapıda istiflendiği görülmektedir. Tüm bu birimlerin üzerinde yine uyumsuz olarak oturan Kuvaterner yaşlı alüvyon çökelleri gelmektedir. Çalışma alanında yüzeyleyen birimler aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır. 1 :25000 ölçekli hazırlanan Lalapaşa dolayına ait mühendislik jeolojisi haritası ve AA', BB', CC' kesitleri Ek1 de sunulmuştur.

3.2.1. Permiyen

Çalışma alanının en yaşlı birimlerini Çatmaköy Karmaşığı ve Şeytandere metapegmatitleri oluşturmaktadır. Permiyen yaşlı birimler ile daha genç birimler arasındaki uyumsuzluk ilişkisi dikkati çekmektedir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

3.2.1.1. Çatmaköy Karmaşığı (Pzç)

Çatmaköy Karmaşığı, genel olarak Trakya bölgesinin kuzeyinde geniş yüzlekler gösterir. Çatmaköy karmaşığı inceleme alanının da kuzeyinde ve Hamzabeyli Sınır Kapısına yakın yol şevlerinde açığa çıkmaktadır. Çatmaköy Karmaşığı; Tekedere grubu kayaları ile Kırklareli grubu arasında, her iki birime uyumlu yapı unsurları ile benzer petrografi ve doku özelliklerini gösteren bir birimdir. Çatmaköy karmaşığı, genelde biyotitli gnays ve/veya şistin K-feldspatça zenginleşmesiyle oluşmuş beyaz mikalı, granitleşmiş kayaçlardır. Şekil 3.1. de incele alanının stratigrafik kesiti verilmektedir.

SİSTEM	SERY	FORMASYON	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	
					KUVA TER NER
T E R S İ Y E R	N E O J E N	P L İ O S E N	TRAKYA FORM.	Tnt : Trakya Formasyonu : Sarı kırmızı renkli, az tutturulmuş/tutturulmamış çakıl kum kil.	
				Üst	ÇAKIL FORM.
		O L Ğ O S E N	Orta	SÜLOĞLU FORM.	Tos : Süloğlu Formasyonu : Sarıkahve renkli, kömür bantlı, balık fosilli, kum kil mil arılanması.
				Alt	PINARHİSAR FORM.
			E O S E N	Üst	KIRKLARELİ KİREÇTAŞI FORM.
	Orta?	İSLAMBAYLI FORM.		Tei : İslambaylı Formasyonu : Bej, beyaz sarı gri renkli, tabanda volkanit kırıntılı, kumlu killi kireçtapı kumtapı marn.	
	P E R M İ Y E N	TEKEDERE GRUBU	KIRKLARELİ GRUBU	Pks : Seytandere Metagraniti : Pembe beyaz renkli, iri mikroklin ve ortoklas enokristalli, yeryer çok yapraklanmalı granit.	
				Pzç : Çatmaköy Karmasığı : Kırklareli Grubu granitik kayaları ile Tekedere Grubu metaçökelleri arasındaki geçiş zonu.	

Şekil 3.1: İnceleme alanının stratigrafik kesiti.

Çatmaköy Karmaşığı ilk kez Çağlayan ve Yurtsever (1998)'de ayırtlanmış olup, çoğunlukla Tekedere grubu içinde bırakılmıştır. Birim Ayhan vd. (1972)'nin Albit granodiyoritik-albit granitik gnays biriminin bir bölümünün karmaşığıdır. Foto 3.1. de yol şevinde bulunan bir mostrada görülen Çatmaköy karmaşığına ait metaçökellerin fotoğrafı bulunmaktadır.



Foto 3.1: Yol şevinde yüzeylenmiş olan Çatmaköy karmaşığı.

Az biyotitli, bol muskovitli Çatmaköy karmaşığı pembemsi gri renkli, koyun sırtı aşınma şekli ve saçılmış yuvarlak kafa görünümündedir. Taze yüzeyleri ise yeşilimsi gri-yeşilimsi beyaz renklidir. Yer yer metaaplit ve metapegmatitle kesilmişlerdir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Çatmaköy Karmaşığı; hornblendli, çokça biyotitli, beyaz mikalı, genellikle plajioklad porfiroblastlı şist ve/veya çift mikalı gnaysların, pembe renkli K-feldispatça zenginleşmesiyle oluşan kayalardır. K-feldispatlar çoğun iri kristaller, nadiren porfiroblastik olarak gözlenirler. Mikroklinler Kırklareli Üstakımı'na doğru çoğalırlar ve kayaç giderik Şeytandere Metagraniti'ne doğru geçer. Biyotitler yer yer kıt ve bantlar şeklinde olup oldukça da bol muskovit gözlenir (Yurtsever, 1996)

Karmaşık, köken olan Tekedere grubuna bağlıdır. Oluşumu ve yaşı ise, Kırklareli grubunun yerleşimi ile aynıdır. Bu nedenle kaya birimlerinin diziliminde, köken olarak bağlı olduğu Tekedere grubu üzerine konmuştur (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

3.2.1.2. Şeytandere Metapegmatiti (Pkş)

Trakya Bölgesinin kuzeyinde yer yer yüzeyleyen Şeytandere Metapegmatiti; çalışma alanının kuzey doğusunda ve Lalapaşanın kuzey dolaylarında açığa çıkmıştır. Kayaç iri pembe mikroklin kristallerinin egemen olduğu az veya çok biyotitli, porfiroblastik dokulu, yer yer kataklastik yönlenme kazanmış gnaysik bir granittir. Foto 3.2. de Lalapaşanın kuzeyinde yükselen topoğrafyayla uyumlu yayılan Şeytandere metagranitleri görülmektedir.



Foto 3.2: Şeytandere Metagranitlerinin genel görünümü.

Şeytandere metagraniti, Umut ve diğ. (1983, 1984)' nin Gnaysik granit, Aydın (1974, 1982) ile Aykol (1979)'un Kırklareli metagranitleri, Ayhan ve diğ. (1972)'nin Albit granitik gnays ile Albit granodiyoritik gnays ve Albit granitik gnayslarının, Bürküt (1966)'ün biyotit muskovit gnaysları ile anatektik ve migmatitik formasyonlarının, Akartuna (1953)'nin Gnaysı ile Pamir ve Baykal (1947)'in

Kırklareli gnaysları'nın büyük kısmıyla eşdeğeridir. Foto 3.3. de İslambeyli Formasyonunda yer alan Ark Bayırı ve Camcı Ocaklarının uzaktan görünüşü verilmektedir.

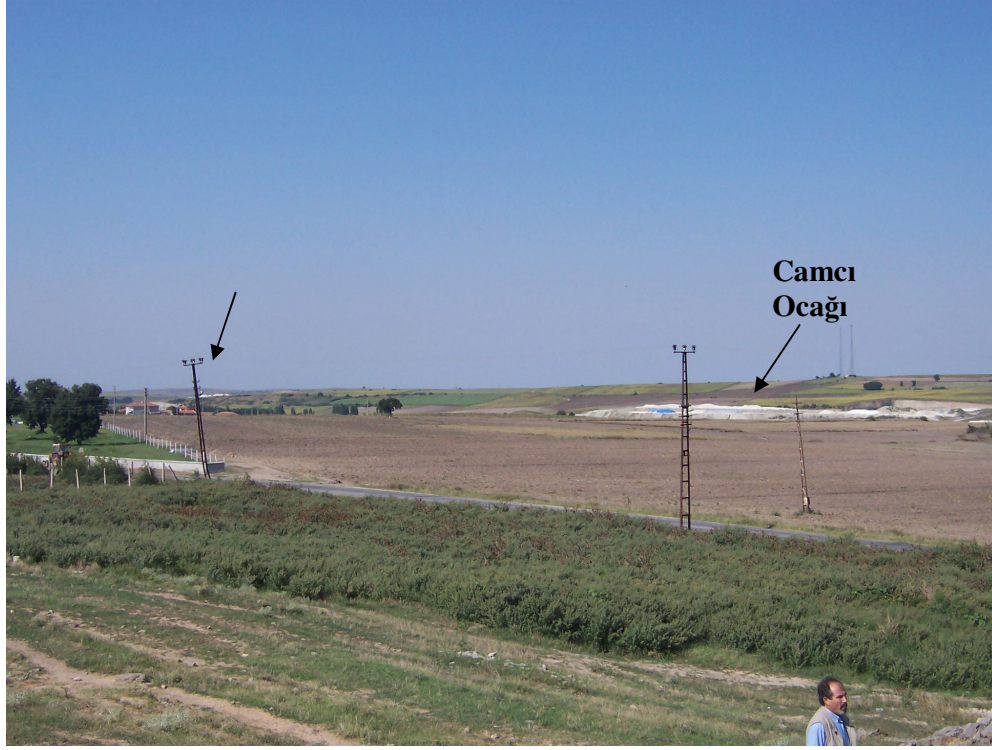


Foto 3.3: Camcı ve Ark-Bayırı Ocaklarının görünümü.

Kırklareli grubunun ana ögesi ve büyük bölümünü oluşturan Şeytandere metagraniti; taze yüzeyi grimsi pembe, beyazımsı pembe, ayrışma yüzeyi pembe-açık grimsi pembe renkli, çoğun mikroklinli, ortoklastlı, yer yer iri (0,5-1 cm) porfiroblastik ve yer yer 5 cm ye ulaşan mikroklin megakristalli, kaba gnays dokulu bir metagranittir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Foto 3.4. de Şeytandere metagranitlerinin ayrışma yüzeyleri görülmektedir.



Foto 3.4: Metagranitlerin ayrışma yüzeyi.

Kilometre karelerce bir alanda yeknesak bir renk ve doku özelliği gösterir. Arazide granitik ayrışma ve çatlaklı bir yapı gösteren sıralı kayalık tepeler ile aralarında arenalaşmış düzlükler oluşturur. Bu sıralı kayaların oluşturduğu morfolojik çıkıntılar arasında Şeytandere metagraniti'nin kendi içinde birbiri üzerine kaymalarıyla oluşmuş feldispatlı muskovitli kuvars şistler ve ezik zonlar oluşmuştur.

Şeytandere metagraniti'nin Tekedere Üstakımı'nı hem kesme özelliği hemde geçiş özelliği gösterdiği görülmüştür. Şeytandere Metagranit Takımı batolitlerinin Tekedere Üstakımı ile olan güney dokanakları geçişli, migmatitiktir. Kuzey dokanakları intrüziftir. Bu kesimlerde biyotitlerin gitgide kaybolması ve renklerinin açılıp yeşil biyotite dönüşmesiyle gnaysik lökograditlere geçilir. Bu kesimlerde gitgide pegmatitik türe geçerler. Bu kuzey dokanaklarda aplit-pegmatit damarlarına rastlanılır. Tüm birimin ekaylı bir yapıyla kuzeye yürümesiyle intrüzif dokanaklar kataklastik özellik kazanmışlardır.

Şeytandere metagraniti'nin Tekedere Üstakımı'yla yaptığı güney dokanaklarda K-feldispatların giderek çoğalmasıyla Şeytandere Metagranit Takımı'na geçiş izlendiği gibi Tekedere Üstakımı içinde Şeytandere metagraniti sil ve mercckleri ardalanma

olarakta izlenir. Bu migmatitik özellikler mesozon granitizasyonunun derin kesimlerine karşılık gelir. Kırklareli Üstakımı'nın güney sınırlarında gözlenen bu geçişler, kuzey dokanaklarda yerini intrüzif kenarlı kataklastik zonlara bırakmaktadır.

Şeytandere Metagraniti genelde monzogranitik bileşimli ve kısmende granodiyorit bileşimindedir. Şeytandere Metagranit Takımı, Tekedere Üstakımı'ndan oluşum olarak genç, örtü metamorfitelerinden yaşıdır. Şeytandere Metagraniti'nde Aydın (1974); Rb/Sr metodu ile biyotit ile porfiroblastik mikroklin kristallerinde yaptığı yaş tayininde birimin soğuma yaşının 244 ± 11 my olduğunu saptamıştır. Aydın (1982) çalışmasında K/Ar metoduyla biyotitte yaptığı başkalaşım yaşı tayininde 155 ± 4 , 149 ± 4 , 150 ± 4 my bulmuştur. Bu verilere göre Şeytandere Metagraniti Geç Permiyen'de oluşmuş ve Erken Alpin (Geç Kimmeriyen) de başkalaşım geçirmiştir. (Yurtsever, 1996)

3.2.2. Tersiyer

Çalışma alanının yaklaşık % 75'lik bir kesimini kapsayan tersiyer havza, büyüme faylarının neden olduğu sübidans sonucu senozoyik boyunca doldurulmuştur. Çökeltme, transgressif karakterli bir istifile başlamış, denizel delta-lagün ve akarsu ortamlarında çökelen regressif bir istifile son bulmuştur (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

İnceleme alanında, Tersiyer yaşlı denizel ve karasal çökel kaya birimleri geniş alanlarda yüzlekler verirken yer yer de volkanik kaya birimleri gözlenmektedir (Gök, 1994).

İslambeyli, Kırklareli, Süloğlu ve Trakya Formasyonları çalışma alanında Tersiyer oluşumlu birimler olarak gözlenmiştir. Tezin konusu dahilinde incelenen bentonit yatakları İslambeyli Formasyonu içerisinde bulunmaktadır.

3.2.2.1. İslambeyli Formasyonu (Tei)

İslambeyli formasyonu Lalapaşa çevresinde sınırlı bir alanda izlenmektedir. Formasyon her yerde metamorfik kayalar üzerine uyumsuz olarak gelir ve tersiyer oluşuklarının tabanını oluşturur. Üzerinde ise uyumlu ve geçişli olarak Kırklareli kireçtaşları yer alır. Foto 3.5. de İslambeyli Formasyonuna ait tabaklar ve Bentonit katmanı görülmektedir.

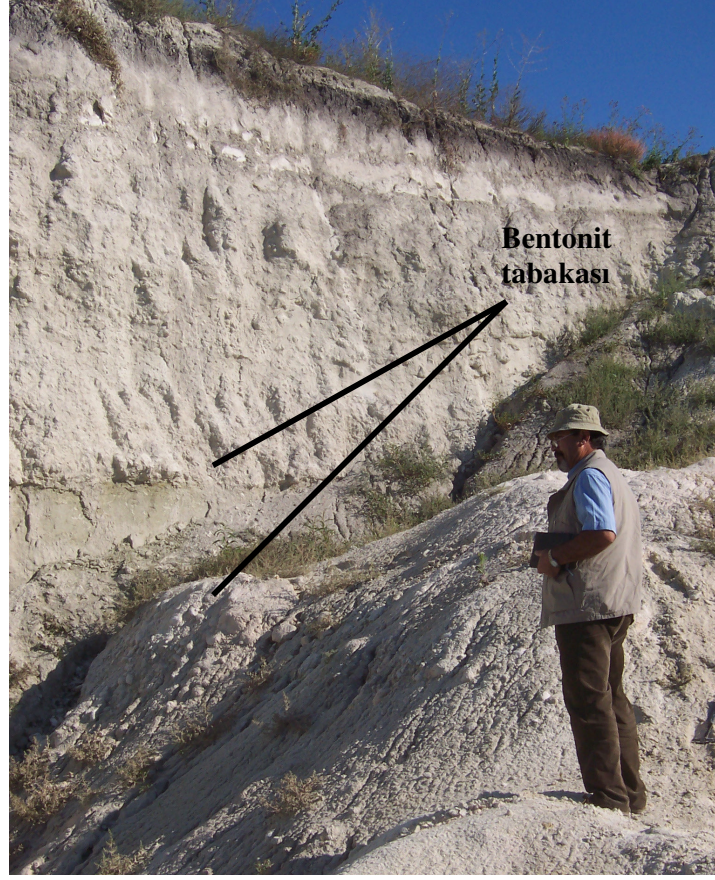


Foto 3.5: İslambeyli formasyonu içerisinde açılmış Camcı ocağından görünüm.

Dokanaklar kireçtaşlarının aşındığı bölgelerde ve yol şevlerinde çok açık bir şekilde gözlenebilmektedir. Birim, bej, beyaz sarı, gri renkli, tabanda volkanik kırıntılı; kumlu-killi kireçtaşı ardalanması ve marndan oluşmuştur. İslambeyli Formasyonunun eşdeğeri birimleri Akartuna (1953) konglomera ve marn ihtiva eden birimler olarak tanımlanmış ve Lütesiyen-Oversiyen yaşını vermiştir. Aslaner (1956) kum-marn birimi, Ülkümen (1960) ise konglomera ve gremsi kalker birimi olarak ayırtlanmıştır. Druuit (1961), verdiği korelasyon tablosundaki Istranca sütununda, birime Akviran formasyonu olarak adlandırmış ve 160 m. kalınlıkta olduğunu belirtmiştir. Kemper (1961) taban selintisi ve tabakalı taban istifi olarak iki kısımda özetlediği İslambeyli Formasyonunun eşdeğerinin, Keşan Formasyonunun alt kırıntılılar üyesi olduğunu söylemiştir. Keskin (1966, 1971) Eosen'in tabanında bulunan temel selintisiyle başlayan birimi İslambeyli Formasyonu olarak adlanmış ve Üst Lütesiyen-Priaboniyen yaşında olabileceğini kabul etmiştir. Keskin (1974); Kasar ve Eren (1986) İslambeyli Formasyonunun eşdeğeri birimleri Koyunbaba formasyonu olarak tanımlamış ve adlandırmıştır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Birim için Keskin (1966) tarafından yapılan formasyon adlandırması uygun görülerek “İslambeyli Formasyonu” adı benimsenmiştir. Birim Trakya havzasında, havzanın oluşmasını sağlayan basamak fayların alçalan bloklarının üzerinde gelişen gel-git ortamında, genelde tabanda az tutturulmuş, kötü boylanmalı, köşeli blok, çakıl, çakılcık ve kaba kumdan oluşmuş akarsu çökelleriyle başlar. Üzerine sarı, kirli beyaz, gri renkli karbonat çimentolu, sert, sıkı tutturulmuş, kumtaşı, kiltası, killi kireçtaşı, marn ve kireçtaşı aralanmaları gelir. Lamellibrans, gastropod, ekinit, nummulit içeren bu seviyeler ince-orta katmanlıdır. Lalapaşa civarında, yer yer beyaz renkli, marn ara seviyeli tüfitler içermektedir (Umut vd., 1984). Foto 3.6. da Camcı Ocağından genel bir görünüş verilmektedir.

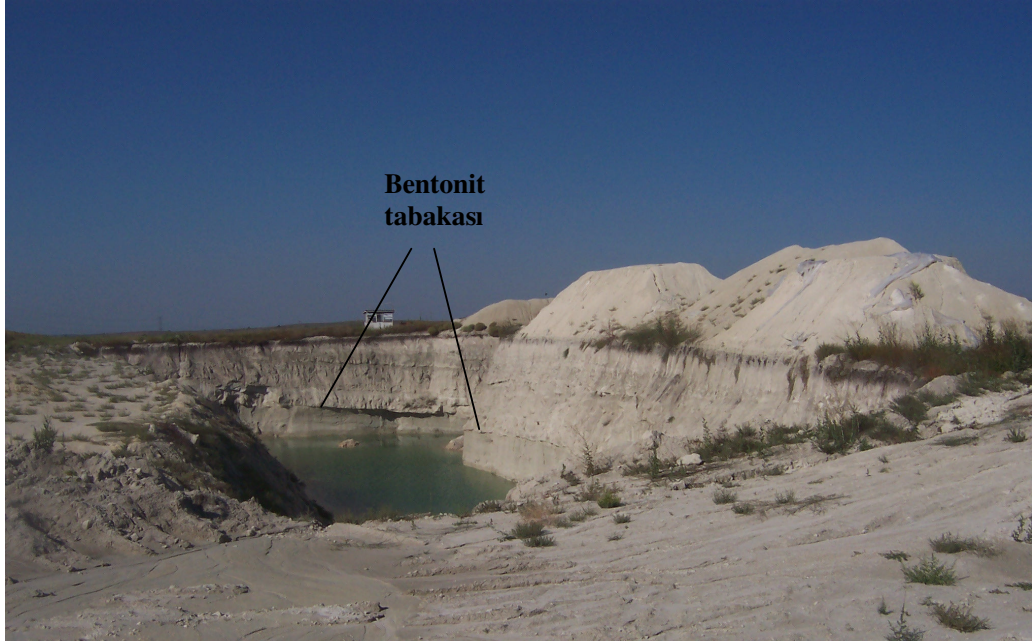


Foto 3.6: İslambeyli Formasyonu içerisinde açılan Ark-Bayırı Ocağının görünümü.

İslambeyli Formasyonu'nun tabanında yer yer beyaz-kirli beyaz renkli, silis kumu ve çakıllı kumlardan oluşmuş, alüvyon yelpazelerinde gelişmiş kuvars kumları çökelmiştir. İslambeyli Formasyonu temel başkalaşım kayaları ve kuvars kumları üzerine transgressif aşmalı olarak gelmektedir. İslambeyli Formasyonu 30-100 m. arası kalınlıklarda gözlenir. (Yurtsever, 1996)

Gevşek litolojisi nedeniyle vadi içinde ve Kırklareli kireçtaşı altındaki yarlarda yüzeyleyen birim, çoğunlukla, havzanın çukur kesimlerinde kalın, eşiklerde ise incedir veya görülmemektedir. Bu nedenle kalınlık değişkendir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Foto 3.7. de Kırklareli Kireçtaşına

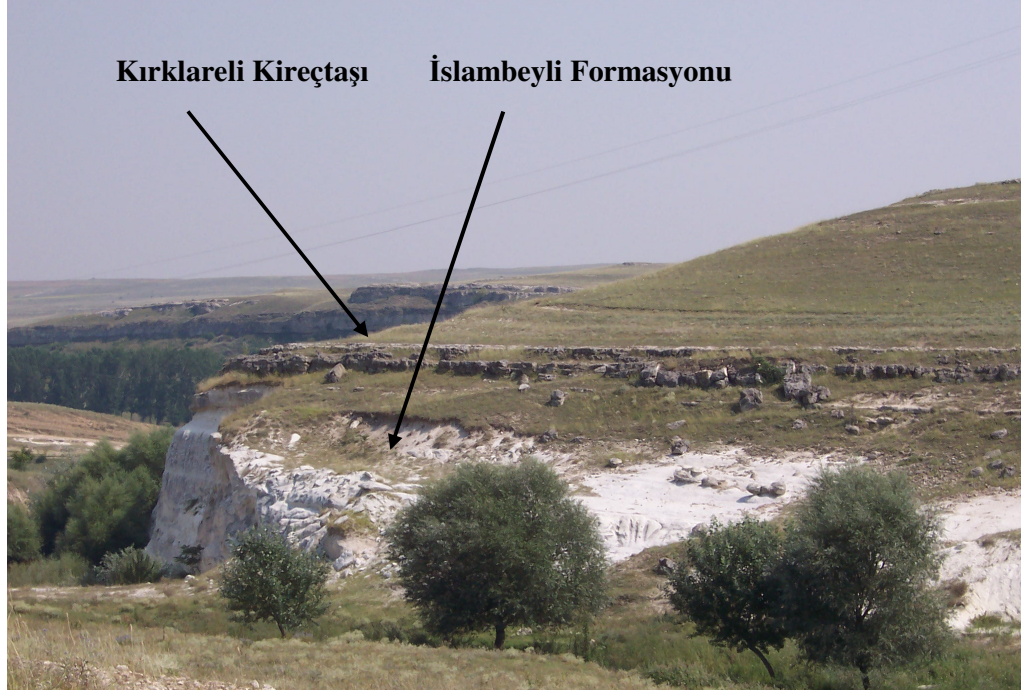


Foto 3.7: İslambeyli Formasyonu ve Kırklareli Kireçtaşı ilişkisi.

İslambeyli Formasyonu, metamorfik ve granitik temel üzerine, transgressif aşamalı olarak oturur. Formasyon tersiyer havzanın tabanı boyunca, her yerde Kırklareli kireçtaşı altında görülür. Çalışma alanında da, birim üzerine genelde uyumlu ve geçişli, yer yer transgressif aşamalı olarak Kırklareli kireçtaşı gelmektedir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Bundan önceki çalışmada Umut vd. (1983) tarafından bulunan fosillere göre formasyonun yaşı Lütesiyen-Priaboniyen olarak tespit edilmiştir (Umut vd., 1984). İslambeyli formasyonu içerisinde Gastropod fosillerine sıkça rastlanmaktadır. Foto 3.8. de İslambeyli Formasyonu içerisinde bolca gözlenen garstrapoda fosili gösterilmektedir.



Foto 3.8: İslambeyli Formasyonu içerisinde bolca gözlenen Gastropod fosili.

İslambeyli formasyonu tabanında, kil boyutundan, 1.5-2 çapa kadar değişen, yüzeysellenmeli malzemenin bulunuşu hızlı bir transgresyona işaret eder. Kuvars kumları alüvyon yelpazesinde, birimin geri kalan kısmı yelpazeler arasında litoral-sublitoral (iç şelf) bölgede çökelmiştir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

3.2.2.2. Kırklareli Kireçtaşı (Tek)

Çalışma alanının orta kesiminde gözlenen Kırklareli kireçtaşı geniş alanlarda yataya yakın tabakalarıyla yüzeylemiş olarak gözlenmiştir. Özellikle Sinanköy ve Çatmaköy dolaylarında yaygın olarak görülmektedirler. Birim beyaz, gri yer yer sarı renkli, bol fosilli, kumlu-killi resifal kireçtaşından oluşur. Foto 3.9. da Kırklareli Kireçtaşına ait yataya yakın eğimli tabakaları görülmektedir.

Trakya havzası kuzey şelf alanında çökelen ve Yıldız Dağlarının güney eteklerinde yüzeyleyen birim, batıda Bulgaristan sınırında, Pınarhisar'a değin dar şeritler şeklinde uzanır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Foto 3.10. da Kırklareli Kireçtaşının farklı eğime sahip kireçtaşı tabakaları görülmektedir.



Foto 3.9: Kırklareli Kireçtaşı'nın yataya yakın eğimli tabakaları.



Foto 3.10: Kırklareli Kireçtaşı'nın farklı eğime sahip tabakaları.

Kumtaşı ve kıltaşı ara seviyeli, bol makro ve mikro fosilli kireçtaşlarından oluşan birim, ilk kez Keskin (1966) tarafından kullanılan Kırklareli kireçtaşı adı altında ayırtlanmış ve tanımlanmıştır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Foto 3.11. de Kırklareli Kireçtaşlarında gözlenen ayrışma yüzeyleri ve karstik boşluklar görülmektedir.



Foto 3.11: Kırklareli Kireçtaşlarında gözlenen ayrışma yüzeyleri ve karstik boşluklar.

Birim, beyaz, grimsi beyaz, sarımsı beyaz, krem renkli, bozuşma rengi, açık gri, orta-kalın katmanlı, genelde hafif eğimli ya da yatay tabakalı, sert, fosilli ve kavkılı olduğu kesimleri erime boşluklu, alt kesimlerinde killidir. (Umut vd., 1984).

Kırklareli kireçtaşının kalınlığı değişkendir. Kırklareli kireçtaşı İslambeyli Formasyonunun üzerine çoğu yerde yanal ve düşey yönde dereceli geçişle oturmaktadır. Kireçtaşları, Trakya havzası kuzey şelfinde yer yer açılabilir yer yer de aşınımlı uyumsuz olarak Pınarhisar Formasyonu tarafından örtülür. Kırklareli kireçtaşı ile Pınarhisar Formasyonu Süloğlu köyü dolayında uyumludur. Kırklareli kireçtaşının fosil kapsamı fasiyese bağlı olarak değişiklik gösterir. Keskin (1971)'e göre nummulitler en fazla resif gerisinde gelişmiştir. Diğer foraminiferlerde ise eşit

dağılım gözlenir. Kasar ve Eren (1986) topladıkları örneklerde bulunan fosiller ile birimin yaşının Orta-Üst Eosen kabul etmişlerdir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Foto 3.12 de Kırklareli Kireçtaşlarında gözlenen numulitler görülmektedir.



Foto 3.12: Kırklareli Kireçtaşları içinde gözlenen numulitler.

Kumlu, killi ve resifal kireçtaşları ile karakterize edilen Kırklareli kireçtaşları resifal karbonat platformu kireçtaşlarıdır. Adalar şeklinde mercan yığınlarının varlığı resiflerin temel üzerindeki sıklıklarda olasılıkla yama resifleri şeklinde gelişmiş olduğunu göstermektedir. Nummulitli ve discocyclinalı kireçtaşları ise görel olarak daha derince su koşullarında çökelmişlerdir. Kireçtaşı çökelişi genel olarak normal su dolaşımına açık, sıkı deniz koşullarında gerçekleşmiştir (Umut vd., 1984).

3.2.2.3. Pınarhisar Formasyonu (Top)

Çalışma alanının doğusunda çok az bir kesiminde Kırklareli kireçtaşları üzerinde dar bir şerit halinde gözlenebilen Pınarhisar Formasyonu Trakya bölgesinde de pek fazla yüzlek vermemektedir. Lalapaşanın güney doğusunda bulunan Taşlımüsellimde gözlenmektedir. Pınarhisar formasyonu oolitle, çakıllı, konjeryalı kireçtaşı ve yer yer marnlardan oluşmaktadır.

İlk kez Kemper (1961) tarafından üye aşamasında adlanmış, Keskin (1971) tarafından formasyon aşamasına çıkartılmıştır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Formasyonun alt kısımlarında gri, boz renkli, ince-orta tabakalı, bol miktarda yuvarlak kuvars ve kireçtaşı çakıllı, kumlu, killi, oolitle kireçtaşı ve çakıltaşları, üst kısımlarında ise konjeryalı kireçtaşları ve kumlar görülmektedir. Kireçtaşları bej, beyaz renkli ince orta katmanlıdır.yörelere göre farklı özellikler sunabilmektedir. Süloğlu civarında altta kumlu killi kireçtaşları ile çakıltaşları, manganlı kumtaşı, üstte ise ince kil bantları ve konjeryalı kireçtaşları ile kumlar yer alır (Umut vd., 1984). Foto 3.13. de Pınarhisar Formasyonuna ait konjeryalı kireçtaşları görülmektedir. Fotoğraf Taşlımüsellim yakınlarında açılıp terk edilmiş eski bir ocaktan alınmıştır.



Foto 3.13: Pınarhisar Formasyonu içerisindeki konjeryalı kireçtaşları.

Pınarhisar Formasyonu kalınlığı yaklaşık 5-80 m arasında değişmektedir. Pınarhisar Formasyonunun Trakya havzasının kuzey şelfinde Kırklareli kireçtaşı üzerine, yer yer dar bir şerit halinde genelde açılı, yer yer de açısız uyumsuz olarak geldiğini hemen hemen tüm araştırmacılar belirtmişlerdir. Buna karşılık yaşı ve tavan ilişkileri üzerine farklı görüşler ileri sürülmüştür. Pınarhisar Formasyonu eşdeğer birimlerin,

havza ortamlarına doğru altındaki Kırklareli kireçtaşıyla olan dokanağı geçişli (Kasar ve Eren 1986) iken, havzanın kenarındaki etkin alçalma ve yükselmelere bağlı olarak Kırklareli Formasyonunu havza içindeki eşdeğeri ve devamı olan Soğucak Formasyonu üzerine uyumsuz olarak çökelmiştir. Birim, üzerine gelen Süloğlu Formasyonu ile kondordan ilişki göstermektedir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Alt dokanağında Kırklareli Formasyonu üzerinde yer yer uyumlu yer yerde uyumsuz olarak gözlenir. Üst dokanağı ise Süloğlu Formasyonu ile geçişlidir. Pınarhisar Formasyonu'nda yer yer denizel fosiller bulunmakta ve bunlara Üst Eosen-Alt Oligosen yaşı verilmektedir. Bulunan lamelli, ostrakod ve köpek balığı dişleri Oligosen (Alt) yaşını vermiştir. Birim genelde Alt-Orta Oligosen olarak yaşlandırılmıştır. Birimin Alt-Orta Miyosen (Badeniyen) yaşında olduğu da belirtilmiştir (Yurtsever, 1996). Foto 3.14. de Pınarhisar Formasyonuna ait karbonatlı seviyeler görülmektedir.



Foto 3.14: Pınarhisar Formasyonuna ait karbonatlı seviyeler.

Pınarhisar Formasyonu sığ su karbonatları olarak yorumlanabilir. Formasyonun alt seviyelerini oluşturan nummulitli, oolitle ve çakıllı kireçtaşları denizel koşullarda çökelimi yansıtmaktadır. Oolitlerin ve çakılların varlığı yüksek enerji koşullarında kıyı yakını alanlarda veya sığlıklarda çökelimi yansıtmaktadır. Formasyonun üst

seviyelerini oluşturan kanjeryalı kireçtaşları ise düşük enerjili açığı su koşullarında gelişen karbonat çökelimini yansıtmaktadır. Bu çökeller büyük olasılıkla bir lagün ortamında çökelmiştir (Umut vd., 1984).

3.2.2.4. Süloğlu Formasyonu (Tos)

Sarı, gri, açık kahve renkli, yer yer kömür bantlı, kum, kil, silt araldanması ile oluşan Süloğlu Formasyonu; çalışma alanının güney batısında Taşlımüsellim ve Ortakçı arasında gözlenmiştir. Pınarhisar Formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alır (Umut vd., 1984).

Kiltaşı, silttaşı araldanmalı, kumtaşı ve killerden oluşan kırıntılılar, ilk kez De Boer (1954) tarafından kullanılan Süloğlu Formasyonu, adı altında ayırtlanmış ve haritalanmıştır (Umut vd., 1983, 1984).

Altta gri, kirli sarı, açık kahverengi, bej renkli şeyl, miltaşı araldanması ile üstte sarımsı gri kumtaşı yeşilimsi gri kiltaşı araldanmasından oluşur. Miltaşı ve şeyller ince tabakalı, az karbonatlı seviyeleri balık fosillidir. Altlardaki şeyl, miltaşı, kiltaşı araldanımı, üstlere doğru kumtaşı-kiltaşı araldanmasına geçer. Kumtaşları yer yer sıkı tutturulmuş, ince-orta katmanlı, orta kaba taneli, kiltaşları yeşil renkli ve masif görünümlüdür. Birimin metamorfik temele yakın olan sığ kesimlerinde kömür bantlaşmaları; taban kesimlerinde 40-50 cm. Kalınlıkta, yatay tabakalanmalı manganlı seviyeler ve manganlı kumtaşları gözlenir. Bu seviyelerde yoğun jips oluşumları dikkati çeker (Umut vd., 1983, 1984).

Birime, 1988 yılında MTA tarafından yapılan kömür sondajlarında Danişmen Formasyonu kömürlü seviyelerinden derlenen örneklerde yapılan palinolojik tayinde Oligosen yaşı verilmiştir. Birim için Ülkümen (1960,1990) dışındaki bütün araştırmacılar Oligosen, olasılıkla Üst Oligosen yaşını benimsemişlerdir. Bu sonuçlara göre Süloğlu formasyonu Orta ve Üst Oligosen yaşlı olmalıdır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Yatay katmanlı ince malzeme ile karakterize edilen Süloğlu Formasyonu akıntı ve dalga kökenli çökeltme yapılarını içermediğinden ötürü durgun su koşulları içerisinde depolanmış olduğu düşünülmektedir. Kalın kabuklu gastropodların yokluğu somatr su koşulları varlığını yansıtmaktadır. Ayrıca bu birim içerisinde yaygın olarak linyitlerin bulunması zaman içerisinde durgun su koşullarının bataklık koşullarına dönüştüğünü göstermektedir. Bu özellikleri ile Süloğlu Formasyonu, kıyı gerisi

bataklığı-lagün ortamı veya delta üstü düzlüğü-bataklığı ortamı olarak yorumlanabilir (Umut vd., 1984).

3.2.2.5. Çakıl Formasyonu (Toç)

Çalışma alanının güney doğusunda Ortakçı mevkiinde çok az bir alanda gözlenen kırmızı, kahve renkli, granit; şist, serpantin ve çeşitli kayaçların kumlu-killi çakıllarından oluşan birim Çakıl Formasyonudur. Kanal dolgusu özellikli, kiltası-silttaşı mercekli çakıl taşlarından oluşan birim için daha önce verilmiş olan Çakıl Formasyonu adı benimsenmiştir (Umut vd., 1983,1984).

Genel olarak sarımsı gri, kahve renkli çeşitli boyda iyi yuvarlaklaşmış, gnays, granit, şist, serpantin kireçtaşı, kuvars, radyolarit ve volkanik kayaç çakılları ile sarımsı beyaz kumtaşı ve yeşilimsi killerden oluşmuştur. Kalkerli bir çimentonun bağlayıcı etkisiyle çakıllar yer yer banklar oluşturmuştur. Kumtaşlarında çapraz katmanlar görüşür (Umut vd., 1984).

Danişmen Formasyonu içinde ve üst seviyelerinde gözlenen örgülü akarsu kanal çökelleridir. Aşınma tabanlı, üste tane incelmeli, çapraz katmanlıdır (Yurtsever, 1996). Foto 3.15. de Çakıl formasyonuna ait çakıllar görülmektedir.



Foto 3.15: Çakıl Formasyonuna ait çakıllar.

Çakıl Formasyonu, çalışma alanında Danişmen Formasyonu üzerinde ve/veya içerisinde, aşınma tabanlı olarak yer almıştır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Umut ve diğ.(1984)'nin kil ve kilaşları içinde buldukları fosillere göre birime Orta Oligosen yaşını vermişlerdir. Danişmen Formasyonunun içinde ve üstünde yer alan Çakıl Formasyonu, Danişmen Formasyonu yaşı göz önüne alınarak Orta-Üst Oligosen olarak kabul edilmiştir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Çakıl Formasyonu düzlemsel çapraz katmanlı çakıltaşı-kumlu çakıltaşı ile karakterize edilmektedir. Çapraz katmanlar genellikle “Çıgılanmalı çapraz katmanlanma” özelliğindedir. Bu çapraz katmanlar eş setler halinde bulunmaktadır. Çapraz katmanlanmanın özelliği ve tane boyu bu çökellerin yüksek enerjili ve tek yönlü akıntılar tarafından depolandığını göstermektedir. İstif uzunlamasına ve verevine barların düşey ve yanal gelişimi sonucu oluşmuştur ve tümüyle örgülü akarsu çökeli olarak yorumlanabilir (Umut vd., 1984).

3.2.2.6. Trakya Formasyonu (Tnt)

Çalışma alanının çok büyük bir bölümüne hakim olan ve kendinden yaşlı diğer birimleri uyumsuz olarak örten Trakya Formasyonu; kırmızı, kahve, sarı, beyaz renklerdeki çakıl, kum, kil ve çamurtaşlarından oluşur. Lalapaşa yolu üzerinde çekilmiş olan Foto 3.16. da Trakya Formasyonunu temsil eden Kahverenkli birim ile İslambeyli Formasyonunu temsil eden açık gri renkli birimin kontağı görülebilmektedir.

Hochstaetter (1870) geniş alanlar kaplayan kumlu çakıllı birimleri İstanbul Belgrat Ormanlarında Trakya katı, Beer (1950) Kırçasalılı Formasyonu, Lebküchner (1974) ise Trakya katı olarak adlandırılmıştır. Kırmızı, kahve, sarımsı kahve, beyaz ve kirli beyaz renklerde çakıltaşı, kumtaşı, kum, kil ve çamurtaşından oluşan birim Umut ve diğerleri (1984) tarafından da Trakya Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Gök, 1994). Foto 3.17. da Trakya Formasyonunun yüzeydeki görünümü verilmiştir.



Foto 3.16: Trakya Formasyonu ile İslambeyli Formasyonu kontağı.



Foto 3.17: Trakya Formasyonu.

Kırmızı, kahve, açık kahverengimsi sarı, yer yer beyaz renkli, yer yer çapraz katmanlı, kötü boylanmalı, kırmızımsı kil-mil matriksli, tutturulmamış çakıltaşındaki taneler çoğunlukla kuvars, kuvarsit çakıl-kaba çakıllı, nadiren şist, gnays, metagranit ve volkanitlerden oluşmuştur. Tepe ve sırtlarda ince yaygı şeklindeki birim, ince kumdan kaba kum ve çakılcık boyutuna değişen taneli ve çoğun beyaz kuvars kumludur. Taraça şeklinde çukur havzalarda depolanan 8-10 m. Kalınlıktaki kesimler ise çakılcık, kaba çakıl boyutundaki tanelerden oluşur. Bu depolamaların tabanında yer yer yeşilimsi gri renkli bentonitik killer gözlenilir. (Umut ve diğ., 1984).

Trakya Formasyonu Yıldız Dağları'nda 2-10 m arası kalınlıklarda olup Trakya havzasında kalınlığı 50 m kadardır. Birimin tabanında ve içinde yer yer kil mercekleri bulunur. Genelde sırt ve tepelerde yaygın olarak gözlenir. Yer yer silisleşmiş ağaç parçaları gözlenir. (Yurtsever, 1996).

Trakya Formasyonu rengi ve litolojisiyle diğer birimlerden hemen ayrılacak görünümüyle arazide kendinden yaşlı tüm birimlerin üzerini örtmüş halde bulunmaktadır. Kendisinden yaşlı tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Birimin üzerinde ise alüvyonlar yer alır.(Gök, 1994)

Trakya havzasında çalışan Umut ve diğ. (1983), Trakya Formasyonunu, Üst Miyosen yaşlı Velimeşe (Ergene Formasyonu eşdeğeri) Formasyonu üzerinde yer alması nedeniyle Pliyosen-Pleistosen, Umut ve diğ (1984) ise, Üst Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu üzerinde bulunması ve Sinanlı Formasyonunun üst kısımlarına geçişli olması nedeniyle Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı olabileceğini belirtmişlerdir. (Umut ve diğ., 1984).

Kırmızı ve kahverenkli bu karasal çökellerden matriks destekli çakıltaşları, moloz ve çamur akması süreçleri sonucu depolanmıştır. Tane destekli kanallı çakıltaşı ve kumtaşları ise yaygı akması ve akarsular ile taşınıp biriktirilmişlerdir. Akmalar, yüzey akmaları biçiminde gelişmiş ve yer yer sığ kanal gelişmelerine neden olmuştur. Moloz, çamur ve yaygı akmaları alüvyon yelpazelerinin gelişiminde görülen etkin süreçlerdir (Umut ve diğ., 1984).

Kaynak kaya Istranca Masifi'dir. Masife ait çakıllar çoğunluktadır. Birim Ergene Formasyonu üzerinde fluviyal ortamda alüvyal yelpazesi çökelleri olarak oluşmuştur (Gök, 1994).

3.2.3. Kuvaterner

3.2.3.1. Alüvyon (Qa)

Çalışma alanında Sinanköy Deresi boyunca akarsu vadilerinde gözlenmiştir. Kül renkli, yer yer sarımsı kül renklidir. Kil boyutundan çakıl boyutuna kadar çeşitli materyal içermektedir. Genellikle kum, kumlu kil, çakıllı kum, çakıl, kil ve mil'den oluşmuştur.(Gök, 1994). Büzülme çatlaklı taşkın ovası çökelleri oldukça sık yüzeylemektedir.

3.3. Yapısal Jeoloji

Masifin genel yapısını normal fay sistemleri belirler (Çağlayan ve diğ. 1988, 1992). Birbirine dik yönde uzanan bu fay sistemlerinden ilki ve en etkili olanı, Bulgaristan sınırından başlayıp Çatalca dolaylarından Marmara denizine kadar uzanan, KB-GD uzanımlı normal faylardır. İkincil sistem ise, bu faylara dik gelişmiş, onları kesen ve öteleyen KD-GB yönlü faylardır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Bulgaristan sınırından başlayıp, Çatalca dolaylarına değin masifi yaklaşık boydan boya kat eden KB-GD uzanımlı, basamak fay niteliğinde, birbirine paralel beş uzanım gösteren fay demeti, Paleozoyik temelin parçalanmasına ve denizin kuzey-kuzeydoğuya doğru derinleşmesine neden olmuştur. Bu fayların doğrultu bileşenleri arazide saptanamamıştır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

KB-GD uzanımlı normal fayların en önemlisi, Sergen Fayı'dır. Bulgaristan'dan başlar, Çatalca Masifini doğu ve batıda kat ederek, masifi bir horst gibi yükselten KB-GD uzanımlı normal fayların, Tersiyer örtü altında, bu sisteme dik uzanan ikinci fay sistemi tarafından kesilen ve ötelenen Sergen Fayının, güney uzanımını oluşturduğu sanılmaktadır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Sınırdan Kömürköy'e kadar, yaklaşık 66,6 km uzunluktaki Sergen Fayı, Sergen dolaylarında 50 metreye ulaşan milonitik bir zon oluşturur. Normal fay olup doğrultu bileşeni net olarak saptanamamıştır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Masifi etkileyen ikinci fay sistemi ise; KB-GD uzanımlı basamak fay sistemine dik KD-GB uzanımlı faylardır. Masifin bugünkü şeklini almasına neden olan ve gerek Karadeniz'in şekillenmesinin öncülüğünü yapan, gerekse Trakya havzası'nın

gelişimini sağlayan faylardır. Bu faylardan en önemlileri Istranca Masifini kesen, Kırklareli Fayı ve Çatalca Fayı'dır (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Kırklareli Fayı; Bulgaristan sınırından başlar Kırklareli'nde Tersiyer kayaları altında kaybolur. Arazide tek bir çizgi şeklinde değildir, sürekli kesilme ve atmalar gösterir. Bu fay demeti birimlerde birden kesilmelere, yapraklanmalarda dönmelere, kıvrım eksenlerinde alçalma ve yükselme, dönem ve ötelenmelere neden olmuştur (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Çatalca Fayı; bu sistemin en önemli ikinci fayıdır. Çatalca masifini, Istranca Masifinden kopartıp, güneybatıya ötelenmesini sağlayan Çatalca fayıdır. Dike yakın bir eğim ile yaklaşık 3 km' lik bir atım gösterir. Çatalca'nın batısında, Çatalca fayı hattı üzerinde uzanan, içerisinde temele ait blokları düzensiz bir şekilde durulmuş olmalıdır (Yurtsever ve diğ., 1993).

Karadeniz ile Trakya havzasını bağlayan kanalları doğuran Çatalca Fayı ve buna paralel uzanan faylar, Karadeniz'in ve Trakya havzasının şekillenmesine neden olmuştur (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

Miyosen-Pliyosen birimleri kısmen geçişli genellikle uyumsuzdur. Miyosen sonrası bölge yükselmiştir. Bölgede D-B veya KD-GB yönlü çizgisel gidişli faylar ve düşey faylar izlenmektedir. Miyosen öncesi kayalarda çatlak ve kırık sistemleri gelişmiştir. Miyosen ve Pliyosen yaşlarında olan Ergene ve Trakya Formasyonu'nda herhangi bir yapı tespit edilmemiştir. Genellikle bu birimler yatay konumdadır.(Gök,1994).

Tersiyer birimleri ile metamorfik kayalar arasında açısal bir uyumsuzluk vardır ve hemen bütün dokanaklar boyunca izlenebilir. İslambeyli Formasyonu'nun temel üzerindeki uyumsuzluğu açık bir şekilde görülmektedir. Lalapaşa batısı, Kırklareli kireçtaşları temel üzerinde diskordan olarak yer alır. İslambeyli ve Kırklareli Formasyonlarındaki eğimler genellikle ilksel eğimler olup 15^0 yi pek geçmez ancak bazı yerlerde, Sinanköy de olduğu gibi 20^0 yi biraz geçer ki buda muhtemelen yersel bir deformasyon nedeniyledir. Pınarhisar Formasyonu Pınarhisar civarında, Kırklareli kireçtaşları üzerinde uyumsuz olarak bulunur (Umut vd., 1984).

3.4. Jeolojik Evrim

Eosen'de denizel olan bölgede Keşan ve Yeni Muhacir Formasyonları çökelmiştir. Orta Oligosen'den itibaren bölge kısmen denizel, genellikle karasal çökelimin hakim olduğu bir konuma gelmiştir. Delta ve delta üstü çökelleri olarak izlenen Danişmen Formasyonu bu evrede oluşmuştur. Danişmen Formasyonundaki yoğun kömür oluşukları Orta Oligosen'de oluşmuştur.

Miyosen'de bölge tamamen karasal duruma geçmiştir. Bu evrede akarsu ve göl ortamını yansıtan Sinanlı, Çelebi ve Ergene Formasyonları'na ait çökeller oluşmuştur. Bölgede menderesli akarsu ve örgülü akarsular hakim durumdadır. Üst Miyosen sonrası, bölge yükselmiş ve ırmak çökelleri olarak bilinen Trakya Formasyonu Pliyosen'de çökelmiştir. Kuvaterner'de ise alüvyonlar gelişmiştir. Bölgede Orta Oligosene kadar filiş ve filiş türü çökeller oluşmuş Orta Oligosen'den sonra molas türü çökeller depolanmıştır. Yeni Muhacir Formasyonu, delta ilerisi, Danişmen Formasyonu delta ve delta üstü, Ergene ve Trakya Formasyonları ise, menderesli ve örgülü akarsu ortamın da oluşmuşlardır (Gök, 1994)

4. LALAPAŞA BENTONİTİ VE MALZEME ÖZELLİKLERİ

Volkanik küllerin bozulması sonucu oluşan ve kalsiyumca zengin montmorillonit esaslı bir kil minerali olan bentonit; tabakalı yapısına bağlı olarak gelişen yüksek su emme kapasitesi sayesinde rutubet kontrolünde kullanılabilir. Bu bölümde Edirne-Lalapaşa Yöresine ait bentonitlerin özellikleri laboratuvar deneylerine dayalı olarak araştırılmış ve elde edilen sonuçlara göre bentonitin endüstriyel kullanımı yönünden tartışılmıştır.

Deneylerde kullanılan numune Bensan A.Ş.'nin Edirne-Lalapaşa bölgesinde açmış olduğu ocaklardan alınmıştır.

Görünüm itibarıyla gri, koyu krem renkli numunelerin içerisindeki siyah noktacıklar ocaktan alınan numunelerin safsızlığını göstermektedir.

Elek analizleri sonucunda elek altı ve üstü malzemelere asit uygulanması sonucunda; Camcı Ocağı'ndan alınan numunenin elek altında karbonata rastlanmamıştır, elek üstünde ise karbonat mevcuttur.

Ark Bayırı Ocağı'ndan alınan numunede ise ne elek altı ne de elek üstünde numune asitle reaksiyona girmediği için karbonat içermediklerine kanaat getirilmiştir.

Öğütülmüş malzeme üzerinde yapılan tava deneyi sonucunda: Camcı Ocağından alınan numune içerisinde bentonit dışında siyah mika, turmalin, hornblend, feldspat ve kuvars kırıntıları bulunduğu mikroskop altında gözlenmiştir. Ark Bayırı Ocağından alınan numune içerisinde de beyaz mika, muskovit, turmalin, hornblend ve kuvars kırıntıları olduğu gözlenmiştir.

Çalışma alanında her iki lokasyonlardan numune alınmıştır. Numuneler üzerinde TS 5360 standartlarına uygun olarak deneyler yapılmıştır.

Bu amaçla yöre bentonitinin rutubet kontrolünde kullanılabilirliği; kimyasal analiz, minerolojik analiz, Metilen Blue, pH değeri, kızdırma kaybı, likit limit değeri, jelleşme katsayısı, koloidal özellik, suda şişme ve termal durabilite özellikleri laboratuvar deneyleriyle araştırılarak irdelenmiştir.

4.1. Lalapaşa Bentonitinin İncelendiği Ocaklar

Lalapaşa bentonitinin malzeme özelliklerini ve rutubet kontrolünde kullanılabilirliğini incelemek amacıyla Lalapaşa dolayında açılmış olan 2 ocak seçilmiş ve bentonit numuneleri alınmıştır. Foto 4.1. de Lalapaşa dolayın açılmış ve bu tez kapsamında incelenmiş olan Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarının konumları görülmektedir. Bölgede açılmış olan sondajlara ait sondaj logları Ek2 de sunulmuştur.

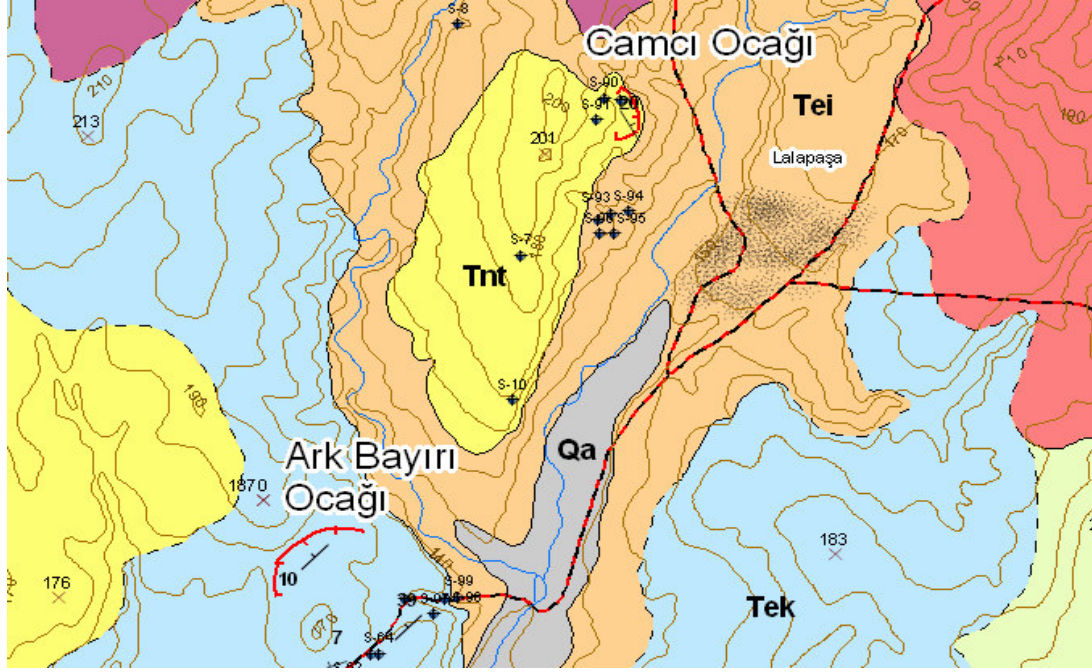


Foto 4.1: Lalapaşa dolayında açılmış olan Camcı ve Ark Bayırı Ocakları.

4.1.1. Camcı Ocağı

Camcı ocağı; Lalapaşa'nın kuzey batısında yer almaktadır. Ocağın 0.60m kalınlığındaki koyu kahverenkli bitkisel toprağın altından gelen Trakya formasyonuna ait yaklaşık 7.00m kalınlığındaki açık-koyu gri renkli çakıllı siltli kumlu biriminin ardın gelen açık gri renkli bentonit tabakasından oluştuğu gözlenmiştir. Ocak çevresinde açılan sondaj verilerine göre yapılan rezerv hesaplamasına göre Camcı Ocağının kullanılabilir bentonit rezervi 156.000ton'dur. Foto 4.2. de Camcı Ocağının görünümü verilmektedir.Şekil 4.1 de ise Camcı ocağında kesilen bentonit tabakasının ocak çevresinde açılmış olan sondajlar yardımıyla hazırlanmış olan modeli görülmektedir. Ocağa ait bentonitlerin malzeme özellikleri ve rutubet kontrolünde kullanılabilirliği laboratuvar deneyleriyle araştırılarak irdelenmiştir.

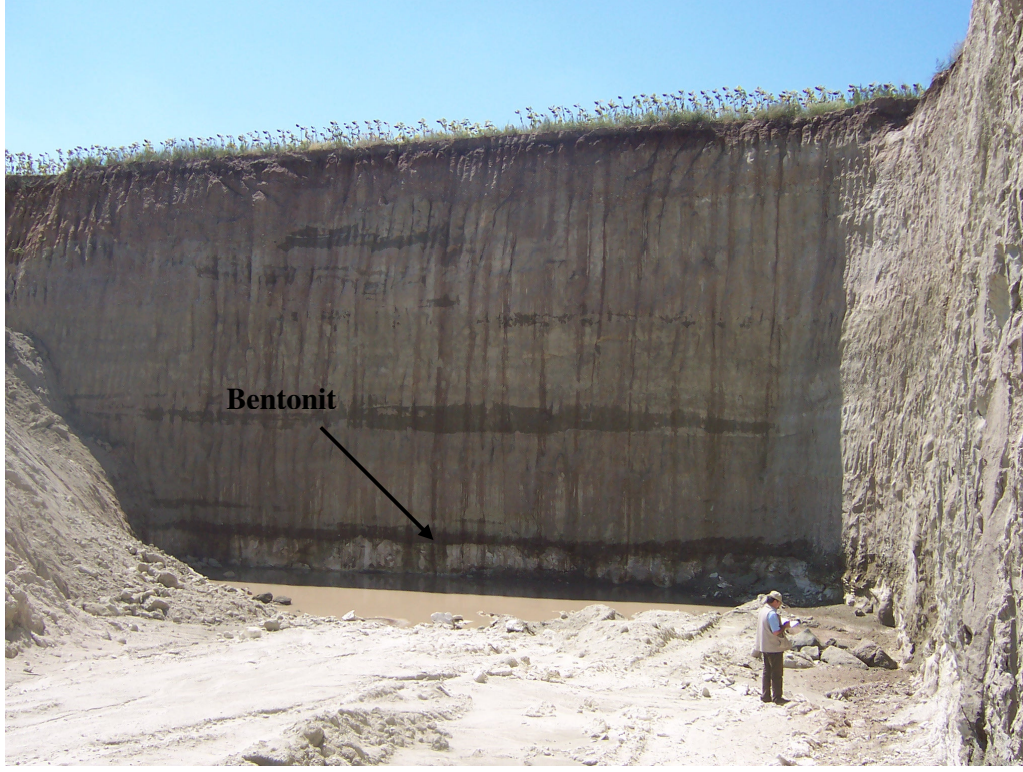
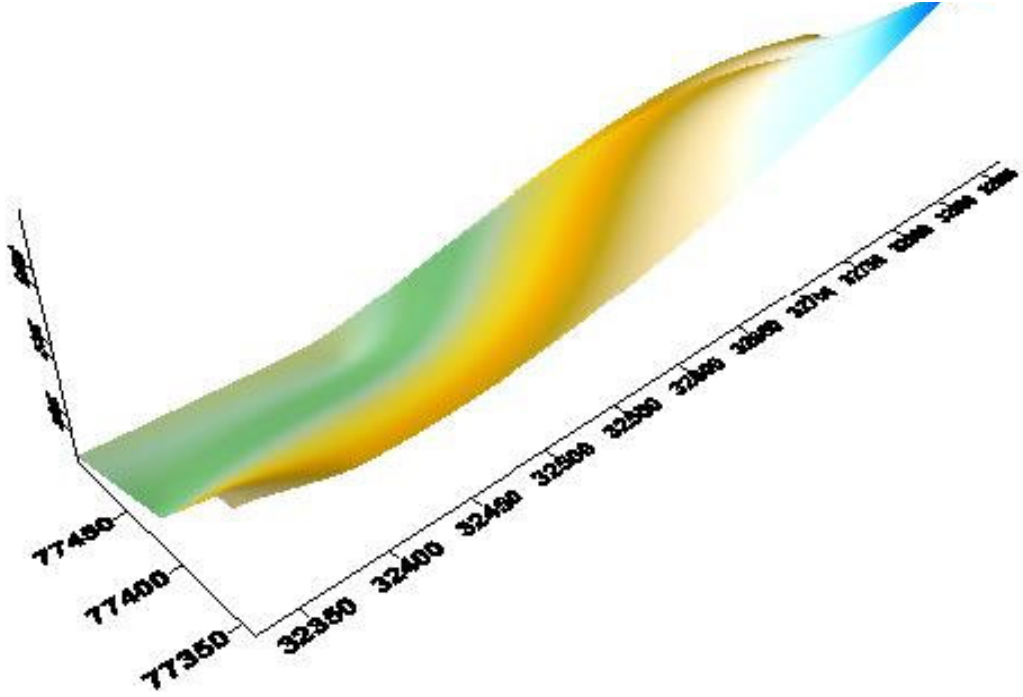


Foto 4.2: Camcı Ocağının görünümü.



Şekil 4.1: Camcı Ocağında kesilen bentonit tabakasının sondaj verileriyle çıkartılmış modeli.

4.1.2. Ark Bayırı Ocağı

Ark Bayırı Ocağı Lalapaşainın güneybatısında bulunmaktadır. Ocak üstten tabaka kalınlığı 5,00m olan, iri ve bol fosilli, yer yer marn ara tabakalı, karbonatlı tuf seviyesi, ardından kalınlığı 1,50m – 2,5 m arası değişen, yeşil renkli yuvarlak elemanlı, boyutu 0,1mm - 1mm arası değişen mika pullu, kumlu çakıllı bentonit seviyesi gelir. Bentonit seviyesinin mukavemeti ve plastisitesi düşüktür, kolay dağılabilmekte ve kendi içerisinde homojen bileşimli olduğu görülmüştür. Kalınlığı 2,25 m olan 3. seviyenin ilk 0,60m'si gri renkli, gelişi güzel dağılımlı bol yumrulu karbonattan oluştuğu ve aşağıya doğru tane boyutunun küçülerek kumlu çakıllı bentonite dönüştüğü gözlenmiştir.

Ocak çevresinde açılan sondaj verilerine göre yapılan rezerv hesaplamasına göre Camcı Ocağının kullanılabilir bentonit rezervi 124.000ton'dur. Foto 4.3. de Ark Bayırı Ocağının görünümü verilmektedir.

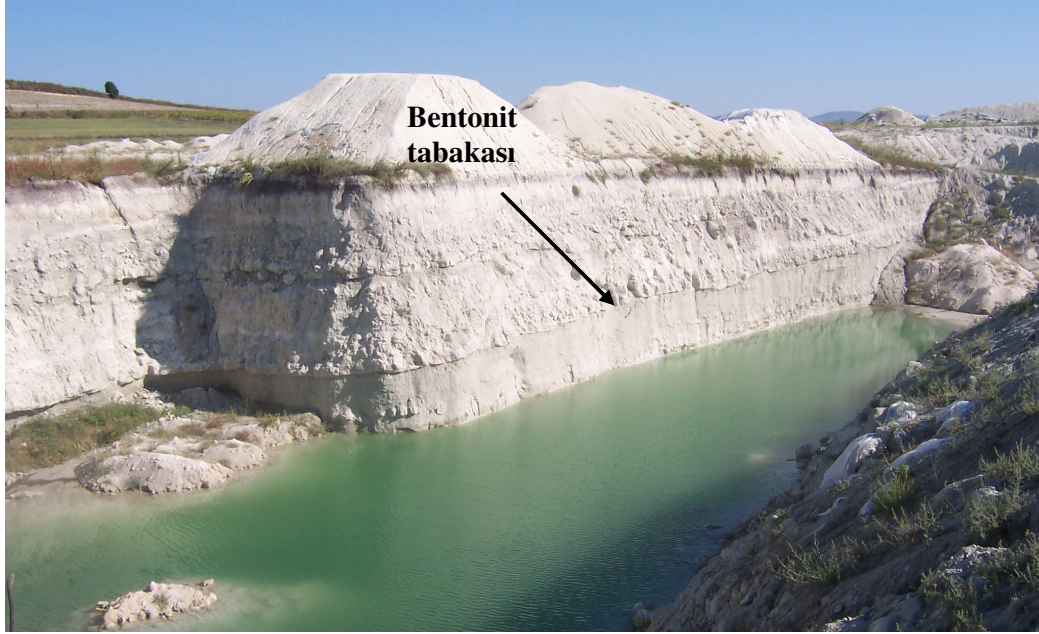
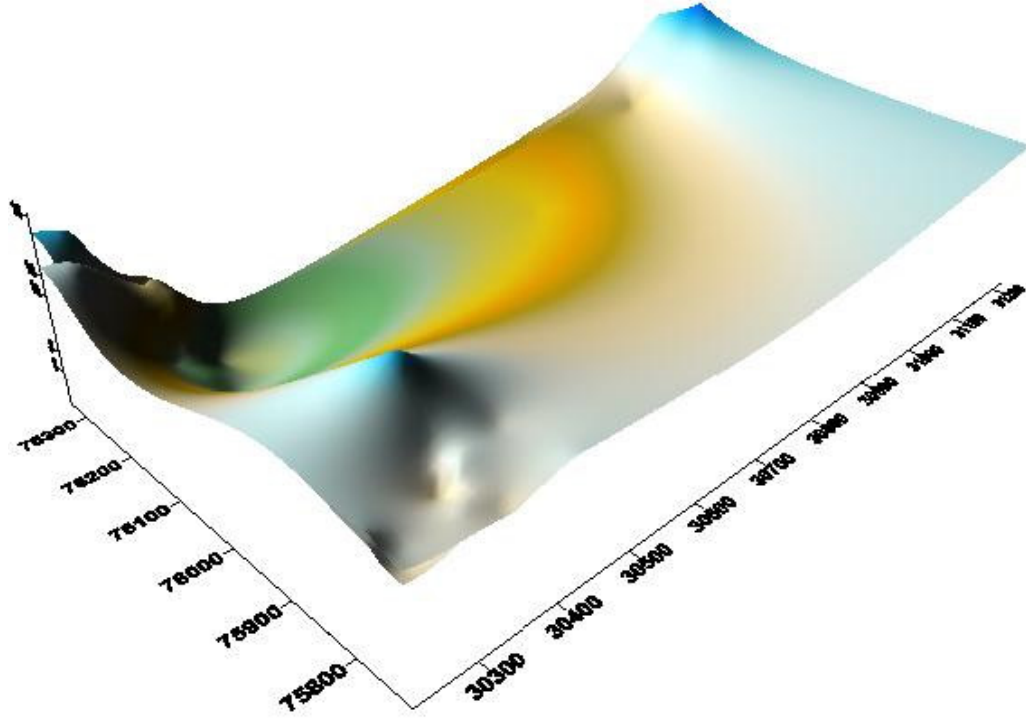


Foto 4.3: Ark Bayırı Ocağının görünümü.

Şekil 4.2 de ise Ark bayırı ocağında kesilen bentonit tabakasının ocak çevresinde açılmış olan sondajlar yardımıyla hazırlanmış olan modeli görülmektedir.



Şekil 4.2: Ark Bayırı Ocağında kesilen bentonit tabakasının sondaj verileriyle çıkartılmış modeli.

Ocağa ait bentonitlerin malzeme özellikleri ve rutubet kontrolünde kullanılabilirliği laboratuvar deneyleriyle araştırılarak irdelenmiştir.

4.2. Minerolojik Özellikler

Lalapaşa yöresi bentonitlerinin minerolojik analizi, XRD deneyi yardımıyla yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda bentonitin montmorillonit içeriği ve içindeki diğer eşlikçi mineral türleri saptanmıştır. Ayrıca DTA deney verilerinden yararlanılarak bentonitin ısı davranış özellikleri de incelenmiştir.

4.2.2. X Işını Kırınımı

Kil parçacıkları mikroskopla görülemeyecek kadar küçük olduğundan ilksel minerolojik yada petrografik çalışmalarda optik mikroskoplarla tanımlamak ve sınıf belirlemek mümkün olmadı. Kilin tabakalı yapısı ve bünyesindeki temel minerallerle ilgili bilgiye ancak 19. yüzyıl yada 18. yüzyılda ulaşılabildi. X-ışınları difraksiyonu yöntemiyle kil numunelerinin genel kimyasal formülü ve hangi gruba dahil olduğunu bulunabilmiştir (Velde, 1992).

Standartlara göre X ışını kırınımı deneyi için 250 mesh (silt boyu) altında öğütülmüş örnekten 5 gram alınarak %52 bağıl nem dengesine getirilmektedir. Bu nemlilikte yapılan deneyde kalsiyum veya magnezyumlu montmorillonit 15,4 Angströmlük bir pik gösterirken, sodyum monmorilonit 12,4 Angströmlük pik göstermektedir. X – ışını kırınımı deneyi ile kil ve kil olmayan minerallerin, tanılarında yapılabilmektedir XRD analiz sonucuna göre iki lokasyondan alınan numuneler benzer minerolojik bileşime sahip olup, eğer fiziksel özellikleri açısından da sağlanıyor ise, minerolojik açıdan bentonit olarak tanımlanmıştır.

İki numunede ana mineral olarak kil mineral grubu “dioktaedral smektit” grup üyesi Montmorillonit türü mineral içermektedir. Diğer mineraller düşük oranlarda bulunmaktadır.

X-ışınları difraktogramlarındaki çizgi alan ve şiddetleri kullanılarak yapılan tahmin sonucu çıkarılan modal minerolojik bileşimler aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Tablo 4.1. de Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından bentonit numunelerinin XRD analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.1: 2 ayrı ocaktan alınan numunelerin XRD analiz sonuçları.

Camcı Ocağı		Ark Bayırı	
Mineral	Modal Oran	Mineral	Modal Oran
Montmorillonit	%75-80	Montmorillonit	%80
Feldspat	%10	Kuvars	%10
Kalsit	%5-10	Feldspat	%5'den az
Kuvars	%5'den az	Kalsit	%5'den az
Opal-C (Kristobalit)	%5'den az	Tanımlanamayan (Klorit veya Kaolinit)	%3'den az

Analiz sonucuna göre Ark Bayırından alınan numunenin daha yüksek bir montmorillonit yüzdesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Camcı Ocağında kristobalit, Ark Bayırı Ocağında ise çok düşük oranda klorit / veya kaolinit tür mineral içerir, ancak azınlığından dolayı kesin saptanamaz. Feldspatın Camcı ocağından alınan numunede, kuvarsın ise Ark Bayırı Ocağından alınan numunede birbirlerine göre bir miktar daha fazla olduğu belirlenmiştir. **XRD sonuçları EK-3'te verilmiştir.**

4.2.3. Diferansiyel Termik Analiz

Diferansiyel termik analiz (DTA), kil minerallerinin ısıya karşı tepkimelerinin değişik olması ilkesine dayanarak onların cinslerini belirlemek için yapılmaktadır. DTA aygıtına konulan kil örneği 100⁰ – 150⁰C kadar ısıtıldığında gözenek ve emilmiş suyunu kaybetmektedir. Kil örneği 400⁰-700⁰C arasında bileşimindeki hidroksil suyunu terk ederek parçalanmaya başlamaktadır. Kristal yapısı çökerek önce amorf faz oluşur ve ekzotermik reaksiyonlara kadar devam etmekte ve sonunda yeni mineraller oluşmaktadır. Bu sıcaklıklara kadar endotermik olan tepkimeler daha yüksek sıcaklıklarda ekzotermik olmakta ve faz değişimleri göstermektedir. Bu değişimlerde değişebilen katyonların cinsi önemli rol oynamaktadır. Daha önce saf kil mineralleri ve belli oranlardaki karışımlarında elde edilmiş başvuru eğrileri ile deneyi yapılan örnekten elde edilen eğriler karşılaştırılarak içindeki kil minerali cinsleri belirlenmektedir.

TG eğrileri iki numunede de benzer olarak tespit edilmiştir. Numunelerin toplam ağırlık kayıpları (~ 1000⁰C 'de) %15 gibidir. Başlıca kayıp 0-240⁰C arasında gerçekleşmekte ve oranı yaklaşık %10 olarak bulunmuştur. Ağırlık kaybındaki ikinci önemli adım yaklaşık 600-700⁰C aralığında gerçekleşmiştir ve bu adımdaki kayıp yaklaşık %3'dür. Dolayısıyla iki numunede neredeyse toplam kayıplarını 800⁰C'de tamamlanmıştır.

Camcı Ocağından alınan numunenin DTA eğrilerinde; yaklaşık 180⁰C maksimumunu veren “endotermik pik” ve ~690⁰C de önemli bir “ikinci endotermik pik” izlenmektedir. 180⁰C deki reaksiyon, smektitlerde zayıf bağlı suyun kaybı ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Ark bayırı ocağından alınan numunenin DTA eğrilerinde ise, ~350⁰C'de gözlenen endoterm ise zeolitik su kaybı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Yine bu

numunedeki ~450-500⁰C aralığındaki zayıf endoterm, bu numunenin diğer numuneye nazaran biraz daha fazla Al içermesinden kaynaklanakladığı düşünülmektedir. Kimyasal analiz ile karşılaştırılması faydalı olacaktır. ~700⁰C'deki endotermik reaksiyonlar smektit veya diğer minerallerin varlığıyla alakalı faz dönüşümü ile ve 900-1050⁰C aralığındaki endotermiler ise yapının yıkılması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. **DTA sonuçları EK-4'te verilmiştir.**

4.3. Kimyasal Özellikler

4.3.1. Kimyasal Analiz

Bentonit örneklerinin kimyasal analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda; SiO₂, Al₂O₃, MnO, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O bileşenleri Tablo 4.2. de verilmiştir.

Tablo 4.2: Camcı Ocağı ve Ark Bayırı Ocaklarından alınan bentonit numunelerinin kimyasal analiz sonuçları.

%	Camcı Ocağı	Ark Bayırı Ocağı
SiO ₂	65,8	66,3
Al ₂ O ₃	18,75	20,6
MnO	0,07	0,05
Fe ₂ O ₃	4,35	3,1
CaO	4,2	2,9
MgO	5,85	5,7
Na ₂ O	0,61	0,30
K ₂ O	0,29	0,25

4.3.1. pH Tayini

İki farklı lokasyona ait bentonitten 2 gram tartılarak 100 mililitre saf su ile karıştırılmıştır. Süspansiyonun pH'sı yaklaşık 20⁰C'de pH metre ile sabit değere ulaşıncaya kadar her yarım dakikada bir ölçülmüştür. Bulunan sabit değer bentonit pH'sı olarak alınmıştır (TSE, 1987).

Buna göre her iki lokasyondan alınan numunelerle solüsyon hazırlanmış buna göre her iki solüsyonu pH değeri 7,5 olarak tayin edilmiştir. Bentonitin rutubet kontrolünde kullanımı için önemli olan bu parametre DIN 55473 standartlarına göre uygun sınırlardadır.

4.3.2. Metilen Mavisi Tesiti

İki farklı lokasyondan alınan bentonit numunelerinin relatif kil oranlarını (4.1) belirlemek amacıyla Metilen Mavisi Testi gerçekleştirilmiştir.

Öğütüldükten sonra elenmiş kuru numunenin üzerine 100cc saf su eklenerek oluşturulan süspansiyondan 2cc alınmıştır. Üzerine 15 cc H₂O₂ ve 5 cc 5.NH₂SO₄ eklenmiştir. 10 dakika ısıtıldıktan sonra üzerine 50 cc saf su eklenmiştir. Daha sonra Metilen Mavisi çözeltisinden bu çözelti üzerine doyma noktasına ulaşınca kadar eklenmiştir. Renk değişimi halkasından gözlenen nokta doyma noktası olarak kabul edilmiştir. Behere sırasıyla eklenen 3-3,5-4-4,5-5-5,5-6-6,5-7-7,5-8-8,5-9-9,5 ml'lik metilen mavisi karışımından sonra her seferinde cam baget ile bir damla alınarak filtre kağıdına damlatarak oluşturulmuştur. Doyma noktasından emin olmak üzere deney sayısı tekrarlanmış ve benzer sonucun alındığı nokta sonuç olarak kabul edilmiştir.

$$\text{Reaktif Kil Oranı} = \frac{\left[\frac{5.(EndPoint)}{2} \right]}{22,34} \quad (4.1)$$

Numunelerin deney sonuçlarından yararlanılarak elde edilen aktif kil oranları Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.3: Metilen Blue deney sonuçları.

	End Point	Smektit miktarı (%)
Camcı Ocağı	8	89
Ark Bayırı Ocağı	8	89

Bu tablodan da görüleceği gibi her iki lokasyona ait Lalapaşa Bentonitinin aktif kil değeri % 89'dur.

Foto 4.4. de Camcı Ocağından alınan numunenin metilen blue deney kartı görülmektedir.Foto 4.5. de Ark Bayırı Ocağından alınan numunenin metilen blue deney kartı görülmektedir.

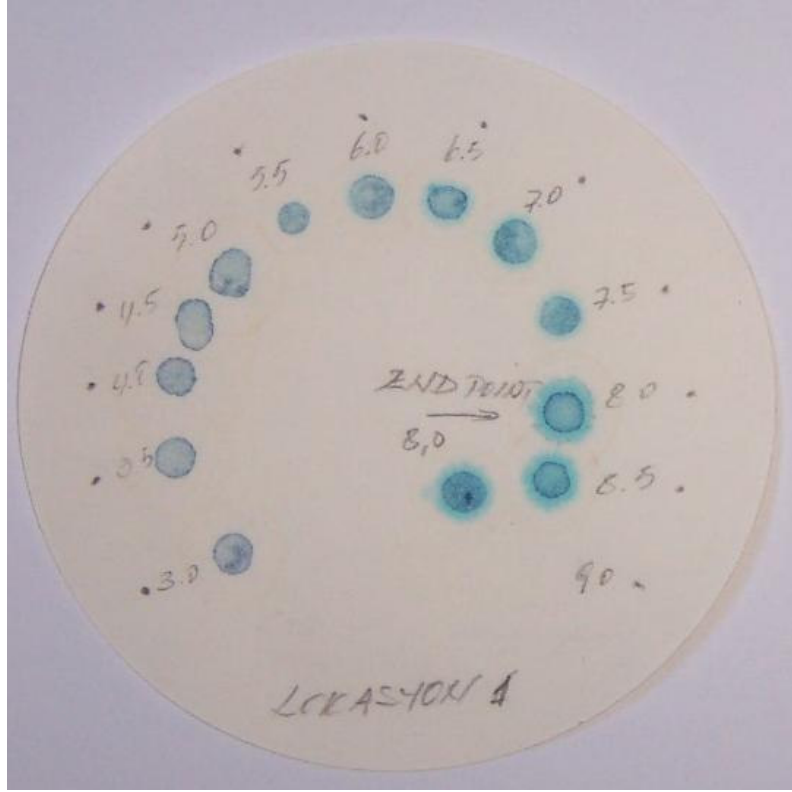


Foto 4.4: Camcı Ocağından alınan numunenin metilen blue deney kartı.

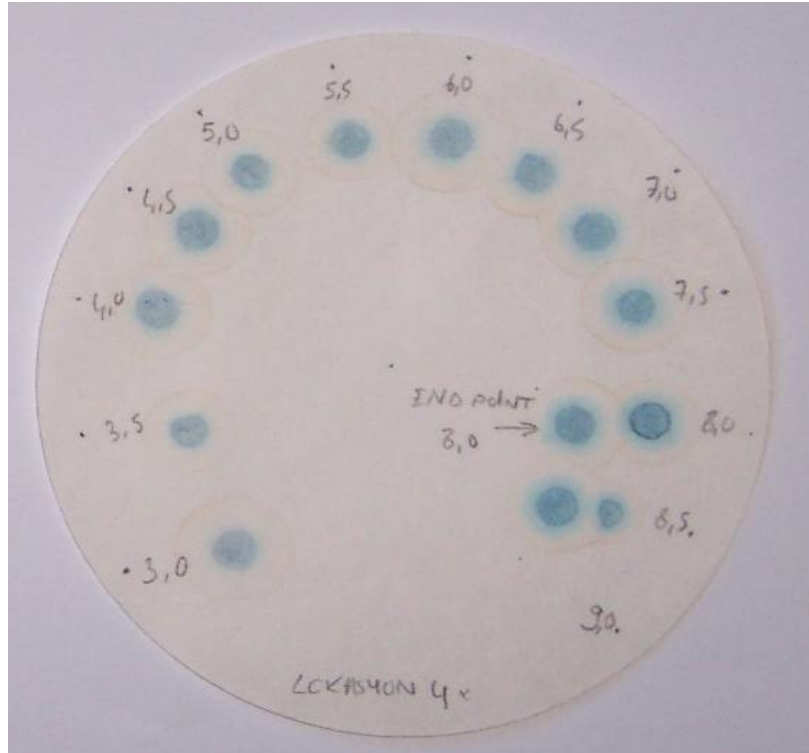


Foto 4.5: Ark Bayırı Ocağından alınan numunenin metilen blue deney kartı

4.4. Fiziksel Özellikler

4.4.1. Elek Analizi

4 saat süreyle 105⁰C’de fırında kurutulan ve desikatörde oda sıcaklığına gelene kadar soğutulan 100gr’lık bentonit numuneleri göz açıklığı 150 μ ve 75 μ olan eleğe aktarılmıştır.

Elek içerisindeki numuneye otomatik sarsıcıda parçacık geçişi duruncaya kadar 100 titreşim/dakika frekansta 15 dakika eleme işlemi uygulanmıştır. Elekten geçen bentonitin miktarı aşağıdaki Tablo 4.4.’de verilmiştir.

Tablo 4.4: Elek analizi sonuçları.

	Camcı Ocağı		Ark Bayırı Ocağı	
75μ altı	89,67 gr	% 89,67	89,86 gr	% 89,86
75 μ	2,46 gr	% 2,47	2,34 gr	% 2,34
150 μ	7,8 gr	% 7,86	7,78 gr	% 7,79
toplam	100 gr		100 gr	

Tabloda gözüktüğü gibi her iki ocaktan alınan numunelerin ortalama % 89 gibi çok büyük bir çoğunluğu 75 μ ’ in altına geçebilmiştir. Bu miktar; numunelerin çoğunlukla boyutları 2 mikronun altında olan bentonitten oluştuğunu göstermektedir.

TS 5360 döküm bentoniti standardına göre 75 μ altı en az % 90 olmalıdır.

TS 977 sondaj işerlerinde kullanılacak bentonit standardına göre ise 75 μ altı en az % 98 olmalıdır.

4.4.2. Suda Şişme

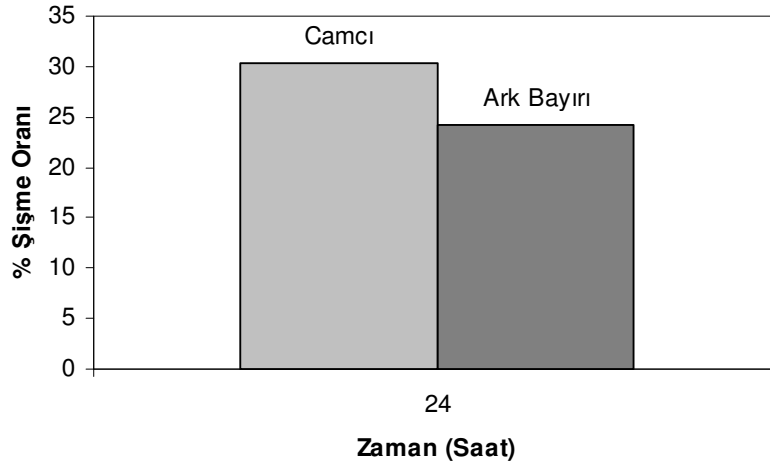
Bentonitin bünyesine fiziki olarak su alması ve kristal yapının c eksenine istikametinde genişlemesine “şişme” denilmektedir. TS 5360’a göre hazırlanan deney numunelerinden alınan 1,4 gram bentonit örneği ölçülü kaptaki su ile karıştırılarak bekletilmiştir. Sonra katı ve jel kısmın birlikte hacmi mililitre olarak alınmıştır.

$$\text{Şişme oranı} = \frac{\text{Katı ve jel kısmın hacmi (ml)}}{\text{Kuru bentonitin serbest hacmi (ml)}} \quad (4.2)$$

Yukarıdaki denkleme göre şişme oranı bulunur. Tablo 4.5.'de her iki lokasyondan alınan numuneler için şişme oranları (4.2) verilmektedir. Şekil 4.3. de numunelerin % şişme oran grafiği verilmiştir.

Tablo 4.5: Şişme testi sonuçları.

	24 Saat Sonundaki Ölçüm (cm)	Şişme Oranı (%)
Camcı Ocağı	9.9	30.3
Ark Bayırı Ocağı	8	24.2



Şekil 4.3: Numunelerin 24 saatte % Şişme grafiği.

4.4.3. Jelleşme Katsayısı Tayini

Her iki numuneden 0,5-0,6-0,7-0,8-0,9-1,0 ve 1,1 gram tartılarak ölçülü cam tüplere konulmuştur. Her tüpe 10 mililitre saf su konup çalkalandıktan sonra 24 saat bekletilmiştir. Tüpler 45 derece eğik durumda tutularak boşaltılmıştır. Bu durumda boşalması 1 dakikadan fazla süren tüplerdeki bentonit miktarı saptanarak aşağıdaki formüle uygun olarak bentonitin jelleşme katsayısı (4.3) hesaplanmıştır.

$$\text{Jelleşme katsayısı} = 10 / \text{tespit edilen bentonit gr miktarı} \quad (4.3)$$

Akma süresi 1 dakikayı geçen ilk tüpte belirlenen jelleşme katsayısı TS-5360'a göre en az 12 olmalıdır. Her iki numune için hesaplanan jelleşme katsayıları Tablo 4.6.'de verilmiştir.

Tablo 4.6: Jelleşme deneyi sonuçları

	Konsantrasyon (gr)	Akma Süresi (sn)	Jelleşme Katsayısı
Camcı Ocağı	0.5	> 1dk	
	0.6	> 1dk	
	0.7	> 1dk	
	0.8	> 1dk	
	0.9	> 1dk	11,11
	1.0	> 1dk	
	1.1	> 1dk	
Ark Bayırı Ocağı	0.5	> 1dk	
	0.6	> 1dk	
	0.7	> 1dk	
	0.8	> 1dk	
	0.9	> 1dk	11,11
	1.0	> 1dk	
	1.1	> 1dk	

4.4.4. Kolloidal Yetenek Tayini

Kolloidal yetenek tayini için hazırlanan numuneden 4 gr bentonit alınmış ve behere konmuştur. Numune üzerine 0,2 gr MgO ve 100 ml saf su eklenerek, elde edilen karışım manyetik karıştırıcıda 1 saat süreyle karıştırılmıştır. 24 saat beklemeye bırakıldıktan sonra çökelti miktarı hacimce (%) olarak hesaplanır. Bu değer kolloidal özellik olup, her iki lokasyondan alınan numune için %2 olarak tespit edilmiştir. TS 5360'a göre kolloidal özelliği en az %3 olmalıdır.

4.4.5. Sinterleşme (Isı Mikroskobu)

Şekillendirilmiş ve kurutulmuş ürüne istenilen mikroyapı ve özellikleri kazandırmak için ısı işlemi uygulanmaktadır. Bu proses, pişirme olarak tanımlanır. parçalanma ve oksidasyon ile su ve organik bileşenlerin, gazların üründen uzaklaştırılması, sinterleşme ve soğuma aşamasını kapsamaktadır. Pişirmede amaç, sinterleşmeyle koheren bir kütle

içinde partikülleri birleştirmektedir. Sinterleşme terimi, pişirme esnasında üründeki birleşme olayını tanımlamak için kullanılmaktadır.

Her iki lokasyondan alınan numuneye de ısı mikroskobu altında ısıl işlem uygulanmıştır. Tespit edilen dönüşüm noktaları Tablo 4.7.'daki gibidir.

Camcı Ocağından alınan numunenin deformasyon başlangıç ısısı 1075⁰C iken, Ark bayırı dan alınan numuneninki 1292⁰C'dir. Öte yandan deformasyon aralığı ilk Camcı Ocağında yaklaşık 300⁰C, diğer ocaktan alınan numunede ise ~120⁰C'dir. Yani Ark bayırında deformasyon geç başlamış ama dar bir aralıkta tamamlanmıştır. Camcı Ocağının deformasyonu ise 300⁰C'den de fazla bir sıcaklık aralığında ancak tamamlanmıştır. Diğer Ocaktan alınan numunun daha yüksek kuvars içeriği bunda etkili olmuştur olabilir. **Isı mikroskobu analizleri Ek-5'de verilmiştir.**

Tablo 4.7: Isı mikroskobu analiz sonuçları

Karakteristik Sıcaklıklar	Camcı Ocağı	Ark Bayırı Ocağı
İlk küçülme	550 ⁰ C	600 ⁰ C
Sinterleşme	1016 ⁰ C	1047 ⁰ C
Ergime Başlangıcı	880 ⁰ C	885 ⁰ C
Küre Hali	1325 ⁰ C	1361 ⁰ C
Yarı Küre Hali	1396 ⁰ C	1421 ⁰ C
Akma Noktası	Gözlenemedi	Gözlenemedi
Deformasyon Sıcaklığı	1075 ⁰ C-1396 ⁰ C	1292 ⁰ C-1421 ⁰ C

TS 5360'a göre döküm bentonitinin 1300⁰'nin altında sinterleşmiş olması gerekmektedir. Bu durumda araştırma konusu olan bentonitin 1300⁰C'nin altında sinterleştiği görülmektedir.

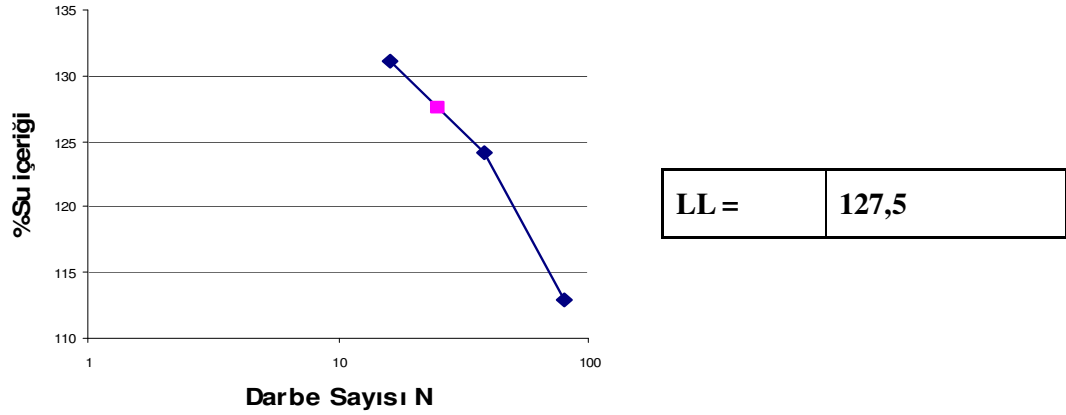
4.4.6. Likit Limit

Bentonitten 100 gramlık bir örnek 15 dakika hava akımı olmayan muflu fırında 100⁰C'de kurutulmuştur. Desikatörde soğutulduktan sonra nem miktarı hesaplanmıştır. Bu değer %10'dan az ise örnekten 30 gramlık bir bölüm tartularak 100 mililitre saf suya konmuştur. Karışımın kıvamı, 20 darbeden az olacak biçimde

karıştırılmıştır. Likid limit aletinin kabına konan karışıma standart çizecek ile boyuna bir yarık açılmıştır. Aletinkolu saniyede 2 devir yapacak hızda döndürülerek oluğun 1.3 santimetre kapanması için gerekli darbe sayısı bulunmuştur. Bu işlem vuruş sayısı 25'in altında ve üstünde olacak şekilde 3 kez tekrarlanmıştır. Vuruş sayıları kaydedilen numunelerin su miktarları bulunmuştur. Bu değerler yarı logaritmik eksende darbe sayısı, yanal eksende su miktarı olacak şekilde yerleştirilerek 25 vuruşa denk gelen su miktarı okunup, bu değer likit limit değeri olarak kabul edilmiştir. Değerler her iki lokasyondan alınan numuneler için Tablo 4.8, Şekil 4.4, Tablo 4.9 ve Şekil 4.5 de verilmiştir.

Tablo 4.8: Camcı Ocağın'dan alınan numune için LL değerleri

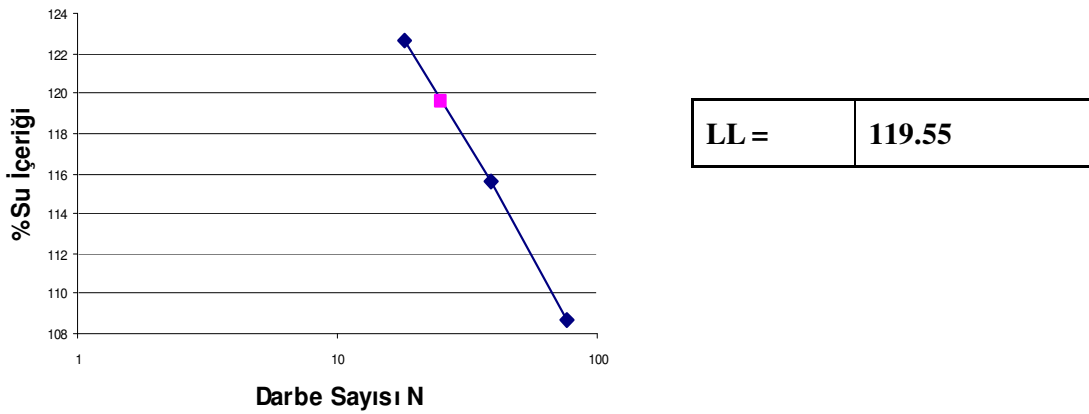
	No1	No2	No3
W_t	0.44	0.42	0.42
W_s	14.30	11.85	17.01
W_d	6.95	5.52	7.60
N	80	38	16
%Su İçeriği	112.903	124.118	131.058



Şekil 4.4: Camcı Ocağın'dan alınan numunenin %Su içeriği-Darbe sayısı grafiği

Tablo 4.9: Ark Bayırın'dan alınan numune için LL değerleri

	No1	No2	No3
W_t	0.45	0.44	0.47
W_s	14.83	13.81	15.79
W_d	7.34	6.64	7.35
N	77	39	18
%Su İçeriği	108.708	115.645	122.674



Şekil 4.5: Ark Bayırın'dan alınan numunenin %Su içeriği-Darbe sayısı grafiği

4.4.7. Termal Durabilite

Bentonitin aktif kil bileşeninin özelliklerini ısı ortamında koruması olayına termal duraylılık denilmektedir. Bunu belirlemek için 25 gr'lık numune fırında 110°C 'de kurutulmuştur. Aynı porselen kayık kap içinde fırına konularak örneğin 500°C 'de 15 dakika beklemesi sağlanmış ve örnek fırından çıkartılıp desikatöre konulmuştur. Numune oda sıcaklığına ulaşınca kadar bekletilmiş aktif kil miktarının ısı işlem sonrası durumu belirlemek için Metilen Mavisini Deneyi yapılmıştır. Tespit edilen aktif kil yüzdesi, 500°C 'ye ısıtılmadan önce yapılan metilen mavisini deneyindeki aktif kil yüzdesine bölünerek Termal durabilitenin her iki numune için değeri hesaplanmıştır. TS 5360' a göre termal durabilitenin en az %50 olması gerekmektedir. Tablo 4.10 da termal durabilite analiz sonucu verilmiştir.

Tablo 4.10: Termal Durabilite analiz sonuçları

	Metilen Blue		500 ⁰ C ısıtılmış Metilen Blue		Termal Durabilite (%)
	End Point	Smektit miktarı (%)	End Point	Smektit miktarı (%)	
Camcı Ocağı	8	89	6	67	75
Ark Bayırı Ocağı	8	89	5	56	63

Foto 4.6: de Camcı Ocağından alınan numunenin termal durabilite analiz kartı görülmektedir. Foto 4.7. de ise Ark Bayırı Ocağından alınan numunenin termal durabilite analiz kartı görülmektedir.

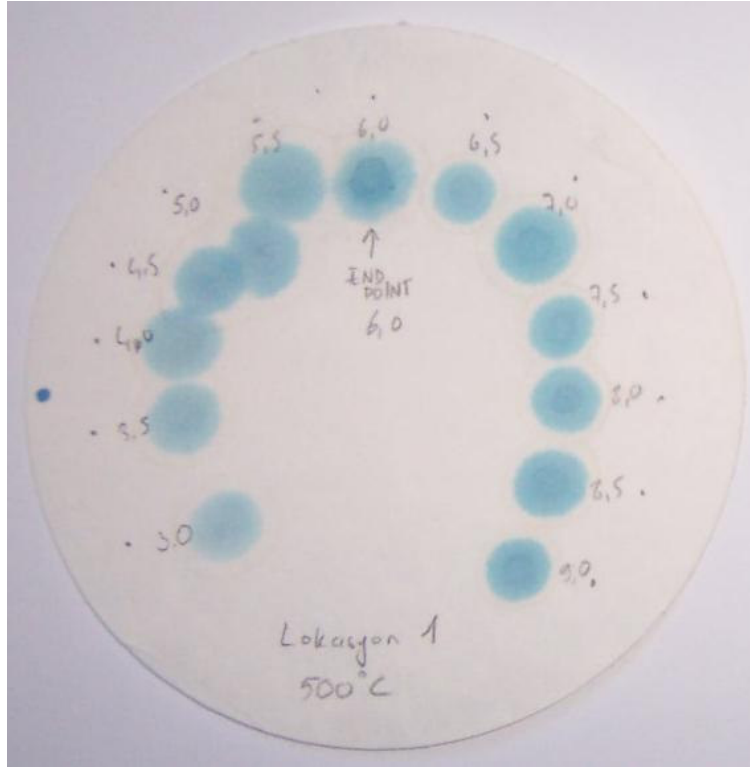


Foto 4.6: Camcı Ocağından alınan numunenin termal durabilite analiz kartı görülmektedir.

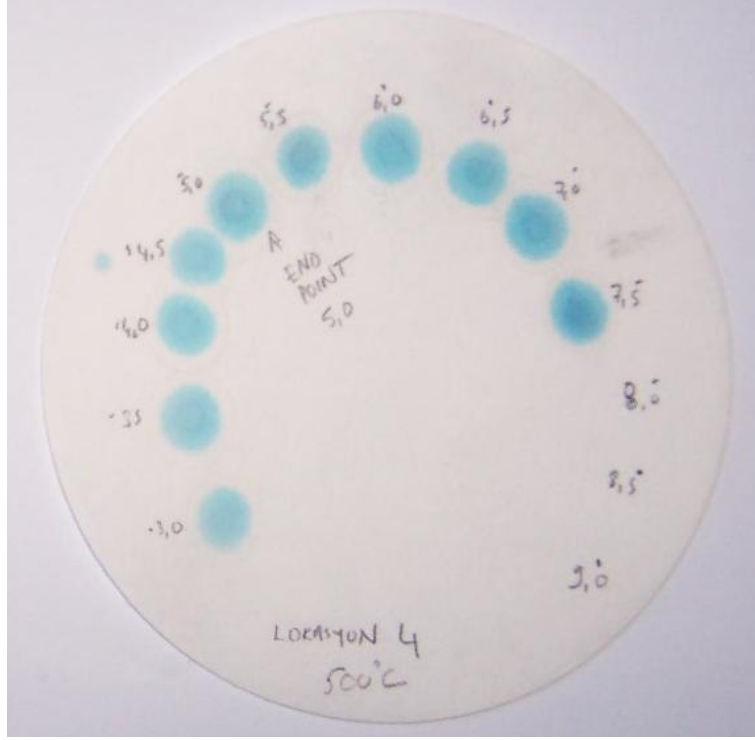


Foto 4.7: Ark Bayırı Ocağından alınan numunenin termal durabilite analiz kartı görülmektedir.

4.4.8. Viskozite (Süspansiyon) Deneyi

Viskozite; süspansiyonun akışkalığıyla ilgili bir tanımlamadır. Farklı yoğunlulardaki süspansiyonların farklı devirlerde ölçülen kayma gerilmeleri viskozite değerlerini vermektedir. Bentonit süspansiyonlarının viskozite değerleri, bentonitin sondaj sektöründe kullanılabilirliği açısından büyük öneme sahiptir.

Viskozite değerini ölçmek için 350 ml saf su içine sırasıyla %3, %5 ve %8 bentonit eklenmiş 3 farklı süspansiyon hazırlanmıştır. Hazırlanan bu süspansiyonlar ağzı kapalı bir kaptaki ve oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Deney başlamadan önce süspansiyon karıştırıcıda 5 dakika çalkalanmıştır.

Viskozite 600 devir/dakika ve 300 devir/dakika da olmak üzere iki farklı durumda aqayrı ayrı ölçülmüştür.

Buradan;

Plastik viskozite (cp olara); 600dev/dk'da okunan değer ile 300dev/dk'da okunan değer farkı olarak hesaplanır. Görünür viskozite ise; viskozite aletinin 600 dev/dak'da gösterdiği değerin ikiye bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Akma noktası ise; 300 dev/dakikada okunan değerden plastik viskozite değerinin çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Tablo 4.11 de deney sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.11: Süspansiyon deneyi sonuçları

	Camcı Ocağı		Ark Bayırı Ocağı	
	300 devir/dk	600 devir/dk	300 devir/dk	600 devir/dk
3%	1.0	3.0	1.0	3.0
5%	1.5	3.5	1.5	3.5
8%	2.0	4.0	2.0	4.0
Plastik Viskozite	Camcı Ocağı		Ark Bayırı Ocağı	
3%	2.0		2.0	
5%	2.0		2.0	
8%	2.0		2.0	
Görünür Viskozite	Camcı Ocağı		Ark Bayırı Ocağı	
3%	1.5		1.5	
5%	1.8		1.8	
8%	2.0		2.0	
Akma Noktası	Camcı Ocağı		Ark Bayırı Ocağı	
3%	-1.0		-1.0	
5%	-0.5		-0.5	
8%	0.0		0.0	

Sondaj işlerinde kullanılan bentonitlerle ilgili TS 977'ye göre doğrudan viskozite ölçen cihazda 600dev/dakikada okunan değer en az 15,3 cp olmalıdır. Deney sonuçlarına göre; Lalapaşa bentoniti vizkozite deneyi sonuçlarına göre sondaj işleminde kullanılabilir özelliktedir.

4.4.9. Süzme (Filtrasyon Deneyi)

Her iki lokasyondan alınan bentonit örneğinden 350 mililitre saf suya 25,7 gram eklenerek süspansiyon hazırlanmıştır. Bu süspansiyon ağzı kapalı bir kaptaki oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Deney başlamadan önce süspansiyon karıştırıcıda 5 dakika çalkalanmıştır.

Bentonit süspansiyonu, süzme presi denilen 7,5 santimetre iç çapı ve 6,25 santimetre iç yüksekliği olan ve tabanındaki tel kafesin üzerine süzgeç kağıdı konmuş bir silindirin içine dökülmüştür. Süzülen sıvı alttaki dereceli tüpte toplanarak ölçülmüştür. Silindirin üst tarafındaki basınç regülatörü yarım saat süreyle 7,03 kgf/cm² basınç yapacak biçimde ayarlanmıştır.

V süzüntü hacmi ilk 7,5 dakikadan sonraki 22,5 dakikada toplanan süzüntü miktarıdır. S; bağıl süzüntü hacmi aşağıdaki formülden (4.4) hesaplanmaktadır.

$$S = 2 \cdot V \quad (4.4)$$

Deney sonuçları Tablo 4.12 de sunulmuştur.

Tablo 4.12: Filtrasyon deneyi sonuçları

	Camcı Ocağı	Ark Bayırı Ocağı
V(Süzüntü Hacmi)	66	90
S(Bağıl V)	132	180

TS 977'ye göre sondaj işleminde kullanılacak bentonitin filtrasyon değeri en çok 15ml olmalıdır. Lalapaşa bentoniti uygulanan filtrasyon deneyi sonuçlarına göre sondaj işleminde kullanılabilir özellikte değildir.

4.5. Deney Sonuçlarını İrdelenmesi

4.5.1. Döküm Bentoniti Standartlarına Göre İrdelenmesi

Deneyler; Lalapaşa yöresindeki Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından alınan numuneler TS 5360 Döküm Bentoniti ve Dünya dökümcüler birliği standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Tablo 4.13 de deney sonuçları ve standartta öngörülen değerler verilmiştir

Tablo 4.13: Deneyi sonuçları ve döküm bentoniti standartları.

	Camcı Ocağı	Ark Bayırı Ocağı	TS 5360	AFS
Likit Limit	127.5	119.55	>350	
Şişme	30.3	24.2		>22
Jelleşme	11.11	11.11	>12	
Metilen Blue	89	89	>75	
Termal durabilite	75	63	>50	
Kolloidal	%2.5	%2.5	>%3	
Elek analizi	%89.67	%89.97	%90	
pH	7.5	7.5	>10.5	
Sinterleşme	1016	1047	<1300	

Uygulanmış olan deney sonuçlarını döküm bentoniti standartlarına göre tartışacak olursak; Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarının likit limit değerleri standartın oldukça altında bulunmuştur. Jelleşme, kolloidal yetenek ve elek analizi değerlerin de gene standartların altındadır. Bu karşılaştırmanın sonucunda; Lalapaşa yöresindeki Camcı ve Ark Bayırı

Ocaklarından çıkarılacak olan bentonitin döküm bentoniti olarak kullanılmayacağı görülmüştür.

4.5.2. Sondaj Bentoniti Standartlarına Göre İrdelenmesi

Deneyler; Lalapaşa yöresindeki Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından alınan numuneler TS 977 Sondaj Bentoniti standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Tablo 4.14 de deney sonuçları ve standartta öngörülen değerler verilmiştir

Tablo 4.14: Deneyi sonuçları ve sondaj bentoniti standartları.

	Camcı Ocağı	Ark Bayırı Ocağı	TS 977
Elek analizi	%89.67	%89.97	%98
Viskozite	3.5	3.5	15.3
Filtrasyon	124	155	15

Uygulanmış olan deney sonuçlarını sondaj bentoniti standartlarına göre tartışacak olursak; Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarının viskozite ve filtrasyon değerleri standartın oldukça altında bulunmuştur. elek analizi değerlerin de gene standartların altındadır. Bu karşılaştırmanın sonucunda; Lalapaşa yöresindeki Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından çıkarılacak olan bentonitin sondaj bentoniti olarak kullanılmayacağı görülmüştür.

5. LALAPAŞA BENTONİTİNİN NEM GİDERME ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

5.1. Giriş

Alüminyum ve magnezyumca zengin volkanik kül ile lavların ayrışmasıyla oluşan ve egemen olarak Montmorillonit içeren killere bentonit denir. Ticari anlamda ise gelişmiş sıvı emici ve kolloidal özelliği olan her kile bentonit denmektedir.

Killerin, özellikle simektit ve sepiolit grubunda yer alan killerin nem alıcı (desiccant) üretiminde kullanıldığı literatürde yer almaktadır. Bu amaçla killer çeşitli yöntemlerle modifiye edilmekte ve nem giderme kabiliyetleri artırılmaktadır. Bu modifiye işleminde çeşitli nem çekici maddeler, ortama ilave edilmektedir. Bu nem çekici maddeler; $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaO , CaCl_2 , MgSO_4 , CaSO_4 , aktif Al_2O_3 , MgCl_2 , NaCl , LiCl , odun talaşı olabilmektedir.

Killer nem absorpsiyonu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Simektit (Na ve Ca bentonitler), sepiyolit, atapulgit ve fuller earth en yaygın kullanılan absorban killerdir. Ucuzluğu nedeniyle ve nem çekme özelliği açısından Ca bentonitler absorban olarak kullanılan killer arasında ilk sırayı teşkil eder. Paketlemede nem kontrolü için en uygun bentonit cinsi az miktarda oktahedral demir ve %5'ten fazla MgO içeren montmorillonittir (KENDALL, 1996).

5.2. Nem Gidericiler ve Genel Özellikleri

Bilindiği gibi; atmosferik koşullarla karşılaşan bütün maddeler bir miktar bozunmaya uğrarlar. Atmosferik koşulların en etkili olanı nemdir. Nem temas ettiği malzeme üzerinde korozyon, pas, küf, akma gibi çeşitli zararlı etkilere yol açmaktadır. Ürünlerin paketlenmesi ve yüzey kaplamalarının korozyonu ve nemle temasını tümüyle yok ettiğini söylenemez. Metal yüzeyler yada tekstil malzemelerin korozyondan bir nebze korunabilse elektronik ve teknik ekipmanları direk nemden uzaklaştırmak faydalı olmayacaktır. Bu nedenle ortamdaki nemi bünyesine alarak

malzemeyi nemden korumak için kullanılan doğal yada sentetik maddelere “nem alıcı” maddelere “nem gidericiler” denilmektedir .

Savaş zamanı gıda ve ilaç korumasıyla ilgilenen US koruma departmanı korozyon ve küf gibi oluşumların boşluk içerisindeki havanın taşıdığı nem sebebiyle olduğunu belirtmişlerdir. 1963 Kasım ayında US koruma departmanı MIL-D-3464C’yi paketleme desicatore olarak piyasaya sürmüş ve daha sonra standartlara uygun olarak geliştirerek, daha geniş alanda kullanım kazandırmıştır. Günümüzde, çeşitli kullanım alanlarında, farklı miktarlarda ve farklı amaçlara yönelik nem alıcı paketler üretilmektedir. Belli standartlara uygun üretilen bu nem alıcı paketler çeşitli hesaplama yöntemleriyle, yeterli miktarda ihtiyaç bölgesine uygulanarak, bulunduğu ortamdaki nemi içine hapsederler. Böylelikle nem zarar verici etkileriyle beraber ortamdan uzaklaştırılmış olmaktadır.

Kullanım alanları;

- Taşımacılık,
- Buzdolabı içlerinde (kullanım , depolama ve sevkiyatlarda),
- Ayakkabı kutularında,
- Özel kimyasal madde sevkiyatlarında,
- Koku ve rutubetin oluşabileceği kapalı ortamlarda,
- Deri sevkiyatlarında,
- Çift cam aralarında,
- Farmakolojik ürünlerde,
- Tekstil sevkiyatlarında,

5.2.1. Nemlilik

Hava buhar halinde bünyesinde nem barındırmaktadır. Birim hacimde bulunan nem miktarı “mutlak nemlilik” diye bilinmektedir. Hava her sıcaklıkta bünyesinde nem taşıyabilir olmasına karşın yüksek sıcaklıklarda daha fazla su buharı vardır. Taşıyabildiği kadar neme sahip hava doygun durumdadır. Bu doygun hava daha düşük sıcaklara soğutulursa bünyesindeki su buharını su olarak bırakacaktır.

Hava, sıvı halindeki suyla temas halinde olmadıkça su buharı açısından doygun halde bulunamaz. Havadaki gerçek su-su buharı içeriğinin aynı sıcaklıktaki doygun havayla yüzdesine “bağlı nemlilik” denir. Örneğin 1 m³ hava 5 gr su buharı içerebilmektedir. Buna göre; $5/20 * 100 = \%25$ bağlı nem oranı olur.

Doygun havanın bağıl nem oranı %100'dür. Atmosferdeki bu bağıl nem oranı metallerin korozyonu, bozulma ve çürümesinde önemlidir. Öyle ki olağan sıcaklıklarda %60 bağıl nem oranından düşük ortamlarda korozyon yavaş iken bu eşikten sonra hızla artar. Benzer olarak çürüme için; çürümenin hızlandığı eşik %70'dir. Genellikle mühendislik ürünleri için bağıl nemin kritik sınırı %50 olarak tespit edilmiş ve ani ısı düşüşleri dışında tolerans yaşanabilmektedir.

Malzemeyi çevreleyen havanın içindeki nem ve buna değişen hava koşullarının zararlı etkisi önlenmelidir. Özellikle deniz aşırı taşımacılıkta konteyner içerisindeki nemli havanın değişken iklim koşullarına bağlı sebep olduğu durumlar daha yakından incelendiğinde iki ana etkenin olduğu görülmektedir;

- Nem; soğuk iklimden tropikal iklime geçerken artmaktadır. Nem ve su buharı içeren hava yoğunlaşarak kargonun üzerin'e yoğunlaşmaktadır.
- Nem; tropikal iklimden soğuk iklime geçerken su buharı haline gelir. Böylelikle konteynır ve paket içerisindeki bağıl nem oranı artmaktadır. %55lik nem oranının altındaki durumlarda yeşillenme ve küflenme genellikle fazla sorun yaratmamaktadır. Korozyon etkisi nem ve zaman bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Nem oranı değişken koşullardan dolayı sabitlenemez, fakat düşük nemlilik taşımacılıkta her zaman daha tercih edilen bir durumdur.

Uzaklaştırılması gerek nem ve suyun miktarı belirlenirken bu nemlilikten korunması gereken ürünün cinside göz önünde bulundurulmaktadır. Kargo içerisindeki koşulların belirlenip nem oranının ürün çeşidine göre istenilen oranda tutulması ürünlerdeki olası zarar ve bozulmaları engellenmesini sağlamaktadır.

Bu durum;

- Yolculuk sırasındaki iklim koşullarına,
- Yolculuk süresine,
- Konteynır içerisindeki malın cinsine,
- Konteynır koşullarına,
- Ürünün hassaslığına,
- Konteynırın yada konteynırda kullanılan malzemenin bünyesinde bulunan nem oranına bağlıdır,

Konteynıra yüklenen malların bünyesindeki nem; malzemenin; kendisini çevreleyen atmosferde bulunan su buharını çekme yeteneğine higroskopik kapasitesi denir.

Absorpsiyon sıcaklık ve bağıl nem durumuna göre denge oluncaya kadar sürmektedir.

Konteynıra yüklenen malların bünyelerindeki su miktarı; malın cinsine yani malzemenin higroskopik kapasitesine bağlıdır. Ilık bir havaya oranla tropikal bir havada yüklenen malda daha fazla nem olacağı açıktır. Mesela 5 tonluk mobilya yüklü bir konteynırda, mobilya bünyesinde ağırlığının %8-25i oranında nem barındırabilmektedir. Bu 400 ile 1250 litre arasında suya eşdeğerdir. Bu nem gerekli koşullar oluştuğunda konteyner içerisindeki havaya karışacaktır.

Konteyner içerisindeki havada bulunan nem ve su buharı; 20'lik bir konteynırın iç hacmi yaklaşık olarak 33m^3 tür. 32C^0 de bir tropik Asya havasının %90 nem oranına sahip 1 m^3 ünde yaklaşık 33 gram su bulunmaktadır. Aynı sıcaklıkta %55 relatif nemliliğe sahip havanın metreküpünde 28 gram su bulunurken, buna zıt olarak 0C^0 lik 1 m^3 %100 relatif nemliliğe sahip Avrupa havasında 28 gram su bulunmaktadır. Yani farklı iklim koşullarında yüklenmiş konteynırlar bünyelerinde farklı miktarda nem tutmaktadır. Taşımacılık sırasında değişken hava ısıları bu nemin yoğunlaşması ya da tekrar havaya karışmasında etkili olmaktadır. Yani konteyner içerisindeki havada bulunan nem yoğunlaşarak, konteyner içerisindeki yüzeylere yoğunlaşmaktadır. Bu durum deniz aşırı taşımacılıkta malın güvenliği açısından istenmemektedir.

Yukarıda önemi ve tarihçesi açıklanan nem gidericiler savaş sırasında yaşanan zorlukların arkasından araştırılıp geliştirilmiştir. O zamandan beri nitelik ve nicelik olarak gelişmiş ve çok çeşitlenmiştir. Bugün dünyada çok sayıda farklı nem gidericiler üretilmektedir. Ne gidericiler kil gibi doğal malzemelerden yada sentetik yolla üretilmektedir.

5.3. Nem Alıcı Kimyasallar

Ortamlardan istenmeyen nemin absorbe edilmesinde kullanılan yüksek yüzey alanına sahip doğal veya sentetik aktif malzemelere “nem alıcı kimyasallar” denmektedir.

5.3.1. Sentetik Nem Alıcılar

5.3.1.1. Moleküler Sieve

Moleküler sieve neme çok duyarlı ürünlerin korunması için özel ve dikkat gerektiren uygulamalarda tercih edilmektedir. Moleküler sieve; sentetik olarak zeolitten

üretilmektedir. İçerisindeki kristalen boşluklar sayesinde boşuklu bir yapıya sahiptir ve eş boyutlu küreler halinde üretilmektedirler. Kutupsal molekülleri sayesinde düşük havada az miktarda su buharı olduğu koşullarda bile etkili olabilmektedir. Moleküler sieve; relatif nemliliği sıfıra kadar indirerek ilaç, elektronik ve kimya endüstrisinde güvenle kullanılmaktadır. Foto 5.1 de moleküler sievenin genel görünümü verilmektedir.



Foto 5.1: Moleküler sieve

Moleküler sieve'nin avantajlarını şöyle sıralanmalıdır;

- Düşük nemlilikte yüksek çekim kapasitesi,
- Geniş ısı aralıklarında etkin olabilmektedir,
- Doygun halde bile şeklini korur, ortamdaki nemi çektiği zaman şekilsel bir deformasyona uğramaz
- Dağılma ve tozlaşma azdır.
- Kimyasal olarak duraylı ve non-toksiktir, bu durum elektronik aletlerin saklandığı koşullarda istenilen bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Tablo 5.1. de moleküler sieve'nin genel özellikleri verilmiştir.

Tablo 5.1: Moleküler Sievenin tipik özellikleri

Gözenek çapı/nm	0.3	0.4	1.0
Kimyasal Kompozisyon	Potasyum alumino silikat	Sodyum alumino silikat	Sodyum alumino silikat
İşme yoğunluğu (Kg/m ³)	700-800	700-800	600-700
Sıkışma direnci N	10-20	10-20	10-20
Delta T /°C	35 min	35 min	35 min

Moleküler sieve su, amonyak, alkol, keton, aldehit, sulfur dioksit, hidrojen sulfite, metan, karbon dioksit ve karbon monoksit gibi maddeleri çekme özelliğine sahiptir.

5.3.1.2. Silika Jel

Yüksek kapasiteli sentetik absorbanlardır. Kuru ortam istenilen her noktada kullanılan rutubeti yüksek verimlilikle bünyesinde tutan bir malzemedir.

Mikroskobik olarak incelendiğinde, mikro düzeyde gözeneklerden (porlar) ve kılcal bir ağ sisteminden oluşmaktadır. Fiziksel absorpsiyon yoluyla rutubeti ve por yapısından girebilecek molekül çapına sahip gaz moleküllerini kendine çekerek mikro gözeneklerde yoğunlaştırma yoluyla tutmaktadır. Foto 5.2. de silika jelin genel görünüşü verilmiştir.



Foto 5.2: Silika Jel

Sentetik nem giderici olarak kullanılmakta olan Silika Jel'in kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır:

- Endüstriyel hava kurutma sistemleri, sülfonasyon tesis kolonları, kurutma sistemleri gibi büyük ölçekli hava kurutma sistemlerinde,
- İstenmeyen gazların uzaklaştırılmasında,
- Rutubet istenmeyen her tür ortamlarda,
- İlaç ambalajlarında ve depolanmasında,
- Gıda ürünlerinin korunmasında,
- Elektronik Malzemelerin korunmasında,
- Hassas birçok malzemenin kuru ve güvenli saklanması için kullanılmaktadır.

Üretilen silikajellerin büyük özenle tasarlanarak maksimum verimi alınması amaçlanmaktadır.

Üretilen silikajellerin bazı standart özellikleri olmalıdır;

- Yüksek emiş gücüne sahip olmalı,
- Tekrar kullanılabilmeli,
- Özelliklerini suya doygun veya kuru halde koruyabilmeli,
- Duraylı ve non-toksik olmalı,
- Düşük dozda tozumalı ve ideal paketleme için yuvarlak geometrili taneciklerden oluşmalı,
- Mekanik direnci uygun olmalı,
- Yüksek gözeneklilik sayesinde su buharı ve diğer kutupsal gazları hızla çekmelidir..

Silika jelin diğer nem alıcı ürünlerden ayıran özellikleri Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2: Silika Jel’in tipik özellikler

ÖZELLİKLER	SINIR DEĞERLER
SiO ₂	99% min
BET – Yüzey alanı	800 m ² /g
Gözenek hacmi	0.4 ml/g
Ortalama gözenek çapı	20A
Artık nem	2% max
Reaktivasyon ısısı	100-160°C

İki tip silikajel üretilmektedir. Bunlardan ilki olan mavi indikatörlü silikajel; Kobalt klörür ile boyanmış mavi renkteki silikajellerdir. Absorbe ettiği nem miktarı arttıkça renk önce pembeye sonra beyaza dönüşmektedir. Böylece silikajelin nem alıp almadığı görsel olarak izlenebilmekte ve kontrol edilmektedir.

Nefes alabilen paketler en dışta vakum torbaları ile kapatılmaktadır, böylece kullanım anına kadar atmosferik iletişimi kesilmelidir.

İkinci tip silikajel olan turuncu indikatörlü silikajel; organik indikatör kimyasalları kullanılarak üretilen, yeni nesil silikajellerdir. Organik içeriğinden dolayı insan sağlığına ve çevreye dost bir üründür. Nem tutukça turuncu renk kaybolmaktadır. Turuncu renk indikatörlü silika jellerde aranan özellikler Tablo 5.3’te verilmiştir.

Tablo 5.3: Kimyasal ve fiziksel özellikler

ÖZELLİKLER	SINIR DEĞERLER
Kimyasal formül	SiO ₂ . n(H ₂ O)
Ekilsel yapısı	Cas No 7631 . 86 . 9
SiO ₂ içeriği	~ 99.7% (min 99,5%)
Nem içeriği	< 1,0%
Ateşleme kaybı (650 ⁰ C)	max. 6,5 %
Şişme yoğunluğu g/l	720
Mekanik dayanım	96%
Tane çapları	1.3 mm, 3.5 mm, 2.5 mm
Nitelikli tane oranı	≥ 90 %
Ph (% 10 Çözeltide)	4 . 6

Bu tür silika jellerde aranan performans özellikleri Tablo 5.4'te görülmektedir.

Tablo 5.4: Performans özellikleri

⁰ 25 C'Deki Nem Tutma Kapasitesi	Eşik Değer
%20 bağıl nemlilikte	min.%12
%40 bağıl nemlilikte	min.%24
%80 bağıl nemlilikte	min %35
Reaktivasyon sıcaklığı	max 200 ⁰ C

5.3.1.3. Aktifleştirilmiş Alüminyum

Aktifleştirilmiş alüminyum işleminden geçirilerek nem giderici kullanılmaktadır. Aktifleştirilmiş alüminyum fazla florit, arsenik ve selenyum gibi kirleticileri bünyesinden uzaklaştırılarak, genellikle 0.5-1.5 mm, 2-5 mm ve 5-8 mm boyutlarındaki boncuklar halinde üretilmektedir. Aktifleştirilmiş alüminyum soğutucularda ve ayrıca gaz ve akışkanların kurutulmasında kullanılmaktadır. Foto 5.3 de Aktifleşmiş Alüminyum görülebilmektedir.



Foto 5.3: Aktifleştirilmiş Alüminyum

5.3.2. Doğal Nem Alıcılar

5.3.2.1. Kil Nem Alıcılar

Kil doğada oluşan, kimyasal olarak duraylı ve diğer toprak çeşitlerine nazaran daha fazla su buharı çekme kapasitesine sahip bir malzemedir. Montmorillonitçe zengin bentonit kili özellikle nem alıcı olarak tercih edilmektedir.

Kalsiyumca zengin bu montmorillonit kilinin tabakalı yapısı su emme kapasitesini arttırmaktadır. Absorpsion yüzeylerde ve tabaka aralarında gerçekleşmektedir. Kil doğal bir malzeme olduğundan silikajel ve moleküler sieve den daha ekonomiktir. Bentonitten üretilen nem gidericilerin US MIL D-3456E standartlarına uygun olması üretilmesi gerekmektedir.

Kil, kraft, dokuma ve Tyvek gibi özel ürünlerle paketlenmesi gerekmektedir. Dupond firmasının bulup geliştirdiği kaotik dokunmuş ve bu sebeplede tek yönlü girişe izin veren bir tür kumaş bu amaçla kullanılmaktadır.

Kil kökenli nem alıcıların avantajları aşağıda açıklanmıştır;

- Doğaldır,
- Kimyasal açıdan duraylıdır,
- Kritik nem oranlarında absorpsion işlemi hızla gerçekleşmektedir,
- Yüksek nem absorbe kapasitesi ne sahiptir,
- Tekrarlı kullanıma uygundur.

Nem gidericilerde aranan özellikler ve sınır değerleri Tablo 5.5 de sunulmuştur.

Tablo 5.5: Kil nem alıcılarının özellikleri.

ÖZELLİK	SINIR DEĞER
Nem içeriği	%1.0 max
pH	5-8
Suda çözünebilir sülfat	%1 max
Suda çözünebilir klorit	%0.05 max
Tane boyutu 0.25 mm'den daha az	%0.5'den daha az
Tane boyutu 6.7 mm'den daha az	sıfır
Toz	%0.5 max

Kil desikantlar uluslararası kargo taşımacılığında nem problemlerine karşı korunmak için dünya çapında kullanılmaktadır. Elektronik aletlerde asidik reaksiyona sebep olmayan desikantların kullanılması uygundur çünkü normal desikantların içerisindeki asit bileşikleri aleti kötü etkileyebilmektedir. Foto 5.4 de kil nem alıcının genel görünümü verilmiştir.



Foto 5.4: Kil nem alıcı.

5.4. Nem Alıcı Seçimi

5.4.1. Seçime Etki Eden Faktörler

Nem alıcı materyeller konteynırın içine girmiş nemi kapasiteleri kadar bünyelerine alarak malzemelerin zarar görmesini engellemektedir. Nem alıcı seçiminde şu hususlara dikkat etmek gerekmektedir;

- 1) Nem alıcının hacim/ağırlık ve nem absorbe kapasite ilişkisi; çeşitli miktar ve özelliklerde sağlanabilen nem alıcı paketlerini, uygun kapasite ve miktarda seçmek gerekmektedir.
- 2) Fiziksel formu ve duraylılığı;nem alıcı malzeme atmosferle arasındaki diffüzyonu sağlayacak max yüzeyi sağlamak için granüler yada tablet şeklinde olmalıdır. Bunun yanında nemi çekme durumunda içinde bulunduğu kaba zarar vermeyecek şekilde paketlenmesi gerekmektedir.
- 3) Konumu; nem alıcı paketlerinin sıkıca tutturulmuş ve konteyner içinde düzgün bir şekilde yerleştirilmiş olması gerekmektedir.

5.4.2. Optimum Kullanım Miktarının Hesaplaması

Nem alıcıların nem çekme kapasiteleri çok çeşitlidir. Fakat her çeşit ve miktar için ayrı hesaplama pratik olmayacaktır. Bunu önlemek için “Basic Desiccant” (BD) adı verilen bir formül geliştirilmiştir.

W= BD'nin ağırlığı (gr)

A= Nem bariyerinin alanı (m²)

D= Nem çekebilecek malzemenin ağırlığı

M= Max depolama zamanı (ay)

R= Bariyerin %90 bağıl nemlilikte ve 38° C altında her 24 saatte ölçülmüş gr/m² geçirimsizlik oranı

V= Bariyer içindeki havanın hacmi (dm³)

Dunnage Factor: Konteyner içerisindeki malzemenin türüne bağlı

- Nem içeriği %14'den fazla olan tahta için; D/5
- Keçe, karton gibi maddeler için; D/8
- Nem içeriği %14'den az kontraplak ve tahtalar için; D/10

W= 40*A*R*M + 32 milibar basınç altındaki tropikal depolama Dunnage Factor

W=11*A*R*M + 10 milibar basınç altındaki ılık iklimde depolama Dunnage Factor

W=V/6 + tamamiyle geçirimsiz hava ve nem koşulunu sağlayan Dunnage Factor

5.5. Lalapaşa Bentonitinin Nem Giderme Özellikleri

Edirne –Lalapaşa ve yöresine ait bentonitler iki farklı ocaktan alınan bentonit numuneleri üzerinde yapılan karşılaştırmalı deneyler yardımıyla incelenmiştir. Yapılan deneyler

sonucu bu bentonitlerin döküm veya sondaj bentoniti olarak kullanılabilmesi için standartlara uygun özelliklere sahip olmadıkları saptanmıştır. Bu bölümde Ark Bayırı ve Camcılar ocaklarından alınan bentonitlerin saf olarak ve modifiye edilerek rutubet kontrolünde kullanılabilirliği tartışılacaktır.

5.5.1. Ark Bayırı Ocağı

Çalışma alanının ortasında yer alan Ark Bayırı Ocağına ait açık renkli bentonitler İslambeyli formasyonuna ait kireçtaşı ve marn seviyeleri arasında yaklaşık 3m kalınlıkta yer almaktadır. Ark Bayırı Ocağından alınan bentonit numunesi içerisinde beyaz mika, muskovit, turmalin, hornblend ve kuvars kırıntılarının olduğu gözlenmiştir.

Ocaktan alınan numunenin rutubet kontrolünde kullanılabilirliğinin tespiti ve modifikasyonu sırasında Amerikan standartlarından yararlanılmıştır. Tablo 5.6. da MIL-D 3463E standartına göre nem alıcı kilin relatif nem (%)- su buharı absorpsiyon kapasite tablosu verilmiştir.

Tablo 5.6: MIL-D 3463E standartına göre nem alıcı kilin relatif nem (%)- su buharı absorpsiyon kapasite tablosu.

Relatif Nem(%)	Absorpsiyon Kapasitesi(%)
10	7 ± 0,2
20	10,6 ± 0,2
40	16 ± 0,5
60	24 ± 0,5
80	32 ± 0,5

Rutubet kontrolü için %40 relatif rutubete ve 25⁰C sıcaklığa sahip bir ortam oluşturulmuştur.

Molekül ağırlığı 297,5gr olan Zn(NO₃)₂.6H₂O'nun içerisinde 189,5gr Zn(NO₃)₂ bulunmaktadır. 25⁰C'de 118 gr Zn(NO₃)₂ ın 100gr H₂O içerisinde tam olarak çözünebildiğini göz önüne alırsak 189,5gr Zn(NO₃)₂.6H₂O nun tam olarak çözünebilmesi için 17.78gr H₂O ya ihtiyacı vardır. Kimyasalın %40'lık bir kısmının çözünmeden kristal halde kalması istendğinden 100 gr Zn(NO₃)₂.6H₂O ya ilave edilecek H₂O miktarı 10gr olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen veriye göre 100gr Zn(NO₃)₂.6H₂O ve 10 gr H₂O cam bir kaptaki karıştırılmıştır.

Karışımın izole bir ortamda %40 relatif nemlilikte bir ortam sağlayacağı öngörülmüştür. Kap içerisindeki karışım şeffaf ve ağzı vakumlu bir ortama yerleştirilmiştir. Foto 5.5. de deney için kullanılan araçlar ve kimyasallar görülmektedir.



Foto 5.5: Rutubet çekme deneyi esnasında kullanılan araçlar ve kimyasallar.

Deneylere başlamadan önce ortamın istenen rutubet oranına sahip olduğu bir rutubet ölçer vasıtasıyla kontrol edilmiştir. Bunun için vakumlu bir kaba yerleştirilmiş kimyasal karışımın ortamdaki relatif nem oranını sabitlenmesi beklendikten sonra, rutubet ölçere ait prop kap içerisine bir delikten sokulmuş ve deliğin etrafı hiçbir açıklık kalmayacak şekilde silikonla kapatılmıştır. Rutubet ölçer kapalı kaptaki relatif nem oranının %40 olduğunu göstermiş ve böylece rutubet çekme kapasitesi deneyi için hedeflenen %40 relatif nem oranının sağlandığını ispatlamıştır. Foto 5.6. da ortamın rutubetini %40da sabit tutması beklenen kimyasal karışımın doğruluğunu ispatlamak için rutubet ölçer ile oluşturulan düzenek görülmektedir.



Foto 5.6: Rutubet ölçer ve içerisindeki havanın rutubeti ölçülen hücre.

Böylelikle numune gruplarının yapay olarak oluşturulmuş 25°C ısıya ve %40 relatif nemliliğe sahip kapalı ortam içerisinde 24 saatte ne kadar rutubet çektikleri incelemek için gereken koşullar sağlanmıştır.

Ark Bayırı Ocağından alınan bentonit 3 farklı deney seti oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. İlk set için bentonit hiç bir fiziksel zorlamaya maruz kalmadan yıkayarak ayrılmıştır.. İkinci set için bentonit stoktan alınan numunenin öğütülerek elenmeden hazırlanmasıyla hazırlanmıştır. Üçüncü set için bentonit öğütüldükten sonra 200μ 'lik eleğin altına geçecek şekilde elenerek oluşturulmuştur.

Bu üç farklı numune seti için saf haldeki ve kademeli olarak MgO ve CaCl_2 eklemek suretiyle modifiye edilmiş bentonitler kullanıldı.

5.5.1.1. Yıkılarak Saflaştırılmış Bentonit

Ark Bayırı Ocağından alınmış olan bir miktar bentonit saf su içerisinde 24 saat süresince bekletilmiştir. 24 saat sonrasında bentonit tanelerinin ağırlık farkından dolayı zemini oluşturan kum ve çakıl tanelerinden ayrılarak en üstte bir tabaka oluşturduğu gözlenmiştir. Tamamiyle ayrılmış zemini bolca saf suyla azar azar karıştırılmış ve askında kalan bentonit taneleri saf suyla beraber bir kapta 24 saat

dinlenmeye bırakılmıştır. 24 saat sonunda bentonitin tamamıyla dibe çöktüğü görülmüştür. Su içerisindeki bentonit 105⁰C'de 24 saat bekletildikten sonra öğütülmüş ve 200 μ 'in altına geçecek şekilde elenmiştir.

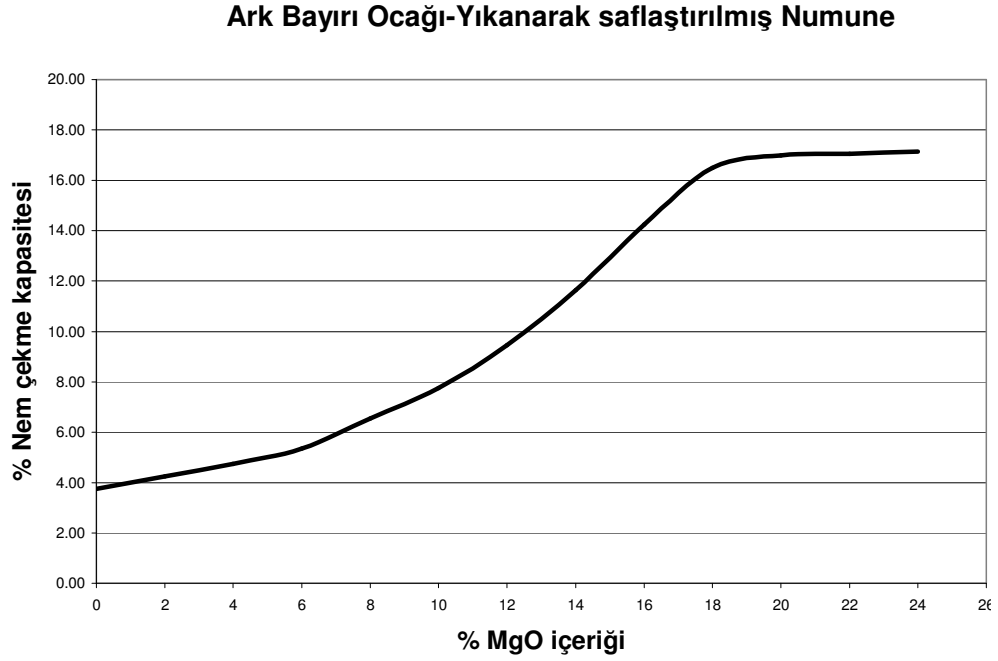
Bentonit öncelikle 105⁰C sıcaklıktaki fırında bekletilerek tüm nemini kaybettikten sonra oda sıcaklığına soğuyana kadar desikatörde bekletilmiştir. 10 gr bentonit ölçülerek 400⁰C derece sıcaklıkta 1 saat bekletilerek kalsine edilmiştir. Kalsinasyon işlemi tamamlanan bentonit havayla en az temas edecek sürede sadece numune konulduğu zaman içerisinde boşluk kalmayacak küçüklükte cam bir kavanoza aktarılmıştır. Bu sayede çok yüksek ısıdaki bentonitin soğuma esnasında tamamen havasız bir ortamda hiç rutubet almadan oda sıcaklığına kadar soğuması sağlanmıştır. Soğuyan 10 gr numune cam üzerine yayılarak %40 relatif rutubete sahip kapalı ortam içerisine konulmuştur. 24 saat sonra ölçülen ağırlığı farkı bentonitin çektiği rutubet miktarını vermiştir. Foto 5.7. de yıkanarak saflaştırılmış bentonitin rutubet çekme özelliğini araştırmak için hazırlanan deney düzeneği görülmektedir.



Foto 5.7: Yıkanarak saflaştırılmış bentonitin rutubet kontrol deneyi.

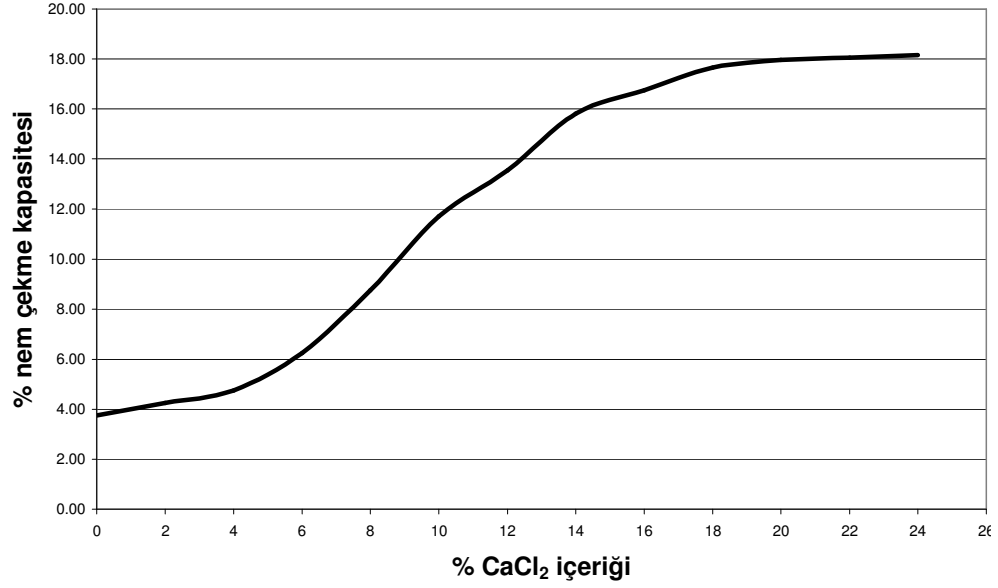
Aynı işlem; yıkanarak saflaştırılmış bentonite toplam numune miktarı 10gr olacak şekilde ayrı ayrı %2, %4,%6, %8, %10, %12, %14, %16, %18, %20, %22 ve %24

oranında MgO ve CaCl₂ ilavesi suretiyle modifiye edilmiş numunelere uygulanarak rutubet çekme kapasiteleri test edilmiştir. Böylelikle Ark Bayırı Ocağından alınarak yıkanarak saflaştırılmış bentonitten 25 farklı numune üretilmiştir. Yıkanarak saflaştırılmış ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği Şekil 5.1 de ve yıkanarak saflaştırılmış ve CaCl₂ ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl₂ içeriği grafiği Şekil 5.2 de verilmiştir.



Şekil 5.1: Yıkanarak saflaştırılmış ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği.

Ark Bayırı Ocağı-Yıkanarak saflaştırılmış Numune



Şekil 5.2: Yıkanarak saflaştırılmış ve CaCl₂ ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl₂ içeriği grafiği.

5.5.1.2. Öğütülmüş Bentonit

Ark Bayırı Ocağından alınmış olan bentonit 105⁰C’de 24 saat bekletildikten sonra agat bilezikli öğütücüde taneler ortalama kil boyutuna gelene kadar 1’er dakika öğütülmüştür. Bentonitin saf haliyle ve değişik yüzdelerde MgO ve CaCl₂ eklemek suretiyle modifiye edilmiş olarak rutubet çekme kapasitesi test edilmiştir. Toplam numune miktarı 10gr olacak şekilde, MgO ve CaCl₂ %2, %4,%6, %8, %10, %12, %14, %16, %18, %20, %22 ve %24 oranlarında ayrı ayrı bentonite ilave edilmiştir. Böylelikle Ark Bayırı Ocağından alınarak sadece öğütülmüş bentonitten 25 farklı numune üretilmiştir.

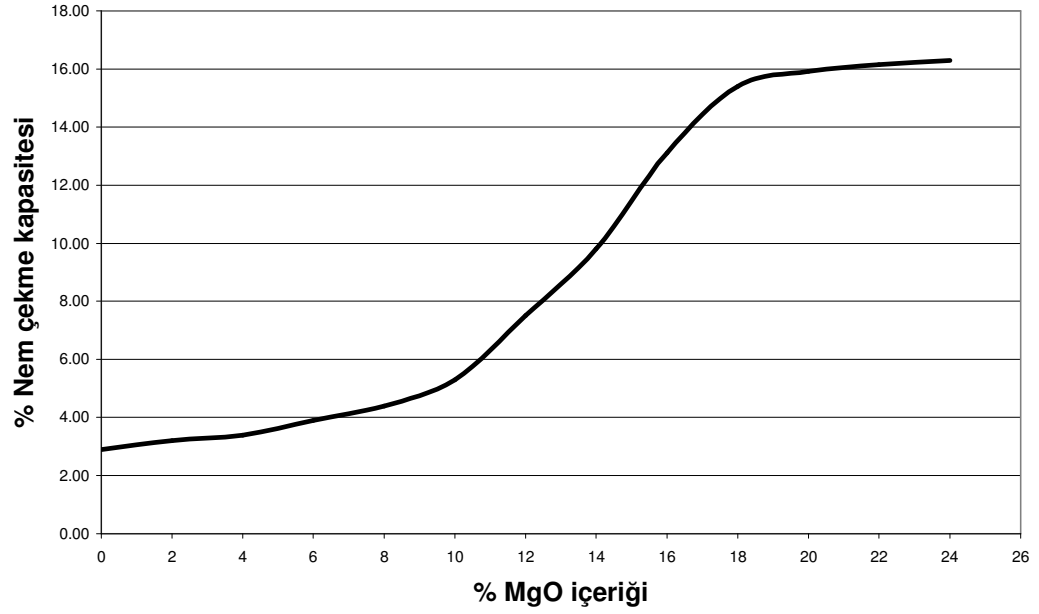
Bentonit öncelikle 105⁰C sıcaklıktaki fırında bekletilerek tüm nemini kaybettikten sonra oda sıcaklığına soğuyana kadar desikatörde bekletilmiştir. 10 gr bentonit ölçülerek 400⁰C derece sıcaklıkta 1 saat bekletilerek kalsine edilmiştir. Kalsinasyon işlemi tamamlanan bentonit derhal numune konulduğu zaman içerisinde boşluk kalmayacak küçüklikte cam bir kavanoza aktarılmıştır. Bu sayede çok yüksek ısıdaki bentonitin soğuma esnasında tamamen havasız bir ortamda hiç rutubet almadan oda sıcaklığına kadar soğuması sağlanmıştır. Soğuyan 10 gr numune cam üzerine yayılarak %40 relatif rutubete sahip kapalı ortam içerisine konulmuştur. 24 saat

sonra ölçülen ağırlığı farkı bentonitin çektiği rutubet miktarını vermiştir. Aynı işlem toplam 10gr olacak şekilde içerisine MgO veya CaCl₂ eklenen her numune için tekrarlanmıştır. Tablolarda numunelerin % kimyasal içerikleri ve % nem çekme kapasiteleri görülmektedir. Şekil 5.3. de öğütülmüş ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği ve Şekil 5.4. de Öğütülmüş ve CaCl₂ ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl₂ içeriği grafiği verilmektedir. Rutubet çekme deneyi esnasında bentonit ve kimyasalın yerleştirildiği kapakları kapalı hücre Foto 5.8. de görülmektedir.



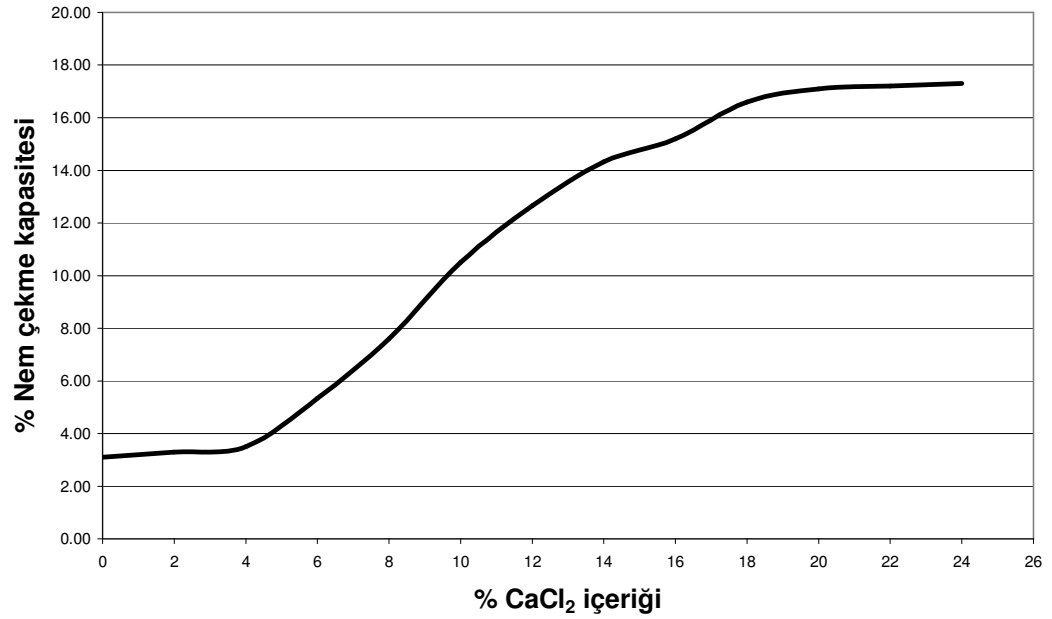
Foto 5.8: Bentonitin rutubet kontrol deneyi.

Ark Bayırı Ocağı-Öğütülmüş Numune



Şekil 5.3: Öğütülmüş ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği.

Ark Bayırı Ocağı-Öğütülmüş Numune



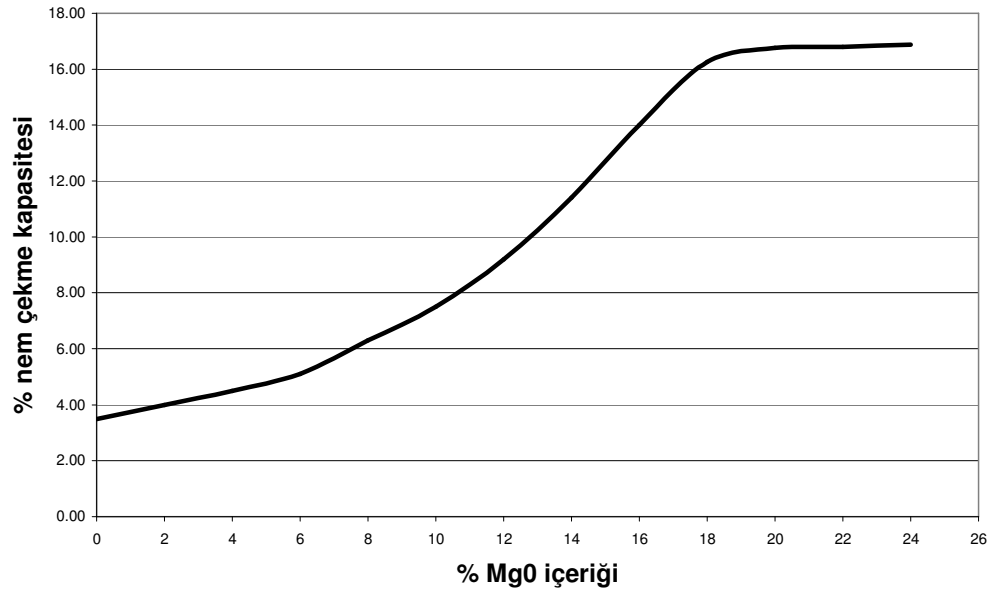
Şekil 5.4: Öğütülmüş ve CaCl₂ ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl₂ içeriği grafiği.

5.5.1.3. Elenerek Zenginleştirilmiş Bentonit

Ark Bayırı Ocağından alınmış olan bentonit 105⁰C’de 24 saat bekletildikten sonra agat bilezikli öğütücüde taneler ortalama kil boyutuna gelene kadar 1’er dakika öğütülmüştür. Öğütülen bentonit 200 nolu elekten geçirilir. Boyutu 200µ’in altındaki bentonitin saf haliyle ve değişik yüzdelerde MgO ve CaCl₂ eklemek suretiyle modifiye edilmiş olarak rutubet çekme kapasitesi test edilmiştir. Toplam numune miktarı 10gr olacak şekilde, MgO ve CaCl₂ %2, %4,%6, %8, %10, %12, %14, %16, %18, %20, %22 ve %24 oranlarında ayrı ayrı bentonite ilave edilmiştir. Böylelikle Ark Bayırı Ocağından alınarak sadece öğütüldükten sonra bentonitten 25 farklı numune üretilmiştir. Elenerek zenginleştirilmiş numunenin sadece öğütülmüş numuneden daha iyi sonuç göstereceği beklenmektedir. Bunun sebebi zenginleştirme işlemi sonucunda yeni numunenin daha saf olması ve bentonit miktarının daha fazla olmasıdır.

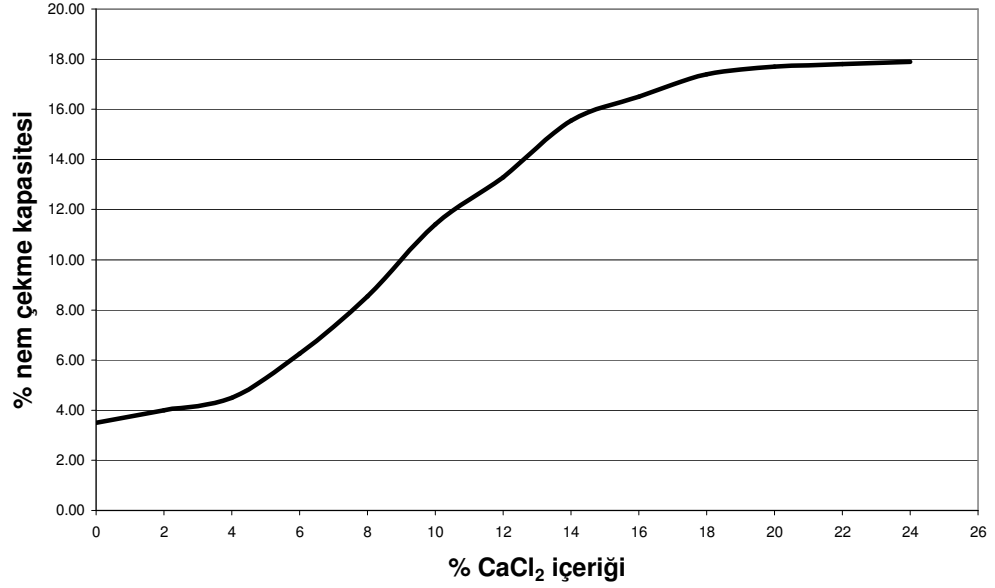
Elenerek zenginleştirilmiş bentonit ile hazırlanan numuneler modifikasyon ve kalsinasyon işlemlerinden geçirildikten sonra daha önceki bölümde bahsedilmiş olan %40 relatif rutubete sahip haznede 24 saat bekletilmek suretiyle rutubet çekme kapasiteleri tespit edilecektir. . Şekil 5.5. ve Şekil 5.6. numunelerin % kimyasal içerikleri ve % nem çekme kapasiteleri görülmektedir.

Ark Bayırı Ocağı-Elenmiş Numune



Şekil 5.5: Elenerek zenginleştirilmiş ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği.

Ark Bayırı Ocağı-Elenmiş Numune



Şekil 5.6: Elenerek zenginleştirilmiş ve CaCl₂ ilavesiyle modifiye edilmiş Ark Bayırı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl₂ içeriği grafiği.

5.5.2. Camcı Ocağı

Çalışma alanının kuzey doğusunda yer alan Camcı Ocağına ait yeşilimsi gri renkli bentonitler İslambeyli formasyonuna ait kireçtaşı ve marn seviyeleri ve Trakya formasyonu arasında yaklaşık 5m kalınlıkta yer almaktadır. Camcı Ocağından alınan bentonit numunesi içerisinde siyah mika, turmalin, hornblend, feldspat ve kuvars kırıntıları olduğu gözlenmiştir.

Ocaktan alınan numunenin rutubet kontrolünde kullanılabilirliğinin tespiti ve modifikasyonu sırasında Amerikan standartlarından yararlanılmıştır.

Rutubet kontrolü için %40 relatif rutubete ve 25⁰C sıcaklığa sahip bir ortam oluşturulmuştur. Bu işlem bölüm 6.3.2’de detaylı olarak anlatılmıştır.

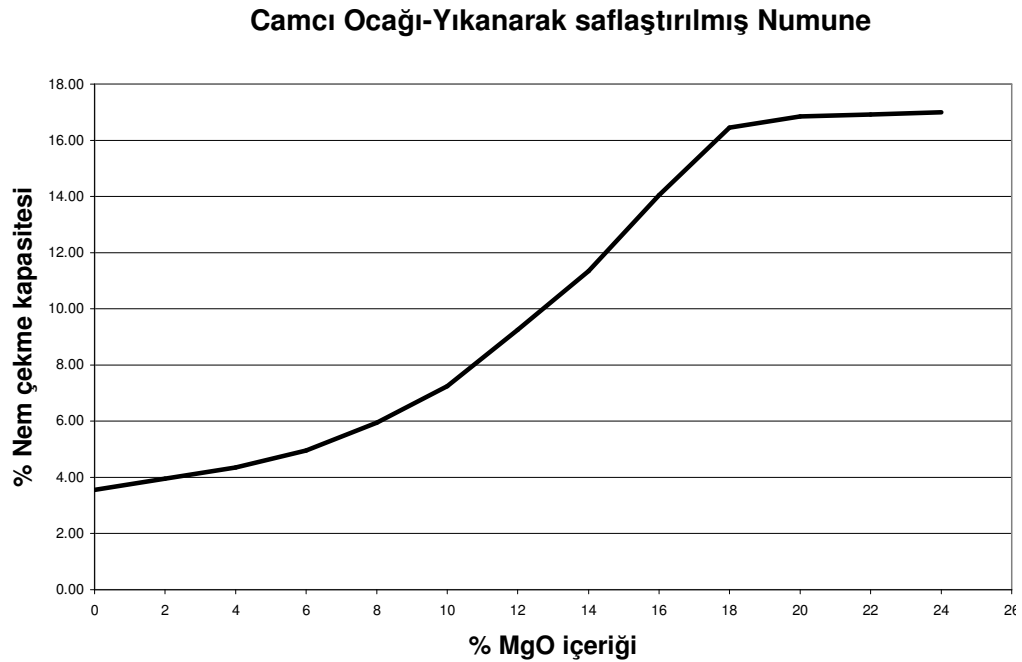
Camcı Ocağından alınan bentonit 3 farklı deney seti oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. İlk set için bentonit hiç bir fiziksel zorlamaya maruz kalmadan yıkayarak ayrılmıştır.. İkinci set için bentonit stoktan alınan numunenin öğütülerek elenmeden hazırlanmasıyla hazırlanmıştır. Üçüncü set için bentonit öğütüldükten sonra 200µ’lik eleğin altına geçecek şekilde elenerek oluşturulmuştur.

Bu üç farklı numune seti için saf haldeki ve kademeli olarak MgO ve CaCl₂ eklemek suretiyle modifiye edilmiş bentonitler kullanıldı.

5.5.2.1. Yıkılarak Saflaştırılmış Bentonit

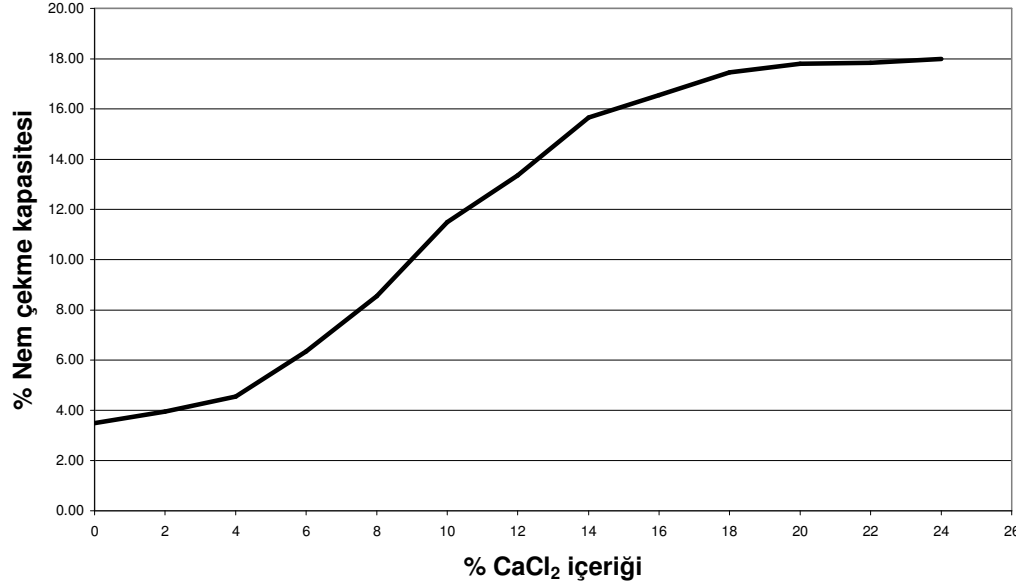
Camcı Ocağından alınmış olan bir miktar bentonit bölüm 6.3.1.1' de anlatıldığı gibi hazırlanmıştır.

Yıkılarak saflaştırılmış bentonite toplam numune miktarı 10gr olacak şekilde ayrı ayrı %2, %4,%6, %8, %10, %12, %14, %16, %18, %20, %22 ve %24 oranında MgO ve CaCl₂ ilavesi suretiyle modifiye edilmiş numunelere uygulanarak rutubet çekme kapasiteleri test edilmiştir. Böylelikle Camcı Ocağından alınarak yıkılarak saflaştırılmış bentonitten 25 farklı numune üretilmiştir. Şekil 5.7 ve Şekil 5.8 de numunelerin % kimyasal içerikleri ve % nem çekme kapasiteleri görülmektedir.



Şekil 5.7: Yıkılarak saflaştırılmış ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği.

Camcı Ocağı-Yıkanarak saflaştırılmış Numune



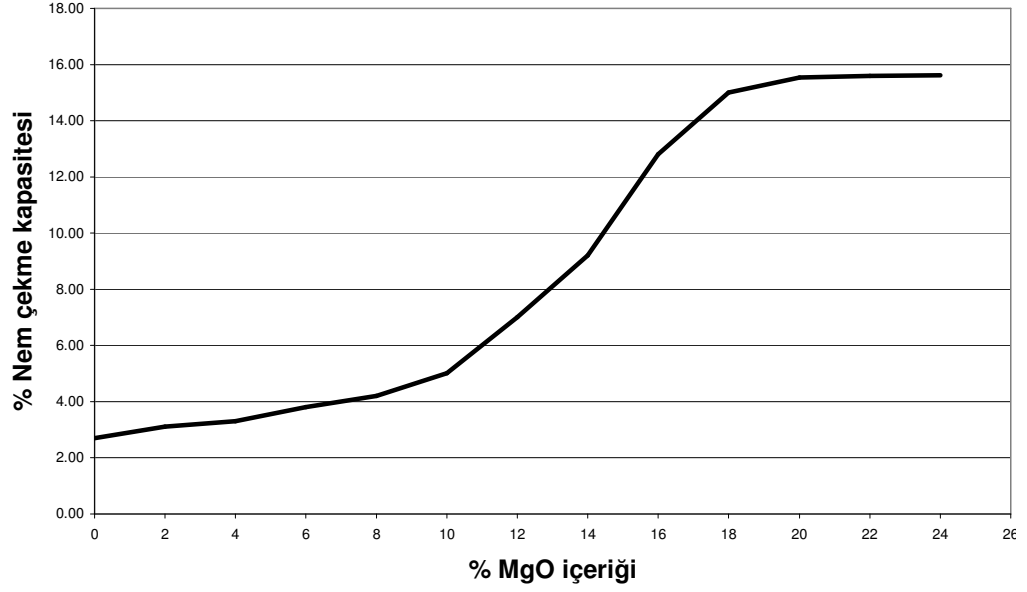
Şekil 5.8: Yıkanarak saflaştırılmış ve CaCl₂ ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl₂ içeriği grafiği.

5.5.2.2. Öğütülmüş Bentonit

Camcı Ocağından alınmış olan bir miktar bentonit bölüm 6.3.1.2' de anlatıldığı gibi hazırlanmıştır.

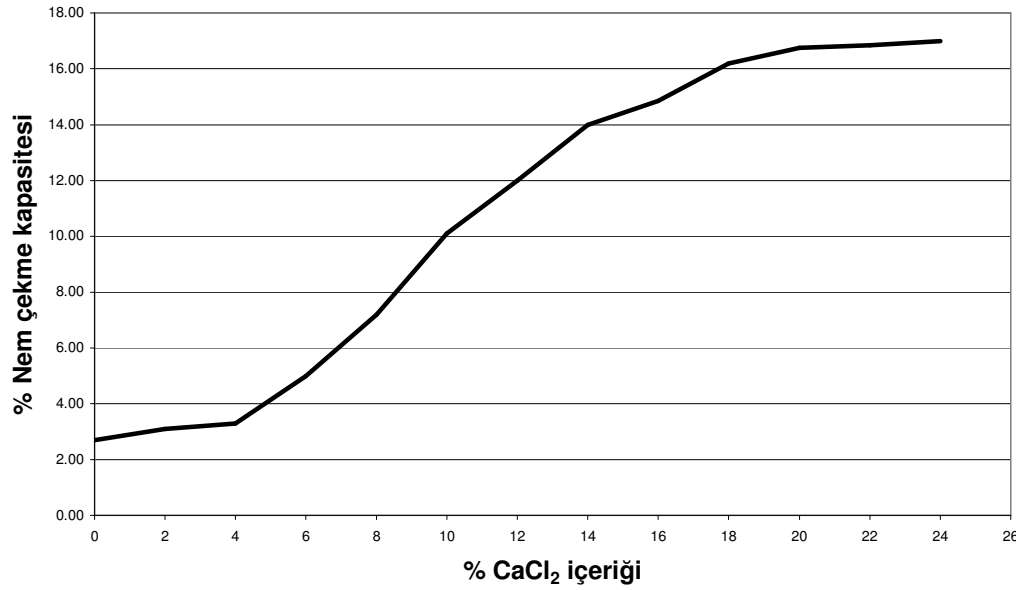
Sadece öğütülmüş bentonite toplam numune miktarı 10gr olacak şekilde ayrı ayrı %2, %4, %6, %8, %10, %12, %14, %16, %18, %20, %22 ve %24 oranında MgO ve CaCl₂ ilavesi suretiyle modifiye edilmiş numunelere uygulanarak rutubet çekme kapasiteleri test edilmiştir. Böylelikle Camcı Ocağından alınarak sadece öğütülmüş bentonitten 25 farklı numune üretilmiştir. Şekil 5.9 ve Şekil 5.10 de numunelerin % kimyasal içerikleri ve % nem çekme kapasiteleri görülmektedir.

Camcı Ocağı-Öğütülmüş Numune



Şekil 5.9: Öğütülmüş ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği.

Camcı Ocağı-Öğütülmüş Numune



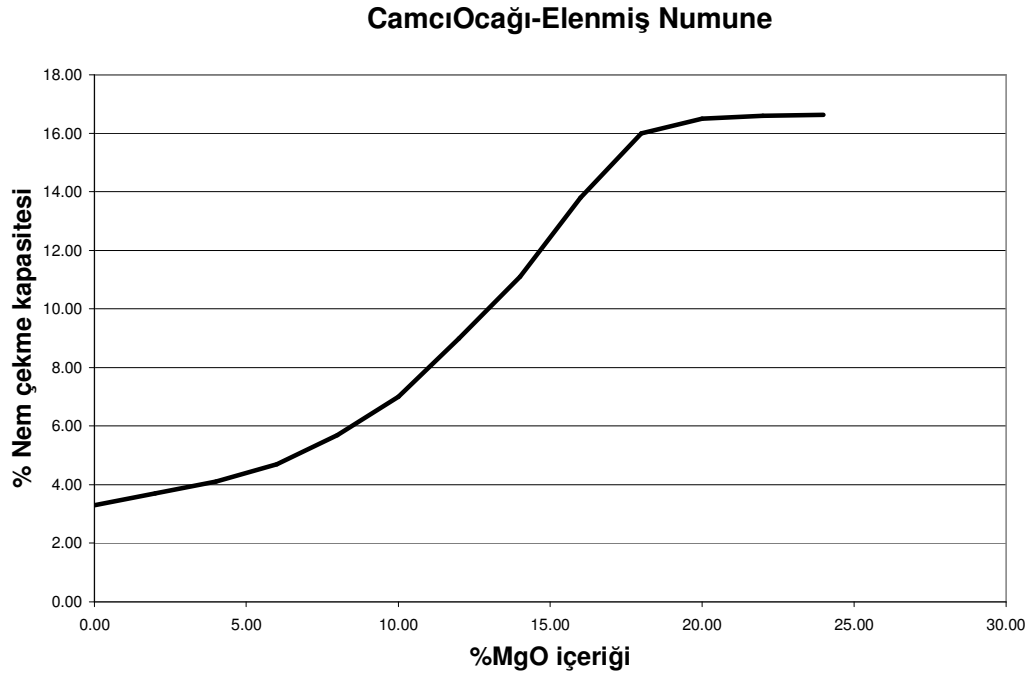
Şekil 5.10: Öğütülmüş ve CaCl₂ ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl₂ içeriği grafiği.

5.5.2.3. Elenerek Zenginleştirilmiş Bentonit

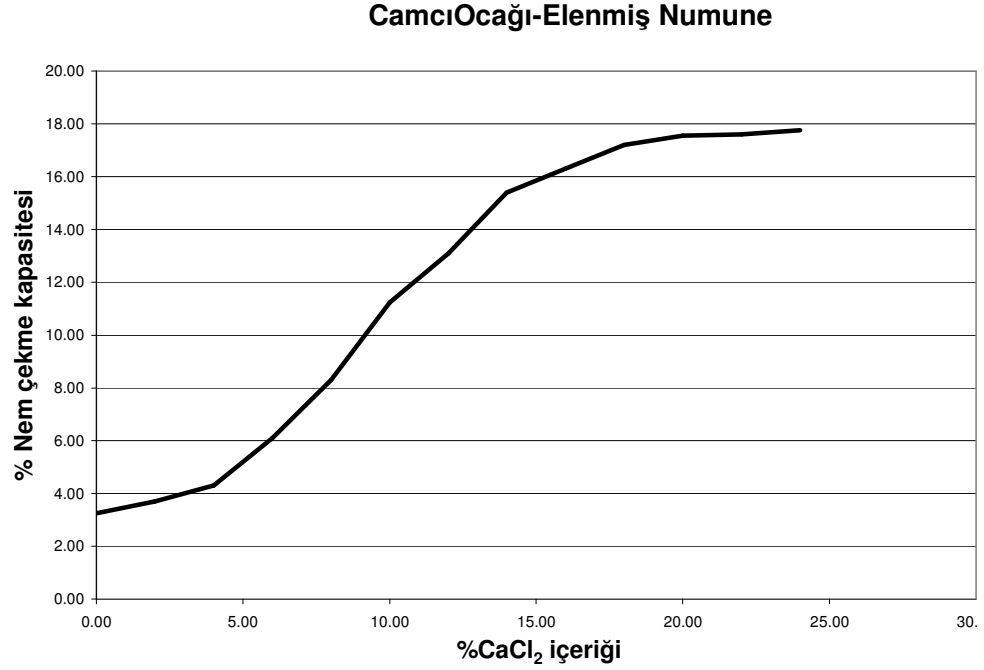
Camcı Ocağından alınmış olan bir miktar bentonit bölüm 6.3.1.2' de anlatıldığı gibi hazırlanmıştır.

Elenerek zenginleştirilmiş bentonite toplam numune miktarı 10gr olacak şekilde ayrı ayrı %2, %4,%6, %8, %10, %12, %14, %16, %18, %20, %22 ve %24 oranında MgO ve CaCl₂ ilavesi suretiyle modifiye edilmiş numunelere uygulanarak rutubet çekme kapasiteleri test edilmiştir. Böylelikle Camcı Ocağından alınarak elenerek zenginleştirilmiş bentonitten 25 farklı numune üretilmiştir.

Şekil 5.11 ve Şekil 5.12 de numunelerin % kimyasal içerikleri ve % nem çekme kapasiteleri görülmektedir.



Şekil 5.11: Elenerek zenginleştirilmiş ve MgO ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - %MgO içeriği grafiği.



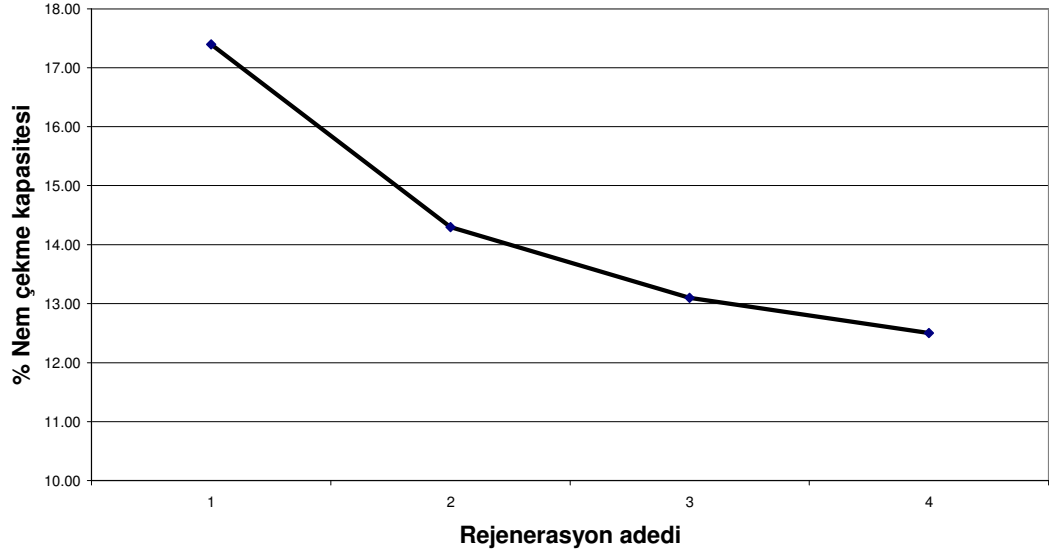
Şekil 5.12: Elenerek zenginleştirilmiş ve CaCl₂ ilavesiyle modifiye edililen Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % CaCl₂ içeriği grafiği.

5.5.3. Modifiye Bentonitin Tekrarlı Kullanılabilme Kapasitesi

Rutubet kontrolünde kullanılması planlanan malzemelerin tekrarlı rutubet değişimlerine duyarlı olması gerekmektedir. Bu sebepten malzemenin rutubet çekme kapasitesi kadar rejenerasyon özelliği yani rutubet kontrolünde tekrarlı kullanılabilme yeteneği göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bu amaçla modifikasyon sonucunda en iyi performansı göstermiş olan Ark Bayırı Ocağına ait % 18 CaCl₂ içeren ve elenerek zenginleştirilmiş bentonit; rejenerasyon kapasitesinin ölçülmesi için en uygun numune olarak kabul edilmiştir.

Rejenerasyon deneyi için; 10 gram modifiye numuninin % 40 relatif rutubete sahip ortamdaki ilk 24 saat sonundaki rutubet tutma kapasitesi ölçülmüş ve daha sonra kurutulmuştur. Aynı numune tekrar % 40 relatif rutubete sahip ortamda 24 saat bekletilmiş ve rutubet tutma kapasitesi ölçüldükten sonra tekrar kurutulmuştur. Aynı işlem 2 defa daha yinelenerek numunenin rutubet tutma kapasitesindeki düşüş kaydedilmiştir. Şekil 5.13 de Ark Bayırı Ocağından alınan ve %18 CaCl₂ eklenecek modifiye edilmiş numunenin rejenerasyon grafiği verilmiştir.

Rejenerasyon



Şekil 5.13: Ark Bayırı Ocağından alınan ve %18 CaCl₂ eklenerek modifiye edilmiş numunenin rejenerasyon grafiği

Grafikten görüleceği gibi numune ikinci 24 saatlik uygulama sonunda standartın altında bir rutubet çekme kapasitesi sergilemektedir. Bu uygulama göstermektedir ki rutubet kontrolünde kullanılması planlanan modifiye bentonit % 40 relatif rutubete sahip bir ortamda doyuma ulaştıktan sonra tamamiyle nemini kaybetmesi halinde ikinci bir defa aynı performansı gösterememekte ve % 3.5'luk bir performans kaybına uğrayarak standartlarına altına düşmektedir.

5.5.4. Deney Sonuçlarını İrdelenmesi

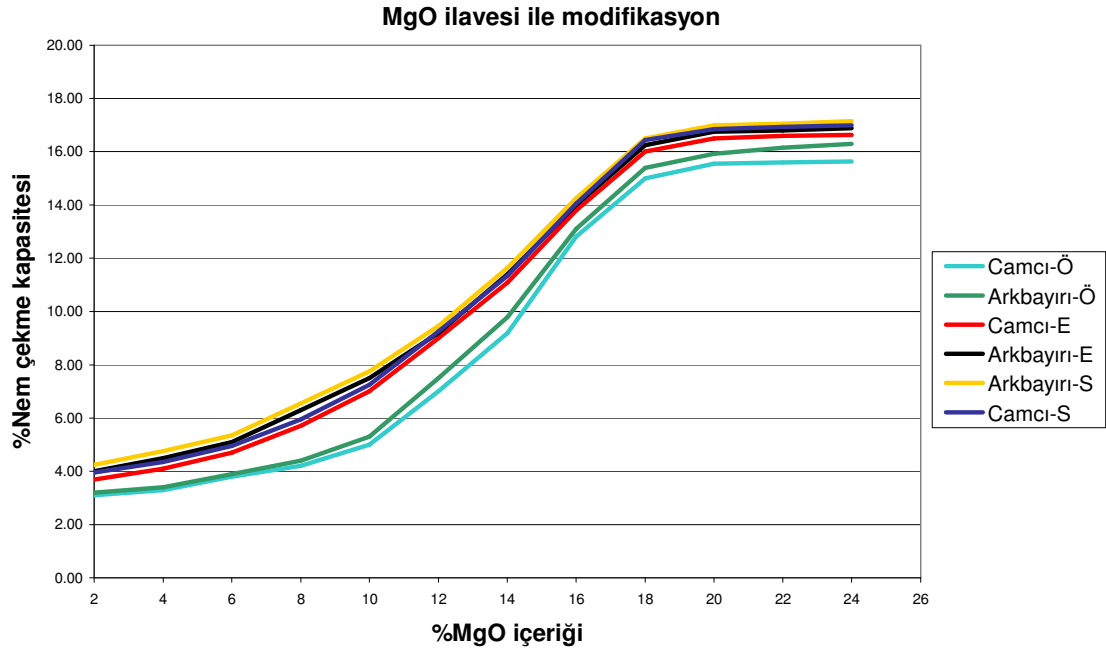
TS 5360 Döküm Bentoniti ve TS 977 Sondaj Bentoniti standartlarına göre deneyler uygulanmıştır. Deneyler için farklı amaçla hazırlanmış standartların kullanılmasının sebebi; henüz bentonitin rutubet önleyici olarak kullanımının TS olarak basılmamasıdır. Absorban killerin test edilmesi ve ambalajlanması için dünyada çeşitli standartlar bulunsada genellikle bentonitin rutubet kontrolünde kullanılabilmesi için taşıması gereken özellikler ve paketlenme prosesleriyle ilgili standartlara yer verilmektedir. Bu standartlardan bazıları MIL-D 3463E, MIL-D 3716B, BS 1133 ve DIN 55473'tür.

TS 5360'a göre yapılan deneyler; Lalapaşa Bentonitinin tamamiyle döküm bentoniti standartlarına uygun fiziksel özelliklere sahip olmadığını göstermektedir.

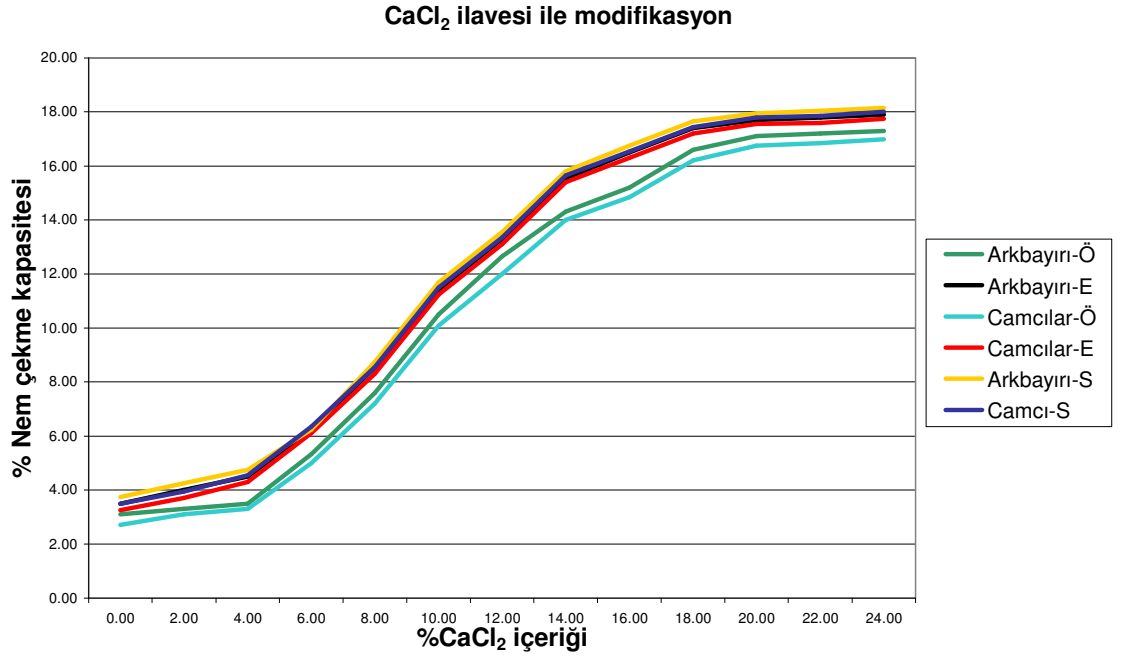
TS 977'e göre yapılan deneyler ise; Lalapaşa Bentonitinin sondaj işleminde kullanılabilecek standartlarda olmadığını gösterir.

MIL-D 3463E standartlarına göre Lalapaşa Bentonitlerinin saf haliyle rutubet kontrolünde kullanılamayacağı belirlenmiştir. Lalapaşa bentonitlerinin bu amaçla kullanılabilmesi için stok sahasından alındıktan sonra bir dizi işlemde geçirilmesi ve modifiye edilmiş bentonitin uygun koşullarda paketlenerek kullanıma sunulması gerekmektedir.

Buna göre %40 relatif rutubete sahip bir ortamda 16 ± 0.5 rutubet çekme kapasitesine sahip modifiye bentonit MgO ve $CaCl_2$ ile üretilmiştir. Şekil 5.14 ve Şekil 5.15 de Ark Bayırı ve Camcı ocaklarından alınan numunelerin %rutubet çekme- %kimyasak içeriği gösterilmektedir.



Şekil 5.14: MgO ilavesiyle modifiye edilen Ark bayırı ve Camcı ocağına ait bentonitin %Rutubet çekme - % MgO içeriği grafiği.



Şekil 5.15: CaCl₂ ilavesiyle modifiye edilmiş Arkbayırı ve Camcı ocağına ait bentonitlerin % Rutubet çekme - % CaCl₂ içeriği grafiği.

Arkbayırı ve Camcı ocaklarından alınan bentonitlerin MgO ve Ca₂O ilavesiyle modifiye edilmeleri sonucunda % rutubet çekme kapasiteleri Tablo 5.7 de verilmiştir.

	Ark Bayırı Ocağı						Camcı Ocağı					
	Öğütülmüş Bentonit		Elenerek Zenginleştirilmiş Bentonit		Yıkanarak Saflaştırılmış Bentonit		Öğütülmüş Bentonit		Elenerek Zenginleştirilmiş Bentonit		Yıkanarak Saflaştırılmış Bentonit	
	% Rutubet Çekme Kapasitesi											
% Kimyasal Katkı Oranı	MgO Katkısıyla	CaCl2 Katkısıyla	MgO Katkısıyla	CaCl2 Katkısıyla	MgO Katkısıyla	CaCl2 Katkısıyla	MgO Katkısıyla	CaCl2 Katkısıyla	MgO Katkısıyla	CaCl2 Katkısıyla	MgO Katkısıyla	CaCl2 Katkısıyla
0.00	2.90	3.10	3.50	3.50	3.75	3.75	2.70	2.70	3.30	3.25	3.55	3.50
0.20	3.20	3.30	4.00	4.00	4.25	4.25	3.10	3.10	3.70	3.70	3.95	3.95
0.40	3.40	3.50	4.50	4.50	4.75	4.75	3.30	3.30	4.10	4.30	4.35	4.55
0.60	3.90	5.33	5.10	6.25	5.35	6.25	3.80	5.00	4.70	6.10	4.95	6.35
0.80	4.40	7.60	6.30	8.54	6.55	8.75	4.20	7.20	5.70	8.30	5.95	8.55
1.00	5.30	10.50	7.50	11.42	7.75	11.70	5.00	10.10	7.00	11.25	7.25	11.50
1.20	7.50	12.65	9.20	13.30	9.45	13.55	7.00	12.00	9.00	13.10	9.25	13.35
1.40	9.80	14.32	11.40	15.55	11.65	15.80	9.20	14.00	11.10	15.40	11.35	15.65
1.60	13.10	15.20	14.00	16.50	14.25	16.75	12.80	14.85	13.80	16.30	14.05	16.55
1.80	15.40	16.60	16.25	17.40	16.50	17.65	15.00	16.20	16.00	17.20	16.45	17.45
2.00	15.92	17.10	16.75	17.70	17.00	17.95	15.55	16.75	16.50	17.55	16.85	17.80
2.20	16.15	17.20	16.80	17.80	17.05	18.05	15.60	16.85	16.60	17.60	16.92	17.85
2.40	16.29	17.30	16.88	17.90	17.15	18.15	15.63	17.00	16.63	17.75	17.00	18.00

Tablo 5.7: Modifiye Lalapaşa bentonitinin % rutubet çekme kapasitesi.

6. SONUÇLAR

Çalışma bölgesinin Kuzey Batı Trakya Neojen Havzası içinde yer alan Pliyosen, Oligosen ve Eosen yaşlı birimlerle, Kuzeyde Istranca Masifinin temelini oluşturan Permien yaşlı metamorfiklerden oluşmakta olduğu görülmüştür. Altan üste doğru Istranca Masifini oluşturan Permien yaşlı Çatmaköy Formasyonu, uyumsuz gelişen yine Permien yaşlı Şeytandere Metapegmatitleri, transgresif yapıdaki istiflenen İslambeyli Formasyonu ile üzerine uyumsuz gelen Kırklareli Kireçtaşı, yine bunları uyumsuz üzerleyen Pınarhisar Formasyonu, Süloğlu Formasyonu ve bunların üzerine uyumsuz gelen Çakıl Formasyonu izlemekte olduğu ve istifin Trakya Formasyonu tarafından örtülmekte olduğu gözlenmiştir.

Masifin genel yapısını normal fay sistemleri belirlemektedir. Birbirine dik yönde uzanan bu fay sistemlerinden ilki ve en etkili olanı, Bulgaristan sınırından başlayıp Çatalca dolaylarından Marmara denizine kadar uzanan, KB-GD uzanımlı normal faylardır. İkincil sistem ise, bu faylara dik gelişmiş, onları kesen ve öteleyen KD-GB yönlü faylardır.

Tersiyer birimleri ile metamorfik kayalar arasında açısız bir uyumsuzluk vardır ve hemen bütün dokanaklar boyunca izlenebilmektedir. İslambeyli Formasyonu'nun temel üzerindeki uyumsuzluğu açık bir şekilde görülmektedir. Lalapaşa batısı, Kırklareli kireçtaşları temel üzerinde diskordan olarak yer almaktadır. İslambeyli ve Kırklareli Formasyonlarındaki eğimler genellikle ilksel eğimler olup 15° yi pek geçmez ancak bazı yerlerde, Sinanköy de olduğu gibi 20° yi biraz geçtiği gözlenmektedir, bunun sebebinin yersel bir deformasyon olduğu düşünülmektedir. Pınarhisar Formasyonu Pınarhisar civarında, Kırklareli kireçtaşları üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır.

Eosen'de denizel olan bölgedeki aynı yaşlı birimler, Permien yaşlı birimlerin üzerine uyumsuz olarak gelmişlerdir. Üst Miyosen sonrası, bölge yükselmiş ve ırmak çökelleri olarak bilinen Trakya Formasyonu Pliyosen'de çökelmiştir. Kuvaterner'de ise alüvyonlar gelişmiştir.

Lalapaşa bentonitlerinin malzeme özelliklerini araştırmak amacıyla seçilen iki farklı ocaktan alınan numunelerin tabii tutulmuştur. TS 5360 Döküm Bentoniti ve Dünya dökümcüler birliği standartlarına göre yapılan deneyler sonucunda Camcı Ocağından alınan numune likit limit değeri 127.5 bulunarak standartın altında, şişme yüzdesi 30.3 ile standartın biraz üstünde, jelleşme katsayısı 11.11 ile standartın üstünde, smektit miktarı %89 ile standartın üstünde, termal duraylılığı %75 ile standartın üstünde, koloidal yeteneği %2.5 ile standartın altında, elek analizi sonucu 200 nolu elek altına geçen malzeme oranı % 89,67 ile standartın altında, pH değeri 7.5 ile standartın altında ve son olarak sinterleşme eşiği ise 1016⁰C ile standartın altında olduğu belirlenmiştir. TS 977 Sondaj Bentoniti standartlarına uygun olarak yapılmış olan deneyler sonucunda numunenin, elek analizi sonucu 200 nolu elek altına geçen malzeme oranı % 89,67 ile standartın oldukça altında, viskozite değeri 3.5 ile standartın oldukça altında ve filtrasyon değeri 124 ile standartın oldukça üstünde olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak Camcı Ocağından alınan bentonit numunesinin döküm bentoniti ve sondaj bentoniti standartlarına uymadığı saptanmıştır.

Ark Bayırı Ocağı bentonitlerinin rutubet çekme kapasitesinin doğal haliyle % 2.9 olduğu saptanmış ve doğal haliyle nem giderici olarak kullanılamayacağı, ancak zenginleştirme, kalsinasyon ve MgO – CaCl₂ ilavesi ile modifiye edildikten sonra rutubet çekme kapasitesi % 18.15'e kadar çıkartılmış ve modifiye edilerek kullanılabileceği laboratuvar deneyleri sonucunda saptanmıştır.

Aynı şekilde TS 5360 Döküm Bentoniti ve Dünya dökümcüler birliği standartlarına göre yapılan deneyler sonucunda Ark Bayırı Ocağından alınan numune likit limit değeri 119.55 bulunarak standartın altında, şişme yüzdesi 24.2 ile standartın biraz üstünde, jelleşme katsayısı 11.11 ile standartın üstünde, smektit miktarı %89 ile standartın üstünde, termal duraylılığı %63 ile standartın üstünde, koloidal yeteneği %2.5 ile standartın altında, elek analizi sonucu 200 nolu elek altına geçen malzeme oranı % 89,97 ile standartın altında, pH değeri 7.5 ile standartın altında ve son olarak sinterleşme eşiği ise 1047⁰C ile standartın altında olduğu belirlenmiştir. TS 977 Sondaj Bentoniti standartlarına uygun olarak yapılmış olan deneyler sonucunda numunenin, elek analizi sonucu 200 nolu elek altına geçen malzeme oranı % 89,97 ile standartın oldukça altında, viskozite değeri 3.5 ile standartın oldukça altında ve filtrasyon değeri 155 ile standartın oldukça üstünde olduğu saptanmıştır. Sonuç

olarak Camcı Ocağından alınan bentonit numunesinin döküm bentoniti ve sondaj bentoniti standartlarına uymadığı saptanmıştır.

Camcı Ocağı bentonitlerinin rutubet çekme kapasitesinin doğal haliyle % 2.7 olduğu saptanmış ve doğal haliyle nem giderici olarak kullanılamayacağı, ancak zenginleştirme, kalsinasyon ve MgO – CaCl₂ ilavesi ile modifiye edildikten sonra rutubet çekme kapasitesi % 18'e kadar çıkartılmış ve modifiye edilerek kullanılabileceği laboratuvar deneyleri sonucunda saptanmıştır.

Rejenerasyon deneyi sonucunda, modifiye bentonitin tekrarlı ve ani ısı farkına maruz kalması durumunda kapasite kaybına uğradığı görülmüştür.

Rutubet kontrolü ülkemizde yeni gelişmekte olan bir sektördür. Dünyada rutubet tutucu malzeme üreten çok sayıdaki şirket kullandıkları doğal malzemenin özelliklerine göre kendi modifikasyon yöntemlerini geliştirmiş ve bu formülasyonların patentini almışlardır. Lalapaşa bentonitinin; bentonitin en önemli kullanım sahalarından ikisi olan döküm ve sondaj bentoniti olarak kullanılamayacağı deneyler sonucu saptanmıştır. Fakat modifiye edilerek rutubet kontrolünde doğal bir hammadde olarak kullanılabilecek standartlara ulaşabildiği laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Akartuna, M., 1953. Çatalca-Karacaköy bölgesinin jeolojisi: İst. Üniv. Fen Fak. Monografileri, 13, 88s.

Akbulut, A., 1996. Bentonit, MTA yayınları, Ankara

Alpay, B., 1950. Demirköy (Küçük Samanköy) demir madeni hakkında rapor: MTA, Çorlu Bölgesi Derleme No.48 ve 102

Aslaner, M., 1956. Tozıklı Poyralı Linyitleri ve Pınarhisar Civarının Jeolojisi: *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 66, 126-142.

Aydın, Y., 1982. Yıldız Dağları (Istranca) Masifinin Jeolojisi : İTÜ Müh. Mim. Fak., *Doçentlik Tezi* 107 s.

Ayhan, A., Dinçel, A. ve Tuğrul, Y., 1972. Istranca Masifinin (Yıldız Dağları) Jeolojisi: *MTA Derleme* No. 5130

Bürküt, Y., 1966. Istranca kristalin masifinin petrojenezi: *Madencilik*, CiltVIII,5, 4-11.

Çağlayan, M. A., Şengün, M. ve Yurtsever, A., 1990. Demirköy plütunda progresif, kırılğan sünek deformasyon: *Maden Teknik Arama Dergisi*, **110**, 131-142

Çağlayan, M. A., Şengün, M. Ve Yurtsever, A., 1992. Structural evolution of strandjha Massive, Thrace, Turkey. International Symposium on the Geology of the Black Sea Region. Abstracts, s7

Çinku, K., Bilge, Y., 2001. Bentonit Aktivasyon Yöntemleri, *10. Ulusal Kil Sempozyumu*, Konya.

Druitt, C.E., 1961. Report on the petroleum prospects of Thrace: Turkey Turkish Gulf Oil Company

Duman, T. Y., 2004. İstanbul Metropolü Batısındaki (Küçükçekmece-Silivri-Çatalca Yöresi) kentsel gelişme alanlarının yer bilim verileri : MTA yayınları, Ankara

Erdinç, S.Ş., 1976. Bentonitlerin Metalurjideki Uygulamaları Yönünden Araştırılması ve Reşadiye Bentonitlerinin Bu Açından İncelenmesi, *Doktora Tezi*, İTÜ, Maden Fakültesi, İstanbul.

- Eruslu, N.**, 1991. Döküm Kumunda Kullanılan Bentonit ve Diğer Katkı Maddeleri, Demir-Çelik Sanayiciler Derneği Semineri, Tepebaşı.
- Eruslu, N.**, 1993. Türkiye Bentonitleri ve Döküm Kumları Araştırma Projesi.
- Gök, L.**, 1994. Tekirdağ-Malkara (Tekirdağ İli) Keşan-İpsala (Edirne İli) Arasının Jeolojisi, Trakya Bölge Müdürlüğü, Çorlu.
- Gündoğdu, N., Aksoy, H.**, 1985. 2. Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı : Hacettepe Üni, Beytepe Ankara
- Karakaya, M. Ç., Karakaya, N.**, 2001. 10. Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı : Selçuk Üni., Konya
- Grim, R. E.**, 1990. The History of the Development of Clay Minerology, Clays and Clay Minerals. Vol.36, No:2.
- İşçi, S.**, 2002. Bentonit Dispersiyonlarına Organik ve İnorganik Katkıların Absorbsiyonun Reolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kahya, Ç.**, 1988. Ünye Fatsa Arası Bentonit Oluşumlarının Jeolojik İncelenmesi, *Bitirme Ödevi*, İTÜ. Maden Fakültesi, İstanbul.
- Kasar, S. ve Eren, A.A.**, 1986. Kırklareli-Saray-Kıyıköy Bölgesinin Jeolojisi: T.P.A.O. Arşiv No.
- Kemper, E.**, 1961. The Kırklareli Limestone (Upper Eosen) of the Northern Basin: Rim. G. Deilman Berghan GMBH.
- Kendall, J.**, 1996. Desiccant Clay. Industrial Minerals May.
- Keskin. C.**, 1971. Pınarhisar alanının jeolojisi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, **14**/1, 31-84
- Pamir, H.N. ve Baykal, F.**, 1947. Istanca Masifinin jeolojik yapısı: MTA Derleme No. 2257
- Sancar, M.S.**, 1980. Türkiye Bentonit Envanteri, MTA Enstitüsü Yayınları, Ankara
- Şahiner, M., Yücel, O.**, 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstriyel Mineraller IV Raporu , MTA, Ankara
- Umud, m., Kurt, Z., İmik, M., Ateş, M. ve Saraç, G.**, 1984. Edirne-Kırklareli, Lüleburgaz, Uzunköprü civarının jeolojisi: MTA Derleme No. 7604
- Uygur, İ.**, 1973. Trakya Bölgesinde Kaolin ve Diğer Kil Zuhurlarının Genel Prospeksiyonu, MTA Enstitüsü Endüstriyel Hammaddeler Şubesi, Ankara.

Ülkümen, N., 1960. Trakya ve Çanakkale mıntıklarında bulunan Neojen balıkları formasyonları hakkında : İ.Ü.F.F. Mongrafileleri, 16, 80s.

Üşümezsoy Ş., 1982. Istranca Masifinin petrojenetik evrimi, İst. Üniv. Yerbilimleri Fak. Doktora tezi. 94 s.

Üşümezsoy Ş. Ve Öztunalı, Ö., 1981. Istranca ve Eybek masiflerinde kataklastik dokunun evrimi: İst. Üniv. Yerbilimleri, **2**, 3-4.

Velde, B., 1992. Intorduction to Clay Minerals: Chapman & Hall, London

Virta, L. R., 2001. Clay&Shale, U.S. Geological Survey Minerals Yearbook, U.S.A

Viquesnel, A., 1855. Trakya coğrafyası incelemesi hakkında not:: C. R. Acad. Sci., **40**, 185-188.

Yeniyol, M., 1987. Enez(Edirne) Bentonitinin Jeolojisi, Minerolojisi ve Oluşumu. III Ulusal Kil Sempozyumu.

Yurtsever, A., 1996. Açınsama Nitelikli Trakya Jeoloji Haritası Tanıtım Raporu, MTA, Ankara.

Yurtsever, A., Çağlayan, M.A., 1998. Türkiye Jeolojik Haritaları No:20,21,22,23.,MTA Jeolojik Etütler Dairesi, Ankara.

EKLER

Ek 1
Lalapaşa (Edirne) Bentonit Sahası ve Dolayının
Mühendislik Jeolojisi Haritası ve AA', BB', CC'
Doğrultularına Ait Jeoloji Kesitleri

Ek 2
Lalapaşa Dolayında Açılmış Olan Sondajlara Ait
Loglar

PROJE ADI :		ÇÖMLEK KÖY		SONDAJ NO :		S - 1												
SONDAJ YERİ :		KAYNAKLAR - ÇOBAN DERE		MEVKİİ NO :														
SONDAJ DERİNLİĞİ :		26 M		KOORDİNATLAR :		x - 463 3253												
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 046 7954												
DERİNLİK	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D		
			cm	cm	cm	N	10	20	30	40								
0 - 0.5												Bitkisel toprak						
0.5 - 1												Kireçtaşı						
1 - 1.5																		
1.5 - 2																		
2 - 2.5																		
2.5 - 3																		
3 - 3.5																		
3.5 - 4																		
4 - 4.5																		
4.5 - 5																		
5 - 5.5																		
5.5 - 6																		
6 - 6.5																		
6.5 - 7																		
7 - 7.5																		
7.5 - 8																		
8 - 8.5																		
8.5 - 9																		
9 - 9.5																		
9.5 - 10																		
10 - 10.5																		
10.5 - 11																		
11 - 11.5																		
11.5 - 12																		
12 - 12.5																		
12.5 - 13																		
13 - 13.5																		
13.5 - 14																		
14 - 14.5																		
14.5 - 15																		
15 - 15.5																		
15.5 - 16																		
16 - 16.5																		
16.5 - 17																		
17 - 17.5																		
17.5 - 18																		
18 - 18.5																		
18.5 - 19																		
19 - 19.5																		
19.5 - 20																		
20 - 20.5																		
20.5 - 21																		
21 - 21.5																		
21.5 - 22																		
22 - 22.5																		
22.5 - 23																		
23 - 23.5																		
23.5 - 24																		
24 - 24.5																		
24.5 - 25																		
25 - 25.5																		
25.5 - 26																		
26 - 26.5																		
29.5 - 30																		
												Kuyu Sonu: 26 m						
İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır.												Sondör : Veli MEŞE						
												Kontrolör : Kemal KALE						

PROJE ADI :		ÇÖMLEK KÖY		SONDAJ NO :		S - 2											
SONDAJ YERİ :		KAYNAKLAR - ÇOBAN DERE		MEVKİİ NO :													
SONDAJ DERİNLİĞİ :		19 M		KOORDİNATLAR :		x - 463 3695											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 046 7977											
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0.5												Bitkisel toprak					
0.5 - 1																	
1 - 1.5																	
1.5 - 2																	
2 - 2.5																	
2.5 - 3																	
3 - 3.5																	
3.5 - 4																	
4 - 4.5																	
4.5 - 5																	
5 - 5.5																	
5.5 - 6																	
6 - 6.5																	
6.5 - 7																	
7 - 7.5																	
7.5 - 8																	
8 - 8.5																	
8.5 - 9																	
9 - 9.5																	
9.5 - 10																	
10 - 10.5																	
10.5 - 11																	
11 - 11.5																	
11.5 - 12																	
12 - 12.5																	
12.5 - 13																	
13 - 13.5																	
13.5 - 14																	
14 - 14.5																	
14.5 - 15																	
15 - 15.5																	
15.5 - 16																	
16 - 16.5																	
16.5 - 17																	
17 - 17.5																	
17.5 - 18																	
18 - 18.5																	
18.5 - 19																	
19 - 19.5																	
19.5 - 20																	
Kuyu Sonu: 19 m																	
Sondör :												Veli MEŞE					
Kontrolör :												Kemal KALE					

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. 19 metre aralıksız kireçtaşı devam etmektedir.

PROJE ADI :		ÇÖMLEK KÖY		SONDAJ NO :		S - 3											
SONDAJ YERİ :		KAYNAKLAR - ÇOBAN DERE		MEVKİİ NO :													
SONDAJ DERİNLİĞİ :		5 M		KOORDİNATLAR :		x - 463 3851											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 046 8377											
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0.5																	
0.5 - 1																	
1 - 1.5																	
1.5 - 2																	
2 - 2.5																	
2.5 - 3																	
3 - 3.5																	
3.5 - 4																	
4 - 4.5																	
4.5 - 5																	
5 - 5.5																	
5.5 - 6																	
6 - 6.5																	
6.5 - 7																	
7 - 7.5																	
7.5 - 8																	
8 - 8.5																	
8.5 - 9																	
9 - 9.5																	
9.5 - 10																	
10 - 10.5																	
10.5 - 11																	
11 - 11.5																	
11.5 - 12																	
12 - 12.5																	
12.5 - 13																	
13 - 13.5																	
13.5 - 14																	
14 - 14.5																	
14.5 - 15																	
15 - 15.5																	
15.5 - 16																	
16 - 16.5																	
16.5 - 17																	
17 - 17.5																	
17.5 - 18																	
18 - 18.5																	
İZLENİMLER :												Sondör :		Veli MEŞE			
												Kontrolör :		Kemal KALE			

PROJE ADI :		ÇÖMLEK KÖY		SONDAJ NO :		S - 5												
SONDAJ YERİ :		KAYNAKLAR - ÇOBAN DERE		MEVKİİ NO :														
SONDAJ DERİNLİĞİ :		22 M		KOORDİNATLAR :		x - 463 3734												
						y - 046 8326												
STANDART PENETRASYON DENEYİ																		
DERİNLİK (cm)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	TCR %	RCD		
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40								
0 - 0.5												Bitkisel toprak						
0.5 - 1																		
1 - 1.5																		
1.5 - 2																		
2 - 2.5																		
2.5 - 3																		
3 - 3.5																		
3.5 - 4																		
4 - 4.5																		
4.5 - 5																		
5 - 5.5																		
5.5 - 6																		
6 - 6.5																		
6.5 - 7																		
7 - 7.5																		
7.5 - 8																		
8 - 8.5																		
8.5 - 9																		
9 - 9.5																		
9.5 - 10																		
10 - 10.5																		
10.5 - 11																		
11 - 11.5																		
11.5 - 12																		
12 - 12.5																		
12.5 - 13																		
13 - 13.5																		
13.5 - 14																		
14 - 14.5																		
14.5 - 15																		
15 - 15.5																		
15.5 - 16																		
16 - 16.5																		
16.5 - 17																		
17 - 17.5																		
17.5 - 18																		
18 - 18.5																		
18.5 - 19																		
19 - 19.5																		
19.5 - 20																		
20 - 20.5																		
20.5 - 21																		
21 - 21.5																		
21.5 - 22																		
22 - 22.5																		
22.5 - 23																		
Kuyu Sonu: 22 m																		
İZLENİMLER :												Sondör :		Güven AYDIN				
												Kontrolör :		Kemal KALE				

PROJE ADI :		ÇÖMLEK KÖY		SONDAJ NO :		S - 6												
SONDAJ YERİ :		Çömlek Akpınar		MEVKİİ NO :														
SONDAJ DERİNLİĞİ :		5 M		KOORDİNATLAR :		x - 32 963												
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 68 129												
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	TCR %	RCD		
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40								
0 - 0.5												Bitkisel toprak						
0.5 - 1												Kireçtaşı						
1 - 1.5																		
1.5 - 2																		
2 - 2.5																		
2.5 - 3																		
3 - 3.5																		
3.5 - 4																		
4 - 4.5																		
4.5 - 5																		
5 - 5.5																		
5.5 - 6																		
6 - 6.5																		
6.5 - 7																		
7 - 7.5																		
7.5 - 8																		
8 - 8.5																		
8.5 - 9																		
9 - 9.5																		
9.5 - 10																		
10 - 10.5																		
10.5 - 11																		
11 - 11.5																		
11.5 - 12																		
12 - 12.5																		
12.5 - 13																		
13 - 13.5																		
13.5 - 14																		
14 - 14.5																		
14.5 - 15																		
15 - 15.5																		
15.5 - 16																		
İZLENİMLER :											Sondör :		Güven AYDIN					
											Kontrolör :		Kemal KALE					

PROJE ADI :		ÇÖMLEK KÖY		SONDAJ NO :		S - 7												
SONDAJ YERİ :		ARK BAYIRI ÜZERİ MEVKİİ		MEVKİİ NO :														
SONDAJ DERİNLİĞİ :		22 M		KOORDİNATLAR :		x - 463 2233												
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 047 7030												
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	TCR %	RCD		
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40								
0 - 0.5												Kumlu; Tüf						
0.5 - 1																		
1 - 1.5																		
1.5 - 2																		
2 - 2.5																		
2.5 - 3																		
3 - 3.5																		
3.5 - 4																		
4 - 4.5																		
4.5 - 5																		
5 - 5.5																		
5.5 - 6																		
6 - 6.5																		
6.5 - 7																		
7 - 7.5																		
7.5 - 8																		
8 - 8.5																		
8.5 - 9																		
9 - 9.5																		
9.5 - 10																		
10 - 10.5																		
10.5 - 11																		
11 - 11.5																		
11.5 - 12																		
12 - 12.5																		
12.5 - 13																		
13 - 13.5																		
13.5 - 14																		
14 - 14.5																		
14.5 - 15																		
15 - 15.5																		
15.5 - 16																		
16 - 16.5																		
16.5 - 17																		
17 - 17.5																		
17.5 - 18																		
18 - 18.5																		
18.5 - 19																		
19 - 19.5																		
19.5 - 20																		
20 - 20.5																		
20.5 - 21																		
21 - 21.5																		
21.5 - 22																		
22 - 22.5																		
22.5 - 23																		
Kuyu Sonu: 22 m																		
İZLENİMLER :												Sondör :		Güven AYDIN				
												Kontrolör :		Kemal KALE				

PROJE ADI :		ÇÖMLEK KÖY		SONDAJ NO :		S - 8											
SONDAJ YERİ :		HANLIYENİCE KÖPRÜSÜ YANI		MEVKİİ NO :													
SONDAJ DERİNLİĞİ :		9 M		KOORDİNATLAR :		x - 463 3256											
						y - 047 6770											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ															
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	TCR %	RCD	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0,5												Kumlu Çakıl					
0,5 - 1																	
1 - 1,5																	
1,5 - 2												Beyaz renkli Bentonit					
2 - 2,5																	
2,5 - 3																	
3 - 3,5												Yeşil renkli Bentonit					
3,5 - 4																	
4 - 4,5																	
4,5 - 5																	
5 - 5,5																	
5,5 - 6																	
6 - 6,5																	
6,5 - 7																	
7 - 7,5																	
7,5 - 8																	
8 - 8,5																	
8,5 - 9												Kuyu Sonu: 9 m					
9 - 9,5																	
9,5 - 10																	
10 - 10,5																	
10,5 - 11																	
11 - 11,5																	
11,5 - 12																	
12 - 12,5																	
12,5 - 13																	
13 - 13,5																	
13,5 - 14																	
14 - 14,5																	
İZLENİMLER :				Sondör :		Güven AYDIN											
				Kontrolör :		Kemal KALE											

PROJE ADI :		SINANKÖY		SONDAJ NO :		S - 9											
SONDAJ YERİ :		ORTAKÇI SIRTI MEVKİ		MEVKİİ NO :													
SONDAJ DERİNLİĞİ :		13 M		KOORDİNATLAR :		x - 462 9505											
						y - 047 7251											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ															
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0,5											Tarım Toprağı						
0,5 - 1											Kireçtaşı						
1 - 1,5																	
1,5 - 2																	
2 - 2,5																	
2,5 - 3																	
3 - 3,5																	
3,5 - 4																	
4 - 4,5																	
4,5 - 5																	
5 - 5,5																	
5,5 - 6																	
6 - 6,5																	
6,5 - 7																	
7 - 7,5											Bentonit						
7,5 - 8											Yeşil Kireçtaşı						
8 - 8,5																	
8,5 - 9																	
9 - 9,5																	
9,5 - 10																	
10 - 10,5																	
10,5 - 11																	
11 - 11,5																	
11,5 - 12																	
12 - 12,5																	
12,5 - 13																	
13 - 13,5																	
13,5 - 14																	
14 - 14,5																	
14,5 - 15																	
15 - 15,5																	
15,5 - 16																	
16 - 16,5																	
16,5 - 17																	
17 - 17,5																	
İZLENİMLER :											Sondör :		Güven AYDIN				
											Kontrolör :		Kemal KALE				

PROJE ADI :		LALAPAŞA		SONDAJ NO :		S - 10											
SONDAJ YERİ :		SEDAT ÖZCAN-ARKBAYIRI ÜSTÜ		MEVKİİ NO :													
SONDAJ DERİNLİĞİ :		24 M		KOORDİNATLAR :		x - 463 1593											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 047 6993											
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0.5																	
0.5 - 1																	
1 - 1.5																	
1.5 - 2																	
2 - 2.5																	
2.5 - 3																	
3 - 3.5																	
3.5 - 4																	
4 - 4.5																	
4.5 - 5																	
5 - 5.5																	
5.5 - 6																	
6 - 6.5																	
6.5 - 7																	
7 - 7.5																	
7.5 - 8																	
8 - 8.5																	
8.5 - 9																	
9 - 9.5																	
9.5 - 10																	
10 - 10.5																	
10.5 - 11																	
11 - 11.5																	
11.5 - 12																	
12 - 12.5																	
12.5 - 13																	
13 - 13.5																	
13.5 - 14																	
14 - 14.5																	
14.5 - 15																	
15 - 15.5																	
15.5 - 16																	
16 - 16.5																	
16.5 - 17																	
17 - 17.5																	
17.5 - 18																	
18 - 18.5																	
18.5 - 19																	
19 - 19.5																	
19.5 - 20																	
20 - 20.5																	
20.5 - 21																	
21 - 21.5																	
21.5 - 22																	
22 - 22.5																	
22.5 - 23																	
23 - 23.5																	
23.5 - 24																	
24 - 24.5																	
İZLENİMLER : Bu sondajda 16,5 metre kahverengi-gri renkli Compact Bentonite rastlanmıştır.												Sondör :		Güven AYDIN			
												Kontrolör :		Kemal KALE			

PROJE ADI :		LALAPAŞA				SONDAJ NO :		S - 15										
SONDAJ YERİ :		HALLİ YENİCE KÖPRÜ YANI				MEVKİİ NO :												
SONDAJ DERİNLİĞİ :		17 M				KOORDİNATLAR :		x - 32 517										
		STANDART PENETRASYON DENEYİ						y - 76 516										
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D		
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40								
0 - 0.5												Çakıllı Kum						
0.5 - 1																		
1 - 1.5												Kum aralıklı Çakıl						
1.5 - 2																		
2 - 2.5																		
2.5 - 3																		
3 - 3.5																		
3.5 - 4																		
4 - 4.5																		
4.5 - 5																		
5 - 5.5																		
5.5 - 6																		
6 - 6.5																		
6.5 - 7																		
7 - 7.5																		
7.5 - 8																		
8 - 8.5																		
8.5 - 9																		
9 - 9.5																		
9.5 - 10																		
10 - 10.5																		
10.5 - 11																		
11 - 11.5																		
11.5 - 12																		
12 - 12.5																		
12.5 - 13																		
13 - 13.5																		
13.5 - 14																		
14 - 14.5																		
14.5 - 15																		
15 - 15.5																		
15.5 - 16																		
16 - 16.5																		
16.5 - 17																		
17 - 17.5																		
17.5 - 18																		
												Kuyu Sonu : 17 m						
İZLENİMLER :																		
Sondör :												Güven AYDIN						
Kontrolör :												Kemal KALE						

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ		SONDAJ NO :		S - 22										
SONDAJ YERİ :		ARK BAYIRI - 3 (65 ada 1 parsel)		MEVKİİ NO :		S - 65 ADA 1 PARSEL										
SONDAJ DERİNLİĞİ :		9 M		KOORDİNATLAR :		y - 76 292										
STANDART PENETRASYON DENEYİ																
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30							40
0 - 0,5											Bitkisel toprak					
0,5 - 1											Sarı renkli az kumlu kil					
1 - 1,5											Bej rengi fosilli kireçtaşı					
1,5 - 2											Beyaz renkli yer yer bentonitli tüf					
2 - 2,5											Kireçtaşı					
2,5 - 3											Tüf					
3 - 3,5											Bentonit					
3,5 - 4											Sarımsı beyaz renkli tüf					
4 - 4,5																
4,5 - 5																
5 - 5,5																
5,5 - 6																
6 - 6,5																
6,5 - 7																
7 - 7,5																
7,5 - 8																
8 - 8,5																
8,5 - 9																
9 - 9,5																
9,5 - 10																
10 - 10,5																
10,5 - 11																
11 - 11,5																
11,5 - 12																
12 - 12,5																
12,5 - 13																
13 - 13,5																
13,5 - 14																
14 - 14,5																
14,5 - 15																
15 - 15,5																
15,5 - 16																
16 - 16,5																
16,5 - 17																
17 - 17,5																
Kuyu Sonu: 9 m																
İZLENİMLER :											Sondör :	Güven AYDIN				
											Kontrolör :	Kemal KALE				

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ				SONDAJ NO :		S - 25								
SONDAJ YERİ :		ARK BAYIRI - 3 (65 ada 1 parsel)				MEVKİİ NO :		S - 65 ADA 1 PARSEL								
SONDAJ DERİNLİĞİ :		9 M				KOORDİNATLAR :		y - 76 336								
								x - 30 337								
		STANDART PENETRASYON DENEYİ														
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40						
0 - 0,5											Bitkisel toprak					
0,5 - 1											Sarı renkli az kumlu kil					
1 - 1,5											Kireçtaşı					
1,5 - 2											Tüf					
2 - 2,5											Kireçtaşı					
2,5 - 3											Tüf					
3 - 3,5											Kireçtaşı					
3,5 - 4											Tüf					
4 - 4,5											Kireçtaşı					
4,5 - 5											Tüf					
5 - 5,5											Bentonit					
5,5 - 6											Tüf					
6 - 6,5																
6,5 - 7																
7 - 7,5																
7,5 - 8																
8 - 8,5																
8,5 - 9																
9 - 9,5																
9,5 - 10																
10 - 10,5																
10,5 - 11																
11 - 11,5																
11,5 - 12																
12 - 12,5																
12,5 - 13																
13 - 13,5																
13,5 - 14																
14 - 14,5																
14,5 - 15																
15 - 15,5																
15,5 - 16																
16 - 16,5																
16,5 - 17																
17 - 17,5																
						Sondör :		Güven AYDIN								
						Kontrolör :		Kemal KALE								

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Analiz neticesine göre;
Desiccant clay %18 - %18, 60 cm

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ		SONDAJ NO :		S - 26											
SONDAJ YERİ :		ARK BAYIRI - 3 (65 ada 1 parsel)		MEVKİİ NO :		S - 65 ADA 1 PARSEL											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		9 M		KOORDİNATLAR :		y - 76 287											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				x - 30 367											
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	TCR %	RCD	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0.5												Bitkisel toprak					
0.5 - 1																	
1 - 1.5																	
1.5 - 2												Sarı renkli az kumlu; Kil					
2 - 2.5																	
2.5 - 3																	
3 - 3.5												Kireçtaşı					
3.5 - 4																	
4 - 4.5												Bentonit					
4.5 - 5																	
5 - 5.5																	
5.5 - 6																	
6 - 6.5																	
6.5 - 7																	
7 - 7.5																	
7.5 - 8																	
8 - 8.5																	
8.5 - 9																	
9 - 9.5																	
9.5 - 10																	
10 - 10.5																	
10.5 - 11																	
11 - 11.5																	
11.5 - 12																	
12 - 12.5																	
12.5 - 13																	
13 - 13.5																	
13.5 - 14																	
14 - 14.5																	
14.5 - 15																	
15 - 15.5																	
15.5 - 16																	
16 - 16.5																	
16.5 - 17																	
17 - 17.5																	
												Kuyu Sonu: 9 m					
Sondör :												Güven AYDIN					
Kontrolör :												Kemal KALE					

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Bentonit stampı 2 bölümde analiz edilmiştir. Analiz neticesine göre; Desiccant clay %16 - %16, 50

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ		SONDAJ NO :		S - 27											
SONDAJ YERİ :		ARK BAYIRI - 3 (65 ada 1 parsel)		MEVKİİ NO :		S - 65 ADA 1 PARSEL											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		4 M		KOORDİNATLAR :		y - 76 194											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				x - 30 359											
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0,5												Bitkisel toprak					
0,5 - 1																	
1 - 1,5												Sarı renkli az kumlu; Kil					
1,5 - 2												Bentonit					
2 - 2,5																	
2,5 - 3																	
3 - 3,5												Tüf					
3,5 - 4																	
4 - 4,5																	
4,5 - 5																	
5 - 5,5																	
5,5 - 6																	
6 - 6,5																	
6,5 - 7																	
7 - 7,5																	
7,5 - 8																	
8 - 8,5																	
8,5 - 9																	
9 - 9,5																	
9,5 - 10																	
10 - 10,5																	
10,5 - 11																	
11 - 11,5																	
11,5 - 12																	
12 - 12,5																	
12,5 - 13																	
13 - 13,5																	
13,5 - 14																	
14 - 14,5																	
14,5 - 15																	
15 - 15,5																	
15,5 - 16																	
16 - 16,5																	
16,5 - 17																	
17 - 17,5																	
Sondör :												Güven AYDIN					
Kontrolör :												Kemal KALE					

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Analiz neticesine göre;
Desiccant clay %18 - %18, 50 cm

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ		SONDAJ NO :		S - 28											
SONDAJ YERİ :		SINAN KÖY (168 ADA-10PARSEL)		MEVKİİ NO :		S - 65 ADA 1 PARSEL											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		10 M		KOORDİNATLAR :		y - 75 746											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				x - 30 241											
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0.5												Bitkisel toprak					
0.5 - 1												Sarı renkli az kumlu; Kil					
1 - 1.5												Kireçtaşı					
1.5 - 2												Tüf					
2 - 2.5												Kireçtaşı					
2.5 - 3												Tüf					
3 - 3.5												Kireçtaşı					
3.5 - 4												Tüf					
4 - 4.5												Kireçtaşı					
4.5 - 5												Tüf					
5 - 5.5												Kireçtaşı					
5.5 - 6												Tüf					
6 - 6.5												Kireçtaşı					
6.5 - 7												Tüf					
7 - 7.5												Kireçtaşı					
7.5 - 8												Tüf					
8 - 8.5												Kireçtaşı					
8.5 - 9												Tüf					
9 - 9.5												Bentonit					
9.5 - 10												Tüf					
10 - 10.5												Kuyu Sonu: 10 m					
10.5 - 11																	
11 - 11.5																	
11.5 - 12																	
12 - 12.5																	
12.5 - 13																	
13 - 13.5																	
13.5 - 14																	
14 - 14.5																	
14.5 - 15																	
15 - 15.5																	
15.5 - 16																	
16 - 16.5																	
16.5 - 17																	
17 - 17.5																	
Sondör :												Güven AYDIN					
Kontrolör :												Kemal KALE					

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Analiz yapılmamıştır.

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ				SONDAJ NO :		S - 29									
SONDAJ YERİ :		SİNAN KÖY (168 ADA-10PARSEL)				MEVKİİ NO :		S - 65 ADA 1 PARSEL									
SONDAJ DERİNLİĞİ :		12 M				KOORDİNATLAR :		y - 75 760									
		STANDART PENETRASYON DENEYİ						x - 30 225									
DERİNLİK (cm)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0,5												Bitkisel toprak					
0,5 - 1																	
1 - 1,5																	
1,5 - 2												Sarı renkli az kumlu; Kil					
2 - 2,5																	
2,5 - 3																	
3 - 3,5												Kireçtaşı					
3,5 - 4																	
4 - 4,5												Tüf					
4,5 - 5																	
5 - 5,5																	
5,5 - 6												Kireçtaşı					
6 - 6,5																	
6,5 - 7																	
7 - 7,5																	
7,5 - 8																	
8 - 8,5																	
8,5 - 9																	
9 - 9,5																	
9,5 - 10																	
10 - 10,5												Bentonit					
10,5 - 11																	
11 - 11,5																	
11,5 - 12																	
12 - 12,5																	
12,5 - 13																	
13 - 13,5																	
13,5 - 14																	
14 - 14,5																	
14,5 - 15																	
15 - 15,5																	
15,5 - 16																	
16 - 16,5																	
16,5 - 17																	
17 - 17,5																	
Kuyu Sonu: 12 m																	
Sondör :												Güven AYDIN					
Kontrolör :												Kemal KALE					

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Analiz yapılmamıştır.

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ				SONDAJ NO :		S - 30									
SONDAJ YERİ :		SINAN KÖY (168 ADA-28PARSEL)				MEVKİİ NO :		SİNANKÖY									
SONDAJ DERİNLİĞİ :		11 M				KOORDİNATLAR :		y - 75 731									
		STANDART PENETRASYON DENEYİ						x - 30 348									
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0.5												Bitkisel toprak					
0.5 - 1																	
1 - 1.5																	
1.5 - 2												Sarı renkli az kumlu; Kil					
2 - 2.5																	
2.5 - 3												Kireçtaşı					
3 - 3.5																	
3.5 - 4												Tüf					
4 - 4.5																	
4.5 - 5																	
5 - 5.5																	
5.5 - 6												Kireçtaşı					
6 - 6.5																	
6.5 - 7																	
7 - 7.5												Tüf					
7.5 - 8																	
8 - 8.5																	
8.5 - 9																	
9 - 9.5												Bentonit					
9.5 - 10																	
10 - 10.5																	
10.5 - 11												Tüf					
11 - 11.5												Kuyu Sonu: 11 m					
11.5 - 12																	
12 - 12.5																	
12.5 - 13																	
13 - 13.5																	
13.5 - 14																	
14 - 14.5																	
14.5 - 15																	
15 - 15.5																	
15.5 - 16																	
16 - 16.5																	
16.5 - 17																	
17 - 17.5																	
İZLENİMLER :		İşletme amaçlı sondajdır. Analiz neticeleri;				Sondör :		Güven AYDIN									
Desiccant %17,73 - %17,73 75 cm						Kontrolör :		Kemal KALE									
Desiccant %15,60 - %15,60 95 cm																	

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ				SONDAJ NO :		S - 31								
SONDAJ YERİ :		ŞİNAN KÖY (168 ADA-27PARSEL)				MEVKİİ NO :		ŞİNANKÖY								
SONDAJ DERİNLİĞİ :		12 M				KOORDİNATLAR :		y - 75 720								
								x - 30 422								
STANDART PENETRASYON DENEYİ																
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40						
0 - 0,5												Bitkisel toprak				
0,5 - 1																
1 - 1,5																
1,5 - 2												Sarı renkli az kumlu; Kil				
2 - 2,5																
2,5 - 3																
3 - 3,5												Kireçtaşı				
3,5 - 4																
4 - 4,5																
4,5 - 5												Tüf				
5 - 5,5																
5,5 - 6																
6 - 6,5												Kireçtaşı				
6,5 - 7																
7 - 7,5																
7,5 - 8																
8 - 8,5												Tüf				
8,5 - 9																
9 - 9,5																
9,5 - 10																
10 - 10,5												Bentonit				
10,5 - 11																
11 - 11,5																
11,5 - 12												Tüf				
12 - 12,5																
12,5 - 13																
13 - 13,5																
13,5 - 14																
14 - 14,5																
14,5 - 15																
15 - 15,5																
15,5 - 16																
16 - 16,5																
16,5 - 17																
17 - 17,5																
Sondör :												Güven AYDIN				
Kontrolör :												Kemal KALE				

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Analiz neticeleri;
Desiccant %17,60 - %17,73 70 cm
Desiccant %16,80 - %16,80 80 cm

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ		SONDAJ NO :		S - 35										
SONDAJ YERİ :		ŞİNAN KÖY (168 ADA-25PARSEL)		MEVKİİ NO :		ŞİNANKÖY										
SONDAJ DERİNLİĞİ :		12 M		KOORDİNATLAR :		y - 75 750										
						x - 30 318										
		STANDART PENETRASYON DENEYİ														
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40						
0 - 0,5											Bitkisel toprak					
0,5 - 1																
1 - 1,5																
1,5 - 2											Sarı renkli kumlu; Kil					
2 - 2,5																
2,5 - 3																
3 - 3,5																
3,5 - 4											Kireçtaşı					
4 - 4,5																
4,5 - 5																
5 - 5,5											Tüf					
5,5 - 6																
6 - 6,5																
6,5 - 7																
7 - 7,5											Kireçtaşı					
7,5 - 8																
8 - 8,5											Tüf					
8,5 - 9																
9 - 9,5																
9,5 - 10											Bentonit					
10 - 10,5																
10,5 - 11																
11 - 11,5											Tüf					
11,5 - 12																
12 - 12,5											Kuyu Sonu: 12 m					
12,5 - 13																
13 - 13,5																
13,5 - 14																
14 - 14,5																
14,5 - 15																
15 - 15,5																
15,5 - 16																
16 - 16,5																
16,5 - 17																
17 - 17,5																
Sondör :												Güven AYDIN				
Kontrolör :												Kemal KALE				

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Analiz neticeleri;
Desiccant %18,10 - %18,33 70 cm
Desiccant %17,60 - %17,60 900 cm

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ		SONDAJ NO :		S - 36											
SONDAJ YERİ :		SİNAN KÖY (168 ADA-55PARSEL		MEVKİİ NO :		SİNANKÖY											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		16 M		KOORDİNATLAR :		y - 75 661											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				x - 30 286											
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0,5												Bitkisel toprak					
0,5 - 1																	
1 - 1,5																	
1,5 - 2																	
2 - 2,5																	
2,5 - 3																	
3 - 3,5																	
3,5 - 4																	
4 - 4,5																	
4,5 - 5																	
5 - 5,5																	
5,5 - 6																	
6 - 6,5																	
6,5 - 7																	
7 - 7,5																	
7,5 - 8																	
8 - 8,5																	
8,5 - 9																	
9 - 9,5																	
9,5 - 10																	
10 - 10,5																	
10,5 - 11																	
11 - 11,5																	
11,5 - 12																	
12 - 12,5																	
12,5 - 13																	
13 - 13,5																	
13,5 - 14																	
14 - 14,5																	
14,5 - 15																	
15 - 15,5																	
15,5 - 16																	
16 - 16,5																	
16,5 - 17																	
17 - 17,5																	
												Kuyu Sonu: 16 m					
Sondör :												Güven AYDIN					
Kontrolör :												Kemal KALE					

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Bentonite rastlanmamıştır.

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ				SONDAJ NO :		S - 39									
SONDAJ YERİ :		ŞİNAN KÖY (168 ADA-8PARSEL)				MEVKİİ NO :		SİNANKÖY									
SONDAJ DERİNLİĞİ :		16 M				KOORDİNATLAR :		y - 75 883									
		STANDART PENETRASYON DENEYİ						x - 30 359									
DERİNLİK (cm)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0,5												Bitkisel toprak					
0,5 - 1																	
1 - 1,5																	
1,5 - 2												Sarı renkli az kumlu; Kil					
2 - 2,5																	
2,5 - 3																	
3 - 3,5																	
3,5 - 4												Kireçtaşı					
4 - 4,5																	
4,5 - 5																	
5 - 5,5												Tüf					
5,5 - 6																	
6 - 6,5																	
6,5 - 7																	
7 - 7,5																	
7,5 - 8												Kireçtaşı					
8 - 8,5																	
8,5 - 9																	
9 - 9,5																	
9,5 - 10												Tüf					
10 - 10,5																	
10,5 - 11																	
11 - 11,5												Kireçtaşı					
11,5 - 12																	
12 - 12,5												Tüf					
12,5 - 13																	
13 - 13,5																	
13,5 - 14																	
14 - 14,5												Bentonit					
14,5 - 15																	
15 - 15,5																	
15,5 - 16												Tüf					
16 - 16,5												Kuyu Sonu: 16 m					
16,5 - 17																	
Sondör :												Güven AYDIN					
Kontrolör :												Kemal KALE					

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Analiz neticeleri;
Desiccant %18,13 60 cm
Desiccant %16,40 - %16,73 40 cm

PROJE ADI :		SİNANKÖY		SONDAJ NO :		S - 50										
SONDAJ YERİ :		OCAK YANI		MEVKİİ NO :												
SONDAJ DERİNLİĞİ :		10 M		KOORDİNATLAR :		x - 31 080										
STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 76 270												
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30							40
0 - 0.5											Tarım toprağı					
0.5 - 1											Yeşil renkli Kum					
1 - 1.5																
1.5 - 2																
2 - 2.5																
2.5 - 3																
3 - 3.5																
3.5 - 4																
4 - 4.5																
4.5 - 5																
5 - 5.5																
5.5 - 6																
6 - 6.5											Bentonit					
6.5 - 7																
7 - 7.5																
7.5 - 8																
8 - 8.5											Yeşil renkli Kum					
8.5 - 9																
9 - 9.5																
9.5 - 10																
10 - 10.5											Kuyu Sonu : 10 m					
10.5 - 11																
11 - 11.5																
11.5 - 12																
12 - 12.5																
12.5 - 13																
13 - 13.5																
13.5 - 14																
14 - 14.5																
14.5 - 15																
15 - 15.5																
15.5 - 16																
16 - 16.5																
16.5 - 17																
17 - 17.5																
İZLENİMLER :											Sondör :		Güven AYDIN			
											Kontrolör :		Kemal KALE			

PROJE ADI :		SINANKÖY		SONDAJ NO :		S - 51									
SONDAJ YERİ :		OCAK YANI		MEVKİİ NO :											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		9.5 M		KOORDİNATLAR :		x - 31 104									
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 76 276									
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30						
0 - 0.5											Tarım toprağı				
0.5 - 1											Tüf				
1 - 1.5															
1.5 - 2															
2 - 2.5															
2.5 - 3											Yeşil renkli Kum				
3 - 3.5															
3.5 - 4															
4 - 4.5											Bentonit				
4.5 - 5															
5 - 5.5											Yeşil renkli Kum				
5.5 - 6															
6 - 6.5															
6.5 - 7															
7 - 7.5															
7.5 - 8															
8 - 8.5															
8.5 - 9															
9 - 9.5															
9.5 - 10											Kuyu Sonu : 9.5 m				
10 - 10.5															
10.5 - 11															
11 - 11.5															
11.5 - 12															
12 - 12.5															
12.5 - 13															
13 - 13.5															
13.5 - 14															
14 - 14.5															
14.5 - 15															
15 - 15.5															
15.5 - 16															
16 - 16.5															
16.5 - 17															
İZLENİMLER :											Sondör :		Güven AYDIN		
											Kontrolör :		Kemal KALE		

PROJE ADI :		SİNANKÖY		SONDAJ NO :		S - 52												
SONDAJ YERİ :		OCAK YANI		MEVKİİ NO :														
SONDAJ DERİNLİĞİ :		9 M		KOORDİNATLAR :		x - 30 382												
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 76 194												
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D		
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40								
0 - 0.5												Tarım toprağı						
0.5 - 1												Yeşil renkli Kum						
1 - 1.5																		
1.5 - 2																		
2 - 2.5																		
2.5 - 3																		
3 - 3.5												Bentonit						
3.5 - 4																		
4 - 4.5																		
4.5 - 5																		
5 - 5.5																		
5.5 - 6												Yeşil renkli Kum						
6 - 6.5																		
6.5 - 7																		
7 - 7.5																		
7.5 - 8																		
8 - 8.5																		
8.5 - 9																		
9 - 9.5												Kuyu Sonu : 9 m						
9.5 - 10																		
10 - 10.5																		
10.5 - 11																		
11 - 11.5																		
11.5 - 12																		
12 - 12.5																		
12.5 - 13																		
13 - 13.5																		
13.5 - 14																		
14 - 14.5																		
14.5 - 15																		
15 - 15.5																		
15.5 - 16																		
16 - 16.5																		
16.5 - 17																		
Sondör :												Güven AYDIN						
Kontrolör :												Kemal KALE						

İZLENİMLER :

PROJE ADI :		SINANKÖY		SONDAJ NO :		S - 53									
SONDAJ YERİ :		OCAK YANI		MEVKİİ NO :											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		16 M		KOORDİNATLAR :		x - 31 226									
						y - 76256									
		STANDART PENETRASYON DENEYİ													
DERİNLİK (cm)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30						
0 - 0,5											Tarım toprağı				
0,5 - 1											Yeşil renkli kumlu Kıltaşı				
1 - 1,5															
1,5 - 2											Yeşil renkli Kum				
2 - 2,5															
2,5 - 3											Beyaz kumlu Bentonit				
3 - 3,5															
3,5 - 4											Yeşil renkli Kum				
4 - 4,5															
4,5 - 5											Yeşil renkli Kum				
5 - 5,5															
5,5 - 6											Bentonit				
6 - 6,5															
6,5 - 7											Yeşil renkli Kum				
7 - 7,5															
7,5 - 8											Yeşil renkli Kum				
8 - 8,5															
8,5 - 9											Yeşil renkli Kum				
9 - 9,5															
9,5 - 10											Bentonit				
10 - 10,5															
10,5 - 11											Yeşil renkli Kum				
11 - 11,5															
11,5 - 12											Bentonit				
12 - 12,5															
12,5 - 13											Yeşil renkli Kum				
13 - 13,5															
13,5 - 14											Bentonit				
14 - 14,5															
14,5 - 15											Yeşil renkli Kum				
15 - 15,5															
15,5 - 16											Bentonit				
16 - 16,5															
16,5 - 17											Kuyu Sonu : 16 m				
İZLENİMLER :											Sondör :		Güven AYDIN		
											Kontrolör :		Kemal KALE		

PROJE ADI :		SINANKÖY		SONDAJ NO :		S - 54										
SONDAJ YERİ :		OCAK YANI		MEVKİİ NO :												
SONDAJ DERİNLİĞİ :		16 M		KOORDİNATLAR :		x - 31 334										
						y - 76 209										
		STANDART PENETRASYON DENEYİ														
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30							40
0 - 0.5											Tarım toprağı					
0.5 - 1											Beyaz renkli bentonitli Kum					
1 - 1.5											Yeşil renkli Kum					
1.5 - 2																
2 - 2.5																
2.5 - 3																
3 - 3.5																
3.5 - 4																
4 - 4.5																
4.5 - 5																
5 - 5.5																
5.5 - 6																
6 - 6.5																
6.5 - 7																
7 - 7.5																
7.5 - 8																
8 - 8.5																
8.5 - 9																
9 - 9.5																
9.5 - 10											Beyaz renkli bentonitli Kum					
10 - 10.5																
10.5 - 11																
11 - 11.5																
11.5 - 12																
12 - 12.5																
12.5 - 13																
13 - 13.5																
13.5 - 14																
14 - 14.5																
14.5 - 15																
15 - 15.5																
15.5 - 16											Beyaz renkli Kıltaşı					
16 - 16.5											Kuyu Sonu : 16 m					
16.5 - 17																
İZLENİMLER :											Sondör :		Güven AYDIN			
											Kontrolör :		Kemal KALE			

PROJE ADI :		SİNANKÖY		SONDAJ NO :		S - 55									
SONDAJ YERİ :		OCAK YANI OTOBAN YOLU		MEVKİİ NO :											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		17 M		KOORDİNATLAR :		x - 31 348									
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 76 229									
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30						
0 - 0.5											Tarım toprağı				
0.5 - 1															
1 - 1.5											Kireçtaşı				
1.5 - 2															
2 - 2.5															
2.5 - 3															
3 - 3.5											Bentonit				
3.5 - 4															
4 - 4.5															
4.5 - 5															
5 - 5.5											Kireçtaşı				
5.5 - 6															
6 - 6.5															
6.5 - 7															
7 - 7.5											Yeşil renkli killi Kumtaşı				
7.5 - 8															
8 - 8.5															
8.5 - 9											Bentonit				
9 - 9.5															
9.5 - 10															
10 - 10.5															
10.5 - 11															
11 - 11.5											Fosilli Kireçtaşı				
11.5 - 12															
12 - 12.5															
12.5 - 13															
13 - 13.5											Beyaz renkli Tüf				
13.5 - 14															
14 - 14.5															
14.5 - 15															
15 - 15.5											Fosilli Kiltası				
15.5 - 16															
16 - 16.5															
16.5 - 17															
17 - 17.5															
17.5 - 18															
18 - 18.5															
Kuyu Sonu : 17 m															
Sondör :											Güven AYDIN				
Kontrolör :											Kemal KALE				

İZLENİMLER :

PROJE ADI :		SINANKÖY		SONDAJ NO :		S - 56											
SONDAJ YERİ :		OCAK YANI OTOBAN YOLU		MEVKİİ NO :													
SONDAJ DERİNLİĞİ :		12 M		KOORDİNATLAR :		x - 30 322											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 76 266											
DERİNLİK (cm)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0.5												Tarım toprağı					
0.5 - 1												Kireçtaşı					
1 - 1.5												Tüf					
1.5 - 2												Fosilli Kireçtaşı					
2 - 2.5																	
2.5 - 3																	
3 - 3.5																	
3.5 - 4												Bentonit					
4 - 4.5																	
4.5 - 5																	
5 - 5.5												Yeşil renkli Kiltası					
5.5 - 6																	
6 - 6.5																	
6.5 - 7																	
7 - 7.5																	
7.5 - 8																	
8 - 8.5																	
8.5 - 9												Fosilli Kireçtaşı					
9 - 9.5																	
9.5 - 10																	
10 - 10.5																	
10.5 - 11																	
11 - 11.5																	
11.5 - 12																	
12 - 12.5																	
12.5 - 13																	
13 - 13.5																	
13.5 - 14																	
14 - 14.5																	
14.5 - 15																	
15 - 15.5																	
15.5 - 16																	
16 - 16.5																	
16.5 - 17																	
17 - 17.5																	
İZLENİMLER :												Sondör :		Güven AYDIN			
												Kontrolör :		Kemal KALE			

PROJE ADI :		SINANKÖY		SONDAJ NO :		S - 57												
SONDAJ YERİ :		OCAK YANI OTOBAN YOLU		MEVKİİ NO :														
SONDAJ DERİNLİĞİ :		14 M		KOORDİNATLAR :		x - 30 260												
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 76 313												
DERİNLİK (cm)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D		
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40								
0 - 0.5												Tarım toprağı						
0.5 - 1												Kireçtaşı						
1 - 1.5												Tüf						
1.5 - 2												Kireçtaşı						
2 - 2.5																		
2.5 - 3																		
3 - 3.5																		
3.5 - 4																		
4 - 4.5																		
4.5 - 5																		
5 - 5.5																		
5.5 - 6																		
6 - 6.5																		
6.5 - 7																		
7 - 7.5																		
7.5 - 8																		
8 - 8.5																		
8.5 - 9																		
9 - 9.5																		
9.5 - 10																		
10 - 10.5																		
10.5 - 11																		
11 - 11.5												Bentonit						
11.5 - 12																		
12 - 12.5																		
12.5 - 13																		
13 - 13.5																		
13.5 - 14												Yeşil renkli Kilitaşı						
14 - 14.5												Kuyu Sonu : 14 m						
14.5 - 15																		
15 - 15.5																		
15.5 - 16																		
16 - 16.5																		
16.5 - 17																		
17 - 17.5																		
İZLENİMLER :												Sondör :		Güven AYDIN				
												Kontrolör :		Kemal KALE				

PROJE ADI :		SİNANKÖY		SONDAJ NO :		S - 58												
SONDAJ YERİ :		OTOBAN YOLU YANI		MEVKİİ NO :														
SONDAJ DERİNLİĞİ :		8.5 M		KOORDİNATLAR :		x - 30 308												
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 76 310												
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	TCR %	RCD		
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40								
0 - 0.5												Tarım toprağı						
0.5 - 1												Kireçtaşı						
1 - 1.5																		
1.5 - 2																		
2 - 2.5																		
2.5 - 3																		
3 - 3.5																		
3.5 - 4																		
4 - 4.5																		
4.5 - 5																		
5 - 5.5																		
5.5 - 6																		
6 - 6.5																		
6.5 - 7																		
7 - 7.5																		
7.5 - 8												Bentonit						
8 - 8.5												Yeşil renkli Kiltası						
8.5 - 9												Kuyu Sonu : 8.5 m						
9 - 9.5																		
9.5 - 10																		
10 - 10.5																		
10.5 - 11																		
11 - 11.5																		
11.5 - 12																		
12 - 12.5																		
12.5 - 13																		
13 - 13.5																		
13.5 - 14																		
14 - 14.5																		
14.5 - 15																		
15 - 15.5																		
15.5 - 16																		
16 - 16.5																		
16.5 - 17																		
17 - 17.5																		
İZLENİMLER :												Sondör :		Güven AYDIN				
												Kontrolör :		Kemal KALE				

PROJE ADI :		SİNANKÖY		SONDAJ NO :		S - 58										
SONDAJ YERİ :		OTOBAN YOLU YANI		MEVKİİ NO :												
SONDAJ DERİNLİĞİ :		8.5 M		KOORDİNATLAR :		x - 30 308										
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				y - 76 310										
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30							40
0 - 0.5											Tarım toprağı					
0.5 - 1											Kireçtaşı					
1 - 1.5																
1.5 - 2																
2 - 2.5																
2.5 - 3																
3 - 3.5																
3.5 - 4																
4 - 4.5																
4.5 - 5																
5 - 5.5																
5.5 - 6																
6 - 6.5																
6.5 - 7																
7 - 7.5																
7.5 - 8											Bentonit					
8 - 8.5											Yeşil renkli Kıltaşı					
8.5 - 9											Kuyu Sonu : 8.5 m					
9 - 9.5																
9.5 - 10																
10 - 10.5																
10.5 - 11																
11 - 11.5																
11.5 - 12																
12 - 12.5																
12.5 - 13																
13 - 13.5																
13.5 - 14																
14 - 14.5																
14.5 - 15																
15 - 15.5																
15.5 - 16																
16 - 16.5																
16.5 - 17																
17 - 17.5																
İZLENİMLER :											Sondör :		Güven AYDIN			
											Kontrolör :		Kemal KALE			

PROJE ADI :		SINANKÖY		SONDAJ NO :		S - 60									
SONDAJ YERİ :		OTOBAN YOLU YANI		MEVKİİ NO :											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		12 M		KOORDİNATLAR :		x - 30 388									
						y - 76 291									
		STANDART PENETRASYON DENEYİ													
DERİNLİK (cm)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30						
0 - 0,5											Tarım toprağı				
0,5 - 1											Bentonit				
1 - 1,5											Kireçtaşı				
1,5 - 2											Bentonit				
2 - 2,5											Kireçtaşı				
2,5 - 3															
3 - 3,5															
3,5 - 4															
4 - 4,5															
4,5 - 5															
5 - 5,5															
5,5 - 6															
6 - 6,5															
6,5 - 7															
7 - 7,5															
7,5 - 8															
8 - 8,5															
8,5 - 9															
9 - 9,5															
9,5 - 10															
10 - 10,5															
10,5 - 11															
11 - 11,5															
11,5 - 12											Bentonit				
12 - 12,5											Kuyu Sonu : 12 m				
12,5 - 13															
13 - 13,5															
13,5 - 14															
14 - 14,5															
14,5 - 15															
15 - 15,5															
15,5 - 16															
16 - 16,5															
16,5 - 17															
İZLENİMLER :				Sondör :		Güven AYDIN									
				Kontrolör :		Kemal KALE									

PROJE ADI :		SINANKÖY		SONDAJ NO :		S - 63										
SONDAJ YERİ :		OTOBAN YOLU YANI		MEVKİİ NO :												
SONDAJ DERİNLİĞİ :		6 M		KOORDİNATLAR :		x - 30 466										
						y - 76 408										
		STANDART PENETRASYON DENEYİ														
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30							40
0 - 0,5											Tarım toprağı					
0,5 - 1											Kireçtaşı					
1 - 1,5											Bentonit					
1,5 - 2											Yeşil Kiltası					
2 - 2,5																
2,5 - 3																
3 - 3,5																
3,5 - 4																
4 - 4,5																
4,5 - 5																
5 - 5,5																
5,5 - 6																
6 - 6,5											Kuyu Sonu : 6 m					
6,5 - 7																
7 - 7,5																
7,5 - 8																
8 - 8,5																
8,5 - 9																
9 - 9,5																
9,5 - 10																
10 - 10,5																
10,5 - 11																
11 - 11,5																
11,5 - 12																
12 - 12,5																
12,5 - 13																
13 - 13,5																
13,5 - 14																
14 - 14,5																
14,5 - 15																
15 - 15,5																
15,5 - 16																
16 - 16,5																
16,5 - 17																
17 - 17,5																
17,5 - 18																
18 - 18,5																
18,5 - 19																
19 - 19,5																
19,5 - 20																
20 - 20,5																
20,5 - 21																
21 - 21,5																
21,5 - 22																
22 - 22,5																
22,5 - 23																
23 - 23,5																
23,5 - 24																
24 - 24,5																
24,5 - 25																
25 - 25,5																
25,5 - 26																
26 - 26,5																
26,5 - 27																
27 - 27,5																
27,5 - 28																
28 - 28,5																
28,5 - 29																
29 - 29,5																
29,5 - 30																
İZLENİMLER :											Sondör :		Güven AYDIN			
											Kontrolör :		Kemal KALE			

PROJE ADI :		SINANKÖY				SONDAJ NO :		S - 64													
SONDAJ YERİ :		OTOBAN YOLU YANI				MEVKİİ NO :															
SONDAJ DERİNLİĞİ :		19 M				KOORDİNATLAR :		x - 30 470													
		STANDART PENETRASYON DENEYİ						y - 76 444													
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D					
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40											
0 - 0.5												Tarım toprağı									
0.5 - 1												Kireçtaşı									
1 - 1.5												Bentonit									
1.5 - 2												Fosilli Kireçtaşı									
2 - 2.5																					
2.5 - 3																					
3 - 3.5																					
3.5 - 4																					
4 - 4.5																					
4.5 - 5																					
5 - 5.5												Yeşil renkli Kiltası									
5.5 - 6																					
6 - 6.5																					
6.5 - 7																					
7 - 7.5																					
7.5 - 8																					
8 - 8.5																					
8.5 - 9																					
9 - 9.5																					
9.5 - 10																					
10 - 10.5																					
10.5 - 11																					
11 - 11.5																					
11.5 - 12																					
12 - 12.5												Bentonit									
12.5 - 13																					
13 - 13.5																					
13.5 - 14																					
14 - 14.5																					
14.5 - 15																					
15 - 15.5																					
15.5 - 16																					
16 - 16.5																					
16.5 - 17																					
17 - 17.5																					
17.5 - 18																					
18 - 18.5																					
18.5 - 19																					
19-19.5																					
												Kuyu Sonu : 19 m									
İZLENİMLER :												Sondör :					Güven AYDIN				
												Kontrolör :					Kemal KALE				

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ		SONDAJ NO :		S -89									
SONDAJ YERİ :		CAMCI-OCAK BATISI		MEVKİİ NO :		S - CAMCI									
SONDAJ DERİNLİĞİ :		15 M		KOORDİNATLAR :		y - 77 441									
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				x - 32 918									
DERİNLİK (cm)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30						
0 - 0,5											Bitkisel toprak				
0,5 - 1															
1 - 1,5															
1,5 - 2															
2 - 2,5															
2,5 - 3															
3 - 3,5															
3,5 - 4															
4 - 4,5															
4,5 - 5															
5 - 5,5															
5,5 - 6															
6 - 6,5															
6,5 - 7															
7 - 7,5															
7,5 - 8															
8 - 8,5															
8,5 - 9															
9 - 9,5															
9,5 - 10															
10 - 10,5															
10,5 - 11															
11 - 11,5															
11,5 - 12															
12 - 12,5															
12,5 - 13															
13 - 13,5															
13,5 - 14															
14 - 14,5															
14,5 - 15															
15 - 15,5															
15,5 - 16															
16 - 16,5															
16,5 - 17															
17 - 17,5															
Sondör :											Güven AYDIN				
Kontrolör :											Kemal KALE				

İZLENİMLER : Ocak batısında yapılan işletme amaçlı sondajdır. Bentonit karot numunesi test edilmemiştir. 0,80 m bentonit kesilmiştir.

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ				SONDAJ NO :		S - 91							
SONDAJ YERİ :		CAMCI-OCAK BATISI				MEVKİİ NO :		S - CAMCI							
SONDAJ DERİNLİĞİ :		25 M				KOORDİNATLAR :		y - 77 340							
		STANDART PENETRASYON DENEYİ						x - 32 832							
DERİNLİK (cm)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI			GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30						
0 - 0,5											Bitkisel toprak				
0,5 - 1											Sarı renkli az kumlu; Kil				
1 - 1,5															
1,5 - 2															
2 - 2,5															
2,5 - 3															
3 - 3,5															
3,5 - 4															
4 - 4,5															
4,5 - 5															
5 - 5,5															
5,5 - 6															
6 - 6,5															
6,5 - 7															
7 - 7,5															
7,5 - 8															
8 - 8,5															
8,5 - 9															
9 - 9,5															
9,5 - 10															
10 - 10,5															
10,5 - 11															
11 - 11,5															
11,5 - 12															
12 - 12,5															
12,5 - 13															
13 - 13,5															
13,5 - 14															
14 - 14,5															
14,5 - 15															
15 - 15,5															
15,5 - 16															
16 - 16,5															
16,5 - 17															
17 - 17,5															
17,5 - 18															
18 - 18,5															
18,5 - 19															
19 - 19,5															
19,5 - 20															
20 - 20,5															
20,5 - 21															
21 - 21,5															
21,5 - 22															
22 - 22,5															
22,5 - 23															
23 - 23,5															
23,5 - 24															
24 - 24,5															
24,5 - 25															
25 - 25,5															
25,5 - 26															
Kuyu Sonu: 25 m															
Sondör :											Güven AYDIN				
Kontrolör :											Kemal KALE				

İZLENİMLER : Ocak batısında yapılan işletme amaçlı sondajdır. Bentonit karot numunesi test edilmemiştir. 0,80 m bentonit kesilmiştir.

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ		SONDAJ NO :		S - 106											
SONDAJ YERİ :		ARK BAYIRI - 2		MEVKİİ NO :		S - ARK BAYIRI-2											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		12 M		KOORDİNATLAR :		y - 76 548											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				x - 30 712											
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0,5												Bitkisel toprak					
0,5 - 1																	
1 - 1,5												Sarı renkli az kumlu; Kil					
1,5 - 2																	
2 - 2,5																	
2,5 - 3																	
3 - 3,5												Erime boşluklu bol fosilli; Kireçtaşı					
3,5 - 4																	
4 - 4,5																	
4,5 - 5																	
5 - 5,5												Yeşil renkli bol kumlu; Kil					
5,5 - 6																	
6 - 6,5																	
6,5 - 7												Kireçtaşı					
7 - 7,5																	
7,5 - 8												Mavi renkli; Tüf					
8 - 8,5																	
8,5 - 9																	
9 - 9,5												Kireçtaşı					
9,5 - 10																	
10 - 10,5																	
10,5 - 11																	
11 - 11,5												Yeşil renkli bol kumlu; Kil					
11,5 - 12																	
12 - 12,5												Kuyu Sonu: 12 m					
12,5 - 13																	
13 - 13,5																	
13,5 - 14																	
14 - 14,5																	
14,5 - 15																	
15 - 15,5																	
15,5 - 16																	
16 - 16,5																	
16,5 - 17																	
17 - 17,5																	
Sondör :												Güven AYDIN					
Kontrolör :												Kemal KALE					

İZLENİMLER : Bentonite rastlanmamıştır. Ark bayırı - 2 ocağı güney batısındadır.

PROJE ADI :		EDİRNE-LALAPAŞA SONDAJ		SONDAJ NO :		S - 121											
SONDAJ YERİ :		SINAN KÖY (168 ADA-38PARSEL		MEVKİİ NO :		SİNANKÖY											
SONDAJ DERİNLİĞİ :		18 M		KOORDİNATLAR :		y - 75 547											
		STANDART PENETRASYON DENEYİ				x - 30 274											
DERİNLİK (m)	NUMUNE CİNSİ	NO	DARBE SAYISI				GRAFİK				PROFİL	JEOLOJİK TANIMLAMA	LİTOLOJİ	KAROT %	T C R %	R C D	
			0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	N	10	20	30	40							
0 - 0.5												Bitkisel toprak					
0.5 - 1																	
1 - 1.5																	
1.5 - 2																	
2 - 2.5																	
2.5 - 3																	
3 - 3.5																	
3.5 - 4																	
4 - 4.5																	
4.5 - 5																	
5 - 5.5																	
5.5 - 6																	
6 - 6.5																	
6.5 - 7																	
7 - 7.5																	
7.5 - 8																	
8 - 8.5																	
8.5 - 9																	
9 - 9.5																	
9.5 - 10																	
10 - 10.5																	
10.5 - 11																	
11 - 11.5																	
11.5 - 12																	
12 - 12.5																	
12.5 - 13																	
13 - 13.5																	
13.5 - 14																	
14 - 14.5																	
14.5 - 15																	
15 - 15.5																	
15.5 - 16																	
16 - 16.5																	
16.5 - 17																	
17 - 17.5																	
17.5 - 18																	
18 - 18.5																	
18.5 - 19																	
Kuyu Sonu: 18 m																	
Sondör :												Güven AYDIN					
Kontrolör :												Kemal KALE					

İZLENİMLER : İşletme amaçlı sondajdır. Bentonite rastlanmamıştır.

k 3
Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından Alınan Bentonit
Numunelerine Ait XRD Sonuçları.

Ek 4
Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından Alınan Bentonit
Numunelerine Ait DTA Sonuçları.

Ek 5
Camcı ve Ark Bayırı Ocaklarından Alınan Bentonit
Numunelerine Ait Isı Mikroskobu Sonuçları.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Aydın'da Doğdu. Yedi Eylül İlk Okulu, Gazi Paşa Orta Okulu, İzmir Selma Yiğitalp Süper Lisesini ardından da 2003 yılında İTÜ Jeoloji Mühendisliği bölümünü bitirdikten sonra İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.