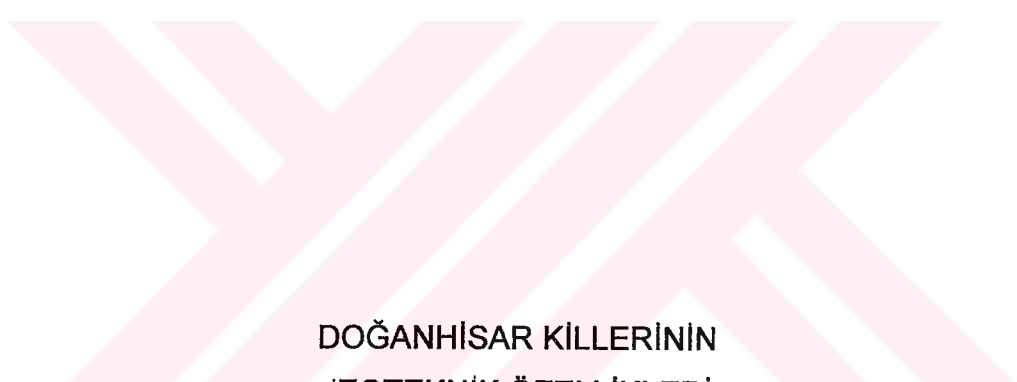


T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DOĞANHISAR KİLLERİNİN
JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

İsmail İNCE

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Konya, 2004

153961

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞANHİSAR KİLLERİNİN

JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

İsmail İNCE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2004

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞANHISAR KİLLERİNİN
JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

İsmail İNCE
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 20.09.2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ile kabul edilmiştir.



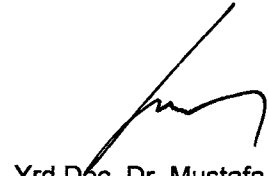
Prof. Dr. Yüksel AYDIN

(Üye)



Yrd.Doç.Dr.Adnan ÖZDEMİR

(Danışman)



Yrd.Doç. Dr. Mustafa YILDIZ

(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOĞANHİSAR KİLLERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

İsmail İNCE

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Adnan ÖZDEMİR

2004, 89 Sayfa

Jüri : Prof. Dr. Yüksek AYDIN

Yrd.Doç. Dr.Adnan ÖZDEMİR

Yrd.Doç. Dr.Mustafa YILDIZ

Bu çalışmada, Ayaslar (Doğanhisar-Konya) yerleşim alanının güneyinde yer alan kil ocaklarının ve çevresinin jeoloji yapısının aydınlatılması ile buradaki kilin mineralojisi - jeokimyası ile jeoteknik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Çalışma alanı içinde temeli Üst Kambriyen-Alt Ordevisyen yaşlı Sultandede formasyonu oluşturur. Bu formasyonun üzerine açılı uyumsuz olarak Orta-Üst Devoniyen yaşlı Engilli formasyonu gelir. Engilli formasyonu üzerine Alt-Üst Karbonifer yaşlı Kirazlı formasyonu uyumlu olarak gelir. Kirazlı formasyonu

üzerinde yanal ve düşey geçişli olarak Alt-Üst Karbonifer yaşlı Harlak formasyonu yer alır. Harlak formasyonu üzerinde ise Miyosen yaşlı Ayaslar formasyonu açılı uyumsuz olarak yer almaktadır. Ayaslar formasyonu üzerinde de açılı uyumsuz olarak Pliyosen yaşlı Doğanhisar formasyonu yer almaktadır. Bu birimlerin tamamı Alüvyonlarla örtülmektedir.

İnceleme alanında temeli oluşturan Paleozoyik yaşlı Harlak formasyonu içerisindeki şistlerden alınan örneklerin ve işletilen Neojen yaşlı Ayaslar ve Doğanhisar formasyonlarındaki killerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenmiştir.

Bu formasyonlardan alınan örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde indeks özelliklerinden doğal su içeriği %6 ile %21 arasında değişkenlik göstermektedir. Örnekler suya doygunluk derecelerine göre çok nemli ile ıslak arasında (yaş-doygun arsında) değişkenlik gösterdikleri belirlenmiştir. Kil örneklerinde likit limit %27-%47 arasında, plastik limit ise %13-%23 arasında değişmektedir. Plastisite indeksi %12-%30 arasında değiştiği bu yönüyle örneklerin orta ile yüksek plastisite indeksinde oldukları anlaşılmaktadır. Rötire limit %10-%19 arasında değişmektedir. Kil örneklerinde özgül ağırlık 2.6-2.8 arasında değişmektedir. Mühendislik parametrelerinden inceleme alanından alınan kil örneklerin içsel sürtünme açısı 9^0 - 29^0 arasında, kohezyonları ise 103-259 kN/m² arasında değişmektedir. Tüm örnekler (A2, A3, A4.1 ve D2) aşırı konsolide kildir. Kil örneklerin şişme basınçlarının 4-10 kN/m², şişme yüzdelerinin ise 0.8%-4% civarında olduğu konsolidasyon deneylerinden belirlenmiştir. İlave olarak bu örneklerin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi kapsamında killerin pişme öncesi ürün özelliklerinden doğal renk, kütle rutubeti, pres sonrası genleşme, ham mukavemet ve kuru mukavemet, pişme sonrası ürün özellikleri kapsamında da yine renk, küçülme, su emme ve pişmiş mukavemet değerleri belirlenmiştir. Daha sonra kimyasal analizlerle belirlenen ana oksit değerlerinin mekanik özellikler üzerindeki etkisi ile mineralojik özelliklerin jeomekanik ve teknolojik parametreler üzerindeki etkileri grafiklerle araştırılmış ve determinasyon (r^2) katsayıları belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Kil, Doğanhisar, jeoteknik, jeokimya, killerin teknolojik özellikleri.

ABSTRACT

Master Thesis

GEOTECHNICAL PROPERTIES OF DOĞANHISAR CLAYS

İsmail İNCE

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor : Assistant Prof. Dr. Adnan ÖZDEMİR

2004, 89 Page

Jury : Prof. Dr. Yüksek AYDIN

Assistant Prof. Dr. Adnan ÖZDEMİR

Assistant Prof. Dr. Mustafa YILDIZ

The purpose of this study is to investigate the geological structures and the mineralogical-geochemical-geotechnical properties of clays of the area in the south of Ayaslar (Doğanhisar-Konya).

The Upper Cambrian-Lower Ordovician Sultandede Formation forms the oldest rock unit in the study area. It is unconformably overlain by the middle-upper Devonian Engilli Formation. The lower-upper Carboniferous Kirazlı Formation

conformably overlies the Engilli Formation. It is overlain lower-upper Carboniferous Harlak Formation showing lateral and vertical transition. All these units are unconformably overlain by the Miocene Ayaslar Formation. The Ayaslar Formation is also unconformably overlain by the Pliocene Doğanhisar Formation. All these formations are unconformably overlain by the alluvium.

The mineralogical and geochemical properties of rock samples taken from the schists of Harlak Formation and the clays of the Ayaslar and Doğanhisar formations were determined.

Natural water content of the disturbed and undisturbed samples taken from those formations varies between 6% and 21%. It is determined that the samples vary between damp and wet according to the degree of saturation of water (between wet and saturated). In the clay samples, the liquid limit varies between 27%-47% and plastic limit varies between 13%-23%. The plasticity index of the clays varies between 12%-30% and samples are classified as medium and high capacity plasticity index with this aspect. Shrinkage limit varies between 10%-19%. Specific gravity in clay samples vary between 2.6-2.8. The internal friction angle and cohesion of the clay samples are determined to be between 9° - 29° and 103-259 kN/m² in turn. Whole of the samples represent extremely consolidated clays. It is determined from the consolidation experiments that the swelling pressures are about 4-10 kN/m² and the swelling percents are about 0.8-04%. Then colours, shrinkage, water absorbing and baked resistance values of clays have been determined in the scope of determination of tectonic features, and natural colour, mass moisture, dilating after press, raw resistance and dry resistance, product features after baking. Affects of basic oxide values on mechanical properties and mineralogical features on geomechanical and technological parameters are determined.

KEY WORDS: Clay, Doğanhisar, geotechnic, geochemistry, technological properties of clays.

ÖNSÖZ

“ Doğanhisar Killerinin Jeoteknik Özellikleri” konulu bu çalışma Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde 2001-2004 yılları arasında yürütülen yüksek lisans öğrenimi kapsamında hazırlanmıştır.

Bu araştırmanın maddi ve manevi katkılarını esirgemeyen Selçuk Üniversitesi Rektörlüğü ve Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü’ne ve Fen Bilimleri enstitüsü Müdürlüğüne şükranlarımı sunarım.

Araştırmanın arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları sırasında yönlendirici ve katkılarından dolayı danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Adnan ÖZDEMİR’ e teşekkür ederim.

Kil numunelerinden yapılan X-ışınları çekimlerinin ve kimyasal analizlerin değerlendirilmesinde yardımcı olan bölümümüz öğretim üyesi Prof. Dr. Muazzez Çelik KARAKAYA’ya ve Dr. Necati KARAKAYA’ya, X-ışınları analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Anadolu Üniversitesi TÜBİTAK Seramik Araştırma Merkezi elemanlarına, killerin teknolojik özelliklerin tespit edilmesinde yardımlarından dolayı Eczacıbaşı Karo Seramik çalışanlarına, arazi çalışmalarım sırasında ve daha sonra yardımlarını esirgemeyen Tokluoğlu Madencilik’den Rahmi BAŞTOKLU’ya, çalışanlarına çeşitli yardımlarını gördüğüm Bölümümüz öğretim üyesi Yrd. Doç.Dr. Yaşar EREN’e, Yrd. Doç.Dr. A. Müjdat ÖZKAN’a, Yrd. Doç. Dr. M. Tahir NALBANTÇILAR’a, ve Bölümümüz öğrencisi Deniz BAŞTOKLU’ ya teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER.....	ix
ÇİZELGELER.....	xii
EKLER.....	xii
SİMGELER.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç	1
1.2. Materyal Metod	3
1.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	3
1.4. Morfoloji, Akarsular ve Göletler.....	5
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3. STRATİGRAFİ.....	8
3.1. Giriş	8
3.2. Sultandede formasyonu (εOs)	8
3.3. Engilli formasyonu (De).....	10
3.4. Kirazlı formasyonu (Ck)	13
3.5. Harlak formasyonu(Ch).....	13
3.6. Ayaslar formasyonu (Ta).....	16
3.7. Doğanhisar formasyonu (Td)	17
3.8. Alüvyon (Qal).....	18
4. YAPISAL JEOLojİ.....	20
4.1. Açılı Uyumsuzluklar	20
4.2. Tabakalanma ve Kıvrımlar	21
4.3. Çatlaklar ve Faylar	22
5. BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİ	27
6. JEOLojİ EVRİMİ.....	29
7. MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL İNCELEMELER	30
7.1. X Ray Difraktometre (XRD) Analizleri ve Sonuçları.....	30
7.2. Kimyasal Analizler ve Sonuçları.....	35
7.3. Mineralojik ve Jeokimyasal Değerlendirme.....	38
8. KİLLERİN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ	40
8.1. Killerin İndeks ve Jeomekanik Değerlerinin Belirlenmesi	40
8.2. Killerin İndeks ve Jeomekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi	53
9. KİLLERİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ	59
9.1. Pişme Öncesi ve Sonrası Ürün Özellikleri	59
10. KİLLERİN KİMYASAL, MİNERALojİK VE JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER	61
11. SONUÇLAR	71
12. DEĞİNİLEN BELGELER	74

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 1.1 İnceleme alanın yer buldurur haritası.....	2
Şekil 1.2 1980-2003 yılları arası Akşehir meteoroloji istasyonu verilerine göre Yağış - Buharlaşıma ve terlemenin denestirmeli nem bilançosu	4
Şekil 3.1 İnceleme alanın genelleştirilmiş jeoloji dikme kesiti(Ölçeksiz).....	9
Şekil 3.2 Sultandede formasyonu içinde gözlenen kuvars damarı (Dikmeli Tepe'nin batısındaki derenin içinden doğudan batıya bakış).....	11
Şekil 3.3 Sultandede formasyonu içinde metakuvarsitlerde gözlenen küçük ölçekli kıvrımlar (Yukarıöz Deresi içinde, güneybatıdan kuzeydoğuya bakış).....	11
Şekil 3.4 Engilli formasyonu içinde gri, siyah renkli fillit ve kristalize kireçtaşı (Yukarıöz deresi içinde güneyden kuzeye bakış).....	12
Şekil 3.5 Kirazlı formasyonunda krinoidal kireçtaşı çakılı içeren merccek şekilli metakonglomera (Sivri Tepe, güneyden kuzeye bakış).	14
Şekil 3.6 Harlak formasyonu içinde fillit (f), metakumtaşı (mk) ardalıması (Dikmen T. batısı, doğudan batıya bakış).....	15
Şekil 3.7 Harlak formasyonu içinde mor renkli fillitlerde klivaj yüzeyi (Karaaslan Tepenin güneybatısından, kuzeyden güneye bakış).	15
Şekil 3.8. Ayaslar formasyonuna ait konglomera içerisinde gözlenen farklı büyüklükteki çakıllar (Karşıyaka Sırtı doğudan batıya bakış).....	17
Şekil 3.9 Doğanhisar formasyonu içerisinde Konglomera (kg) ve bunların üzerine gelen kumtaşları (kt) (Arapöldüğü meşkinin kuzeyindeki dere içi, kuzeyden güneye bakış).....	19
Şekil 4.1. Sultandede formasyonu içinde oluşan budinaj yapısı (Dikmen Tepenin güneybatısında ki dere içinden doğudan batıya bakış).....	21
Şekil 4.2 Engilli, Kirazlı ve Harlak formasyonlarına ait 50 adet tabaka konumu ölçümünden yapılan tabaka kontur diyagramı (Konturlar; %5, %9, %13, %18 ve %22): Kıvrım eksenini gidişi; B: K38°B, 7°KB	23
Şekil 4.3 Ayaslar formasyonuna ait 35 adet tabaka konumu ölçümünden yapılan kontur diyagramı (Konturlar: %10 ve %20): Kıvrım eksenini gidişi; B: K68°D, 13°KD.....	23
Şekil 4.4 İncelme alanında Engilli, Kirazlı ve Harlak formasyonlarından alınan 80 adet çatlak ölçümünden yapılan kontur diyagramı (Konturlar: %5, %10, %15 ve %21) Ç1: K5°B; 84°KD, Ç2: K38°B; 84°GB ve Ç3: K60°D; 51°KB dır.....	25
Şekil 4.5 İnceleme alanında gözlenen haritalanamayacak kadar küçük ölçekte fay (Gölçük tepenin doğusu, doğudan batıya bakış).....	25
Şekil 4.6 Ayaslar formasyonu (Ta) ile Doğanhisar formasyonu (Td) arasındaki eğim atımlı normal fay (Ayaslar beldesinin güneyinden, güneybatıdan kuzeydoğuya bakış).....	26
Şekil 5.1 Doğanhisar çevresinde 1900-2004 yılları arasında gerçekleşen depremler	27

Şekil 7.1	İnceleme alanında Dikmen Tepe güneyinde Harlak formasyonu içinden alınan TA1 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.....	31
Şekil 7.2	İnceleme alanında Dikmen Tepe doğusundan Ayaslar formasyonu içinden alınan A1 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.	32
Şekil 7.3	İnceleme alanında Kil Ocağı İşletmesi içinde Ayaslar formasyonundan alınan A2 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.....	32
Şekil 7.4	İnceleme alanında Kil Ocağı İşletmesi içinde Ayaslar formasyonundan alınan A3 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.....	33
Şekil 7.5	İnceleme alanında Kil Ocağı İşletmesi içinde Ayaslar formasyonundan alınan A4 ₁ nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.....	33
Şekil 7.6	İnceleme alanında Kil Ocağı İşletmesi içinde Doğanhisar formasyonundan alınan D2 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.....	34
Şekil 7.7	Doğanhisar killlerine ait örnekler üzerinde yapılan kimyasal analizlerde belirlenen ana element oksit (%) sonuçları (Ayaslar formasyonuna ait killer "A", Doğanhisar formasyonuna ait killer "D", temele ait formasyona ait örnekler "T" ve temele ait kayaçların yüzey şartlarında ayrışma ürünleri "TA" ile gösterilmiştir).....	37
Şekil 7.8	Doğanhisar killlerine ait örneklerin kimyasal analiz iz element (ppm) sonuçları (Ayaslar formasyonuna ait killer "A", Doğanhisar formasyonuna ait killer "D", temele ait formasyona ait örnekler "T" ve temele ait kayaçların yüzey şartlarında ayrışma ürünleri "TA" ile gösterilmiştir)....	39
Şekil 7.9	Kil ocağında, killi seviyelerle ardalanmış kuvars ve şist çakılları (Resim inceleme alanı içindeki kil ocağı işletmesinden alınmıştır).....	39
Şekil 8.1	Örnek lokasyon haritası.....	41
Şekil 8.2	A1 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.....	43
Şekil 8.3	A2 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.....	43
Şekil 8.4	A3 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.....	44
Şekil 8.5	A4.1 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.....	44
Şekil 8.6	A42 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.....	45
Şekil 8.7	D1 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.....	45
Şekil 8.8	D2 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.....	46
Şekil 8.9	Numune A2 nin kırılma zarfı.....	46
Şekil 8.10	Numune A3 ün kırılma zarfı.....	47
Şekil 8.11	Numune A4.1 in kırılma zarfı.....	47
Şekil 8.12	Numune D2 nin kırılma zarfı.....	48
Şekil 8.13	Numune A2 için boşluk oranı-logaritmik basınç (e-LogP) grafiği.....	51
Şekil 8.14	Numune A3 için boşluk oranı-logaritmik basınç (e-LogP) grafiği.....	51
Şekil 8.15	Numune A4.1 için boşluk oranı-logaritmik basınç (e-LogP) grafiği.....	52
Şekil 8.16	Numune D2 için boşluk oranı-logaritmik basınç (e-LogP) grafiği.....	52
Şekil 8.17	Casagrande plastisite kartı üzerinde zemin örneklerinin dağılım ve Birleştirilmiş zemin sınıflaması (USCS) sonuçları.....	54
Şekil 8.18	Liu,1970'a göre Amerikan karayolları sınıflamasında A-4, A-5, A-6 ve A-7 alt grupları için atterberg limitleri aralıkları üzerine numunelerin dağılımı.....	56
Şekil 8.19	Van Der Merwe 1964' e göre incelenen zemin örneklerinin gösterimi...58	58
Şekil 8.20	Seed ve diğ. 1962'ye göre incelenen zemin örneklerinin gösterimi.....	58
Şekil 10.1	Killerin Al ₂ O ₃ içeriği ile bazı mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R ²) katsayıları.....	62

Şekil 10.2 Killerin Al_2O_3 içeriği ile bazı teknolojik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.....	64
Şekil 10.3 Killerin Fe_2O_3 içeriği ile bazı indeks ve mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.....	65
Şekil 10.4 Killerin SiO_2 içeriği ile bazı mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.....	66
Şekil 10.5 Killerin SiO_2 içeriği ile bazı teknolojik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.....	68



ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 1.1 1980-2003 yılları arası Akşehir meteoroloji istasyonu verilerine göre Yağış - Buharlaşıma ve terlemenin deneştirmeli nem bilançosu (Thornthwait 1948'e göre).....	4
Çizelge 5.1 1900-2004 yılları arasında Doğanhisar ve çevresinde oluşan magnitudu 4'den büyük depremlere ilişkin bilgiler.....	28
Çizelge 7.1 İnceleme alanındaki killerin mineralojik bileşimi (* işaretli olanlar Karakaya ve dig. 2001 den alınmıştır).....	34
Çizelge 7.2 Doğanhisar killerine ait örnekler üzerinde yapılan kimyasal analizlerde belirlenen ana element oksit(%) ve iz element (ppm) sonuçları (Ayaslar formasyonuna ait killer "A", Doğanhisar formasyonuna ait killer "D",temele ait formasyona ait örnekler "T" ve temele ait kayaçların yüzey şartlarında ayrışma ürünleri "TA" ile gösterilmiştir).....	36
Çizelge 8.1 İnceleme alanından alınan kil örneklerinin indeks özellikleri.....	42
Çizelge 8.2 A2 nolu numunenin konsolidasyon deneyine ait sonuçlar.....	49
Çizelge 8.3 A3 nolu numunenin konsolidasyon deneyine ait sonuçlar.....	49
Çizelge 8.4 A4.1 nolu numunenin konsolidasyon deneyine ait sonuçlar.....	50
Çizelge 8.5 D2 nolu numunenin konsolidasyon deneyine ait sonuçlar.....	50
Çizelge 8.6 İnceleme alanından alınan kil örneklerin bazı mekanik özellikleri.....	53
Çizelge 8.7 Numunelerin kil, silt, kum ve çakıl % dağılımları.....	55
Çizelge 8.8 Değişik minerallerin aktivite değerleri (Skempton, 1953 ve Mitchell 1976).....	56
Çizelge 9.1 Daganhisar killerinin pişme öncesi ve sonrası ürün özellikleri.....	60

EKLER

EK-1 AYASLAR (DOĞANHİSAR-KONYA) GÜNEYİNİN JEOLojİ HARİTASI
Ek-2 AYASLAR (DOĞANHİSAR-KONYA) GÜNEYİNİN JEOLojİ KESİTİ



SİMGELER

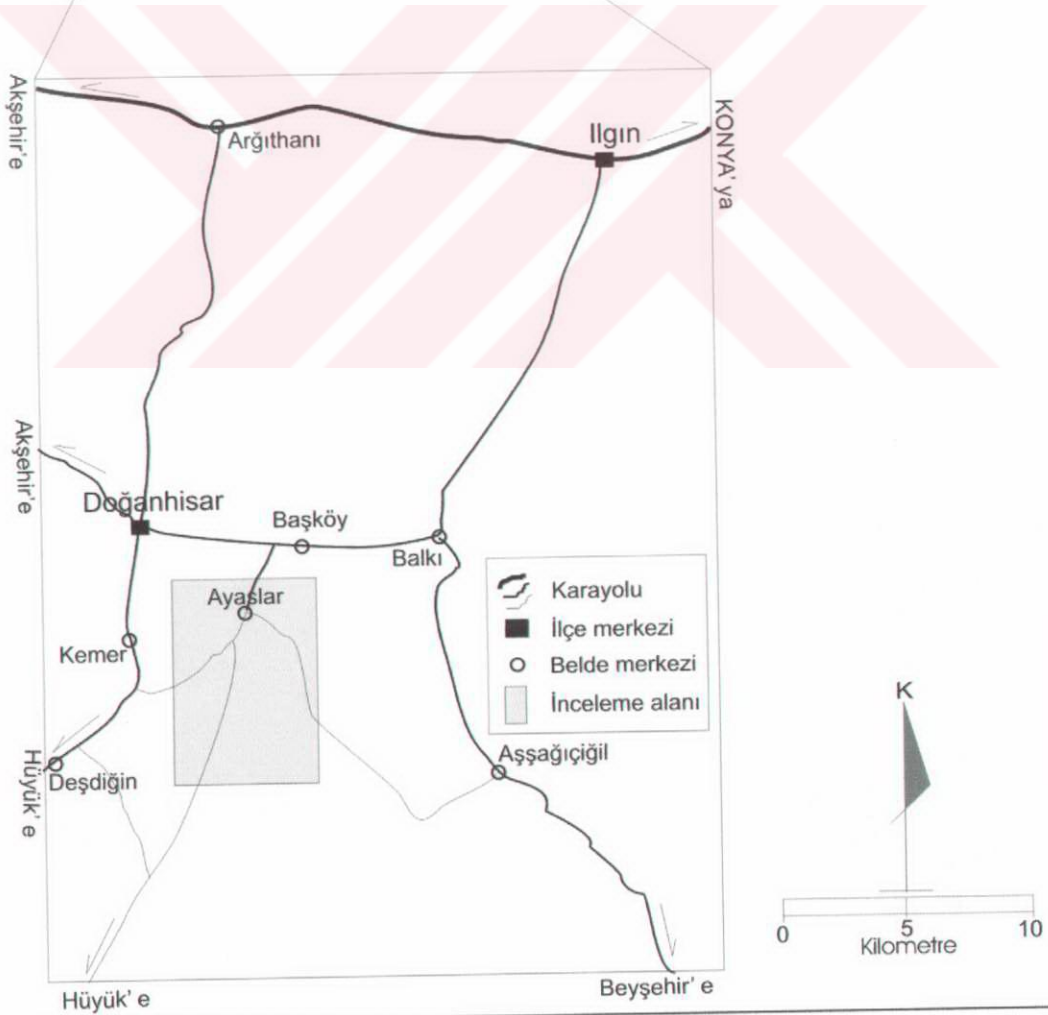
A	Aktivite.....	
c	Kohezyon.....	kN/m^2
c_c	Sıkışma indisi.....	%
c_s	Kabarma(şişme) indisi.....	%
Ch	Harlak formasyonu.....	
Ck	Kirazlı formasyonu.....	
c_v	Konsolidasyon katsayısı.....	cm^2/sn
De	Engilli formasyonu.....	
e	Boşluk oranı.....	%
Etp	Buharlaşma terleme.....	mm
Etpc	Düzeltilmiş buharlaşma terleme.....	mm
Etr	Gerçekleşen buharlaşma terleme.....	mm
Gs	Özgül ağırlık.....	boyutsuz
Ic	Kıvamlılık İndisi.....	%
Ip	Plastisite indisi.....	%
n	Porozite.....	%
k	Permabilite	m/sn
LI	Likidide indisi.....	%
m_v	Hacimsel sıkışma katsayısı.....	m^2/kN
OCR	Aşırı konsolidasyon oranı.....	
Ps	Şişme basıncı(potansiyeli).....	kN/m^2
Qal	Alüvyon.....	
S	Doygunluk derecesi.....	%
Sp	Şişme yüzdesi.....	%
Ta	Ayaslar formasyonu.....	
Td	Doğanhisar formasyonu.....	
w	Su muhtevası.....	%
w_l	Likit limit.....	%
w_p	Plastik limit.....	%
w_r	Rötre limiti	%
EOs	Sultandede formasyonu.....	
γ	Tabi birim hacim ağırlık.....	kN/m^3
γ_d	Kuru birim hacim ağırlık.....	kN/m^3
γ_r	Doygun birim hacim ağırlık.....	kN/m^3
γ^l	Batık birim hacim ağırlık.....	kN/m^3
σ_{pr}	Ön konsolidasyon basıncı.....	kN/m^2
σ_v	Örtü basıncı.....	kN/m^2
τ	Kayma gerilmesi.....	kN/m^2
ϕ	İçsel sürtünme açısı.....	derece

1. GİRİŞ

Ayaslar (Doğanhisar, KONYA) yerleşim alanını içeren çalışma sahası, 31.384.000-31.390.175 boylamları ile 38.012.000-38.020.500 enlemleri arasında yer almakta olup, yaklaşık 53 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1). Eczacıbaşı Karo Seramik, Altın Seramik, Polat Madencilik, Toprak Seramik vb. gibi kuruluşlar karo, fayans, kalebodur ve vitrifiye amaçlı kil gereksiniminin belli bir miktarını bu alan içerisinde açılmış olan kil ocağından sağlamaktadırlar. Bölgede bulunan killerin jeolojik oluşum ortamları ile jeokimyası ve özellikle jeoteknik özellikleri üzerine yapılmış detaylı çalışmalar bulunmamaktadır. Yapılan az sayıdaki çalışmalar ise genelde yörenin genel jeolojisi ile tektonik yapısı üzerinedir. Killerin mineralojik özellikleri üzerine ise sadece bir çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada söz konusu olan bölgede bulunan killerin oluşum ortamı ile bazı jeokimyasal ve jeoteknik özelliklerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

1.1. Amaç

İnsanoğlunun ilk kullandığı hammaddelerden kile olan gereksinim, teknolojinin gelişme hızına bağlı olarak gün geçtikçe artmıştır. Bunun için kilin bulunduğu bölgenin jeolojik yapısının, kil türünün ve bu kilin mühendislik parametrelerinin bilinmesi, kilin daha verimli kullanımı bakımından zorunludur. Bu çalışmada, Ayaslar (Doğanhisar-Konya) yerleşim alanının güneyinde yer alan kil ocaklarının ve çevresinin jeoloji yapısının aydınlatılması ile buradaki kilin mineralojisi - jeokimyası ile jeoteknik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.



Şekil1.1 İnceleme alanın yer buldurur haritası

1.2. Materyal Metod

Ayaslar çevresinde bulunan kil ocaklarının ve çevresinin jeoloji yapısının belirlenmesi amacıyla bu bölgeyi içine alan yaklaşık 53 km² lik alanın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritalaması yapılmıştır. Daha sonra saha gözlemleri ile belirlenen yerlerden alınan 25 örnekten 6 sı üzerinde X ışınları, 11 tanesinde kimyasal analiz ve 8 tanesinde de jeomekanik özelliklerin tespit çalışması yapılmıştır. Diğer taraftan killerin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi çalışması da gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalara ilişkin detaylara ve analizlerde takip edilen yöntemlere ilişkin bilgilere ilgili bölümlerde değinilecektir.

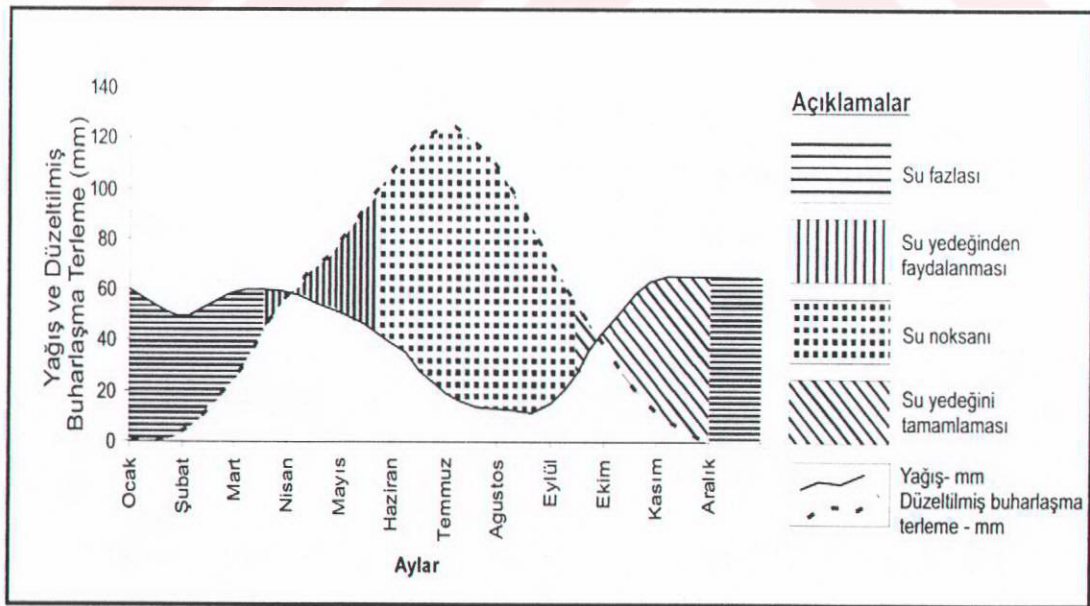
1.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Tipik karasal iklimin egemen olduğu bölgede, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. İnceleme alanına en yakın Akşehir Meteoroloji İstasyonundan alınan 1980-2003 yılları arasına ait 23 yıllık verilere göre (Çizelge 1.1, Şekil 1.2); inceleme alanına düşen ortalama yıllık yağış 532,5 mm, sıcaklık ise 9.62 °C dir. En düşük sıcaklıklar Aralık ve Ocak aylarında, en yüksek sıcaklıklar ise Temmuz ve Ağustos aylarında ölçülmüştür. Aylık ortalama yağış miktarı 44.375 mm olmasına karşılık fazla yağışların ilk bahar ve sonbahar aylarında olduğu, yazın ise bölgenin 20 mm den daha az yağış aldığı belirlenmiştir. 23 yıllık ortalama yağış ve sıcaklık verilerine göre bölgenin buharlaşma terleme ilişkisi Thornthwait (1948) yöntemine göre incelenmiştir (Çizelge 1.1 ve Şekil 1.2). Bölgeye ilişkin yıllık toplam düzeltilmiş buharlaşma terlemenin 623.89 mm olduğu, en yüksek buharlaşma terlemenin ise sıcaklıkların yüksek olduğu yaz aylarında 125 mm 'ye kadar yükseldiği belirlenmiştir. Aralık ve Ocak aylarında ise buharlaşma terlemenin olmadığı belirlenmiştir. Bölgede Haziran ayı ortalarında faydalı su yedeğinin tükendiği, Ekim ayının ortalarından itibaren sıfırlanan su yedeğinin yine tamamlanmaya başladığı, su fazlasının Ocak, Şubat, Mart ve kısmen de Nisan ayında, su noksanının ise genelde Mayıs ayının ikinci yarısı ile Ekim ayının sonları

Çizelge 1.1. 1980-2003 yılları arası Akşehir meteoroloji istasyonu verilerine göre Yağış - Buharlaşma ve terlemenin dengeştirmeli nem bilançosu (Thornthwait 1948'e göre).

AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam-Ortalama
Aylık ortalama sıcaklık (°C)	-0,3	1,1	5,7	11,4	13,7	17,8	20,3	19	14,5	8,9	3,4	-0,1	Ortalama 9,62
Sıcaklık İndisi (I)	0	0,101	1,219	3,483	4,6	6,837	8,3427	7,5473	5,013	2,394	0,558	0	Toplam 40,10
Buharlaşma-Terleme (Etp-mm)	0	3,714	23,8	52,07	64,08	86,12	99,903	92,709	68,32	39,37	13,28	0	
Enlem Düzeltme Katsayısı	0,85	0,84	1,03	1,1	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83	
Düzeltilmiş Buharlaşma terleme (Etpc-mm)	0	3,12	24,52	57,28	78,82	106,8	124,88	108,47	71,06	37,8	11,16	0	Toplam 623,89
Yağış (mm)	59,3	49,2	59,1	58,5	50,8	38,7	19,3	12,6	14,2	43,8	63,8	63,2	Toplam 532,50
Faydalı Su Yedeği (mm)	100	100	100	81,03	42,12	0	0	0	0	0	19,85	56,6	
Gerçekleşen Buharlaşma Terleme (Etr-mm)	0	3,12	24,52	57,28	78,82	80,82	19,3	12,6	14,2	37,8	11,16	0	
Su Fazlası (mm)	59,3	46,08	34,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Toplam 139,96
Su Noksanı (mm)	0	0	0	0	0	41,63	105,58	95,869	56,86	0	0	0	Toplam 293,93

Not: Faydalı su yedeği Ocak ayında 100 mm alınmıştır.



Şekil 1.2 1980-2003 yılları arası Akşehir meteoroloji istasyonu verilerine göre Yağış - Buharlaşma ve terlemenin dengeştirmeli nem bilançosu.

arasında olduğu grafik ve çizelgelerden görülmektedir. Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde yörede genelde yağışın az, buharlaşma ve terlemenin ise fazla olduğu görülmektedir.

1.4. Morfoloji, Akarsular ve Göletler

İncelenen alanın güneybatı kesiminde daha yüksek, kuzeydoğu kesiminde ise daha az yükseltiler bulunmaktadır. Akaçlama sistemi de buna bağlı olarak güneybatıdan kuzeydoğuya doğru gelişmiştir. Bu bağlamda inceleme alanının güneybatısında en yüksek kesimi Sivri Tepe (1779 m) ve Dikmen Tepe (1485 m), güneyde Kütüklü tepe (1620 m) oluştururken, kuzeydoğuda Karakaya Sırtı gibi küçük sırtlar yer almaktadır. İnceleme alanının orta kesiminde ise yer yer yine yüksek tepeler (Gölçük Tepe (1551 m), Ortadağ Tepe (1542 m), Karaaslan Tepe (1533 m)) yer almaktadır. Güneybatıdaki yüksek kesimlerde genelde metamorfik kayalardan metakonglomera ile metakumtaşı gibi çimentolanmış kayalar yüzeylenirken, Kuzeydoğudaki daha düşük seviyelerde ise dayanımı düşük litolojiler (silttaşı, kiltası) ve ayrışma ürünleri yaygındır. Diğer taraftan incelenen alanın kuzeydoğusu ile güneybatısı arasında bulunan bu yükselti farkında, incelenen alanın güneybatısında kuzeybatı-güneydoğu istikametinde yer alan Sultandağı Fayının da etkili olduğu düşünülmektedir. İncelenen alanda güneybatıdan-kuzeydoğuya doğru akan Yukarıöz Deresi ile Arafat Deresi ve bunlara bağlanan tali dereler bölgenin akaçlama sistemini oluşturmaktadırlar (EK-1). Yukarıda sözü edilen ana derelerde sürekli su bulunmaktadır. Bu ana akaçlama sistemine bağlanan diğer tali dereler ya kurudur veya mevsimsel su akışları bulundurmaktadırlar. Dere içleri ile yerleşim yerleri çevresindeki kesimler genelde tarım alanı olarak kullanılmakta olup, bu kesimler dışında kalan bölgeler ise çam, meşe türü ağaçlarla kaplıdır. İncelenen alanda zaman zaman taşkınlara ve sel baskınlarına neden olan Yukarıöz ve Arafat Derelerindeki su akışını kontrol etmek, buradaki suları toplayarak daha aşağı kesimlerde yer alan tarım alanlarının sulama suyunu temin etmek amacıyla su yapıları projelendirilmiştir. Bu çerçevede Arafat deresi üzerinde Ayaslar1 göleti inşa edilmiş, Yukarıöz deresi üzerinde ise Ayaslar2 göletinin inşası devam etmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Blumenthal (1947), Seydişehir-Beyşehir alanının jeolojisini inceleyerek birçok araştırmacının da benimsediği üzere altta yer alan şistleri “Seydişehir şisti” olarak adlandırmıştır. Devoniyen olarak düşündüğü şistlerin üzerine Üst Paleozoyik’in gri-mavi renkli kireçtaşı kalkıştı ara katkılı masif kireçtaşlarının geldiğini, dolomit ve siyah- mavi renkli kireçtaşlarının ise Triyas yaşında olduğunu belirtmiştir. Jura transgresyonu ile başlayan “komprensif seri” nin Lütisiyen’e kadar aralıksız devam ederek bir kireçtaşı istifini sunduğunu, Lütisiyen üzerine açılal diskordansla gelen Üst Eosen’in kumtaşı, kilaşı ve marnlarını da filiş fasiyesinde olduğunu belirlemiştir.

Brennich (1954), Akşehir 90/1,2,3,4 ve Ilgın 91/1 ve 91/3 paftalarına ilişkin 1/100000 ölçekli jeoloji haritalarını hazırlamıştır. Çalışmada en yaşlı birimler olarak dolomitik mermerleri, koyu gri-mavi renkli kireçtaşlarını, fillitleri ve kıllı şistleri göstermiştir.

Abdüsselamoğlu (1958), Sultandağı’nın Jeolojisi adlı raporunda Devoniyene ait mercanlı tabakaların bulunduğunu, şistler ile bunlar arasındaki kuvarsit ve kireçtaşı adeselerinin temeli oluşturduğunu belirtmiştir.

Lebkücher (1969) Konya Ilgın, Aşağıçığil ve Yukarıçığil sahasında 1/25000 ölçekli detay jeolojik haritalaması yapmış ve sahanın jeolojik yapısını tartışmıştır. Bölgenin en yaşlı biriminin Permiyen yaşlı olduğunu ve bu birimin üzerinde Neojen yaşlı serilerin bulunduğunu tespit etmiştir.

Steffens (1970), Neojen yaşlı sedimanlar içerisindeki yükseltelerin ve havza kenarlarının kısım kısım metamorfize kalkerler (Permiyen-Üst Kretase), metamorfik şistler, radioloritler, asidik intrüzifler ve filiş fasiyesindeki Paleojen çökellerinden oluştuğunu belirtmiştir.

Atalay (1973), doktora tezi olarak incelediği “Sultandağı ile Eber Gölleri Havzalarının Strüktürel, Jeomorfolojik Etüdü” isimli çalışmasında; kuvarsit ve kristalin kireçtaşı adeseleri kapsayan epimetamorfik şistlerin Sultandağlarının temelini oluşturduğunu belirtmiştir.

Demirkol ve diğ. (1977), “Sultandağlarının Stratigrafisi ve Jeoloji Evrimi” adlı çalışmalarında Kambriyen-Permiyen arasında birçok birim ayırtlayarak,

Mesozoyik Üst Jura ve Kretase yaşı birimlerin bulunduğunu, Paleosen'de ise kumtaşı miltaşı, kıltaşı-kireçtaşı ardalanması görüldüğünü belirterek bunların Neojen birimlerinin üzerine açılı uyumsuz geldiğini belirtmişlerdir.

Umut ve diğ. (1987), "Tuzlukçu-Ilgın-Doğanhisar-Doğanbey (Konya) ve Dolayının Jeolojisi" isimli çalışmalarında Akşehir ve Beyşehir gölleri arasında yer alan Neojen ve daha genç birimlerin stratigrafisi, paleontolojisi ve sedimantolojisi konusunda çalışıp bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını yapmışlardır.

Karakaya ve diğ. (2001), "Doğanhisar (KB Konya) yöresi Neojen-Kuvaterner Killerinin Mineralojisi ve Jeokimyası" adlı çalışmalarında, Doğanhisar ilçesinin kuzey batısında yer alan Neojen ile Kuvaterner yaş aralığındaki birimlerde kil oluşumları ve bu killerin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini araştırmışlar ve killerin genelde illit olduğunu tespit etmişlerdir.



3. STRATİGRAFI

3.1. Giriş

Konya ilinin Doğanhisar ilçesinin güneydoğusunda yer alan çalışma alanında birbirinden stratigrafik ve yapısal açıdan farklı kaya stratigrafi birimleri yüzeylemektedir. Çalışma alanı içinde temeli metakumtaşı, fillit ve şistlerden oluşan Üst Kambriyen-Alt Ordevisyen yaşlı Sultandede formasyonu oluşturur. Bu formasyon üzerine açılı uyumsuz olarak metakuvarsitler, yer yer fillitler, metakonglomeralar ve ara tabakalar şeklinde killi metakarbonatlardan oluşan Orta-Üst Devoniyen yaşlı Engilli formasyonu gelir. Engilli formasyonu üzerine fillitlerle başlayan, kristalize kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşları, metakonglomera, fillit ardalanmasından oluşan Alt-Üst Karbonifer yaşlı Kirazlı formasyonu uyumlu olarak gelir. Kirazlı formasyonu üzerinde yanal ve düşey geçişli olarak konglomera ara tabakalı fillit-metakumtaşı ardalanmasından oluşan, Alt-Üst Karbonifer yaşlı Harlak formasyonu yer alır. Harlak formasyonu üzerinde ise kumtaşı, kıltaşı, siltası ve çamurtaşından oluşan Miyosen yaşlı Ayaslar formasyonu açılı uyumsuz olarak yer almaktadır. Ayaslar formasyonu üzerinde de açılı uyumsuz olarak çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşan Pliyosen yaşlı Doğanhisar formasyonu yer almaktadır. Bu birimlerin tamamı Alüvyonlarla örtülmektedir (Şekil 3.1).

3.2. Sultandede formasyonu (EOs)

İnceleme alanının güneybatısında yüzeyleyen metakonglomera, metakumtaşı, fillit ve şist ardalanmasından oluşan birim Sultandede formasyonu ismi altında incelenmiştir. Bu kaya birimlerini Blumenthal (1947) Şeydişehir şisti, Erişen (1972) “ Sultandede yeşil şist formasyonu” Demirkol ve diğ. (1977) ise

Üst Sistem	Sistem	Kat	Formasyon	Kalınlık-m	Simge	Litoloji	Numune alım seviyesi	Açıklamalar
Senozoyik	Tersiyer Neojen	Güncel	Alüvyon		Qal			Çakıl, kum, silt ve kil boyutunda malzeme
								Açılı Uyumsuzluk
		Pliyosen	Doğanhisar	100	Td		D1	
							D2	Kahve, kırmızı renkli çakıltaş, kumtaş, çamurtaş ve kiltaş ar dalanması
		Miyosen	Ayaslar	150	Ta		A1 A3 A2	
							A4.1 A4.2	Sarı, beyaz renkli çakıltaş, kumtaş, çamurtaş ve kahverengi, gri renkli kil ar dalanması.
								Açılı Uyumsuzluk
Paleozoyik	Karbonifer	Harlak	175	Ch			TA1,T1 T2,T3	Siyah, mor renkli metakonglemera mor, gri ve yeşil renkli metakumtaş ve fillit ar dalanması
		Kirazlı	150	Ck				Sarı, gri renkli fillit, sarı gri renkli kristalize kireçtaş, dolomit ve dolomitik kireçtaş ve pembe, mor renkli kristalize krinodial kireçtaş.
	Orta Üst Devoniyen	Engilli	500	De				Pembe,beyaz renkli orta kalın tabakalı metakuvarsit gri, siyah renkli fillit, metakonglomera ve ara tabakalar şeklinde gri, siyah renkli metakarbonat ar dalanması
		Sultandede	1000	EOs				Açılı Uyumsuzluk
	Üst Kambriyen-Alt Ordovizyen							Kahve, yeşil renkli metakonglemera kahverengi metakumtaş,boz,kahve, yeşil ve siyah renkli fillit ve şişt ar dalanması.

Şekil 3.1 İnceleme alanın genelleştirilmiş jeolojik dikme kesiti (Ölçeksiz).

Sultandede formasyonu ismi altında incelemişlerdir. Birim içerisinde şistten başka diğer litolojilerin bulunması da göz önüne alınarak bu birimin Sultandede formasyonu adlanması altında incelenmesi uygun görülmüştür. Bu formasyon inceleme alanının güneybatı köşesinde Gömdöğen mevkiinin kuzey ve güneyinde yaklaşık olarak 2 km² lik bir alanda yüzeylenmektedir (Ek-1). Birimin alt seviyelerinde; taze yüzeyleri kahve, yeşil renkli, bozunmuş yüzeylerinde ise boz, sarı, kahverenkli, kıvrımlı metakonglamera, metakumtaşı, orta ve üst seviyelerinde ise boz, kahve, yeşil, siyah renkli ince dokulu, sert, yapraklanmalı, eklemli, kuvars damarlı fillit ve şistler gözlenmektedir (Şekil 3.2-3.3). Çalışma alanında bu formasyonun alt sınır ilişkisi gözlenememektedir. Formasyon üstten açılı uyumsuz olarak Engilli formasyonu ile örtülmektedir. Formasyonun kalınlığı 1000 metre civarındadır (Demirkol ve diğ. 1977). Demirkol ve diğ. (1977), Sultandede formasyonun yaş konağını Üst Kambriyen Alt Ordovisiyen olarak vermektedirler. Yine bu araştırmacılar formasyonun klastiklerle az miktardaki karbonatlı çökellerden oluşmuş olması ile birimin “duraysız şelf” ortamını göstermekte olduğunu belirtmişlerdir.

3.3. Engilli formasyonu (De)

Fillit, kristalize kireçtaşı, metakuvarsit ve metakonglomera aralanmasından oluşan kaya birimleri bu incelemede Engilli formasyonu adı altında incelenmişlerdir. Bu kaya birimlerini ilk kez Haude (1968) "Engilli kuvarsiti" adı altında tanımlamıştır. Bu birimleri Eren (1991) Engilli formasyonu adı altında incelemiştir. Formasyonun içerisinde metakuvarsitlerden başka kaya birimlerinin de olması nedeniyle birimin litoloji ismi belirtilmeden Engilli Formasyonu adı altında incelenmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Engilli formasyonu çalışma alanının güneybatısında Yaylak mahallesi çevresinde, Buturaklı batısında, ve DikmenTepenin güneyinde yüzeylenmektedir (Ek-1). Formasyonun başlıca litolojilerini, pembe sarı, beyaz renkli, çok sert, orta- kalın tabakalı metakuvarsitler, yer yer gri-siyah renkli fillitler ve metakonglomeralar ile ara tabakalar şeklinde gri-siyah yumrulu killi metakarbonatlar oluşturur (Şekil 3.4). Sultandede formasyonu



Şekil 3.2 Sultandede formasyonu içinde şistler içerisinde gözlenen kuvars damarı (Dikmeli Tepe'nin batısındaki derenin içinden doğudan batıya bakış).



Şekil 3.3 Sultandede formasyonu içinde metakuarsitlerde gözlenen küçük ölçekli kıvrımlar (Yukarıöz Deresi içinde, güneybatıdan kuzeydoğuyu bakış).



Şekil 3.4 Engilli formasyonu içinde gri siyah renkli fillit ve kristalize kireçtaşı (Yukarıöz deresi içinde güneyden kuzeye bakış).

üzerine açılı uyumsuz olarak gelen Engilli formasyonu, Sivri tepe civarında Kirazlı formasyonu, Buturaklı ve Dikmentepe civarında ise Harlak formasyonu ile uyumlu olarak örtülür. Demirkol ve diğ. (1977) Engilli formasyonun kalınlığını 220 metre olarak vermişlerdir. Ancak inceleme alanına ait jeoloji enine kesitlerinde bu kalınlığın 300m ile 500 m arasında değiştiği tespit edilmiştir. Birime Haunde (1972), iyi korunmamış mollusk, brakyopod, mercan ve krinoid izlerine göre Üst Devoniyen(?) yaşını, Demirkol ve diğ. (1977) ise Orta-Üst Devoniyen yaşını vermişlerdir. İnceleme alanında yaş tespitine yönelik herhangi bir çalışma yapılmadığından, yukarıda sözü edilen çalışmalardan elde edilen Orta-Üst Devoniyen yaş aralığı bu birim için benimsenmiştir. Eren (1991)' e göre Engilli formasyonu plaj ortamında oluşmuştur.

3.4. Kirazlı formasyonu (Ck)

İnceleme alanında gözlenen fillitler ile kristalize ve yer yer dolomitik kireçtaşları Kirazlı formasyonu adı altında haritalanmış ve incelenmiştir. Fillit ve kristalize karbonatlardan oluşan bu istif ilk kez Eren (1987), Kirazlı formasyonu adı altında formasyon mertebesinde incelemiş tanımlanmıştır. Bu çalışmada da Eren (1987) tarafından verilen Kirazlı formasyonu adlaması kullanılmıştır. Bu formasyon çalışma alanın güneybatısında bulunan Sivri Tepe çevresinde yaklaşık 1 km² lik alanda gözlenmektedir.

Formasyonun alt seviyelerinde sarı, gri, siyah renkli fillit, siyah-gri renkli fosilli kristalize kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşı, orta seviyelerinde pembe-mor kristalize krinoidal kireçtaşı, ve üst seviyelerinde ise krinoidal kireçtaşı, çakılı içeren mercek şekilli metakonglomera, fillit ardalanması gözlenmektedir (Şekil 3.5). Kirazlı formasyonu, inceleme alanında uzun eksenli kuzey-güney konumlu mercekssel geometride bir yayılım sunar. Engilli formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Kirazlı formasyonu yanarda ve düşeyde Harlak formasyonuna dereceli olarak geçiş göstermektedir. Haude (1968) kireçtaşlarından aldığı numunelerdeki *Millerella* sp. ve *Eostafella* sp. fosillerine göre Alt Westfaliyen yaşını elde etmiştir. Paleontolojik bulgulara ve stratigrafik konumuna göre birime Alt-Üst Karbonifer yaşı verilmiştir (Eren, 1987). Birimin en az 150 m civarında bir kalınlığa sahip olduğu bölgeye ait jeoloji kesitlerinden tespit edilebilmektedir (EK-2).

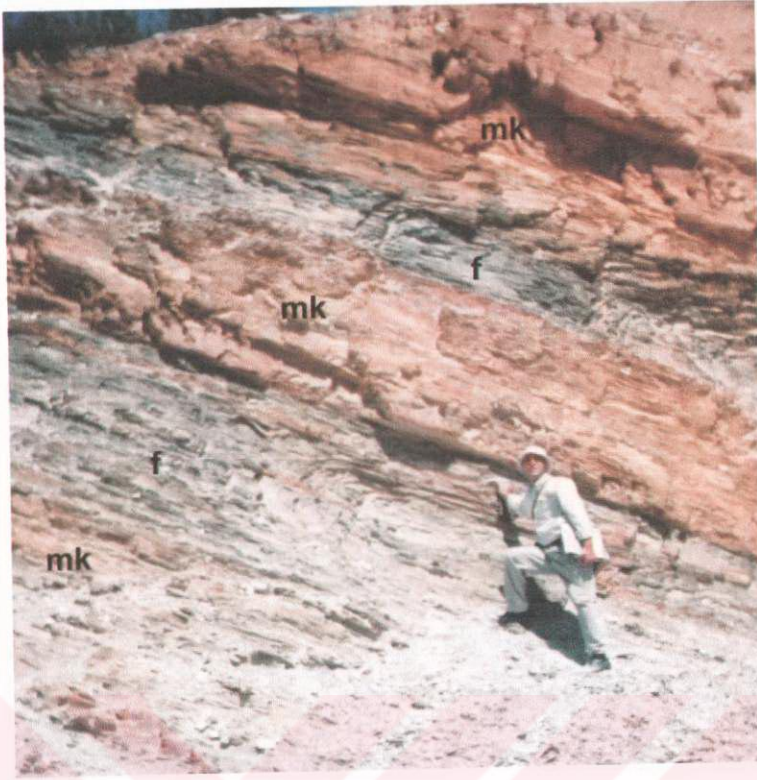
3.5. Harlak formasyonu(Ch)

İnceleme alanında metakonglomera, metakumtaşı ve fillitler ardalanması Harlak formasyonu adı altında incelenmiştir. İstif ilk olarak Brennich (1954) ve daha sonra Abdüsselamoğlu, (1958) tarafından incelenmiş ve 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında "ayrılmamış Paleozoyik metamorfik seri" içinde gösterilmiştir. Konglomera ara tabakalı fillit-metakumtaşı ardalanması şeklindeki birimi Haude (1968) ise "mor renkli seri" adı altında tanımlanmıştır.



Şekil 3.5 Kirazlı formasyonunda krinoidal kireçtaşı çakılı içeren mercek şekilli metakonglomera (Sivri Tepe, güneyden kuzeye bakış).

Daha sonra Demirkol (1977) ise bu birimi "Harlak formasyonu" adı altında incelemiş ve tanımlamıştır. Harlak formasyonu adlamasının kullanımı bu çalışmada uygun görülmüş ve aynen benimsenmiştir. İnceleme alanında Dikmen T. ve Buturaklı mevkileri arasında kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı değişen genişlikte bir şeritsel yayılım sunan bu formasyonun litolojileri çok belirgin mor ve yer yer yeşil-gri renkleriyle diğer birimlerden kolayca ayırtlanabilmektedir. Formasyon fillit ve metakumtaşı ardalanmasından oluşmuş olup metakonglomera mercekleri ise yer yer gözlenmektedir (Şekil 3.6). Birim içindeki genelde mor, yer yer yeşil renkli fillitler iyi klivajlanmış ve yapraklanma yüzeyleri ipek parlaklığı sunmaktadır (Şekil 3.7). Mor-yeşilimsi gri renklerde görülen metakumtaşlarının tabaka kalınlığı 20-40 cm arasında değişmektedir. Siyah-gri-mor renkli metakonglomeralarda taneleri köşeli-az yuvarlaklaşmış süt kuvars, mor-gri renkli fillit, kumtaşı ve siyah renkli kireçtaşı çakılları oluşturmaktadır. Formasyonun kalınlığını Haude (1968) yüzlerce metre



Şekil 3.6 Harlak formasyonu içinde fillit (f), metakumtaşı (mk) ardalanması (Dikmen T. batısı, doğudan batıya bakış).



Şekil 3.7 Harlak formasyonu içinde mor renkli fillitlerde klivaj yüzeyi (Karaaslan Tepenin güneybatısından, kuzeyden güneye bakış).

olarak belirtirken, Demirkol (1977) 170 m olarak belirlemiştir. Bu formasyon içerisinde sık kıvrımların olması dolayısıyla çok sağlıklı bir kalınlık verilmesinin güçlüğü göz önünde bulundurularak bunun için bir değer verilmesinden kaçınılmıştır. Harlak formasyonu Dikmen Tepe ve Buturaklı mevkiilerinde Engilli formasyonu üzerinde uyumlu olarak yer alırken inceleme alanı dışında ise Kirazlı formasyonu ile yanal düşey geçişlidir. Harlak Formasyonunu üstten Ayaslar formasyonu açılı uyumsuz olarak örtmektedir. Yapılan incelemelerde bu formasyon içerisinde fosil bulunamamıştır. Eren (1987) stratigrafik yeri ve Alt-Üst Karbonifer yaşlı Kirazlı formasyonu ile yanal ve düşey geçişli olması açısından bu birimin yaşını Alt-Üst Karbonifer olarak vermiştir. Bu çalışmada da Eren (1987) tarafından verilen yaşlandırma benimsenerek kullanılmıştır.

3.6. Ayaslar formasyonu (Ta)

İnceleme alanının kuzeydoğusunda geniş bir alanda yüzeyleyen konglomera, kumtaşı, silttaşı kiltası ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan birim Ayaslar formasyonu olarak haritalanmış ve incelenmiştir. Bu adlama ilk kez Umut ve diğ. (1987) tarafından kullanılmıştır. Ayaslar formasyonu inceleme alanının kuzeydoğusunda geniş bir alanda genelde dere içlerinde yüzeilenmektedir. Formasyon Ayaslar beldesi, Karşıyaka Sırtı, Ayıölen Tepe kuzeybatı etekleri, Gölcük Tepe kuzey etekleri, Ortadağ Tepe kuzey ve batı eteklerinde gözlenir. Formasyon alttan kırmızı renkli çakıltası ile başlar. Yuvarlaklaşmış çakıllar 32 mm den 60 mm ye kadar değişen boyutlarda olup genelde kireçtaşı ve şistlerden oluşmuştur (Şekil 3.8). Matriks ise kaba siltten kile kadar değişen gereçten oluşmuştur. Bu çakıltası üzerinde de beyaz pembe, sarımsı renkli kumtaşı, silttaşı gri, mavimsi yeşil, kahvemsı renkli kiltası-killer gözlenmektedir.

Ayaslar formasyonu Harlak formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak gelmektedir. Bu formasyon üsttende Doğanhisar formasyonu ile yine açılı uyumsuz olarak örtülür. Gerek bu çalışma esnasında gerekse daha önce yapılan çalışmalarda Ayaslar formasyon içerisinde herhangi bir fosil bulunamamıştır. İnceleme alanın



Şekil 3.8. Ayaslar formasyonuna ait konglomera içerisinde gözlenen farklı büyüklükteki çakıllar (Karşıyaka Sırtı doğudan batıya bakış).

dışında ancak yakın kesimlerde gözlenen Miyosen yaşlı Aşağıçığil formasyonu ile Ayaslar formasyonunun yanal-düşey geçişli olması göz önünde bulundurularak Ayaslar formasyonunun da Miyosen yaşında olabileceği belirtilmektedir (Umut ve diğ.,1987). Umut ve diğ.(1987)'ye göre Ayaslar formasyonu tabanında izlenen matriks destekli kaba çakıltaşları, büyük bir bölümü ile moloz akması sonucu oluşmuş alivyal yelpaze çökelidir. Çakıltaşları üzerinde görülen ve kıltaşları ile başlayan çakıltaşı mercekli kumtaşı ve silttaşları olasılıkla fluvial-deltaik bir ortamı yansıtır. Ayaslar formasyonu yaklaşık olarak 150 m kalınlığındadır (Ek, 2).

3.7. Doğanhisar formasyonu (Td)

Kırmızı, sarı, kahve renkli çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşan birim ilk kez Umut ve diğ. (1987) tarafından Doğanhisar formasyonu olarak adlanmıştır. Doğanhisar formasyonu inceleme alanının orta kesiminde genelde

sırtlarda ve küçük tepelerde gözlenmektedir. Doğanhisar formasyonuna Eskikemer Tepede, Gölcük, Arapöldüğü ile Ortadağ Tepe ve Kütüklü Tepe çevresinde yüzeylenmektedir. Yuvarlak-az köşeli, 2-32 mm boyutunda beyaz, gri ve siyah renkli kireçtaşı çakılı, beyaz renkli kuvars, ve mor renkli fillit çakıllarından oluşan konglemera yer yer çok iyi tutturulmuş olup, matriksi kırmızı renkli kaba silt-kil boyutundaki gereçten oluşmuştur. Konglemera üzerine sarı, kırmızı ve açık kahve renkli kumtaşı ve çamurtaşı ardalanması gelmektedir (Şekil 3.9). Kumtaşı yer yer çok, iyi tutturulmuş olup, matriks kırmızı renkli kaba kum-kil boyutlu gereçten oluşmuştur. Yatay veya yataya yakın tabakalıdır. Bu birim tabanda Ayaslar formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak gelmekte olup üzerine ise yine açılı uyumsuz olarak alüvyon gelmektedir. Çoğu yerde ince bir örtü görünümünde olan formasyonun kalınlığı Umut ve diğ., 1987'e göre 100 m civarındadır. Umut ve diğ.(1987), Formasyonun Pliyosen yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Matriks destekli çakıltaşları, alüvyal yelpaze ve havza düzlüğü ortamında depolanmış çökellerdir (Umut ve diğ.1987).

3.8. Alüvyon (Qal)

İnceleme alanı içerisinde dere içlerinde gelişmiş alüvyonlar çalışma alanında Yukarıöz Dere ve Arafat Dere yataklarında yaygınca görülür. Temele ait tüm kaya birimlerinden türeyen malzemeyi içerisinde bulunduran alüvyonlar genelde kil, kum ve çakıl boyutunda malzemedен oluşmuştur. Alüvyon kendinden yaşlı diğer tüm birimleri açılı uyumsuzlukla örter. Kalınlığı yaklaşık olarak 1 ile 30 metre arasında değişmektedir. Birimin oluşumu hala devam etmektedir. Yaşı günceldir.



Şekil 3.9 Doğanhisar formasyonu içerisinde konglomera (kg) ve bunların üzerine gelen kumtaşları (kt) (Arapöldüğü mevkinin kuzeyindeki dere içi, kuzeyden güneye bakış).

4.YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanında, üç ayrı dağ oluşum hareketlerinin etkileri ve bu hareketlere bağlı kıvrımlı ve kırıklı yapı şekilleri görülmektedir. Bölgesel uyumsuzluklardan bu dağ oluşum hareketlerinin, sırasıyla Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alpin hareketler olduğu anlaşılmaktadır. Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu Kaledoniyen deformasyonları ile kıvrımlı yapıları kazanırken, Sultandede formasyonu üzerine gelen Orta-Üst Devoniyen yaşlı Engilli, Karbonifer yaşlı Kirazlı ve Harlak formasyonları ise Hersiniyen orojenezi ile deforme olmuşlardır (Ek-1, 2). Hersiniyen deformasyonuna koşut olarak, Sultandağları Masifi'nin tüm Paleozoyik yaşlı birimleri, düşük derece bölgesel metamorfizma geçirmişlerdir (Eren, 1987). Bunların sonucunda, Sultandede formasyonunda birbirini üstleyen kıvrım girişim geometrileri gelişmiştir. Engilli, Kirazlı ve Harlak formasyonlarında ise KB-GD yönünde tektonik gidiş sunan değişik boyutta kıvrımlar (Ek-2) ve Paleozoyik yaşlı tüm birimlerde gözlenen bölgesel yapraklanma buruşma kilivajları, budinaj yapıları, faylar ve çatlaklar oluşmuştur (Şekil 4.1). Yörede Alpin hareketleriyle blok faylanmalar da gelişmiştir.

4.1. Açılı Uyumsuzluklar

İnceleme alanında Geç Kambriyen- Erken Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu ile Orta-Geç Devoniyen yaşlı Engilli formasyonu arasında açılı uyumsuzluk görülür. Karbonifer yaşlı Harlak Formasyonu ile Miyosen yaşlı Ayaslar formasyonu arasında da yine bir açılı uyumsuzluk gözlenir. Mor, yeşil renkli metakonglemera ve metakumtaşı ardalanmasından oluşan Harlak Formasyonu üzerine taban konglemarası ile başlayan kumtaşı, çamurtaşı ve kiltası ardalanmasından oluşan Ayaslar formasyonu açılı uyumsuz olarak gelir. Ayaslar formasyonu üzerine Pliyosen yaşlı kahve renkli taban konglemarası ile başlayan, kumtaşı, çamurtaşı ve kiltası ardalanmasından oluşan Doğanhisar formasyonunda yine açılı uyumsuz olarak



Şekil 4.1. Sultandede formasyonu içinde oluşan budinaj yapısı (Dikmen Tepenin güneybatısında ki dere içinden doğudan batıya bakış).

gelmektedir. Doğanhisar formasyonu üzerine ise günümüzde de oluşumuna devam eden alüvyon açılı uyumsuz olarak gelişimini sürdürmektedir (Şekil 3.1).

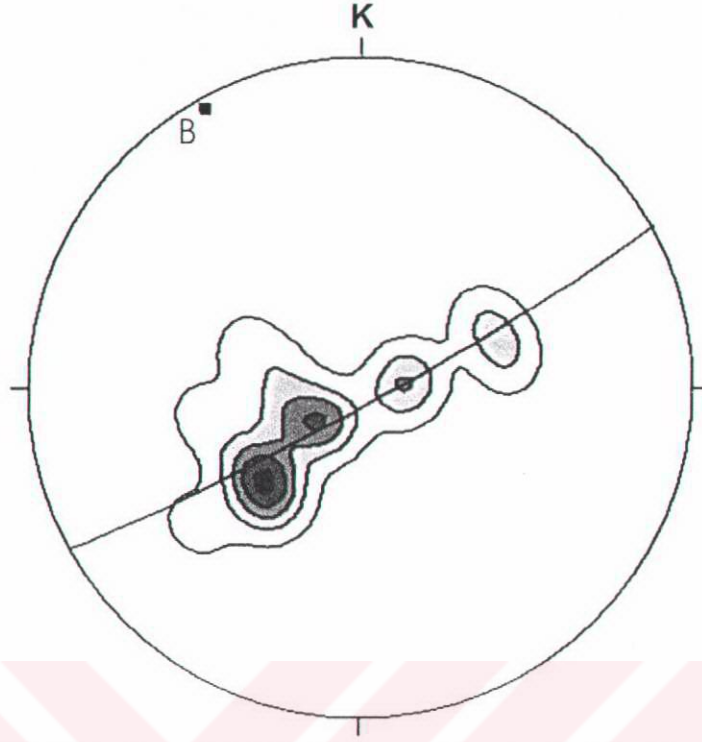
4.2. Tabakalanma ve Kıvrımlar

Paleozoyik'e ait temel kayaları Kaledoniyen, Hersiniyen ve daha genç orajenez fazlarından etkilenmiştir. Sultandağları'nın morfolojisinin genel gidişine uygun olarak kıvrım eksenleri yaklaşık KB-GD doğrultusu egemendir (Ek-1). Sultandede formasyonu içerisinde genelde devrik $K30^0-15^0$ B doğrultulu ve kuzeydoğuya 6^0-27^0 eğimli tabakalanmalar ölçülmüştür. Sultandede formasyonu içerisinde ölçülüp değerlendirilmesi mümkün olmayacak kadar küçük ölçekte çok yoğun bir kıvrımlı yapıda mevcuttur. Yine bu formasyonda genel eksen gidişatı Kuzeybatı-güneydoğu olan makroskobik kıvrımlarda bulunmaktadır. Ancak

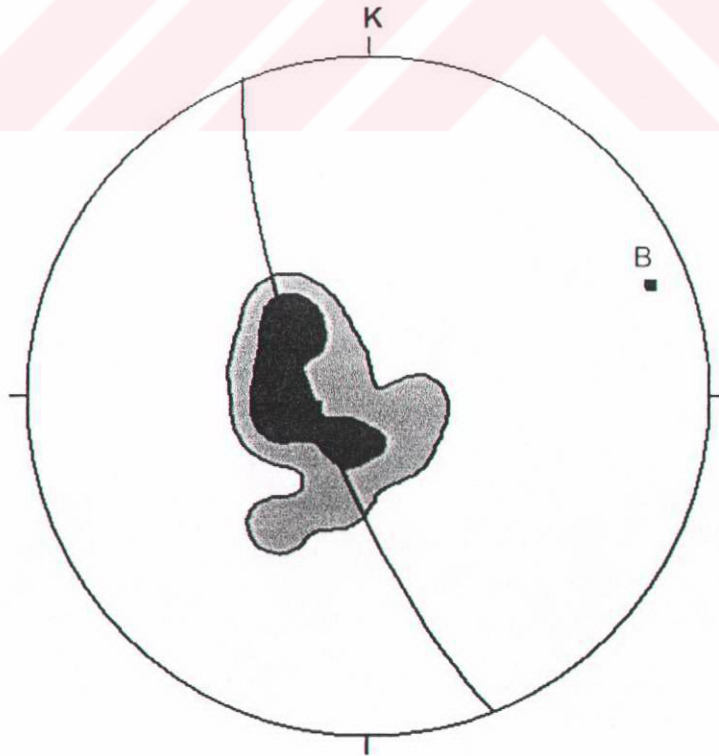
Sultandede formasyonunun inceleme alanının güneybatı köşesinde çok küçük bir alanda yüzeylemesi nedeniyle buradaki kıvrımın sadece batı kanadı inceleme alanı içerisinde kalmaktadır. Sultandede formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunan Engilli, Kirazlı ve Harlak formasyonlarında tabakalanma genel doğrultusu $K 0^0-45^0 B$, eğimleri ise 10^0-54^0 ile GB ve KD ya doğrudur. Engilli ve Kirazlı formasyonu içerisinde, Sivri Tepe kuzey ve güneyinde yüzeyde yaklaşık olarak 3300 m civarında izlenebilen bir senklinal ekseni haritalanmıştır. Yine Kirazlı ve Engilli formasyonu içinde gelişmiş olan senklinal ekseni gidişatına koşut bir antiklinal ekseni de belirlenmiştir. Diğer taraftan Buturaklı doğusundan başlayarak, Karaaslan Tepe Güneyine kadar yaklaşık 3000 m civarında uzunluğu olan bir senklinal yapısı da bulunmaktadır. Bu Kıvrımların geliştiği Engilli, Kirazlı ve Harlak formasyonlarından ölçülen tabakalanma konumlarından yararlanılarak hazırlanan tabaka kontur diyagramında kıvrım ekseni (B) gidişinin $K38^0B$, eksen dalım açısının ise $7^0 KB$ 'ye doğru olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2) Ayaslar formasyonunda genelde tabakalanma doğrultusu $K 30-70 D$, eğimleri ise 7^0-30^0 arasında değişmektedir. Tabakalar genelde KB ile GD'ya doğru eğimlidirler. Ayaslar formasyonunda ölçülen tabaka doğrultu ve eğimlerinden yararlanılarak hazırlanan tabaka kontur diyagramında ise kıvrım ekseni (B) konumunun $K68^0D$, $13^0 KD$ olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Doğanhisar formasyonunda ise yatay tabakalanma söz konusudur. Tabaka kontur diyagramlarından belirlenen kıvrım ekseni gidişatlarının arazide belirlenerek haritaya işlenen kıvrım eksen gidişatları ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.2, 4.3 ve Ek-1).

4.3. Çatlaklar ve Faylar

İnceleme alanındaki birimler geçirdikleri tektonik deformasyonlara bağlı olarak yapraklanma, çatlama, kırılma ve faylanma gibi tektonik yapılar kazanmışlardır. Çalışılan alanda Engilli, Kirazlı ve Harlak formasyonlarından alınan 80 adet çatlak konumu ölçümünden yararlanarak hazırlanan kontur diyagramından 3 adet egemen çatlak konumu belirlenmiştir (Şekil 4.4). Bu çatlakların konumları



Şekil 4.2 Engilli, Kirazlı ve Harlak formasyonlarına ait 50 adet tabaka konumu ölçümünden yapılan tabaka kontur diyagramı (Konturlar: %5, %9, %13, %18 ve %22): Kıvrım eksenini gidişi; B: K38⁰B, 7⁰KB

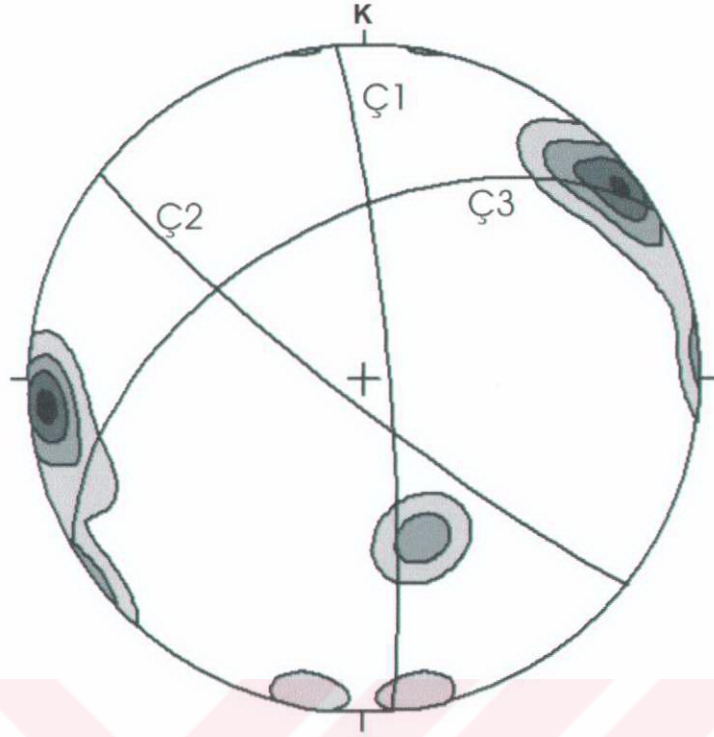


Şekil 4.3 Ayaslar formasyonuna ait 35 adet tabaka konumu ölçümünden yapılan kontur diyagramı (Konturlar: %10 ve %20): Kıvrım eksenini gidişi; B: K68⁰D, 13⁰ KD

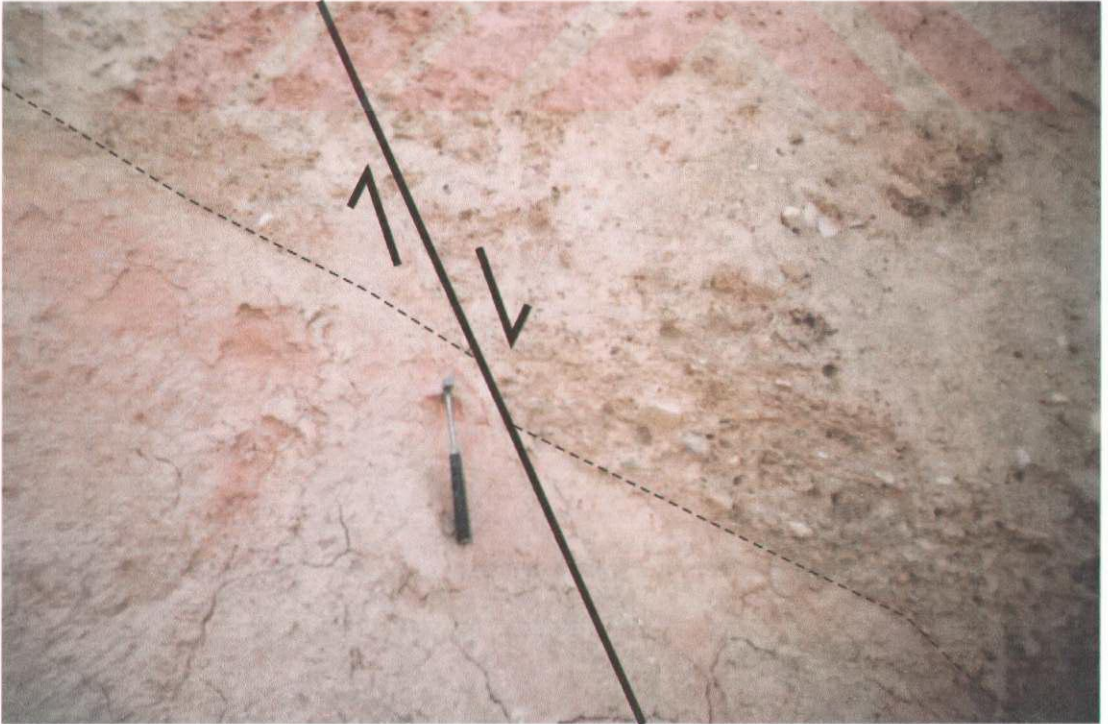
sırasıyla Ç1: K5⁰B; 84⁰ KD, Ç2: K38⁰B; 84⁰GB ve Ç3: K60⁰D; 51⁰KB dır (Şekil 4.4). Bu diyagram ile haritadaki kıvrım eksenini konumları dikkate alındığında Ç1 ve Ç2' nin doğrultusunun kıvrım eksenlerine paralel olduğu görülmektedir. Bu çatlaklar muhtemelen çekme çatlaklarıdır.

İnceleme alanında fazla sayıda haritalanamayacak kadar küçük ölçekte fay bulunmaktadır (Şekil 4.5). Haritalanabilecek boyutta olan doğrultu ve eğim atımlı faylar ise EK-1 'de görülmektedir. İnceleme alanı içinde ve bölgede en önemli tektonik unsurlardan biri de, Akşehir Ovası ile Sultandağları' nı birbirinden ayıran Sultandağı fayıdır (Demirkol, 1977). Sultandağı fayı inceleme alanın orta güney kesiminde, Buturaklı günedoğusundan başlayarak Eskikemer Tepe'nin batısına kadar yaklaşık 8 km topografyada izlenebilmektedir. Fayın oluşturduğu morfolojik diklik Saltandağları'na koşut olarak kilometrelerce takip edilebilmektedir. Sultandağı fayı inceleme alanında Paleozoyik yaşlı birimlerle Tersiyer yaşlı birimler arasındaki sınırı oluşturmaktadır. Eğim atımlı normal fay şeklinde gelişen bu yapıyla Sultandağları bir horst şeklinde yükselirken, Akşehir Ovası ise çökmüştür. Başka bir ifadeyle bu fayla kuzeydoğu blok düşmüş, güneybatı bloku ise yükselmiştir. Fay düzleminin eğim açısı belirlenememiştir. Koçyiğit ve diğ. (2000)'e göre fay düzleminin eğim açısının düşük olduğu ifade edilmektedir. Sultandağı fayının atımı da kesin olarak belirlenememiştir Sultandağı fayı inceleme alanı dışında da devamlılık göstermektedir. Bu fayın bölgede 100 km kadar devamlılık gösterdiği bilinmektedir (Koçyiğit ve diğ. 2000).

Sultandağı fayı; Karbonifer yaşlı Harlak formasyonu ile Pliyosen yaşlı Doğanhisar formasyonlarına ait iltolojik birimleri aynı hizaya getirmiştir. Bundan dolayı fayın Pliyosen ve daha genç yaşta olabileceği söylenebilir (Ek-1, 2). Yine Buturaklı mevkiisinin kuzeyinde yaklaşık 500 m izlenebilen K70⁰D doğrultulu sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı faylarda haritalanmıştır (EK-1). Diğer taraftan Ayaslar beldesinin güneyinde yer alan yaklaşık DB (doğu- batı) gidişli eğim atımlı normal fayla da Doğanhisar formasyonu ile Ayaslar formasyonuna ait birimler aynı seviyeye gelmiştir (Ek-1 ve Şekil 4.6).



Şekil 4.4 İncelme alanında Engilli, Kirazlı ve Harlak formasyonlarından alınan 80 adet çatlak ölçümünden yapılan kontur diyagramı (Konturlar: %5, %10, %15 ve %21) Ç1: $K5^0B$; 84^0KD , Ç2: $K38^0B$; 84^0GB ve Ç3: $K60^0D$; 51^0KB dir.



Şekil 4.5 İnceleme alanında gözlenen haritalanamayacak kadar küçük ölçekte fay (Gölçük tepenin doğusu, doğudan batıya bakış).

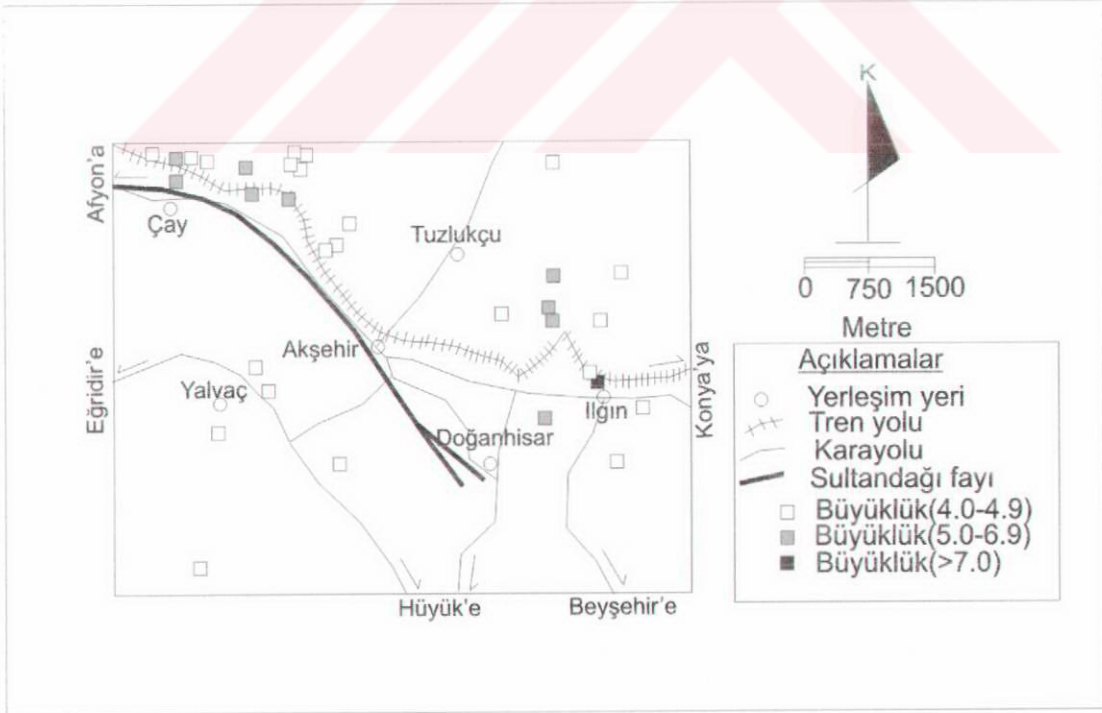


Şekil 4.6 Ayaslar formasyonu (Ta) ile Doğanhisar formasyonu (Td) arasındaki eğim atımlı normal fay (Ayaslar beldesinin güneyinden güneybatıdan kuzeydoğuya bakış).

5. BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİ

Sultandağı Fayı ile ilişkili olarak bölgenin morfolojisi biçimlenmiştir. Afyon-Akşehir havzası, Ege Açılma Tektonik rejimine bağlı olarak gelişmiş graben yapılarının en doğu kesimini oluşturmaktadır (Koçyiğit ve diğ., 2000). Sultandağları yükselimi ile kuzey ve doğusundaki graben havzaları arasında yer alan fayın Türkiye Diri Fay haritasında gösterilmiş olan bölümü yaklaşık 100 km uzunluktadır. Bu fayla ilişkili olan Afyon grabeni de dahil edildiğinde fay zonunun uzunluğu 150 km'ye yaklaşmaktadır. Sultandağı fayı düşük açılı normal fay niteliğindedir. Zonal bir gidiş gösteren ana fay zonunun genişliği birkaç on metre ile birkaç km arasında değişir.

Sultandağı yöresinde yer alan grabenler Türkiye'nin önemli bir sismojenik zonunu oluşturmaktadır. Bölgede yoğun mikrosismik aktivite gözlenir. Bölgede 1900-2004 yılları arasında oluşan 4'ten büyük depremler Şekil 5.1 ve Çizelge 5.1 de verilmiştir. Bölgede büyüklüğü 4.0-4.9 arasında 22, 5.0-6.9 arasında 9, 7 büyük ise 1 deprem meydana gelmiştir (Çizelge 5.1) (www.sayisalgrafik.com.tr/deprem).



Şekil 5.1 Doğanhisar çevresinde 1900-2004 yılları arasında gerçekleşen depremler.

Çizelge 5.1 1900-2004 yılları arasında Doğanhisar ve çevresinde oluşan magnitudu 4'den büyük depremlere ilişkin bilgiler.

Tarih	Saat (GMT)	Enlem	Boylam	Odak Derinliği (km)	Büyüklük (Richter)
15.08.2004	16:44	38.27	31.20	9	4.0
03.07.2004	20:29	38.50	31.32	5	4.3
22.01.2004	11:15	38.41	31.69	4	4.5
30.07.2003	21:10	38.51	31.34	5	4.4
03.10.2002	07:25	38.63	31.26	5	4.7
13.05.2002	11:42	38.66	31.25	5	4.4
01.03.2002	11:47	38.65	30.95	5	4.2
03.02.2002	14:40	38.66	31.27	5	4.1
03.02.2002	11:54	38.60	31.01	4	5.0
03.02.2002	11:39	38.63	31.00	10	5.1
03.02.2002	07:11	38.58	31.25	5	6.0
15.12.2000	16:44	38.59	31.16	6	5.8
14.05.2000	23:19	38.26	31.99	21	4.0
17.01.2000	22:20	38.17	31.94	1	4.0
01.04.1997	11:25	38.31	31.18	0	4.2
09.02.1991	18:58	38.65	31.79	53	4.8
27.11.1987	05:44	37.98	31.08	10	4.6
17.01.1986	02:11	38.55	31.37	39	4.6
08.09.1984	20:22	38.12	30.89	32	4.3
14.03.1982	15:09	38.64	31.06	5	4.2
02.10.1980	23:21	38.12	30.90	1	4.0
25.09.1977	19:56	38.64	31.03	18	4.4
23.07.1976	06:44	38.16	31.36	0	4.1
23.04.1969	21:19	38.40	31.90	33	4.2
09.03.1968	02:59	38.20	31.10	33	4.0
22.06.1956	00:46	38.48	31.94	40	4.6
16.07.1946	19:45	38.63	31.15	40	5.2
21.02.1946	15:43	38.24	31.79	60	5.5
09.04.1931	-	38.30	31.90	0	7.0
12.01.1931	15:06	38.47	31.80	20	5.0
26.09.1921	09:26	38.42	31.79	10	5.4
13.04.1921	04:54	38.40	31.80	0	5.2

6. JEOLojİ EVRİMİ

İnceleme alanının en yaşlı birimini oluşturan Sultandede formasyonu; Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen denizinde çökelen kil, kum, marn gibi çökellerinden rejyonel metamorfizmaya bağlı olarak fillit ve klorit-serisit-kuars şistler oluşmuştur. Çökelme ortamına kaba klastik ve ince klastik çökellerin gelmesi genel olarak "duraysız şelf" ortamını belirler (Demirkol,1977). Ordovisiyen sonunda bölgenin epirojenik yükselimi ile inceleme alanında, Silüryen ve Erken Devoniyen süreci, stratigrafik bir boşluk, diğer bir deyişle bir aşınma dönemi olarak gözükmektedir. Orta Devoniyende başlayan bir transgresyonla tekrar denizel nitelik kazanmış ve bu deniz kıyısında biriken plaj ve olasılıkla kıyı boyu kumulları, Orta-Üst Devoniyen yaşlı Engilli formasyonunu oluşturmuştur. Söz konusu transgresyon nedeni ile bu birim üzerinde, yerel gelişen blok faylanmaların kontrolünde yer yer resifal ortamlar yer almış ve bu ortamlarda fusulinidler, krinoidler, mercanlar ve bryozoerler yoğun olarak yaşamıştır (Eren,1987). Bu tektonosedimanter süreç içinde, blok faylanmalara bağlı oluşmuş su altı yükseltilerde (horstlarda) Karbonifer yaşlı Kirazlı formasyonunun karbonatları çökelirken, giderek derinleşen çanaklarda (su altı grabenlerde) ise yine aynı yaşlı Harlak formasyonuna ait çamurlar, türbidit kumtaşları ve çakıltaşları resifal gelişimlere koşut olarak birikmiştir. Permien sonunda etkinleşen Hersiniyen dağ oluşum hareketleri ile, Sultandağları'nın Paleozoyik oluşukları, düşük derecede bölgesel başkalaşım olayları geçirerek kıvrımlanmışlar ve yükselmişlerdir (Eren, 1987). Yöre Mesozoyik boyunca tümüyle kara halindedir. Miyosende etkinleşen tansiyonel faylanmalar ile, Sultandağları bir horst biçiminde yükselmiştir. Bu genç blok-faylanmaya bağlı olarak, inceleme alanının kuzey kesimlerinde, moloz akması sonucu oluşmuş alüviyal yelpaze çökelleri olarak Miyosen-Pliyosen yaşlı Ayaslar formasyonu çökelmiştir. Miyosen sonunda bölge kısa süreli bir yükselme rejimine girer ve Pliyosen de çakıl, kum, çamur ve killi alüviyal yelpaze ve havza düzlüğü yahut taşkın havzası ortamında depolanarak, Doğanhisar formasyonunu oluşturmuştur (Umut ve diğ.,1987). Bölge günümüzde aşınma, taşınma rejimi etkisinde olup Güncel olarak derelerde alüvyon oluşumları devam etmektedir.

7. MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL İNCELEMELER

Killi kayaçların mühendislik özellikleri, mineralojik bileşimleriyle ve özellikle kil mineralojisi ile doğrudan ilişkilidir. İnceleme alanında bulunan “Doğanhisar killerin” mineralojik özellikleri ile mühendislik özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi amacıyla 3 kayaç ve 8 zemin örneği alınmıştır. Zemin örneklerinin 6 tanesinde X-ışınları (tüm örnek) incelemeleri, 3 adet kayaç ve 8 adet zemin (kil) örneğinde ise kimyasal analizler yapılmıştır.

X-RAY çözümleri Anadolu Üniversitesi, TÜBİTAK Seramik Araştırma Merkezi’nde, X-ışınları difraktometresi ile $\text{CuK}\alpha$ radyasyonu kullanılarak $2\theta = 5-50^\circ$ aralığında (tarama hızı $1^\circ/2\theta/\text{dk}$ koşullarında) yapılmıştır. Kimyasal analizleri ACME Analytical Laboratories LTD.’de inductive couple plasma (ICP) ile yapılmıştır. Bundan sonraki bölümlerde yapılan bu analizlerle, analizlerden elde edilen sonuçlara ilişkin detaylara yer verilmiştir.

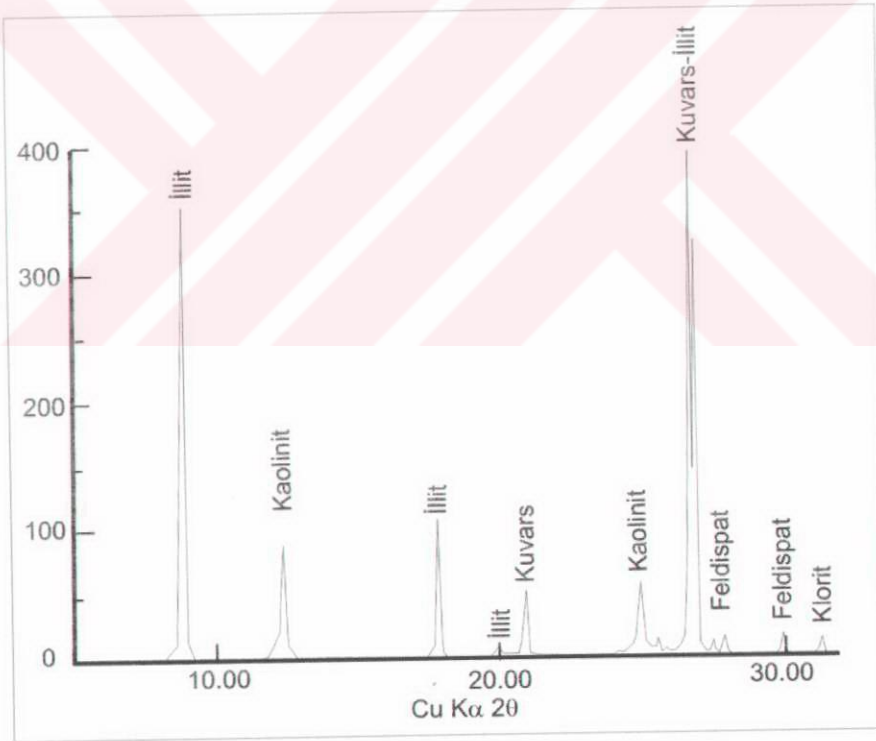
7.1. X Ray Difraktometre (XRD) Analizleri ve Sonuçları

İnceleme alanında Harlak formasyonu içindeki alterasyona uğramış şistlerden alınan TA1 (EK-1), Ayaslar formasyonu içindeki killerden alınan A1 , A2, A3, A4.1 ve A4.2 örnekleri (EK-1) ve yine Doğanhisar formasyonu içerisindeki killerden alınan D2 örneğine (EK-1) ilişkin mineralojik ve kimyasal analizler bu çalışma kapsamında kullanılmıştır. Bu örneklerle ilişkin X-Ray Difraktometre (XRD) diyagramları Şekil 7.1-7.6 da ve bunların değerlendirilmesinden elde edilen mineralojik bileşimler de Çizelge 7.1 de verilmiştir.

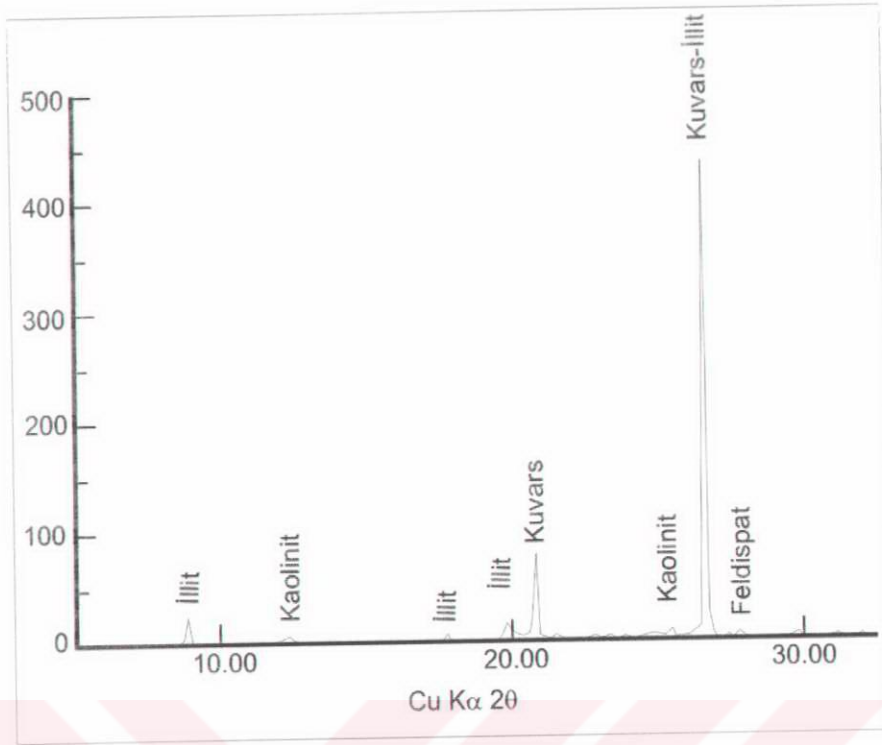
XRD diyagramlarının (Şekil 7.1-7.6) ve Çizelge 7.1’in incelenmesinden de görüleceği üzere genelde numunelerde illit, kaolinit, kuvars ve feldispat bulunmaktadır. Klotritin ise sadece TA1, A2, A3 ve D2 numunelerinde bulunduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan Çizelge 7.1 de Karakaya ve diğ. (2001) tarafından bu bölgede Paleozoyik yaşlı temel birimlerinden aldıkları numuneler üzerinde yaptıkları

XRD sonuçlarına da yer verilmiştir. Karakaya ve diğ. (2001) analiz yaptıkları kayaçlar içerisinde muskovit/biyotit, klorit, kuvars, feldispat ve profillit minerallerini belirlemişlerdir.

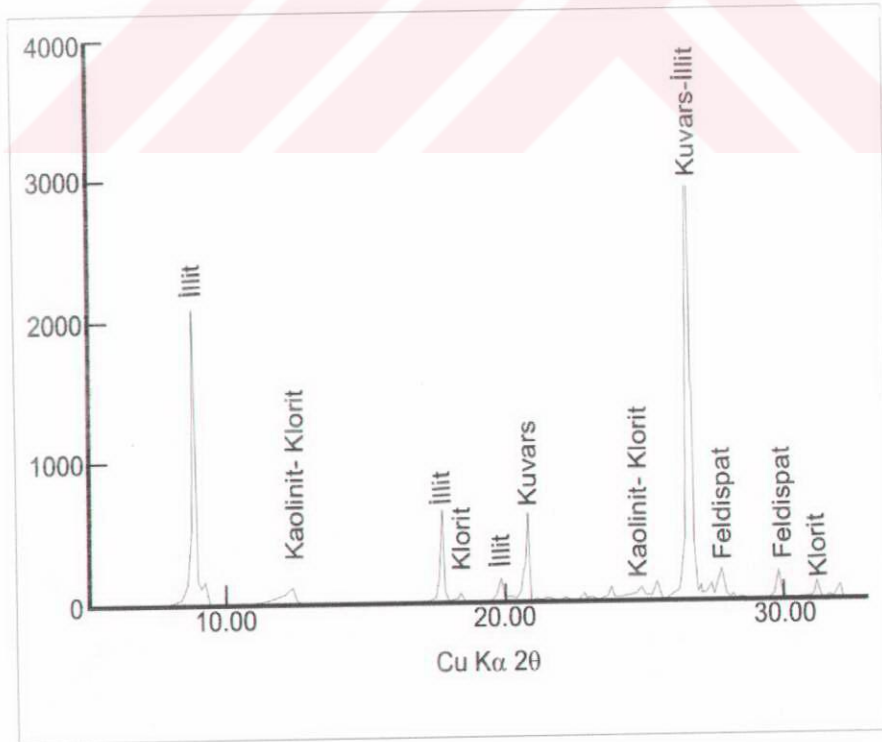
Gerek bu çalışmada gerekse Karakaya ve diğ. (2001) çalışmasından da görüleceği üzere, Paleozoyik yaşlı temel kayalardan alınan örneklerde belirlenen minerallerle, Neojen yaşlı killerden alınan örneklerde belirlenen minerallerin aynı olduğu tespit edilmiştir. Yine Karakaya ve diğ. (2001) Paleozoik yaşlı temel kayaçlar içerisinde %57 mika (biyotit+muskovit), %15 feldspat, %14 Kuvars ve %13 kil (illit) belirlenmiştir. Ayaslar formasyonu içerisindeki killerden alınan örnek analizlerinde ise muskovit-illit (%53), Kil (illit+Kaolinit) %33 Kuvars %8, Kalsit %5 ve feldspat %1 olarak belirlenmiştir (Karakaya ve diğ. 2001).



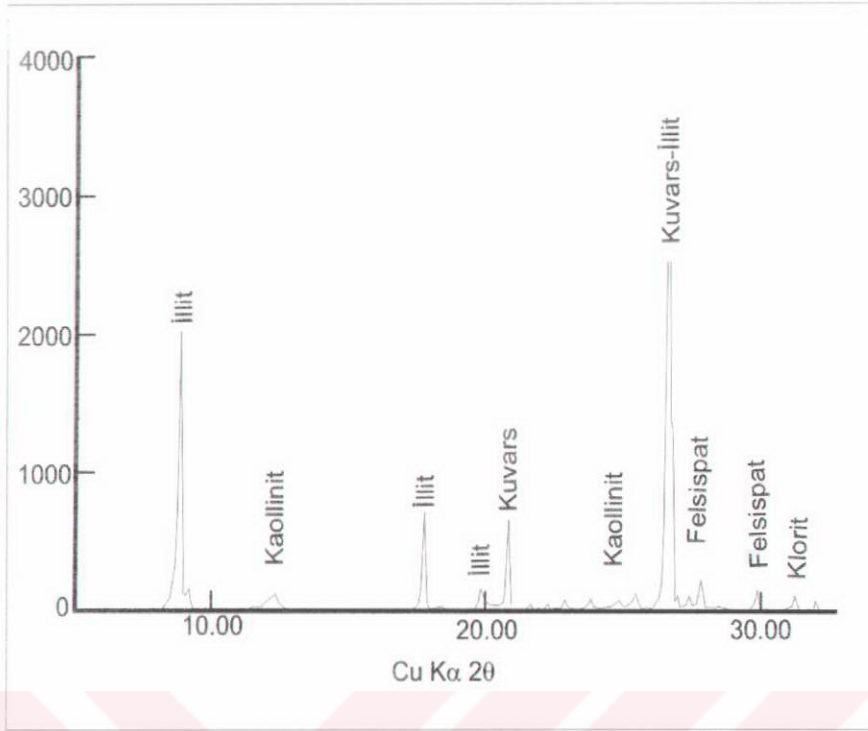
Şekil 7.1 İnceleme alanında Dikmen Tepe güneyinde Harlak formasyonu içinden alınan TA1 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.



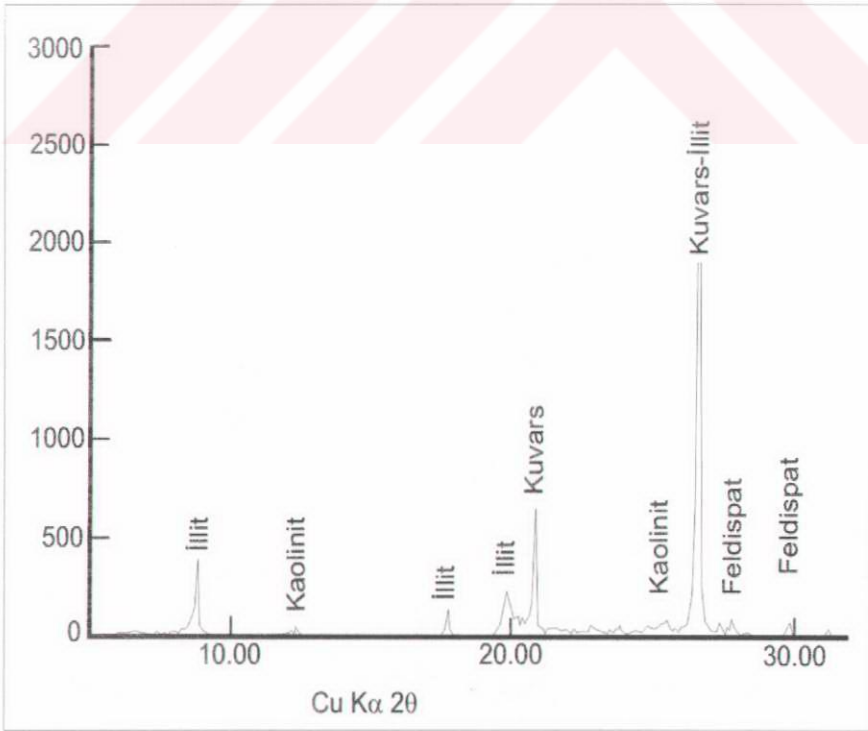
Şekil 7.2 İnceleme alanında Dikmen Tepe doğusundan Ayaslar formasyonu içinden alınan A1 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.



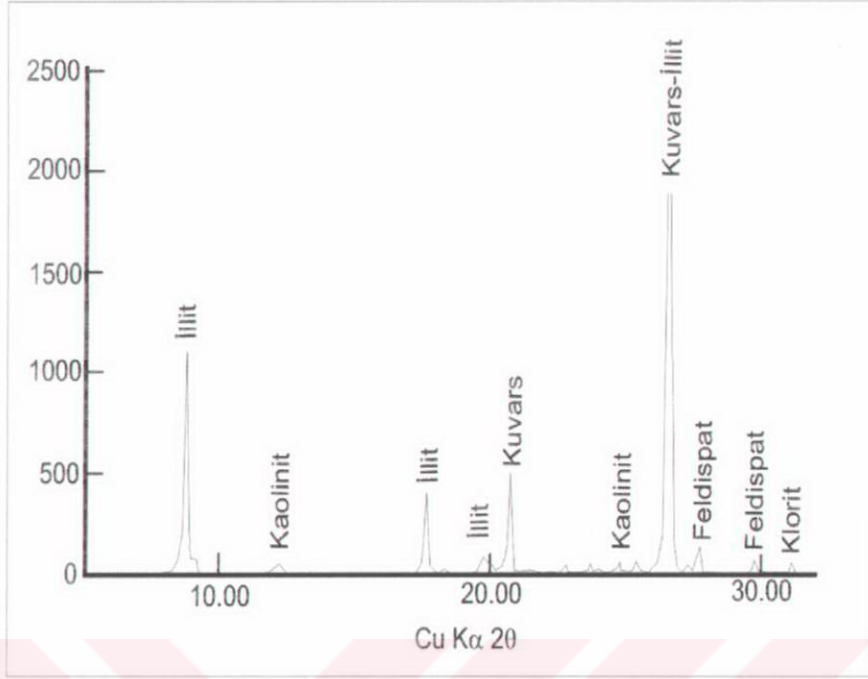
Şekil 7.3 İnceleme alanında Kil Ocağı İşletmesi içinde Ayaslar formasyonundan alınan A2 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.



Şekil 7.4 İnceleme alanında Kıl Ocağı İşletmesi içinde Ayaslar formasyonundan alınan A3 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.



Şekil 7.5 İnceleme alanında Kıl Ocağı İşletmesi içinde Ayaslar formasyonundan alınan A4₁ nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.



Şekil 7.6 İnceleme alanında Kil Ocağı İşletmesi içinde Doğanhisar formasyonundan alınan D2 nolu numunenin tüm kayaç XRD piki.

Çizelge 7.1 İnceleme alanındaki killerin mineralojik bileşimi (* işaretli olanlar Karakaya ve dig. 2001 den alınmıştır).

Birim	Mineralojik bileşim
*T-1	Biyotit/muskovit + feldispat + klorit + pirofillit
*T-2	Biyotit/muskovit + feldispat + Klorit
TA1	Kuvars + feldispat + klorit + illit + kaolinit
A1	Kuvars + feldispat + illit + kaolinit
A2	Kuvars + feldispat + klorit + illit + kaolinit
A3	Kuvars + feldispat + klorit + illit + kaolinit
A4 ₁	Kuvars + feldispat + illit + kaolinit
D2	Kuvars + feldispat + klorit + illit + kaolinit

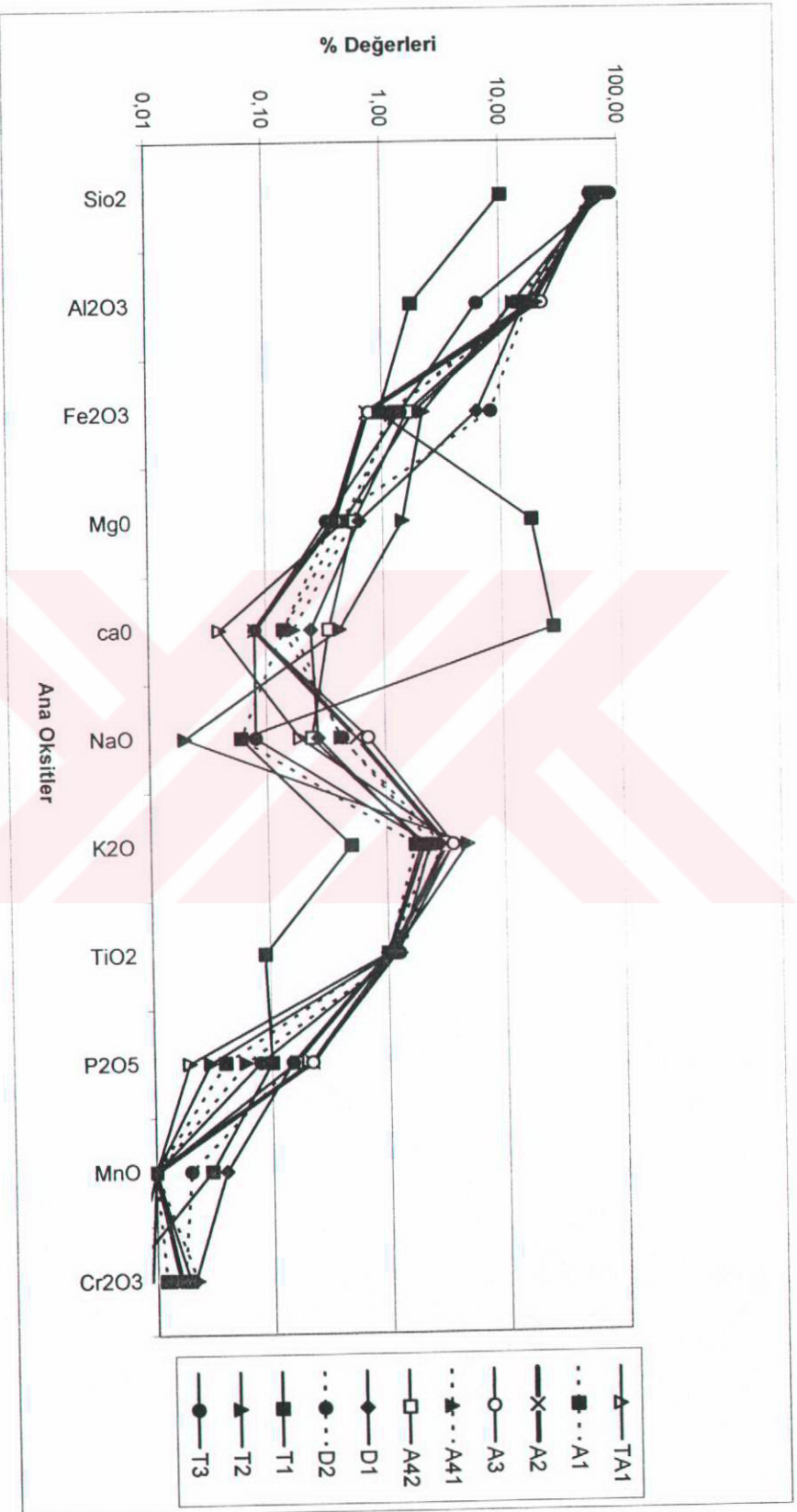
7.2. Kimyasal Analizler ve Sonuçları

XRD analizler bölümünde sözü edilen numunelere ilave olarak Ayaslar formasyonu içerisinde İşletilen killerden A42 (EK-1), Doğanhisar formasyonu içerisinde işletilebilirliği düşünülen Dikmen Tepe güneydoğusundaki killerden alınan D1 (Ek-1), Harlak formasyonu içerisinde yine Dikmen Tepe güneyinde şistlerden alınan T1, T2, T3 (EK-1) numunelerinin kimyasal analizleri yapılarak ana element oksit içerikleri ve bazı iz element içerikleri belirlenmiştir. Kimyasal analizler Inductive Couple Plasma (ICP) yöntemiyle yapılmıştır. Analizler ACME Analytical Laboratories LTD.-Kanada’da yaptırılmıştır. Kimyasal analizlerde oksitlerden SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , NaO , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , Cr_2O_3 , ve iz elementlerden Ba, Ni, Sr, Zr, Y, Nb, Sc belirlenmiştir. Analizlerden elde edilen oksitlere ve iz elementlere ilişkin sonuçlar Çizelge 7.2’de topluca verilmiştir. Bu çizelgede verilen değerlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin daha iyi görünebilmesi için Şekil 7.7 hazırlanmıştır. Çizelge 7.2 ve Şekil 7.7 incelendiğinde Temel kayaçlarından alınan T1’ örneği içerisindeki SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O ve TiO_2 ’nin diğer örneklerdeki ana oksit miktarlarından daha düşük, MgO ile CaO ’ın ise daha yüksek olduğu görülmektedir. T3 örneğinde ise SiO_2 miktarının diğer örneklerdeki oksit miktarlarından daha fazla, buna karşılık Al_2O_3 ’ün ise daha az olduğu tespit edilmiştir. T1 ve T3 numuneleri için oksit miktarlarındaki bu değişimler (düşme ve yükselmeler) lokal yıkanma ve zenginleşmelerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Temel kayaç örneklerinden olan T2 içerisindeki oksit miktarlarının diğer killeri içerisindeki oksit miktarları ile yaklaşık olarak aynı olduğu yine Şekil 7.7 ve Çizelge 7.2 den görülmektedir. Tüm bunlar birlikte değerlendirildiğinde T1, T2 ve T3 numunelerinin alındığı Harlak formasyonundaki şistlerin bölgede bulunan killerin muhtemelen ana kayacı olabileceği söylenebilir. Ancak bölgedeki killerin Harlak formasyonu içerisinde T2 numunesinin alındığı seviyelerinden oluşması ise daha muhtemel görülmektedir.

Diğer taraftan temel kayaçlar ile bölgede işletilen killerden alınan örneklerde belirlenen iz elementlerinin miktarları (Çizelge 7.2) ile grafik üzerindeki görünüşleri (Şekil 7.8) incelendiğinde yine T1, T2, T3 numunelerindeki iz elementlerin diğer kil örneklerindeki (A1,A2, A3, A4.1,A4.2, D1, ve D2) iz

Çizelge 7.2 Doğanhisar killlerine ait örnekler üzerinde yapılan kimyasal analizlerde belirlenen ana element oksit(%) ve iz element (ppm) sonuçları (Ayaslar formasyonuna ait killler “A”; Doğanhisar formasyonuna ait killler “D”, temele ait formasyona ait örnekler “T” ve temele ait kayaçların yüzey şartlarında ayrışma ürünleri “TA” ile gösterilmiştir).

	Ana Element Oksit-(%)												Iz Elementler -(ppm)						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	NaO	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	Ba	Ni	Sr	Zr	Y	Nb	Sc	
A1	74,30	14,50	1,27	0,47	0,14	0,06	1,73	1,01	0,04	0,01	0,012	282	37	119	386	21	37	12	
A2	68,64	19,28	0,74	0,38	0,08	0,57	3,15	1,06	0,22	0,01	0,016	460	31	297	328	35	29	15	
A3	63,00	22,51	0,77	0,40	0,08	0,71	3,59	1,17	0,22	0,01	0,016	488	45	337	239	33	10	15	
A41	61,89	20,31	1,14	0,56	0,17	0,42	2,85	1,26	0,06	0,01	0,022	466	62	229	279	95	62	27	
A42	66,39	18,24	1,63	0,57	0,34	0,24	2,08	1,02	0,16	0,01	0,019	417	62	233	276	48	49	14	
D1	62,16	16,43	6,32	0,63	0,24	0,27	1,94	0,98	0,15	0,04	0,021	480	61	272	347	25	78	12	
D2	58,79	17,37	8,23	0,37	0,14	0,43	2,36	1,03	0,15	0,02	0,017	370	62	208	335	33	45	16	
T1	10,25	1,76	0,94	17,95	27,16	0,06	0,50	0,09	0,10	0,03	0,005	68	32	101	75	10	110	3	
T2	73,20	13,02	2,19	1,46	0,42	0,02	4,80	1,09	0,03	0,01	0,009	536	20	15	523	34	61	11	
T3	86,04	6,35	1,41	0,33	0,08	0,08	2,29	1,23	0,08	0,01	0,006	383	20	21	401	32	43	1	
TA1	66,96	19,43	1,84	0,47	0,04	0,19	3,63	1,00	0,02	0,01	0,016	543	22	86	198	32	10	17	



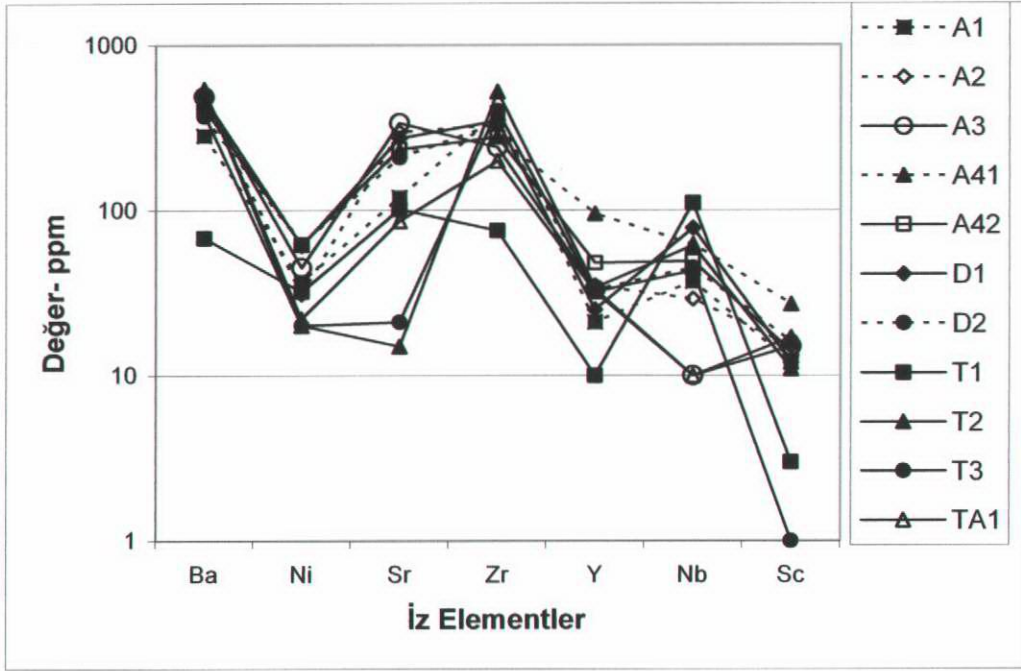
Şekil 7.7 Doğanhisar killerine ait örnekler üzerinde yapılan kimyasal analizlerde belirlenen ana element oksit (%) sonuçları (Ayaslar formasyonuna ait killeri "A", Doğanhisar formasyonuna ait killeri "D", temel ait formasyona ait örnekler "T" ve temel ait kayaların yüzey şartlarında ayrışma ürünleri "TA" ile gösterilmiştir).

elementlerle paralel bir gidişat sundukları görülmektedir. Bu durum yukarıda verilen ;bölgedeki killerin ana kayacı T1, T2, T3 numunelerinin alındığı Harlak formasyonundaki şistlerdir şeklindeki tespiti desteklemektedir.

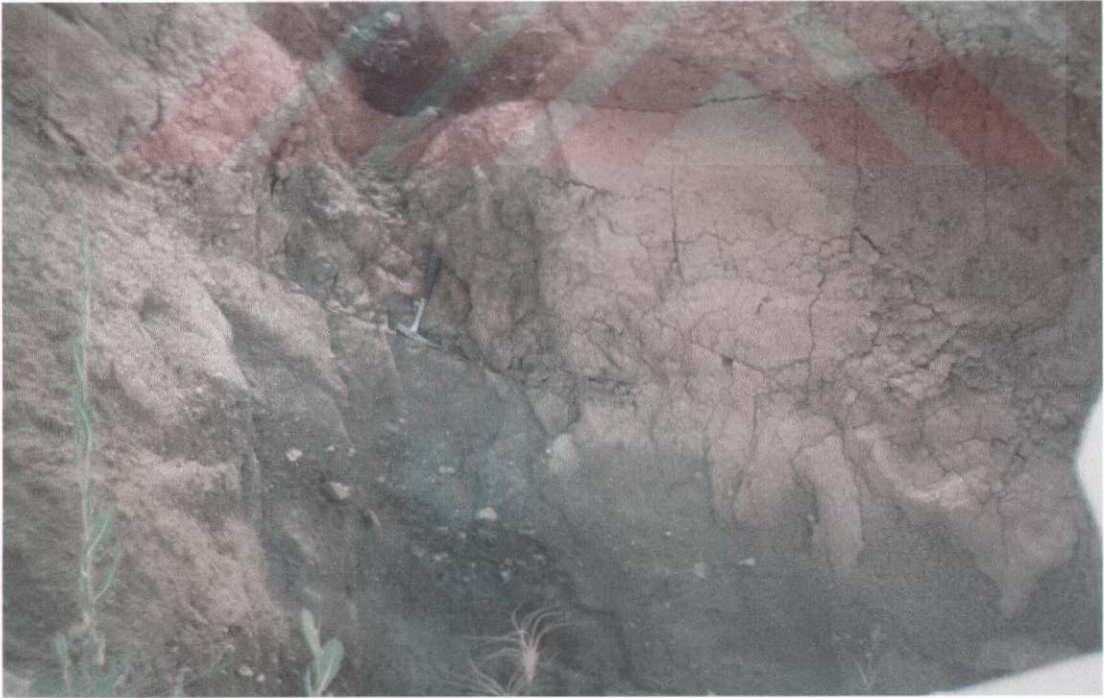
7.3. Mineralojik ve Jeokimyasal Değerlendirme

İnceleme alanında temeli oluşturan Paleozoyik yaşlı Harlak formasyonu içerisindeki şistlerden alınan örneklerin ve işletilen Neojen yaşlı Ayaslar ve Doğanhisar formasyonlarındaki killerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri birbirlerine oldukça yakın benzerlikler sunmaktadır. Dolayısıyla hem XRD analiz sonuçları, hem de kimyasal analiz sonuçlarından ana oksit ile iz element değerleri bölgedeki killerin tabandaki şistlerden ayrışma-bozuşma, taşınma ve depolanmasıyla oluştuğunu belirtmektedir. Zira Ayaslar formasyonu içerisinde işletilen kil ocağında, killi seviyelerle ardalanmış kuvars ve şist çakıllı killi seviyeler bulunmaktadır (Şekil 7.9). Bu durum şistlerin ayrışıp bozuşması ile oluşan killerin taşınarak söz konusu yerde depolanmasıyla oluştuğunu göstermektedir. Jeolojik kaynaktan taşınan detritik malzemenin depolanma ortamında da ayrıştığını gösteren çok net veriler elde edilememiştir. Karakaya ve diğ (2001) de killer içerisinde belirledikleri Profillit varlığına dayanarak taşınmanın oluştuğunu, belirtmektedirler. Ayrıca temel kayalarda simetrik ve keskin bir piki olan mika (illit) pikinin basık ve $11A^\circ$ a doğru asimetri göstermesi mikanın illit, illit-simektite dönüşümünü gösterdiğini, belirtmektedirler. Miyosen döneminde detritik getirim çok yüksek ve iyonik çözeltilerin çok seyreltik olması kimyasal çökelimin olmasını engellemiştir. Bunun sonucu olarak da havzada detritik malzeme depolanması gerçekleşmiştir.

Sonuç olarak, inceleme alanındaki killer yakın veya kısmen uzak mesafeden jeolojik bir kaynaktan ayrışma, bozuşma, taşınma ve depolanma ile oluşmuştur.



Şekil 7.8 Doğanhisar killeriine ait örneklerin kimyasal analiz iz element (ppm) sonuçları (Ayaslar formasyonuna ait killeri "A", Doğanhisar formasyonuna ait killeri "D", temele ait formasyona ait örnekleri "T" ve temele ait kayaların yüzey şartlarında ayrışma ürünleri "TA" ile gösterilmiştir).



Şekil 7.9 Kil ocağında, killi seviyelerle ardalanmış kuvars ve şist çakılları (Resim inceleme alanı içindeki kil ocağı işletmesinden alınmıştır).

8. KİLLERİN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

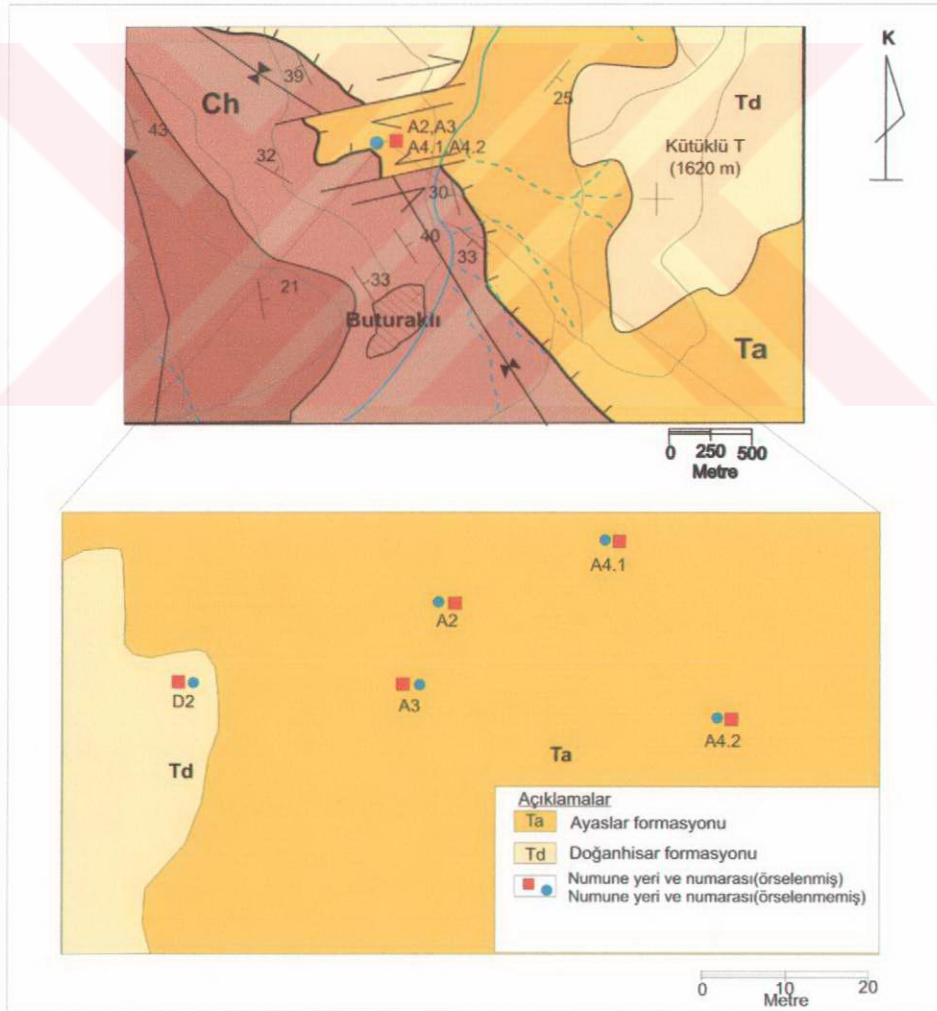
8.1 Killerin İndeks ve Jeomekanik Değerlerinin Belirlenmesi

Daha önceki bölümlerde jeolojisi, mineralojisi ile kimyasal özellikleri verilen Ayaslar ve Doğanhisar formasyonları içerisindeki killerin jeomekanik özellikleri de belirlenmiştir. Killerin jeomekanik özelliklerin belirlenmesi amacıyla Ayaslar formasyonundan A1, A2, A3, A4.1, A4.2 numuneleri, Doğanhisar formasyonundan ise D1 ve D2 numuneleri alınmıştır. A1 örneği Dikmen Tepenin güneydoğusunda 2 m derinliğindeki araştırma çukurundan , D1 örneği 0.5 m derinlikten alınmıştır. A2, A3, A4.1, A4.2 ile D2 numuneleri ise işletilen kil ocağının kademelerinden alınmıştır. Alınan örneklerin haritadaki ve kesitteki yerleri Ek-1, Şekil 3.1 ve Şekil 8.1 de gösterilmiştir. Örneklemede örselenmemiş numuneler Selbi tüpüyle alınmıştır.

Bu bölümde killerin indeks ve jeomekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araziden alınan örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde yapılan deney sonuçlarına değinilmiştir. Killerin indeks ve jeomekanik özelliklerin TS 1900'a göre yapılmıştır. Öncelikle killerin indeks özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneyler yapılmış daha sonrada konsolidasyon ve mekanik özelliklerin belirlenmesine yönelik çalışma yapılmıştır. Killerin indeks özelliklerinin belirlenmesi kapsamında doğal su içeriği, kıvam limitleri (likit limit, plastik limit ve rötre limit), doğal birim hacim ağırlık, tane özgül ağırlığı, tane çapı dağılımı belirlenmiştir. Bu deneylerden doğal su içeriği etüvde kurutma yöntemiyle, kıvam limitleri Casagrande aletiyle, tane özgül ağırlığı piknometre aletiyle, tane çapı dağılımı ise yıkama eleme ve hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir. Numunelere ait tane çapı dağılım grafikleri Şekil 8.2-8.8 de verilmiştir. Killerin deneylerden belirlenen indeks özellikleri ile bu değerlerden gidilerek hesaplanan ve/veya belirlenen doygunluk derecesi, boşluk oranı, porozite, kuru birim hacim ağırlık, doygun birim hacim ağırlık, su altı birim hacim ağırlık, plastisite indisi, likitlilik

indisi, kıvamlılık indisi, aktivite ile birleştirilmiş zemin sınıflama ve Amerikan Karayolları sınıflama sistemlerindeki yerleri belirlenmiştir (Çizelge 8.1).

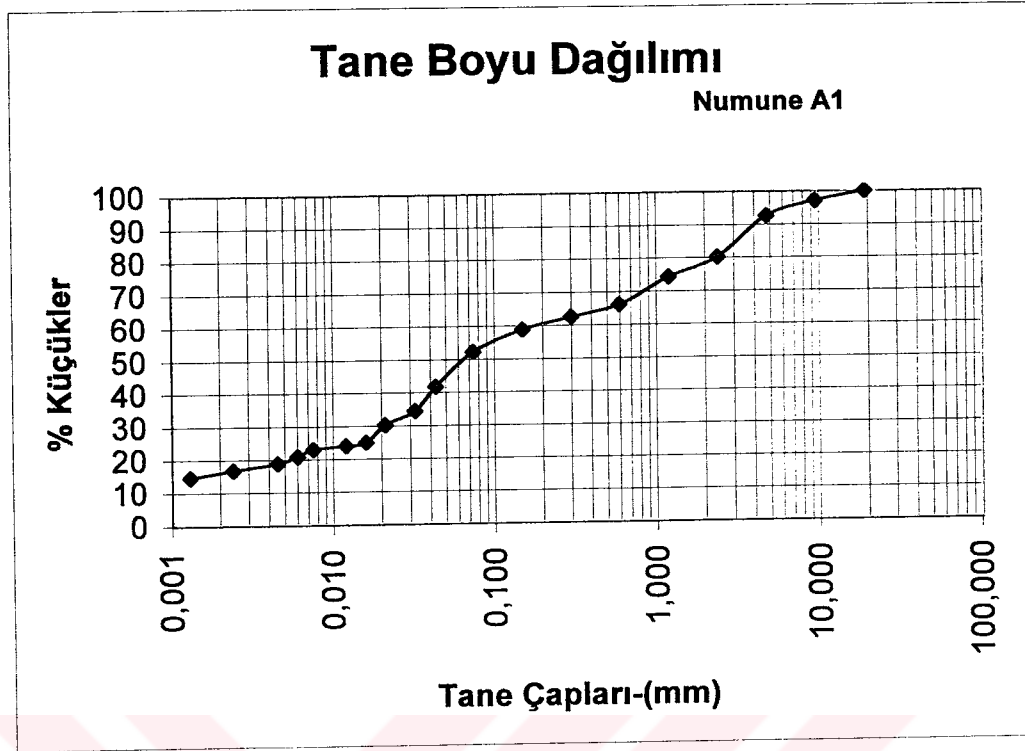
Killerin mekanik özelliklerinin tespit edilmesi için konsolidasyonsuz drenajsız üç eksenli basınç deneyi (UU), oedometre aletinde tek yönlü konsolidasyon deneyi yine oedometre aletinde şişme basıncı ve şişme yüzdesinin belirlenmesi ile ilgili deneyler yapılmıştır. Üç eksenli basınç deneyinden elde edilen kırılma zarfları grafikleri Şekil 8.9-8.12 de, konsolidasyon deneyinden elde edilen basınç boşluk oranı değerleri Çizelge 8.2-8.5 da, logaritmik basınç-boşluk oranı grafikleri ise Şekil 8.13-8.16 de verilmiştir. Logaritmik basınç-boşluk oranı grafiklerinden şişme indeksi, kabarma indeksi değerleri ve Casagrande (1932)'ye göre ön konsolidasyon basıncı değeri belirlenmiştir.



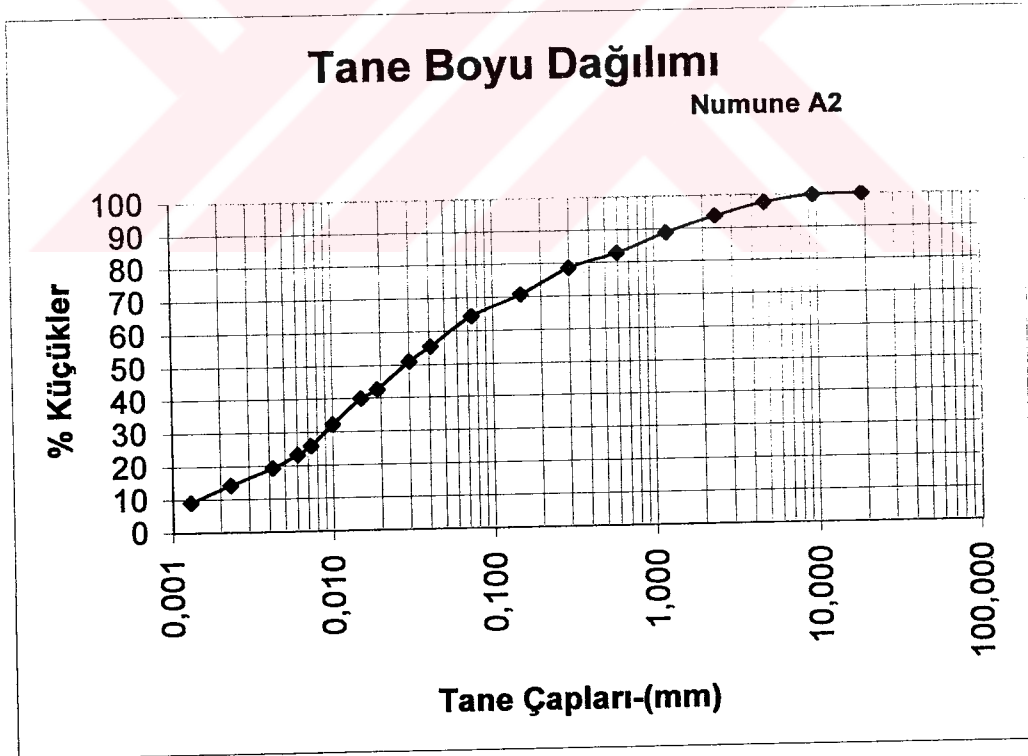
Şekil 8.1 Örnek lokasyon haritası.

Çizelge 8.1 Ayaslar (Doğanhisir- KONYA) inceleme alanından alınan kil örneklerinin indeks özellikleri

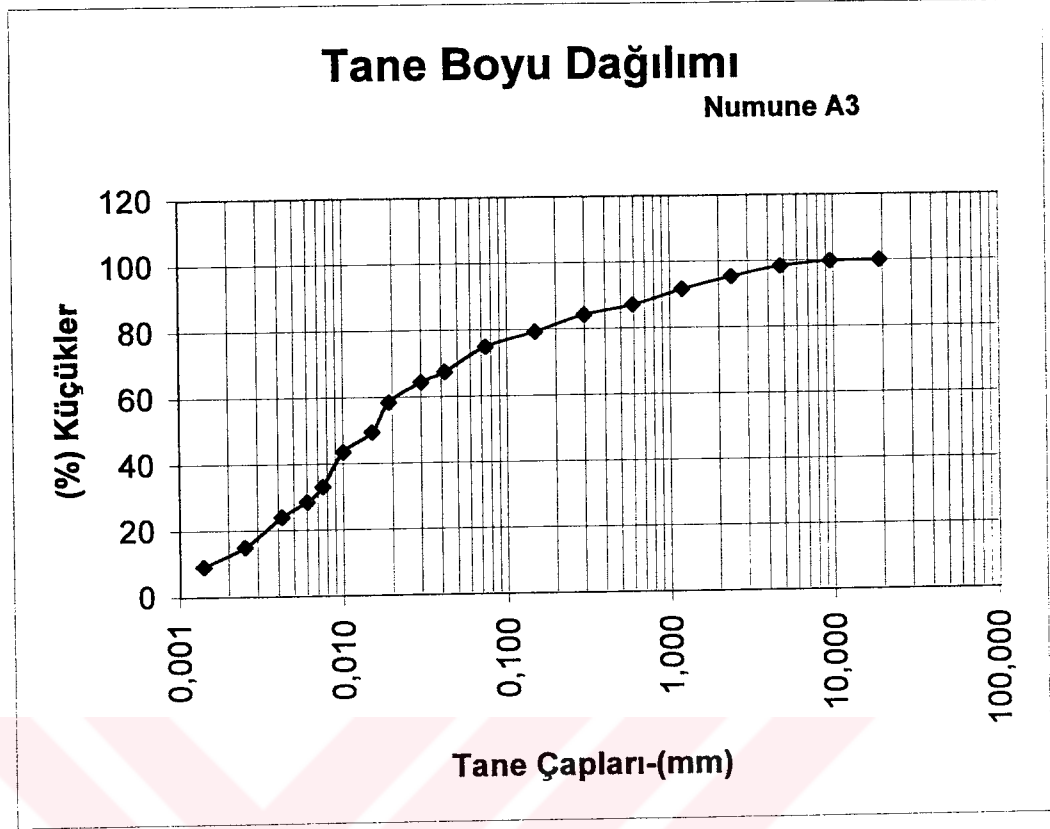
Numune No	Su muhtevası (w -%)	Likit limit(w_L -%)	Plastik limit(w_P -%)	Rötre limit(w_r -%)	Tabii BHA (γ -kN/m ³)	Özgöl ağırlık (Gs)	-4,76 mm elekten geçen (%)	-0.075 mm elekten geçen (%)	Doygunluk derecesi (S-%)	Boşluk oranı (e -%)	Porozite (n -%)	Kuru BHA (γ_d -kN/m ³)	Doygun BHA (γ_r -kN/m ³)	Sualtı BHA (γ' -kN/m ³)	Plastisite indisi (Ip-%)	Likitlilik İndisi (LI-%)	Kıvamlılık İndisi (Ic)	Aktivite İndisi (A)	USCS'e göre sınıflama	AASHTO'e göre sınıflama
A1	9.99	40.09	16.00	12.05	17.25	2.65	92.58	52.20	40.34	65.63	39.63	15.68	19.6	9.8	24.09	-0,25	1.25	1,51	CL	A-6
A2	10.58	27.47	15.37	17.53	21.07	2.80	97.58	64.41	70.48	42.03	29.59	19.11	22.44	12.25	12.10	-0,40	1.40	0,97	CL	A-6
A3	11.02	35.43	19.28	19.12	21.17	2.72	98.37	74.88	73.25	40.92	29.04	19.11	21.95	12.15	16.15	-0,51	1.51	1,27	CL	A-6
A41	21.88	39.41	23.40	17.43	19.50	2.72	98.48	84.17	89.00	66.87	10.07	15.97	19.89	10.09	16.02	-0,10	1.09	0,54	CL	A-6
A42	6.64	43.70	13.06	10.12	17.74	2.62	91.62	65.23	32.15	54.12	35.12	16.66	20.09	10.29	30.64	-0,21	1.21	1,28	CL	A-7-6
D1	8.12	47.02	18.37	13.35	16.66	2.65	90.11	51.83	31.28	68.79	40.75	15.39	19.40	9.60	28.65	-0,36	1.36	1,38	CL	A-7-6
D2	15.75	37.14	22.37	16.90	19.99	2.79	99.20	84.67	98.59	44.57	30.83	15.97	20.29	10.49	14.77	-0,45	1.45	0,6	CL	A-6



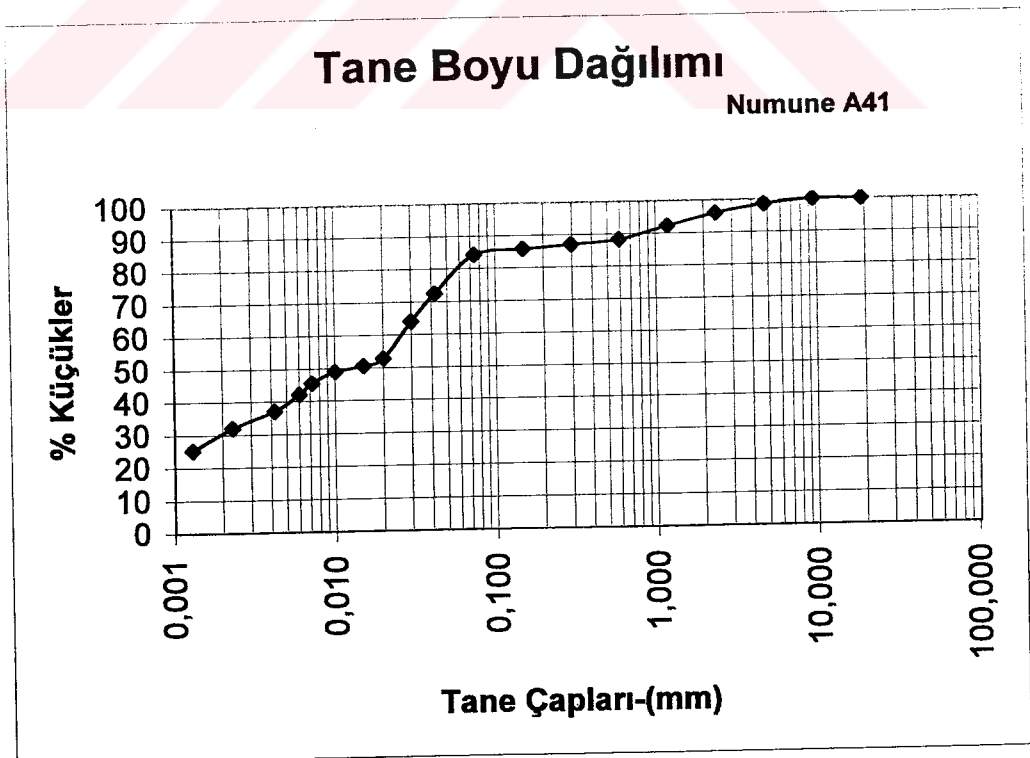
Şekil 8.2 A1 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.



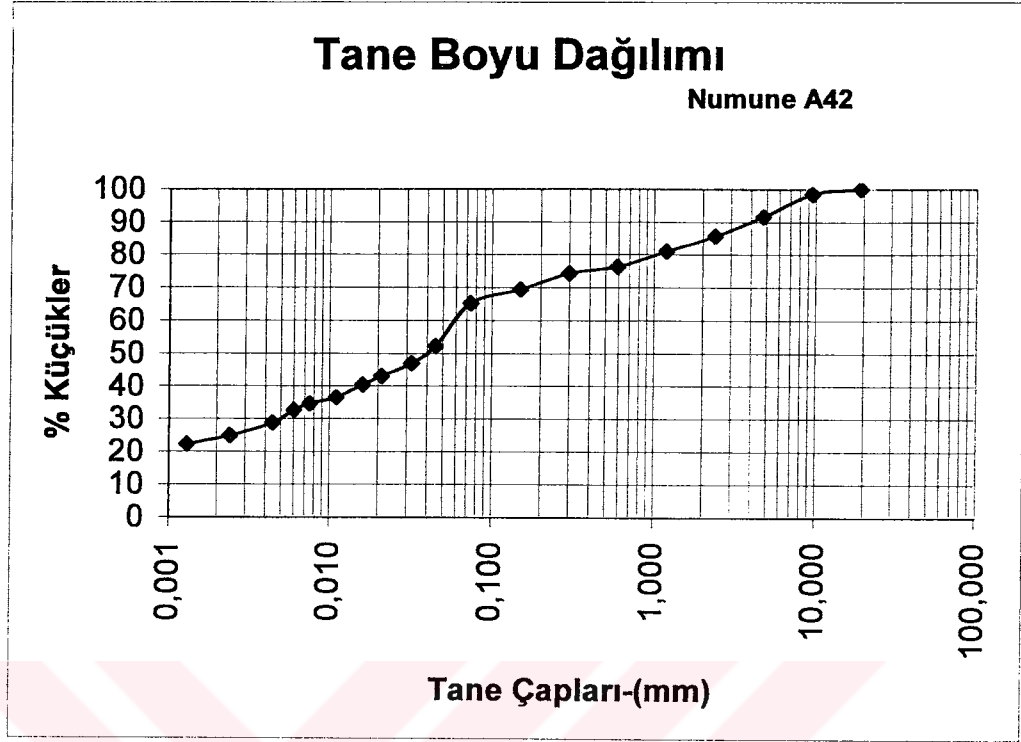
Şekil 8.3 A2 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.



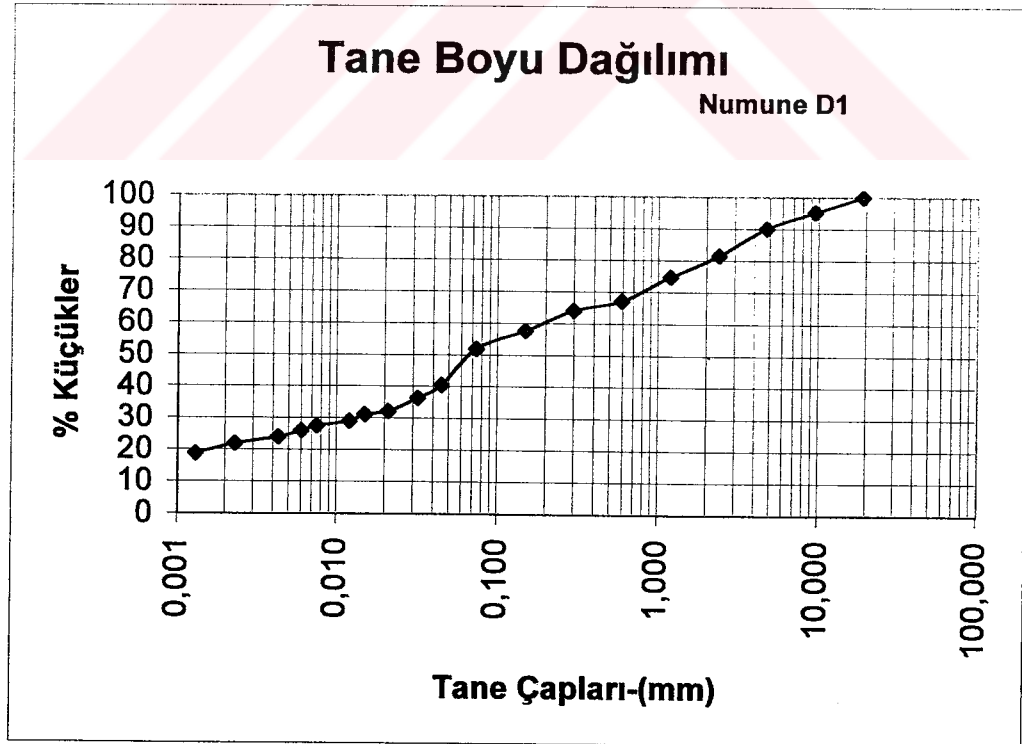
Şekil 8.4 A3 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.



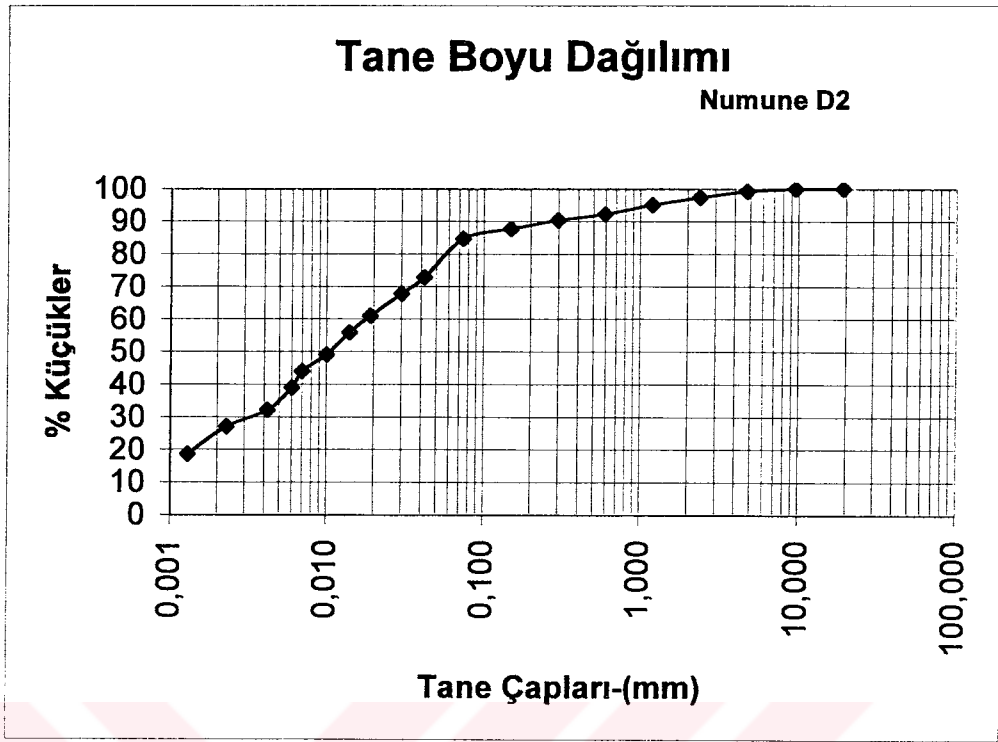
Şekil 8.5 A4.1 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.



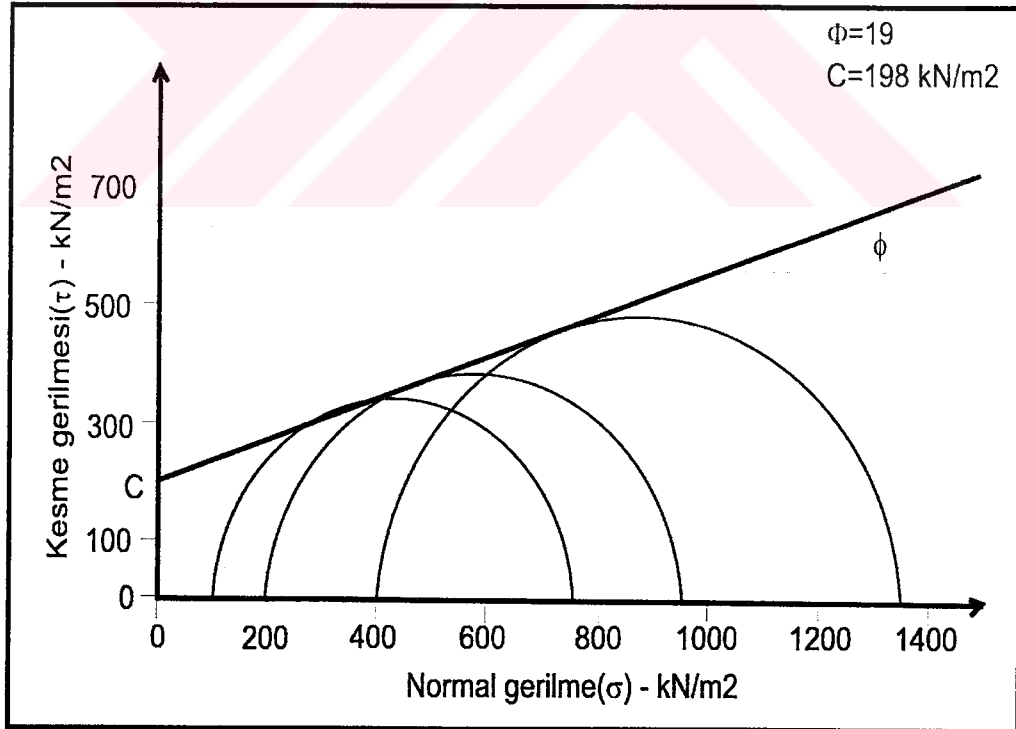
Şekil 8.6 A4.2 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.



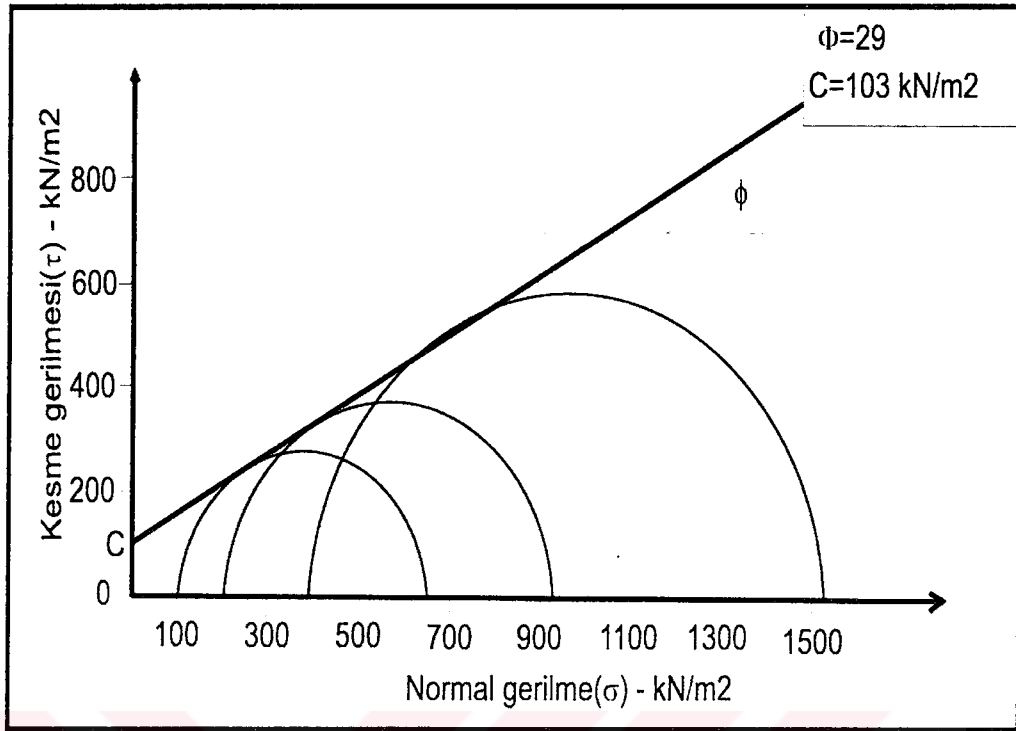
Şekil 8.7 D1 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.



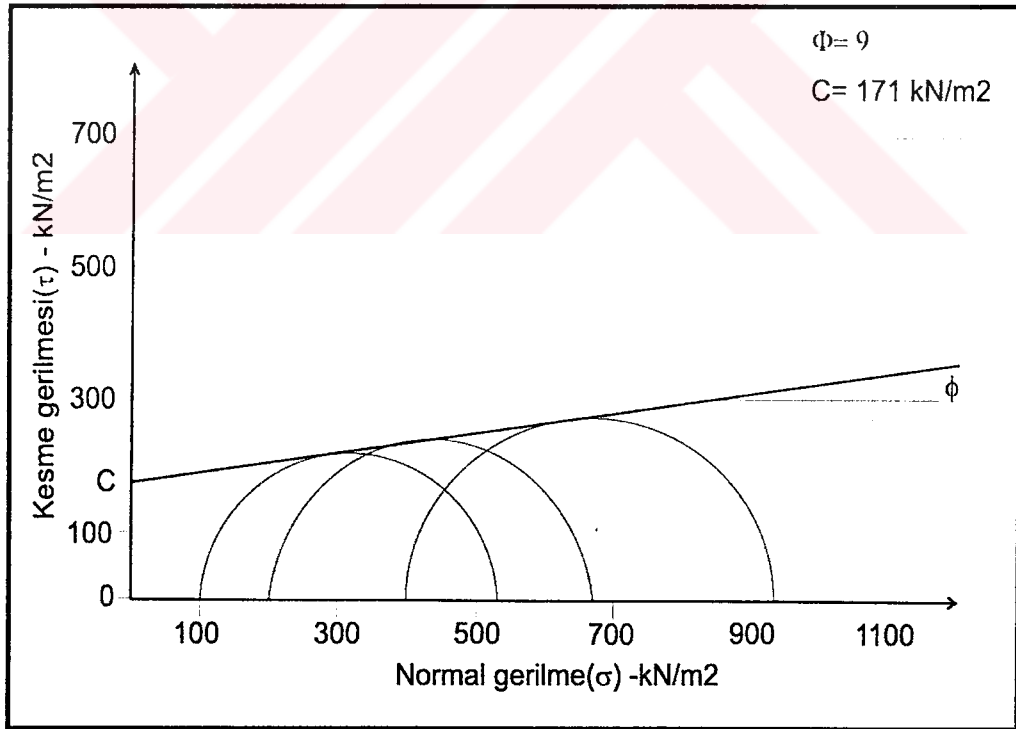
Şekil 8.8 D2 numunesine ait tane boyu dağılım grafiği.



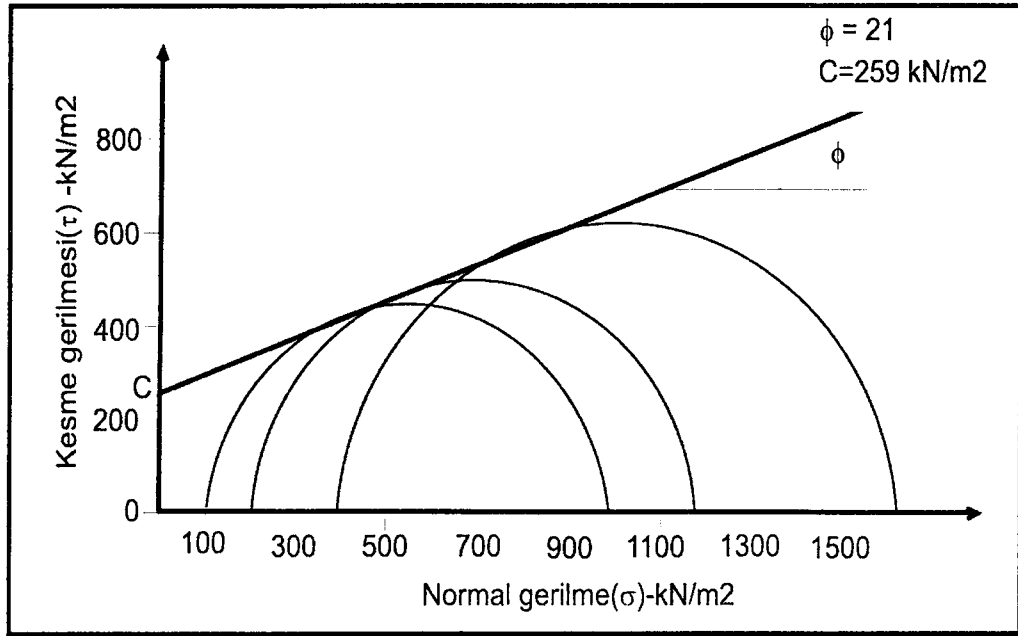
Şekil 8.9 Numune A2 nin kırılma zarfı.



Şekil 8.10 Numune A3 ün kırılma zarfı.



Şekil 8.11 Numune A4.1 in kırılma zarfı.



Şekil 8.12 Numune D2 nin kırılma zarfı.

Çizelge 8. 2 A2 nolu numunenin konsolidasyon deneyine ait sonuçlar.

Basınç kademeleri kN/m ²	Boşluk oranları e- %	Hacimsel Sıkışma katsayısı(m _v)x10 ⁻⁴ m ² /kN	Konsolidasyon katsayısı(C _v) x10 ⁻⁴ cm ² /sn	Pemabilite (k)x10 ⁻⁶ m/s
0	42.03	3.21	76.83	24.14
50	39.77	1.96	57.25	10.99
100	38.40	1.28	31.67	3.97
200	36.64	0.72	45.93	3.24
400	34.68	0.44	50.42	2.17
800	32.35	0.09		
400	32.80	0.23		
200	33.42	0.59		
100	34.21	0.19		
50	35.01			

Çizelge 8.3 A3 nolu numunenin konsolidasyon deneyine ait sonuçlar.

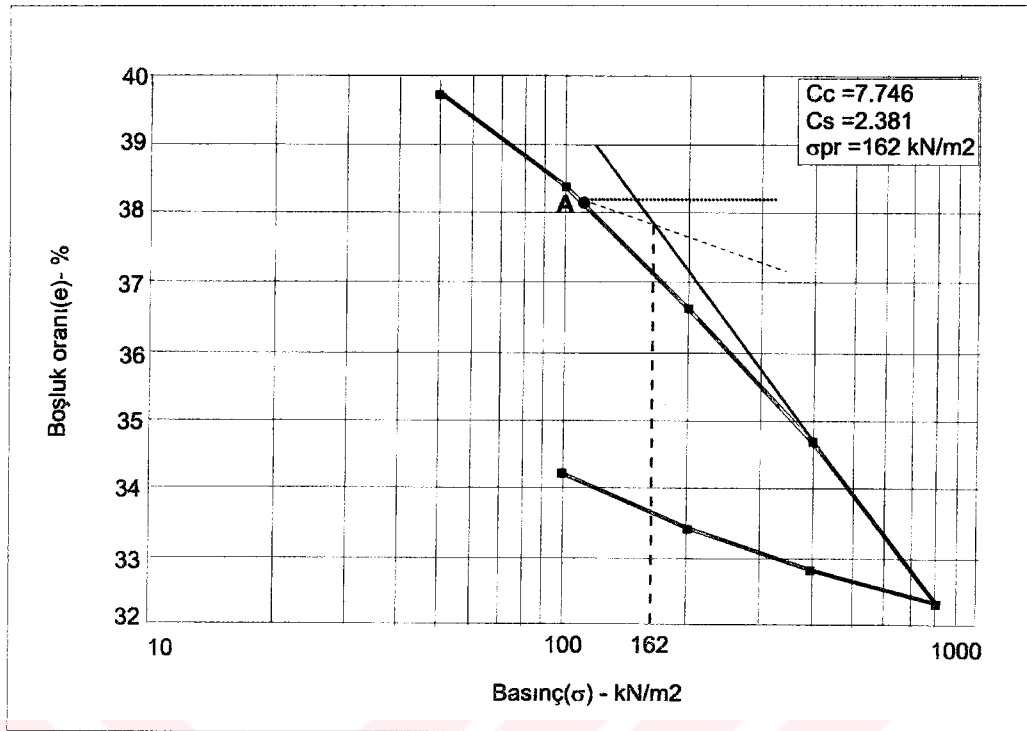
Basınç kademeleri kN/m ²	Boşluk oranları e- %	Hacimsel Sıkışma katsayısı(m _v)x10 ⁻⁴ m ² /kN	Konsolidasyon katsayısı(C _v) x10 ⁻⁴ cm ² /sn	Pemabilite (k)x10 ⁻⁶ m/s
0	40.92	4.18	24.24	9.92
50	38.00	1.84	30.90	5.57
100	36.73	1.34	33.42	4.39
200	34.91	0.76	46.45	3.46
400	32.88	0.45	50.07	2.21
800	30.49	0.09		
400	30.99	0.28		
200	31.71	0.67		
100	32.60	1.48		
50	33.58			

Çizelge 8.4 A4.1 nolu numunenin konsolidasyon deneyine ait sonuçlar.

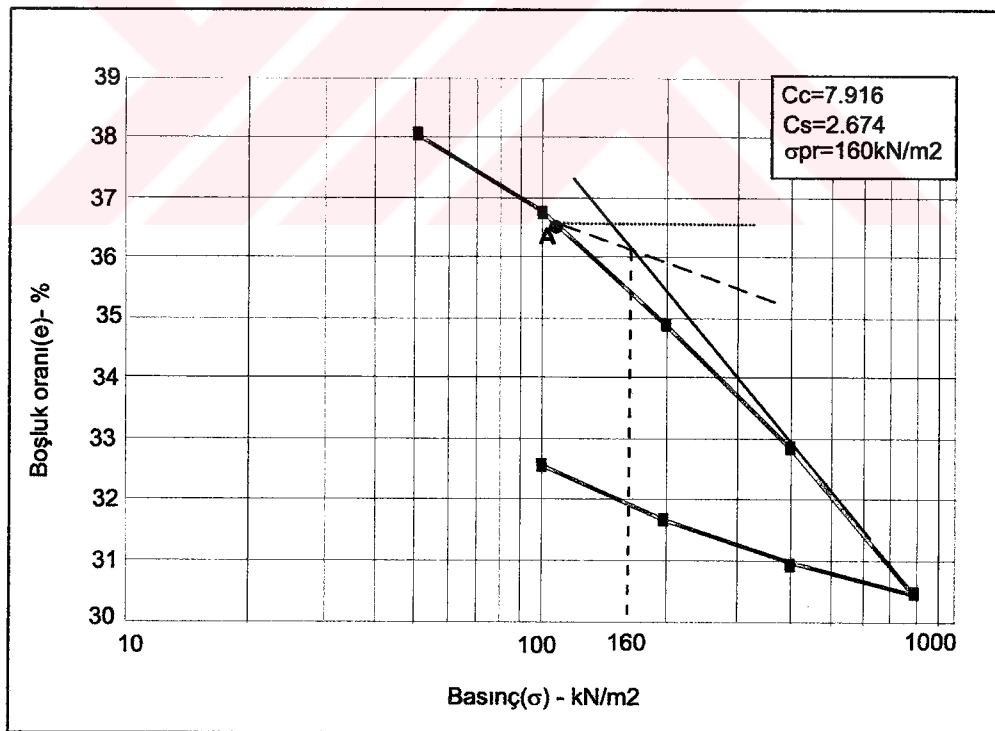
Basınç kademeleri kN/m ²	Boşluk oranları e- %	Hacimsel Sıkışma katsayısı(m _v)x10 ⁻⁴ m ² /kN	Konsolidasyon katsayısı(C _v) x10 ⁻⁴ cm ² /sn	Pemabilite (k)x10 ⁻⁶ m/s
0	67.88	1.89	10.55	1.99
50	66.30			
100	65.14	1.40	10.41	1.43
200	63.52	0.98	10.22	0.98
400	61.36	0.67	7.76	0.51
800	58.50	0.45	10.84	0.48
400	58.96	0.07		
200	59.59	0.20		
100	60.27	0.42		
50	60.92	0.81		

Çizelge 8.5 D2 nolu numunenin konsolidasyon deneyine ait sonuçlar.

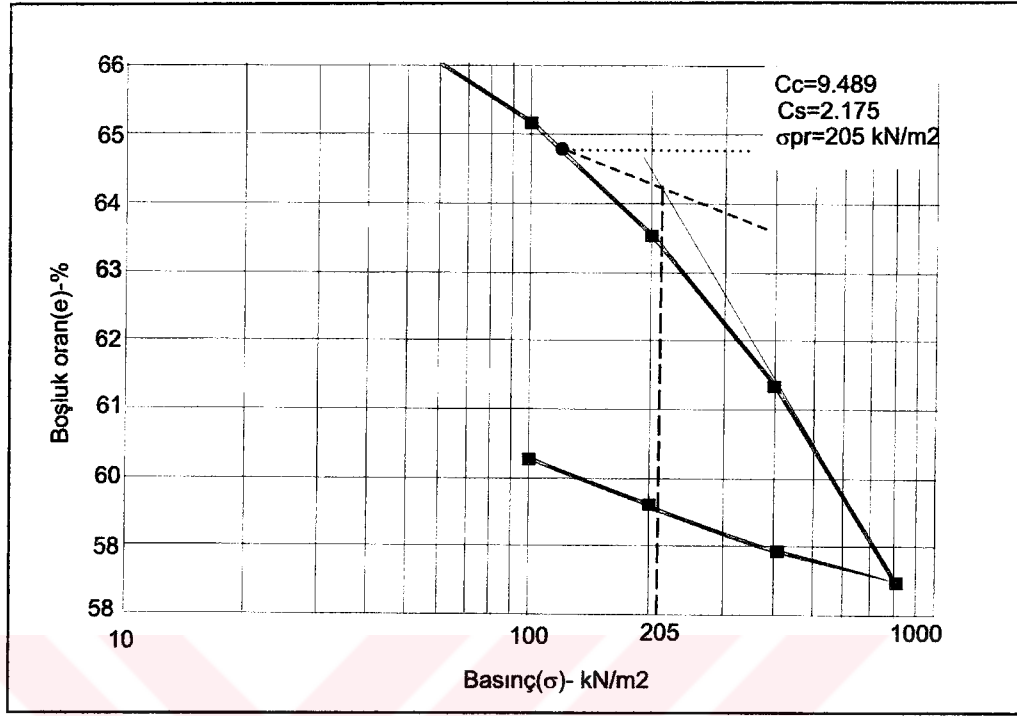
Basınç kademeleri kN/m ²	Boşluk oranları e- %	Hacimsel Sıkışma katsayısı(m _v)x10 ⁻⁴ m ² /kN	Konsolidasyon katsayısı(C _v) x10 ⁻⁴ cm ² /sn	Pemabilite (k)x10 ⁻⁶ m/s
0	44.57	4.02	14.42	5.68
50	41.69			
100	40.93	1.07	12.16	1.28
200	39.79	0.81	18.77	1.49
400	38.26	0.55	15.31	0.82
800	36.27	0.36	19.89	0.70
400	36.63	0.07		
200	37.11	0.18		
100	37.57	0.33		
50	38.03	0.67		



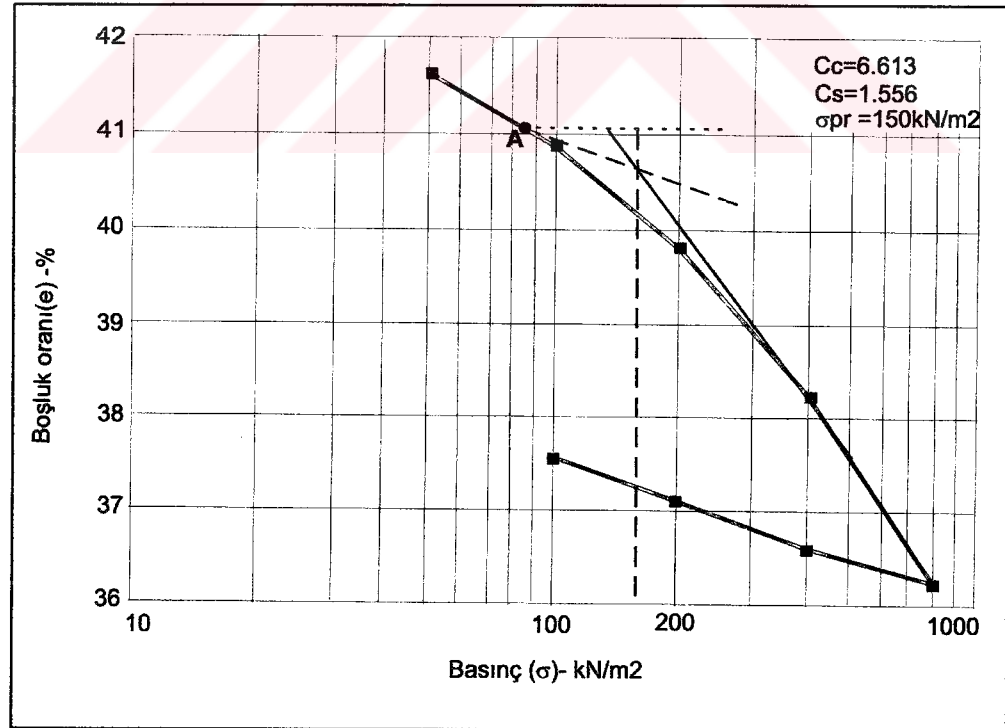
Şekil 8.13 Numune A2 için boşluk oranı-logaritmik basınç (e-LogP) grafiği.



Şekil 8.14 Numune A3 için boşluk oranı-logaritmik basınç (e-LogP) grafiği.



Şekil 8.15 Numune A4.1 için boşluk oranı-logaritmik basınç (e-LogP) grafiği.



Şekil 8.16 Numune D2 için boşluk oranı-logaritmik basınç (e-LogP) grafiği.

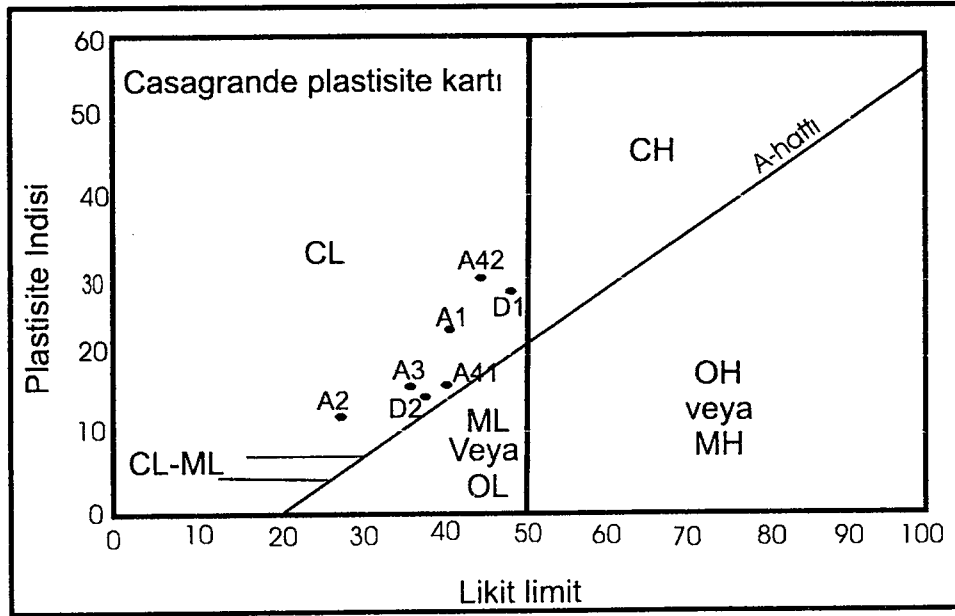
Bu deneylerden elde edilen içsel sürtünme açısı, kohezyon, sıkışma indeksi, kabarma indeksi, ön konsolidasyon basıncı, şişme basıncı ve şişme yüzdesi değerleri topluca Çizelge 8.6 de verilmiştir.

Çizelge 8.6 İnceleme alanından alınan kil örneklerin bazı mekanik özellikleri

Numune No	Derinlik (m)	Tabi birim hacim ağırlık (γ - kN/m ³)	İçsel sürtünme açısı (ϕ)	Kohezyon (c-kN/m ²)	Sıkışma indeksi (C_c)	Kabarma indeksi (C_s)	Ön konsolidasyon basıncı (σ_{pr} -kN/m ²)	Örtü basıncı (σ_v' - kN/m ²)	Aşırı konsolidasyon oranı(OCR)	Şişme basıncı (P_s -kN/m ²)	Şişme yüzdesi (Sp - %)
A2	7.5	21.07	19	198	7.746	2.381	162	158.02	1.02	7.3	2.963
A3	7	21.17	29	103	7.96	2.674	160	148.19	1.08	9.8	4.147
A41	9.5	19.50	9	171	9.489	2.175	205	185.25	1.11	4.1	0.859
D2	4	20.00	21	259	6.613	1.556	200	80.00	1.88	5.1	0.775

8.2. Killerin İndeks ve Jeomekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

İncelenen alandaki killerde doğal su içeriği %6 ile %21 arasında değişkenlik göstermektedir. Örneklerde suya doygunluk dereceleri %31-%99 arasında değişmekte olup bu değerler numunelerin çok nemli ile ıslak arasında (yaş-doygun arsında) değişkenlik gösterdiklerini belirtmektedir. Kil örneklerinde likit limit %27-%47 arasında, plastik limit ise %13-%23 arasında değişmektedir. Örneklerin plastisite kartındaki konumları ise Şekil 8.17’de verilmiştir. Plastisite kartında örneklerin tümü A-Hattı üstünde ve %50 LL değerinden düşük olmaları ile düşük plastisiteli kil oldukları belirlenmiştir. Plastisite indisi %12-%30 arasında değiştiği bu yönüyle örneklerin orta ile yüksek plastisite indeksinde oldukları anlaşılmaktadır. Rötire limit %10-%19 arasında değişmektedir. A4.2 örneğinde rötire limitin %11’in altında olmasıyla şişme potansiyelinin yüksek olduğunu, A2, A3, A4.1, ve D2 numunelerinde ise rötire limitin %16 dan büyük olmasıyla da hacim değişiminin ihmal edilecek düzeyde olduğu söylenebilir. Kil örneklerinde özgül ağırlık 2.6-2.8 arasında değişmektedir. Bu değer inceleme alanında killerin büyük bir kısmını oluşturan illit grubu killer için verilen limitler arasında kalmaktadır.



Şekil 8.17 Casagrande plastisite kartı üzerinde zemin örneklerinin dağılım ve Birleştirilmiş zemin sınıflaması (USCS) sonuçları.

Diğer taraftan 4.76 mm den büyük tane oranının %10 dan daha düşük, genelde ise %95 den fazla olduğu belirlenmiştir. İnce tane oranı (0,074 mm den küçüklerin oranı) %51 ile %85 arasında değişmektedir. Yine Tane çapı dağılım eğrilerinden çıkarılan MIT sınıflamasına göre kil, silt, kum ve çakıl boyutundaki malzeme oranları Çizelge 8.7 de verilmiştir. Bu çizelgenin de incelenmesiyle 2 mm den büyük tane oranının %3 ile D2 de, %21 ile A1 de olduğu görülmektedir. Kum oranı genelde 17% ile 32% arasındadır. En fazla kum oranı A2 ve D1 de en az kum oranı ise (%17) A4.1 ve D2 dedir. Örnekler içinde en fazla (%27-%59) silt boyutu belirlenmiştir. 0,002 mm den küçük tanelerin oranları ise %13 ile %30 arasında değişmektedir. Alınan örneklerde boşluk oranı %40 ile %69 arasında değişmekte olup bu A2, A3, A42 ve D2 numunelerinde bu oran %43 ile %55 arasında kaldığından düşük, A1, A41 ve D1 numunelerinde ise %80 ile %55 arasında kaldığından ortadır. Porozite değeri ise A2, A3 ve A41 numunelerinde %30 dan küçük oldukları için çok düşük poroziteli, D2' nin değeri %30-%35 arasında kaldığından düşük, A1, A42 ve D2 de ise %35 ile %45 arasında bulunduğu ortadır. Kuru birim hacim ağırlık değeri ise 15.30 kN/m³ ile 19.15 kN/m³ arasında değişmekte olup en düşük değer D1 örneğinde, en yüksek ise A2 ve A3 örneğinde

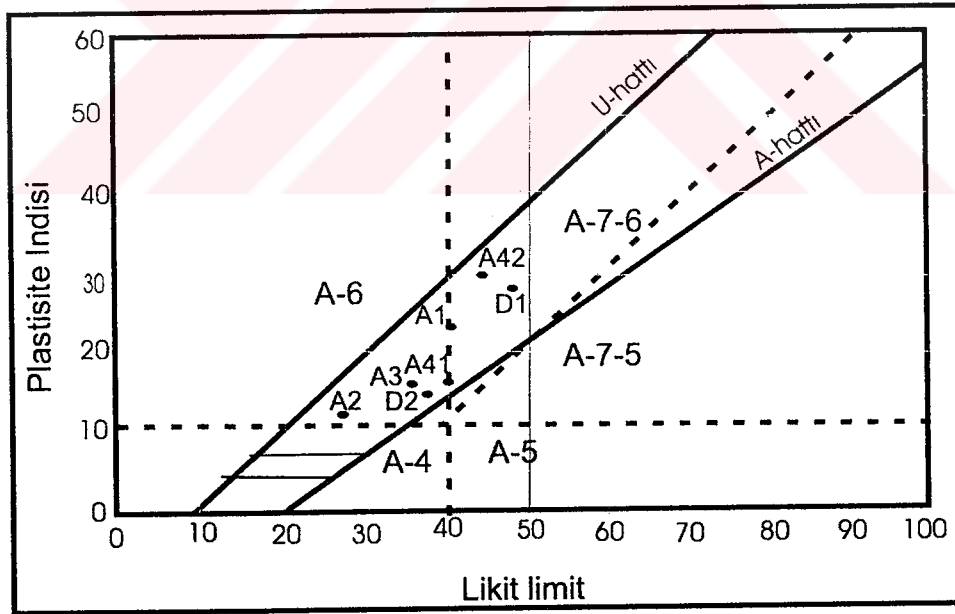
belirlenmiştir. Alınan örneklerin likitlilik indisi -0.10% ile -0.51% arasında, kıvamlilik indisi ise 1.09 ile 1.51 arasında değişmekte olup en küçük kıvamlilik indisi A4.1 örneğinde en yüksek ise A3 numunesinde tespit edilmiştir. Kıvamlilik indisi özelliğine göre örnekler çok sertdir. Kil numunelerde aktivite indisi 0.54 ile 1.51 arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. A1, A3, A4.2 ve D1 nolu örneklerde aktivite indisi 1.25 den büyük olmasıyla bu killerin aktif, A2 örneği normal aktiviteli kil ve A4.1 ve D2 numunelerinde ise aktiflik katsayısı 0.75 den küçük olduğundan bu örnekler aktif olamayan killer sınıfındadır. 0.75 ile 1.25 aktifliğinde olan killer normal aktiviteli illit grubu killer olarak bilinmektedir. Diğer taraftan Skempton (1953) ve Mitchell (1976) illit grubu killer için aktiflik indisini $0.5-1.3$ arasında vermektedirler (Çizelge 8.8). Bu son yaklaşıma göre örneklerin geneli (A1 ve D1 dışında kalanlar) aktiflik indisi bakımından illit grubu killeri gösterdikleri söylenebilir. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına (USCS) göre bütün örnekler (A1, A2, A3, A4.1, A4.2, D1 ve D2) düşük-orta plastisiteli inorganik kil (CL) dir. İnceleme alanından alınan örnekler Amerikan Devlet Karayolu ve Ulaşım Ofisleri Derneği Sınıflaması (AASHTO) sistemine göre; A1, A2, A3, A4.1 ve D2 nolu numuneleri A-6, D1 ve A4.2 nolu numuneleri A-7-6 olarak sınıflandırılmış ve numunelerin alt gruplara göre dağılımı Şekil 8.18 de verilmiştir.

Çizelge 8.7 Numunelerin kil, silt, kum ve çakıl % dağılımları.

Numune No	Çakıl -%	Kum- %	Silt- %	Kil- %
TA1	2	30	67	1
A1	21	31	32	16
A2	7.5	31.5	48.5	12.5
A3	6	22	59	13
A41	5	17	48	30
A42	16	24	36	24
D1	20	32	27	21
D2	3	17	55	25

Çizelge 8.8 Değişik minerallerin aktivite değerleri (Skempton,1953 ve Mitchell 1976).

Mineral	Aktivite
Na-Mmontmorillonit	4 - 7
Ca-Mmontmorillonit	1.5
İllit	0.5 - 1.3
Kaolinit	0.3 - 0.5
Halloyist(dehidratlı)	0.5
Halloyist(hidratlı)	0.1
Attapuljit	0.5 - 1.2
Allofon	0.5 - 1.2
Mika(muskovit)	0.2
Kalsit	0.2
Kuvars	0



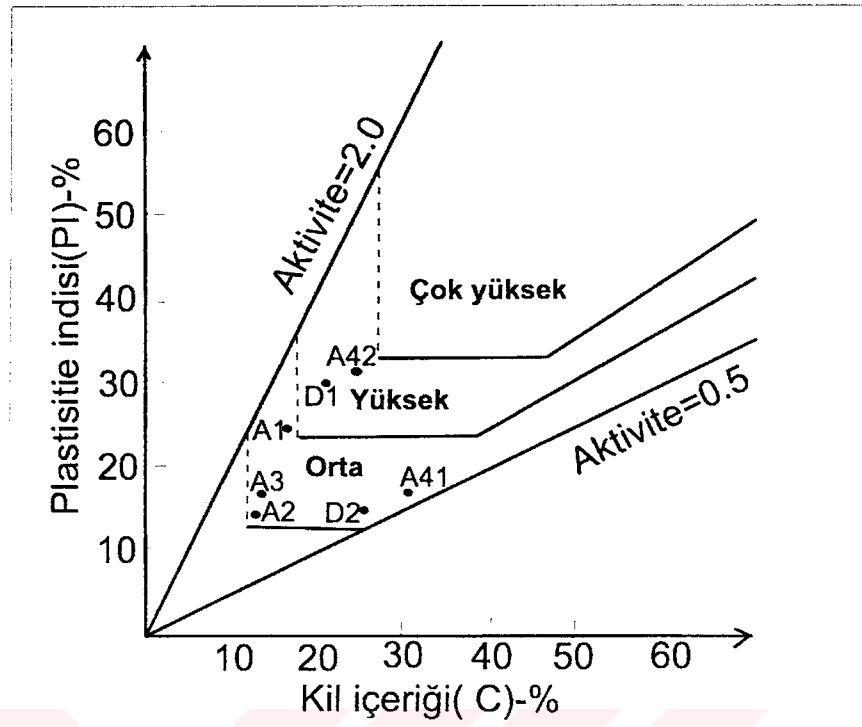
Şekil 8.18 Liu,1970'a göre Amerikan karayolları sınıflamasında A-4, A-5, A-6 ve A-7 alt grupları için atterberg limitleri aralıkları üzerine numunelerin dağılımı.

İncelenen alandaki killerin içsel sürtünme açısı 9^0 ile 30^0 arasında değişmekte olup en düşük değer A4.1 örneğinde en yüksek değer ise A3 örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 8.2). Kohezyon A3 örneğinde en düşük (103 kN/m^2), D2 örneğinde ise en yüksektir (259 kN/m^2).

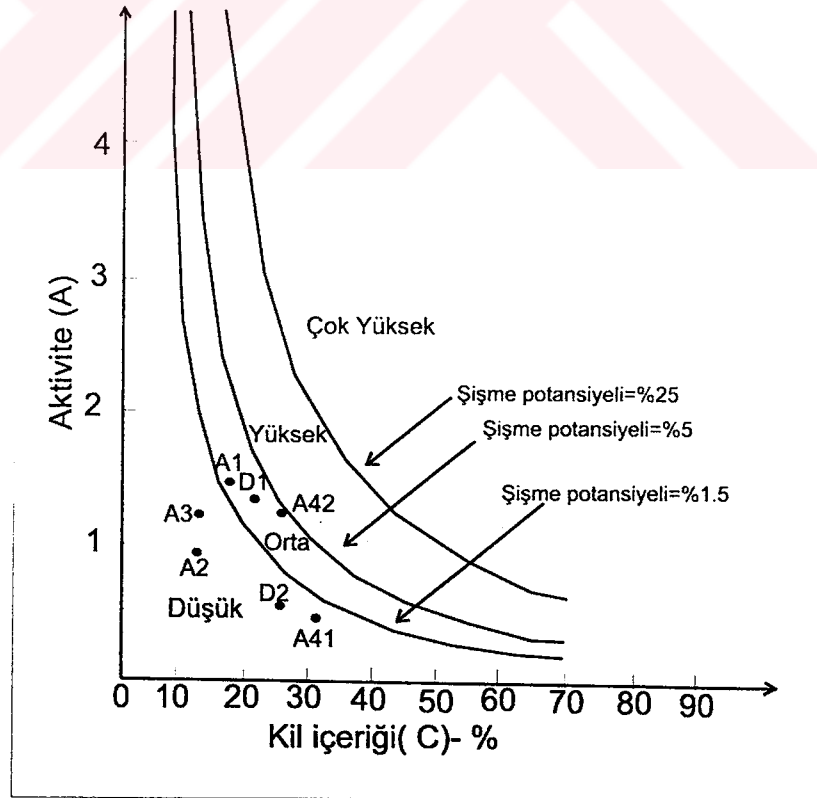
Diğer taraftan killerin şişme durumlarını incelemek için örnekler Van Der Merwe (1964) tarafından verilen kil içeriği-plastisite indisi grafiği ile Seed ve diğ. (1962) tarafından verilen kil içeriği-aktivite indisi grafikleri üzerine işaretlenmişlerdir. (Şekil 8.19 ve Şekil 8.20). Plastisite indisi – Kil içeriği grafiğinde (Şekil 8.19) A1, A2, A3, A4.1 ve D2 numuneleri orta, A4.2, D1 numuneleri yüksek şişme potansiyelinde, Aktivite-Kil içeriği grafiğinin incelenmesiyle de A2, A3, A4.1 ve D2 numunelerinde şişme düşük, A1, A4.2 ve D1 numunelerinde ise şişme potansiyelinin orta olduğu tespit edilmiştir.

Diğer taraftan kil örneklerin şişme basınçlarının $4-10 \text{ kN/m}^2$, şişme yüzdelerinin ise %0.8-%4 civarında olduğu konsolidasyon deneylerinden belirlenmiştir. O'Neill ve diğ., (1980) de verilen şişme sınıflamasına göre D2 numunesi orta, diğerlerinde ise şişme potansiyelinin %1.5 tan büyük olmasıyla “fazla şişme potansiyelin” varlığı görülmektedir.

Tüm örnekler (A2, A3, A4.1 ve D2) aşırı konsolide kildir (Çizelge 8.6). Yine konsolidasyon $10^{-6}-10^{-7} \text{ m/sn}$ mertebesindeki permeabilite katsayılarının alınan numunelerin az geçirimli olduğunu göstermektedir (Çizelge 8.3-8.6).



Şekil 8.19 Van Der Merwe 1964' e göre incelenen zemin örneklerinin gösterimi.



Şekil 8.20 Seed ve diğ. 1962'ye göre incelenen zemin örneklerinin gösterimi.

9. KİLLERİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Killi kayaçların teknolojik özellikleri, mineralojik bileşimleriyle ve mekanik özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. İnceleme alanında bulunan “Doğanhisar killerin” teknolojik özellikleri ile mineralojik ve mühendislik özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi amacıyla 3 kil örneği (A2, A3 ve A4.1) alınmıştır. Bu örnekler Eczacıbaşı Karo Seramik laboratuvarında kalıplara döküme hazır hale getirilmiş ve daha sonra 12000 kN/m^2 şekillendirme basıncı uygulanarak biçimlendirilmiştir. Öncelikle preslenmiş örnekler üzerinde pişme öncesi ürün özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneyler yapılmış daha sonra bu örnekler yaklaşık $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ ’lik fırında pişirilmiş ve pişme sonrası ürün özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneyler yapılmıştır. Killerin teknolojik özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan deneylerde Türk Standartları 202 (TS 202)’ye uyulmuştur. Bu bölümde kil örnekleri üzerinde yapılan teknolojik özellikleri belirleme deneylerine ve bunlardan elde edilen sonuçlara yer verilecektir.

Killerin pişme öncesi ürün özelliklerinin belirlenmesi kapsamında doğal renk, kütle rutubeti, pres sonrası genleşme, ham mukavemet ve kuru mukavemet deneyleri yapılmıştır. Killerin pişme sonrası ürün özelliklerinin belirlenmesi kapsamında renk, küçülme, su emme ve pişmiş mukavemet deneyleri yapılmıştır. Pişme sonrası renk Clormetre cihazı yardımıyla, pişmiş mukavemet serbest basınç aletinde belirlenmiştir. Teknolojik özelliklerine ilişkin belirlenen değerler Çizelge 9.1’de topluca verilmiştir.

9.1. Pişme Öncesi ve Sonrası Ürün Özellikleri

İnceleme alanında Ayaslar formasyonu içinde işletilmekte olan kil ocağından alınan A2, A3 ve A4.1 (EK-1) örnekleri teknolojik özelliklerinin belirlenmesi kapsamında kullanılmıştır. Teknolojik özelliklerine ilişkin elde edilen değerler Çizelge 9.1’de topluca verilmiştir.

Çizelge 9.1 Doğanhisar killerin pişme öncesi ve sonrası ürün özellikleri

Pişme öncesi ürün özellikleri								Pişme sonrası ürün özellikleri				
N.No	Renk	Şekillendirme basıncı-(kN/m ²)	Kütle rutubeti (%)	Pres sonrası genleşme-(%)	Ham mukavemet (kN/m ²)	Kuru mukavemet (kN/m ²)	Kuru küçülme -%	Piştirme sıcaklığı (°C)	Renk	Piştirme mukavemet (kN/m ²)	Küçülme -(%)	Su emme -(%)
A2	Bej- Açık gri	12000	6,0	0,54	680	1420	0,004	1117	Açık krem	9000	0,14	14,0
A3	Gri-krem	12000	6,5	0,50	1400	2700	0,040	1200	Krem	28000	3,01	5,7
A41	Koyu kahve	12000	6,5	0,50	1600	3600	0,044	1200	Koyu krem	28000	3,70	6,0

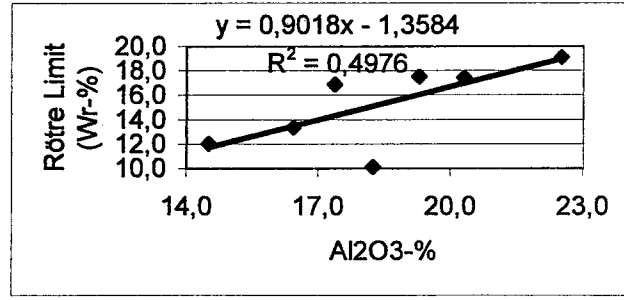
Killerin pişme öncesi ürün özellikleri; A2'nin rengi bej- açık gri, A3' ün gri-krem ve A4.1'in ise koyu kahve rengidir. A2 örneğinde kütle rutubeti %6.0, A3 ve A41 numunelerinde %6.5, pres sonrası genleşme örneklerde yaklaşık %0.50, kuru küçülme değeri ise 0.040 ile 0.004 arasında değişmektedir. Ham mukavemet ile kuru mukavemet bir biriyle ilişkili olup en küçük değer A2 örneğinde en büyük değer ise A41nolu örnekte belirlenmiştir (Çizelge 9.1).

Killerin pişme sonrası küçülme ve su emme en küçük A2 örneğinde en büyük ise A4.1 numunesinde gözlenmiştir. Pişme sonrası mukavemet değeri A3 ve A4.1 numunelerinde 28000 kN/m² A2 de ise 9000 kN/m² olarak tespit edilmiştir. Örneklerin genelde pişme sonrası renkleri kremdir (Çizelge 9.1).

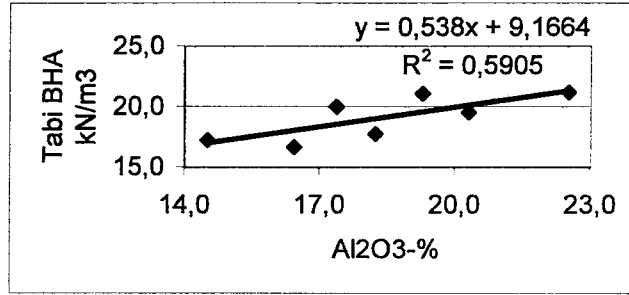
Ayaslar formasyonu içinde işletilmekte olan kil ocağından alınan örneklerden elde edilen pişme öncesi ve sonrası değerlerine bakıldığında A2 numunesinin duvar karosu için önerilen kuru mukavemet (1400-1700 kN/m²) ve su emme (%10-%20) değerleri arasında kalmasından dolayı duvar karosu yapımında, A4.1 numunesinin yer karosu için TS 202'de önerilen kuru mukavemet minimum 3000 kN/m², su emme (%3-%6) değerlerine uymasından yer karosu yapımında A3 numunesi ise kuru mukavemet değeri yüksek kil katılarak kuru mukavemet değeri yükseltilip yer karosu yapımı için kullanılabilir duruma getirile bilir olduğu belirlenmiştir.

10. KİLLERİN KİMYASAL, MİNERALOJİK VE JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

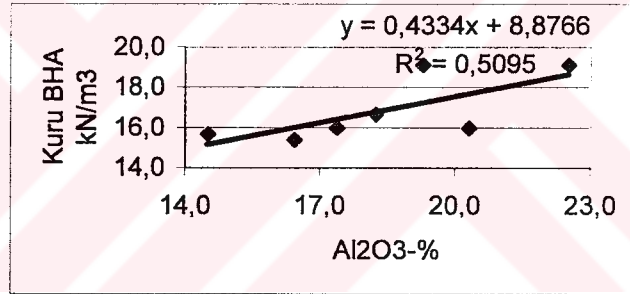
Buraya kadar killerin mineralojik, kimyasal ve jeomekanik ve teknolojik bazı özellikleri ayrı, ayrı verilerek değerlendirildi. Bu bölümde ise kil örnekleri üzerinde yapılan deneylerle belirlenen kimyasal, mineralojik ve jeomekanik parametreler arasındaki ilişkilere yer verilmiştir. Bu bağlamda kimyasal analizlerle belirlenen ana oksit değerlerinin mekanik özellikler üzerindeki etkisi ile mineralojik özelliklerin jeomekanik ve teknolojik parametreler üzerindeki etkileri grafiklerle araştırılmış ve determinasyon (r^2) katsayıları belirlenmiştir. Yüksek determinasyon katsayısı veren ilişkiler Şekil 10.1-10.5 de verilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde rötire limitin (Şekil 10.1.a), birim hacim ağırlıkların (Şekil 10.1.b-e), kohezyonun (Şekil 10.1-g), kabarma indisinin (Şekil 10.1-f), kuru küçülmenin (Şekil 10.2.d), pişirme mukavemetinin (Şekil 10.2.c) Al_2O_3 ile lineer artış, pres sonrası genleşme (Şekil 10.2.b) ve su emmenin (Şekil 10.2-a) ise Al_2O_3 ile lineer azalış gösterdiği belirlenmiştir. SiO_2 nin sıkışma indeksi (Şekil 10.3.a), kabarma indeksi (Şekil 10.3.b), şişme basıncı (Şekil 10.3-c) ile konkav, şişme yüzdesi (Şekil 10.3.d), kohezyon (Şekil 10.3.e) ile ise konveks parabolik, pişirme sonrası küçülme (Şekil 10.4.a), ham mukavemet (Şekil 10.4.b), kuru mukavemet (Şekil 10.4.c), kuru küçülme (Şekil 10.4.d), pişirme mukavemeti (Şekil 10.4.e) ile lineer azalan, pres sonrası genleşme (Şekil 10.4.f) ve su emme (Şekil 10.4.g) ile ise artan lineer ilişkileri belirlenmiştir. Demir oksitin ise likit limit (Şekil 10.5.a), rötire limit (Şekil 10.5.b), plastisite indisi (Şekil 10.5.c), doygunluk derecesi (Şekil 10.5.d), boşluk oranı v (Şekil 10.5.e), birim hacim ağırlıklar (Şekil 10.5.f-i), özgül ağırlık (Şekil 10.5.j) ile parabolik ilişkiler gösterdiği belirlenmiştir. Farklı değişkenlerin oluşturdukları noktalardan geçirilen doğru ve veya eğrilerin denklemleri ilgili grafiklerin üstünde verilmiştir. Grafiklerin incelenmesinden görüleceği üzere kuvvetli istatistik ki ilişkilerin elde edilebilmesi için daha çok deneyin yapılması gerekmektedir. Bu çalışma dışında yapılabilecek deneylerle bu ilişkilerin daha anlamlı hale geleceği söylenebilir.



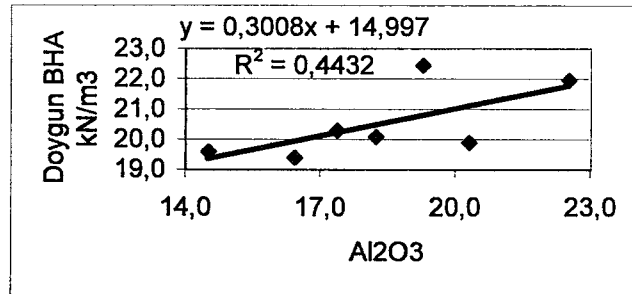
(a)



(b)

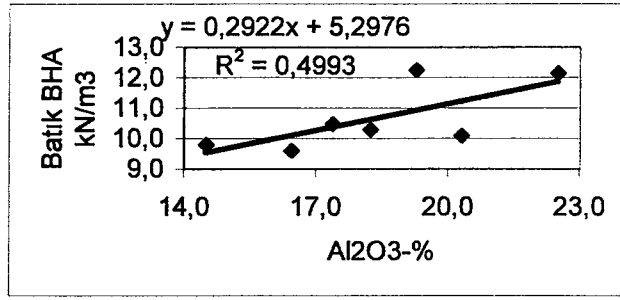


(c)

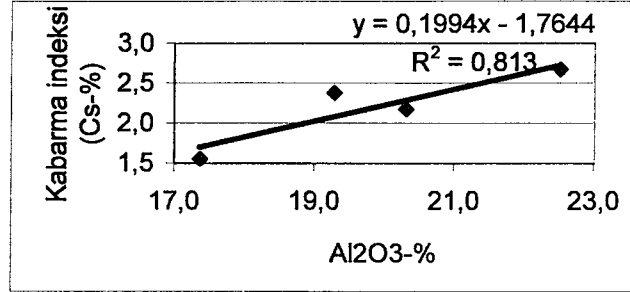


(d)

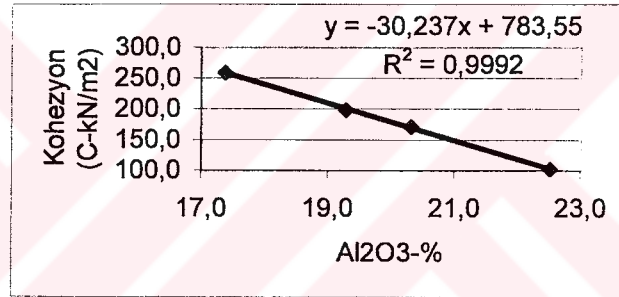
Şekil 10.1 Killerin Al_2O_3 içeriği ile bazı mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.



(e)

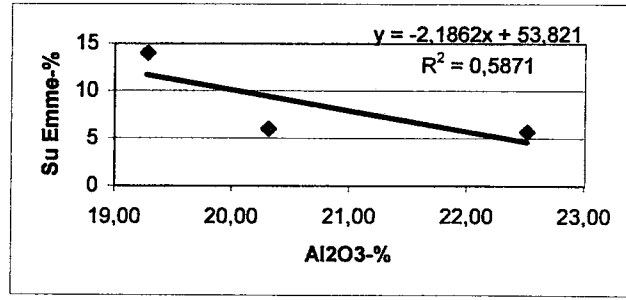


(f)

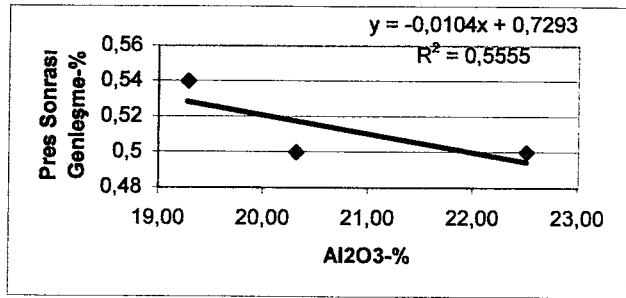


(g)

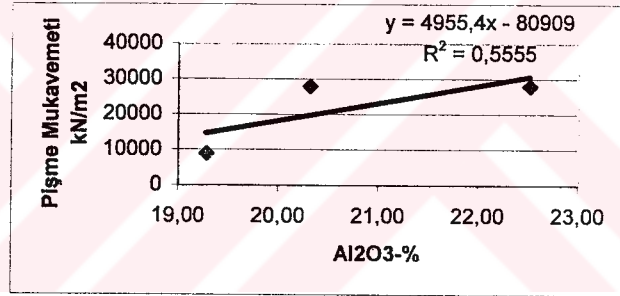
Şekil 10.1 (Devam) Killerin Al₂O₃ içeriği ile bazı mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.



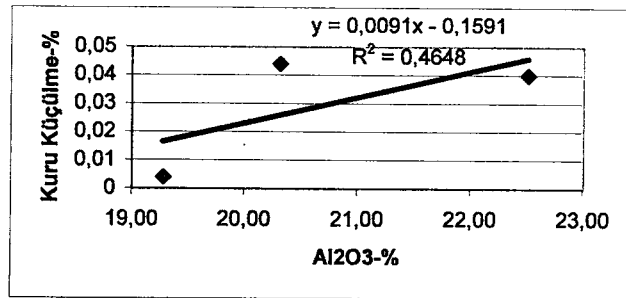
(a)



(b)

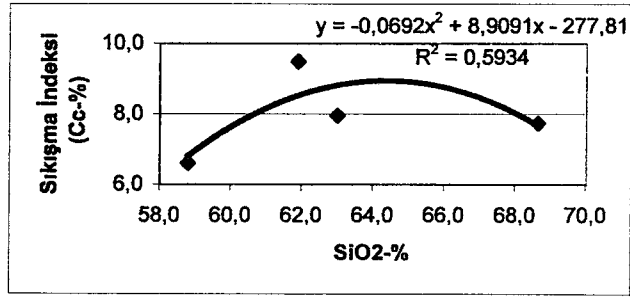


(c)

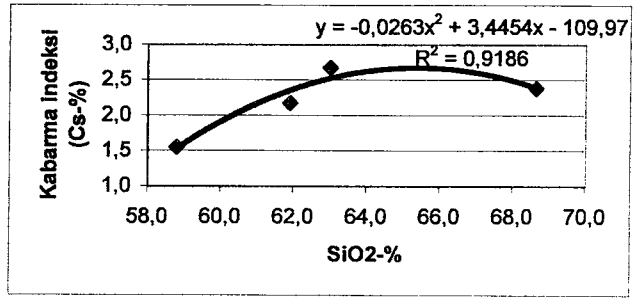


(d)

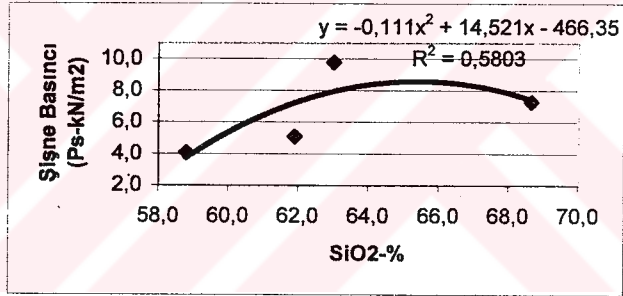
Şekil 10.2 Killerin Al_2O_3 içeriği ile bazı teknolojik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.



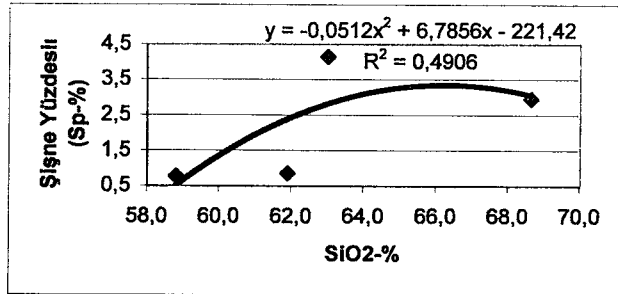
(a)



(b)

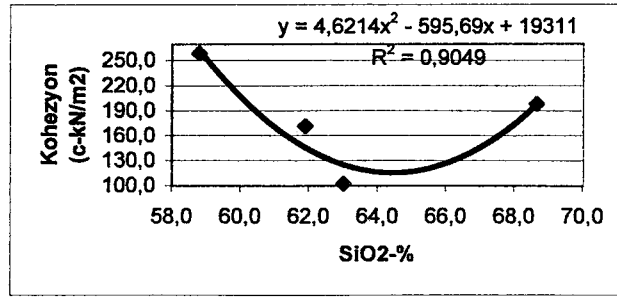


(c)



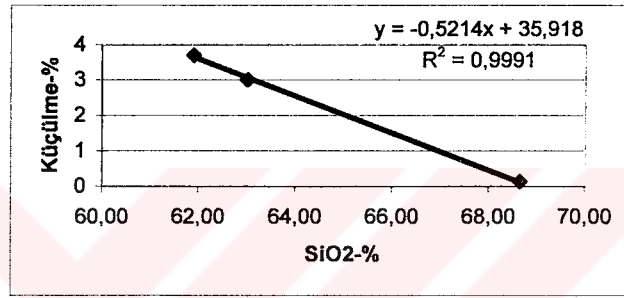
(d)

Şekil 10.3 Killerin SiO₂ içeriği ile bazı mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.

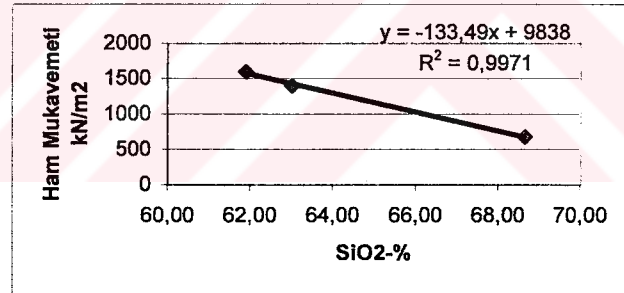


(e)

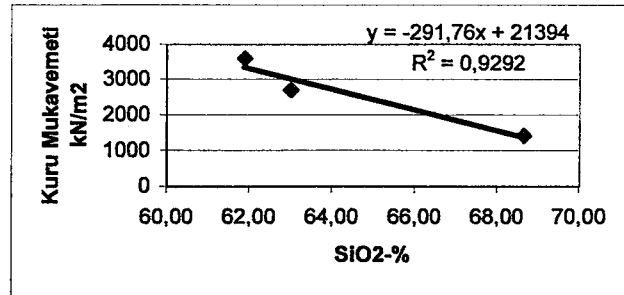
Şekil 10.3 (Devam) Killerin SiO₂ içeriği ile bazı mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.



(a)

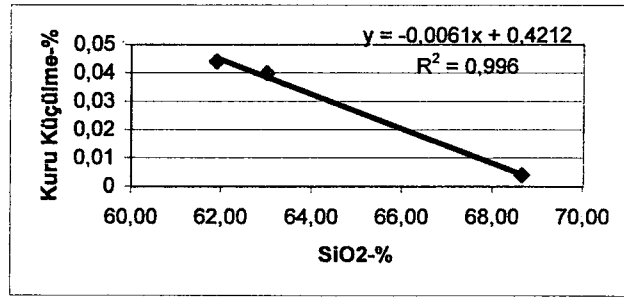


(b)

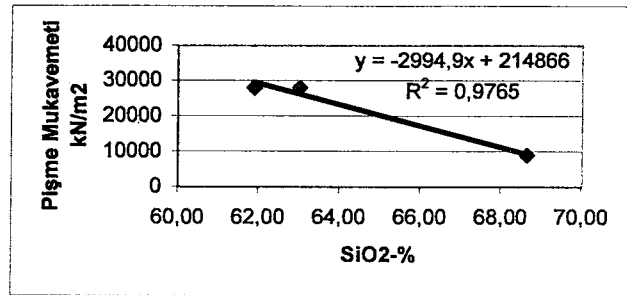


(c)

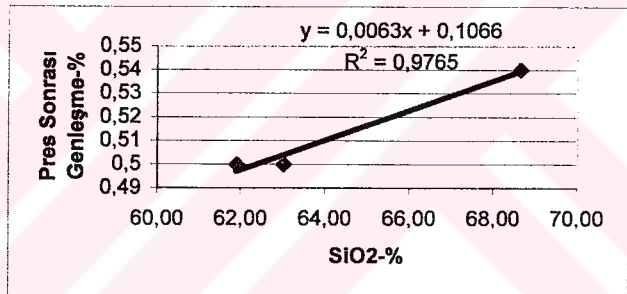
Şekil 10.4 Killerin SiO₂ içeriği ile bazı teknolojik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.



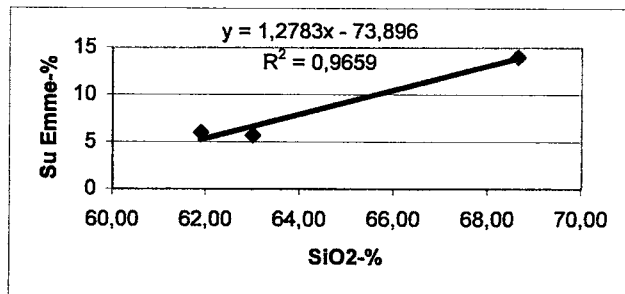
(d)



(e)

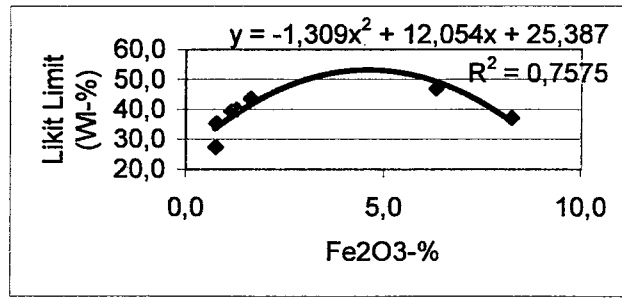


(f)

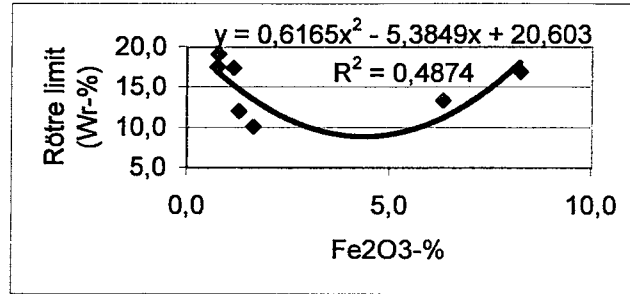


(g)

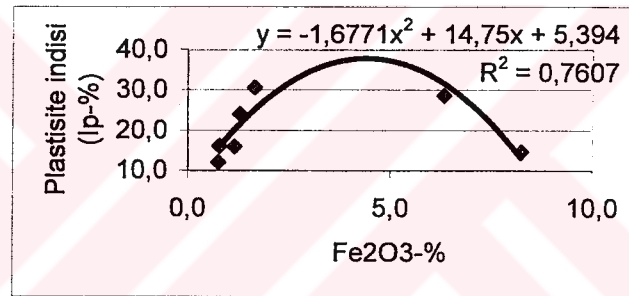
   il 10.4 Killerin SiO₂ i  eri i ile bazı teknolojik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.



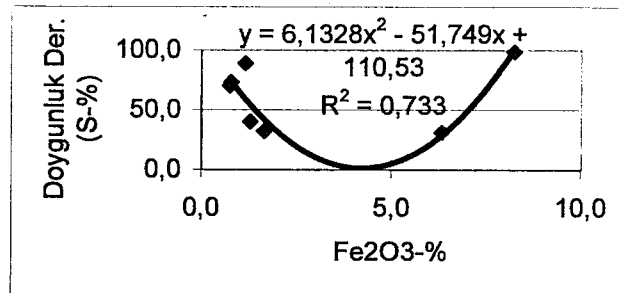
(a)



(b)

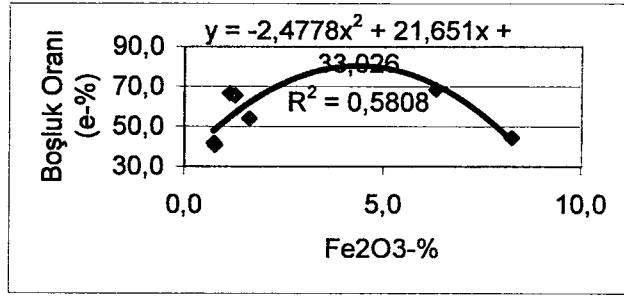


(c)

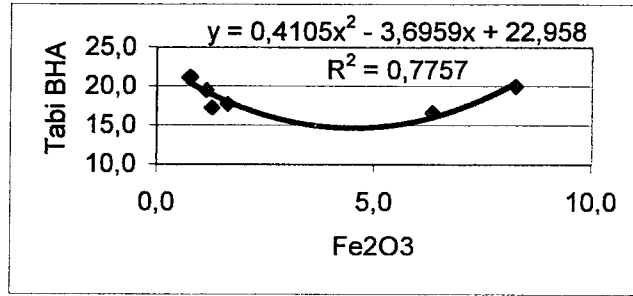


(d)

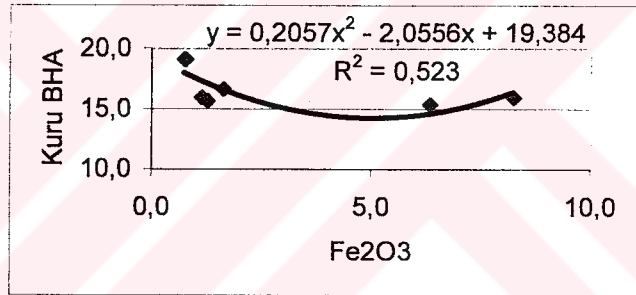
Şekil 10.5 Killerin Fe₂O₃ içeriği ile bazı indeks ve mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.



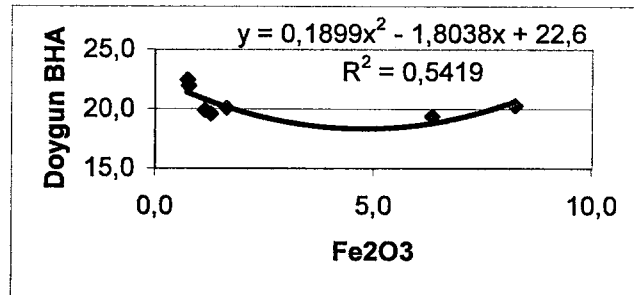
(e)



(f)

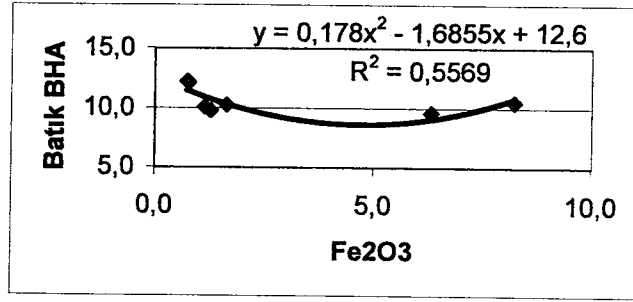


(g)

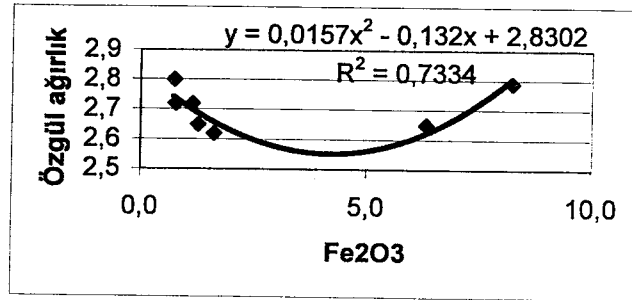


(h)

Şekil 10.5 Killerin Fe₂O₃ içeriği ile bazı indeks ve mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları.



(i)



(j)

Şekil 10.5 Killerin Fe₂O₃ içeriği ile bazı indeks ve mekanik özellikleri arasındaki grafikler ve determinasyon (R^2) katsayıları;

11. SONUÇLAR

Ayaslar (Doğahisar-KONYA) bölgesinin güneyinde yer alan Doğanhisar kilin bulunduğu bölgenin seramik sanayide kullanılan/kullanılabilecek kil hammaddesi içermesi nedeniyle, bölgenin jeolojisi, killerin jeokimyası ve jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- 1) Çalışma alanda yaklaşık 53 km² lik bir alanın 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış ve litostratigrafik birim ayırtlama ilkesine göre Sultandede formasyonu, Engilli formasyonu, Kirazlı formasyonu, Harlak formasyonu, Ayaslar formasyonu, Doğanhisar formasyonu ve alüvyon olmak üzere 7 birim ayrılmıştır.
- 2) Engilli, Kirazlı ve Harlak formasyonlarından arazide ölçülen tabaka doğrultu, eğim ve eğim yönlerinden yararlanılarak hazırlanan tabaka kontur diyagramından kıvrım eksenı gidişı (B) N38°W, 7°NW olarak tespit edilmiştir. Ayaslar formasyonuna arazide ölçülen tabaka doğrultu ve eğimlerinden yararlanılarak hazırlanan tabaka kontur diyagramından ise kıvrım eksenı gidişı (B) N68°E, 13° NE olarak belirlenmiştir.
- 3) Geç Kambriyen- Erken Ordovisiyen yaş aralığında duraysız şelf ortamı iken Ordovisiyen sonunda bölgenin epirojenik yükselimi ile inceleme alanında, Siluriyen ve Erken Devoniyen süreci, aşınma dönemi olarak gözükmeğtedir. Orta Devoniyende başlayan bir transgresyonla tekrar denizel nitelik kazanmış ve çökelim değişik ortamlarda devam etmiştir. Permien sonunda etkinleşen Hersiniyen dağ oluşum hareketleri ile, Sultandağları'nın Paleozoyik oluşukları, düşük dereceden bölgesel başkalaşım olayları geçirerek kıvrımlanmışlar ve yükselmişlerdir. Miyosende etkinleşen tansiyonel faylanmayla Sultandağları bir horst biçiminde yükselmiştir. Bu genç blok-faylanmaya bağılı olarak, Miyosen-Pliyosen boyunca moloz akması bağılı alüviyal yelpaze çökelleri oluşmuştur. Bölge günümüzde aşınma, taşınma rejimi etkisindedir.

- 4) İnceleme alanında Karbonifer yaşlı Harlak formasyonu içerisindeki şistlerden alınan örneklerin ve işletilen Neojen yaşlı Ayaslar ve Doğanhisar formasyonlarındaki killerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri birbirlerine oldukça yakın benzerlikler sunmaktadır. Dolayısıyla hem XRD analiz sonuçları ve kimyasal analiz sonuçlarından ana oksit ile iz element değerleri bölgedeki killerin tabandaki şistlerden ayrışma-bozuşma, taşınma ve depolanmasıyla oluştuğunu göstermektedir.
- 5) İncelenen alandaki killerde doğal su içeriği %6 ile %21 arasında değişkenlik göstermektedir. Örnekler suya doygunluk derecelerine göre çok nemli ile ıslak arasında (yaş-doygun arsında) değişkenlik gösterdikleri belirlenmiştir. Kil örneklerinde likit limit %27-%47 arasında, plastik limit ise %13-%23 arasında değişmektedir. Plastisite indeksi %12-%30 arasında değiştiği bu yönüyle örneklerin orta ile yüksek plastisite indeksinde oldukları anlaşılmaktadır. Rötire limit %10-%19 arasında değişmektedir. Kil örneklerinde özgül ağırlık 2.6-2.8 arasında değişmektedir.
- 6) İnceleme alanından alınan örneklerin birleştirilmiş zemin sınıflamasına (USCS) göre düşük-orta plastisiteli inorganik kil (CL) olarak tespit edilmiştir.
- 7) İnceleme alanından alınan kil örneklerin içsel sürtünme açısı 9^0 - 29^0 arasında, kohezyonları ise 103 - 259 kN/m^2 arasında değişmektedir.
- 8) Tüm örnekler (A2, A3, A4.1, D2) aşırı konsolide kildir.
- 9) Kil örneklerin şişme basınçlarının 4 - 10 kN/m^2 , şişme yüzdelerinin ise 0.8% - 4% civarında olduğu konsolidasyon deneylerinden belirlenmiştir.
- 10) Ayaslar formasyonundan işletilmekte olan kil ocağından alınan örneklerden elde edilen pişme öncesi ve sonrası ürün özellikleri değerlerine bakıldığında A2 numunesinin duvar karosu, A4.1 numunesinin yer karosu yapı için uygun olduğu, A3 numunesi ise kuru mukavemet değeri yüksek killerle karıştırılarak yer karosu yapımı için kullanılabilir duruma getirilebileceği belirlenmiştir.
- 11) Killer teknolojik özelliklerinin farklılığından dolayı çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. İnceleme alanında Ayaslar formasyonuna ait killer şekillendirilen ve pişirilen seramik ürünleri yapımında kullanılmaktadır.

Ayrıca kilin özelliklerine göre refrakter sanayide, çimento, sondaj çamuru, dolgu ve kaplama malzemesi olarak, temizlik, deterjan, gıda ve ilaç sanayinde kullanılabilirliği araştırılmalıdır.

- 12) Kimyasal analizlerle belirlenen ana oksit değerlerinin mekanik özellikler üzerindeki etkisi ile mineralojik özelliklerin jeomekanik ve teknolojik parametreler üzerindeki etkileri grafiklerle araştırılmış ve determinasyon (r^2) katsayıları belirlenmiştir. Buna göre SiO_2 ve Fe_2O_3 ile indeks özellikleri ile mühendislik parametreleri arasında parabolik bir ilişki, Al_2O_3 ise lineer bir ilişki tespit edilmiştir. SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 ile killerin teknolojik özellikleri arasında lineer bir ilişki belirlenmiştir.



12. DEĞİNİLEN BELGELER

Abdüsselamoğlu, Ş.,1958, sultandağlarının 1/100000 ölçekli jeolojik evreleri hakkında rapor, MTA Enst., Arşivi, Rapor No:2669, Ankara,

Atalay,İ., 1973, Sultandağları ile Akşehir ve Eber Gölleri havzalarının strüktürel, jeomorfolojik ve toprak erozyon etüdü, Yeni desen matbası,Ankara,(basılmış doktora tezi).

Blumenthal, M.,1947, Seydişehir-Beyşehir hındarlandındaki Toras Dağlarının Jeolojisi. MTA Enst. Yayını, Seri D,N.2, s.242.

Brennich, C.,1954,1/100000 ölçekli genel jeolojik harita izahnamesi, Akşehir(90/1,2,3,4) ve Ilgın (91/1 ve 91/3) paftaları.

Casagrande, A., 1932, The Structure of Clay and its Importance in Foundation Engineering, *Journal of the Boston Society of Civil Engineers*, April; reprinted in *Contributions to Soil Mechanics 1925-1940*, BSCE, pp. 72-113.

Demirkol, C., Sipahi,H. ve Çiçek, S.,1977, Sultandağlarının Stratigrafisi ve Jeoloji Evrimi, MTA Enst., Arşivi, Rapor No: 6305 , Ankara, s.86

Demirkol, C., 1977, Yalvaç-Akşehir dolayının jeolojisi. Doçentlik tezi (Yayınlanmamış). Konya Selçuk Üniversitesi Yer Bilimleri Bölümü, 114 s.

Eren, Y., 1987, Sultandağları Masifi'nin stratigrafisi ve mososkopik tektoniği, Yüksek lisans tezi(Yayınlanmamış), Selçuk Üniversitesi. Konya, 80 s.

Eren, Y., 1991, Engilli (Akşehir)-Bağkonak (Yalvaç) Arasında Sultandağları Masifinin Stratigrafisi, Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Adana, 83-92 s.,

Erişen, S.,1972, Afyon-Heybeli(Kızılkilise) jeotermal araştırma sahasının jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları, MTA Enst., Arşivi, Rapor No:3107, Ankara,

Haude, H., 1968, Zur Geologie des mittleron Sultandağ südwestlich von Akşehir (Turkei). Doktora tezi(yayınlanmamış),

Karakaya, N., Karakaya, Ç., M.ve Temel, A., 2001, Doğanhisar (KB Konya) yöresi Neojen-Kuvaterner killerin mineralojisi ve jeokimyası, 10 Ulusal Kil Sempozyumu bildiriler kitabı,Konya, s.327-333

Koçyiğit, A., Ünay, E. and Saraç, G., 2000, Episodic graben formation and extensional neotectonic regime in west Central Anatolia and the Isparta Angle: a case study in the Akşehir-Afyon Graben, Turkey. *Tectonics and Magmatism in Turkey*

and the Surrounding Area, (Eds.) E. Bozkurt, J.A. Winchester and J.D.A. Piper, Spec. Publ., 173, 405-421.

Lebkücher, R. F., 1969, Konya-İlgın Aşağıçığıl Linyit Kömür sahasındaki jeoloji detay incelemelerinin sonuçları üzerine rapor, MTA Enst., Arşivi, Rapor No:4779, Ankara,

Liu, T.K., 1970, A Review of Engineering 3 soil Classification Systems, Special Procedures for Testing Soil and Rock for Engineering Purposes, 5th Ed., ASTM Special Technical Publication 479, pp. 381-382.

Mitchell, J.K., 1976, Fundamentals of soil Behavior, John Wiley & Sons, Inc., New York, 422 pp.

O' Neill, T. And Poormoayed, N., 1980, Methodology for foundation on expansive soils, J. Geotech. Eng. Div., ASCE, 106, 1345-1367.

Seed, H.B., Woodward, R.J., Lungrén, R., 1962, Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays, Journal ASCE, Soil Mechanics and Foundation Division Vol.88

Steffens, P., 1970, Sivrihisar-polatlı (Eskişehir-Ankara) bölgesinin Linyit etüdü, MTA Enst., Arşivi, Rapor No:404, Ankara,

Skepton, A.W., 1953, The Colloidal Activity of Clays, Proceedings of The Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol.I, pp.57-61

Thorntwaite, C. W., 1948, An approach a rational classification of climate, the geographical review, volume 38, p. 55-9, New York

TS 202, 1978, Seramik Karolar-Çini Karolar, Türk Standartları Enstitüsü birinci baskı, Saim Toraman Matbaası, Ankara, s.93.

TS 1900, 1975, İnşaat Mühendislerinde Zemin Deneyleri, Türk Standartları Enstitüsü birinci baskı, Saim Toraman Matbaası, Ankara, s.172.

Umut, M., Karabıyıkoglu, M., Saraç, G., Bulut, V., Demirci, A.R., Erkan, M., Kurt, Z., Metin, S. ve Özgönül E., 1987, Tuzlukçu-İlgın-Doğanhisar-Doğanbey (Konya ili) ve dolayının jeolojisi, MTA Enst., Arşivi, Rapor No:293, Ankara, s.51

Van Der Merwe, D.H., 1964, The Prediction of Heave from The Plasticity Index and Percentage Clay Fraction, Trans SAICE, Vol.6, No.5, pp.103-107.

www.sayisalgrafik.com.tr/deprem