

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BÜYÜK MELEN BARAJI AKS YERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ
İNCELEMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yasemin GÜNDOĞAN

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Uygulamalı Jeoloji Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BÜYÜK MELEN BARAJI AKS YERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ
İNCELEMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Yasemin GÜNDOĞAN
(505091321)**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Uygulamalı Jeoloji Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

HAZİRAN 2012

Aileme,

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışması Büyük İstanbul İçmesuyu II. Merhale Projesi kapsamında planlanan Büyük Melen Barajı aks yerinin mühendislik jeolojisi açısından incelenmesi konu edinmiştir. Proje alanı Sakarya ilinin kuzeydoğusunda yer alan Kocaali-Ortaköy beldesi Uğurlu köyünün 2.5 km güneybatısında bulunmaktadır. Büyük Melen Barajı kil çekirdekli kaya dolgu baraj olarak planlanmıştır. Maksimum su kotu 110 metre olup, kret kotu 115 metredir.

Baraj aks yerinde açılan sondaj kuyularının geçirimsizlik özelliklerini anlamlı bir yaklaşımla tanımlayan ve tezin her aşamasında bana destek olan Hocam Prof.Dr.Remzi KARAGÜZEL'e en içten dileklerimi sunarım. Deneyler konusunda da yardımcı olan Yrd.Doç.Dr Yılmaz MAHMUTOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. İnceleme alanına ait verilen sağlanması ve bilimsel bilgilerin elde edilmesinde yardımcı olan Jeo.Yük. Müh. Serkan DAĞLIOĞLU'na teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmanın her aşamasında destek olan arkadaşlarım Jeo.Müh Meral ERDOĞAN'a ve Jeo.Müh. Ezgi GÜLBAR'a teşekkürlerimi sunarım. Eğitimim süresince ve tez hazırlanması aşamasında beni sürekli destekleyen aileme en samimi ve içten teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2012

Yasemin Gündoğan
(Jeoloji Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xxv
SUMMARY.....	xxvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Büyük Melen Barajının Tanıtılması	1
1.3 Haritalama ve çalışma yöntemi	2
2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI.....	5
2.1 Coğrafi Durumu	5
2.2 Ulaşımı.....	6
2.3 Morfolojisi	6
2.4 İklimi ve Yağışlar	9
2.5 Bitki Örtüsü.....	10
2.6 Akarsu ve Göller	11
3. GENEL JEOLojİ.....	13
3.1 Önceki Çalışmalar	13
3.2 İnceleme Alanının Jeolojisi.....	15
3.2.1 Çakraz Formasyonu (Mflş)	15
3.2.2 Yemişliçay Formasyonu (Krü-Kçt).....	16
3.2.3 Akveren Formasyonu (Krü-Pal-Kçt).....	17
3.2.4 Kusuri Formasyonu (Eflş).....	17
3.2.5 Orta-Üst Eosen Volkanikleri (EVol)	18
3.2.6 Örencik Formasyonu (Nk)	18
3.2.7 Plio-Kuvaterner-Alüvyon (QAl)	19
3.2.8 Kumul-Plaj Kumu	19
3.3 Jeolojik Tarihçe	19
3.4 Baraj Yerinin Jeolojisi	20
3.5 Göl Alanının Jeolojisi ve Su tutma Özellikleri	20
3.6 Yapısal Jeoloji ve Tektonik	20
3.7 Depremsellik	22
4. MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ İNCELEMELERİ.....	25
4.1 Sondajlar	25
4.2 Basınçlı Su Deneyleri	26
4.3 Laboratuvar Deneyleri.....	30
4.3.1 Fiziksel özellikler	30
4.3.1.1. Birim hacim ağırlık	30
4.3.1.2. Porozite	31

4.3.1.3. Su emme.....	32
4.3.2 Kayaçların mekanik özellikleri.....	34
4.3.2.1. Tek eksenli basınç direnci.....	34
4.3.2.2. İndirekt çekme deneyi (Brazilian Deneyi).....	36
4.3.2.3. Üç eksenli basınç deneyi.....	37
4.4 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	38
4.4.1 Fiziksel özellikler	38
4.4.2 Mekanik özellikler	40
4.4.2.1 Çekme direnci deneyi	41
4.4.2.2 Tek eksenli basınç deneyi	41
4.4.2.3 Üç eksenli basınç deneyi	42
4.4.3 Tek eksenli basınç dayanımında yenilme sonrası davranış	45
4.4.4 Üç eksenli basınç dayanımı	52
4.5 Kaya Kütlelerinin Mühendislik Özellikleri	54
4.6 Baraj Eksen Yeri Kayaçlarının Geçirimliliği	58
4.6.1 Sol sahil	58
4.6.2 Talveg.....	63
4.6.3 Sağ sahil.....	66
4.7 Sondaj Kuyularındaki Kumtaşı, Kiltası ve Silttaşı Birimlerinde Geçirimlilik ve RQD İlişkisi Değerlendirilmesi.....	74
4.8 Baraj Aksı Sıyırma Kazısı	76
4.9 Baraj Aksı Sızdırmazlık Önlemleri.....	78
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	79
KAYNAKLAR.....	81
EKLER	85
ÖZGEÇMİŞ.....	193

KISALTMALAR

cm	: Santimetre
dk	: Dakika
ISRM	: International Society for Rock Mechanics
HES	: Hidroelektrik Santrali
LU	: Lugeon
lt	: Litre
m	: Metre
mm	: Milimetre
MPa	: Megapascal
RQD	: Kaya Kalitesi Niteliği
s	: Saniye
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Proje özellikleri.....	2
Çizelge 2.1 : Düzce ilinin 1970-2011 yılına ait meteorolojik veriler (Meteoroloji Genel Müdürlüğü).	9
Çizelge 2.2 : Sakarya ilinin 1970-2011 yılına ait meteorolojik verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü).	10
Çizelge 4.1 : Baraj Yerinde açılan sondaj kuyuları.	26
Çizelge 4.2 : Kayaçların Lugeon birimine göre sınıflandırılması (Tarhan).	28
Çizelge 4.3 : Serbest sızma test değerlerine göre geçirimsizlik tanımlaması.	30
Çizelge 4.4 : Kayaçların birim hacim kütlelerinin tanımlaması (Anon,1979).	31
Çizelge 4.5 : Kayaçların poroziteye göre sınıflandırılması (Moos- Quervain) (Tarhan,1989).	32
Çizelge 4.6 : Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre tanımlanması (ISRM,1981).	35
Çizelge 4.7 : Süreksizlik aralığını tanımlama ölçütleri (ISRM, 1981).	56
Çizelge 4.8 : Araştırma kuyularının farklı derinliklerinden alınan numunelere ait fiziksel özellikler	39
Çizelge 4.9 : Kaya malzemelerinin çekme direnci özellikleri	41
Çizelge 4.10 : Kaya malzemelerinin tek eksenli basınç dirençleri	42
Çizelge 4.11 : Kaya malzemelerinin üç eksenli basınç dirençleri	42
Çizelge 4.12 : BSK- 3 Nolu sondajın serbest sızma deneyine göre permeabilitesinin hesaplanması.	64

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 :	İnceleme alanının yer bulduru haritası (Google Earth).....	3
Şekil 2.1 :	Sakarya ve Düzce İllerinin Coğrafik Konumu.	6
Şekil 2.2 :	Melen Havzası'nı ve havzanın konumunu gösteren harita.....	7
Şekil 2.3 :	Adapazarı'nın jeomorfolojik görünümü (MTA,1998).	8
Şekil 3.1 :	Proje Alanı ve Çevresinin Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti (DSİ, 2008).	16
Şekil 3.2 :	Kusuri formasyonuna ait kumtaşı-kiltaşı ardalanması (Regülatör ekseni sol sahili).....	18
Şekil 3.3 :	Baraj eksen yeri sağ sahilde gözlenen bir mikro kıvrım.	21
Şekil 3.4 :	Sakarya'nın Depremselliğini Gösterir harita (Afet İşleri Genel Müdürlüğü).....	22
Şekil 3.5 :	Kocaeli ve Bolu arasındaki Diri Faylar Haritası.	23
Şekil 3.6 :	Kocaeli ve Bolu Arasında Tarihsel ve Aletsel Dönemde Hasar Yapan Depremler.	24
Şekil 4.1 :	Lugeon Deneyinin Yapılışı.	27
Şekil 4.2 :	Lugeon eğrilerinin yorumlanması (H.Cambefort).....	29
Şekil 4.3 :	Sızma Deneyi ile geçirimsizliğin hesaplanması.....	30
Şekil 4.4 :	(a) Kayaç numunelerinin suda bekletilmesi, (b) Numunenin ıslak ağırlığının bulunması.....	32
Şekil 4.5 :	(a) Numunenin Hacminin Belirlenmesi, (b) Numunelerin fırında kurumaya bırakılması, (c) Numunenin kuru ağırlığının terazide belirlenmesi.....	33
Şekil 4.6 :	(a) Numunelerin hazırlanması, (b) Numunelerin kesilmesi.	35
Şekil 4.7 :	Numunenin yükleme tablalarına yerleştirilmesi.	35
Şekil 4.8 :	Numunenin yerleştirilmesi	37
Şekil 4.9 :	Üç eksenli basınç deneyinde yenilme değerinin okunması.	37
Şekil 4.10 :	(a) Üç eksenli yenilemede gerilme koşulları, (b) Mohr-Coulomb yenilme zarfı.	43
Şekil 4.11 :	BSK-5 25. Metredeki sondaj kuyusunun mohr zarfı.	43
Şekil 4.12 :	BSK-5 63.metredeki sondaj kuyusunun mohr zarfı.	44
Şekil 4.13 :	BSK-10 25.8. metredeki sondaj kuyusunun mohr zarfı.	44
Şekil 4.14 :	Kayanın yenilme öncesi (pre-failure) ve yenilme sonrası (post- failure) davranışı.	46
Şekil 4.15 :	BSK-5 Nolu sondajın 25. metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi. ...	47
Şekil 4.16 :	BSK-6 nolu sondajın 9.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	47
Şekil 4.17 :	BSK-6 (1) nolu sondajın 35.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	48
Şekil 4.18 :	BSK-6 (2) nolu sondajın 35.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	48

Şekil 4.19 :	BSK-10 nolu sondajın 25.80 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	49
Şekil 4.20 :	BSK-5 nolu sondajın 63.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	49
Şekil 4.21 :	KSI-1 nolu sondajın 12.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	50
Şekil 4.22 :	KSK-1(1) nolu sondajın 43.00 metredeki gerilme deformasyon ilişkisi.	50
Şekil 4.23 :	KSK-1(2) nolu sondajın 43.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	51
Şekil 4.24 :	BSK-5 (25.m), BSK-5 (63.m) ve BSK-10 (25.8.m) sondaj kuyularının elastisite modülü ile basınç direnci arasındaki ilişki.	52
Şekil 4.25 :	BSK-5 (25.m), BSK-5 (63.m) ve BSK-10 (25.8.m) sondaj kuyularının kohezyon-basınç direnci ilişkisi.	52
Şekil 4.26 :	BSK-5 nolu sondajın 25.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	53
Şekil 4.27 :	BSK-10 nolu sondajın 25.80 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	53
Şekil 4.28 :	BSK-5 nolu sondajın 63.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.	54
Şekil 4.29 :	Süreksizliklerin yoğunlaştığı kutup noktaları.	55
Şekil 4.30 :	Süreksizliklere ait gül diyagramı.	55
Şekil 4.31 :	Arazide süreksizlik aralığı.	56
Şekil 4.32 :	Sol sahilde ölçülen süreksizlik açıklığı.	57
Şekil 4.33 :	Mühendislik jeolojisi çalışmalarında kaya niteliğindeki ortamların adlandırılması (Vardar, 2005)	57
Şekil 4.34 :	YSK-1 sondajında Lugeon-Derinlik ilişkisi.	60
Şekil 4.35 :	BSK 2 sondajındaki Lugeon değerleri ile derinlik ilişkisi.	62
Şekil 4.36 :	BSK 3 sondajı serbest sızma testine göre belirlenmiş olan geçirimsizlik değerleri ile derinlik ilişkisi.	65
Şekil 4.37 :	BSK 3 sondajındaki Lugeon değerleri ile derinlik ilişkisi.	65
Şekil 4.38 :	BSK-9 sondajında Lugeon değerleri-derinlik ilişkisi.	66
Şekil 4.39 :	ÇSK-1 sondajında Lugeon değerleri-derinlik ilişkisi.	69
Şekil 4.40 :	ÇSK-1 sondajının çatlak sıklığı ve lugeon ilişkisi.	71
Şekil 4.41 :	BSK-5 sondajında Lugeon değerleri-derinlik ilişkisi.	72
Şekil 4.42 :	DSK-1 sondajında Lugeon değerleri-derinlik ilişkisi.	74
Şekil 4.43 :	BSK-3 nolu sondajın SPT-N30 değerlerinin derinliğe bağlı olarak değişimi.	77
Şekil A.1 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 14-16 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.	89
Şekil A.2 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 16-18 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.	89
Şekil A.3 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 18-20 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.	90
Şekil A.4 :	YSK-1 Nolu sondaj kuyusunun 20-22 m Arası emilme katsayısı-basınç grafiği.	90
Şekil A.5 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 22-24 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.	91
Şekil A.6 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 24-26 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.	91

Şekil A.7 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 16-18 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	92
Şekil A.8 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 32-34 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	92
Şekil A.9 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 34-36 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	93
Şekil A.10 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 38-40 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	93
Şekil A.11 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 40-42 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	94
Şekil A.12 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 52-54 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	94
Şekil A.13 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 54-56 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	95
Şekil A.14 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 56-58 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	95
Şekil A.15 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 58-60 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	96
Şekil A.16 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 64-66 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	96
Şekil A.17 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 66-68 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	97
Şekil A.18 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 68-70 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	97
Şekil A.19 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 70-72 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	98
Şekil A.20 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 72-74 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	98
Şekil A.21 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 74-76 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	99
Şekil A.22 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 76-78 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	99
Şekil A.23 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 78-80 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	100
Şekil A.24 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 80-82 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	100
Şekil A.25 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 82-84 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	101
Şekil A.26 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 84-86 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	101
Şekil A.27 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 86-88 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	102
Şekil A.28 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 88-90 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	102
Şekil A.29 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 90-92 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	103
Şekil A.30 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 92-94 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	103
Şekil A.31 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 94-96 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	104

Şekil A.32 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 96-98 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	104
Şekil A.33 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 98-100 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	105
Şekil A.34 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 100-102 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	105
Şekil A.35 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 102-104 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	106
Şekil A.36 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 104-106 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	106
Şekil A.37 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 106-108 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	107
Şekil A.38 :	YSK-1 sondaj kuyusunun 108-110 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	107
Şekil A.39 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 6-9 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	108
Şekil A.40 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 9-12 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	108
Şekil A.41 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 12-15 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	109
Şekil A.42 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 15-18 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	109
Şekil A.43 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 18-21 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	110
Şekil A.44 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 21-24 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	110
Şekil A.45 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 24-27 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	111
Şekil A.46 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 27-30 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	111
Şekil A.47 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 30-33 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	112
Şekil A.48 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 33-36 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	112
Şekil A.49 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 36-39 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	113
Şekil A.50 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 39-42 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	113
Şekil A.51 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 42-45 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	114
Şekil A.52 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 45-48 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	114
Şekil A.53 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 48-51 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	115
Şekil A.54 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 51-54 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	115
Şekil A.55 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 54-57 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	116
Şekil A.56 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 57-60 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	116

Şekil A.57 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 60-63 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	117
Şekil A.58 :	BSK-2 sondaj kuyusunun 63-65 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	117
Şekil A.59 :	BSK-3 sondaj kuyusunun 35-38 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	118
Şekil A.60 :	BSK-3 sondaj kuyusunun 38-40 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	118
Şekil A.61 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 5-8 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	119
Şekil A.62 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 8-11 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	119
Şekil A.63 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 11-14 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	120
Şekil A.64 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 14-17 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	120
Şekil A.65 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 17-20 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	121
Şekil A.66 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 20-23 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	121
Şekil A.67 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 23-26 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	122
Şekil A.68 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 26-29 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	122
Şekil A.69 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 29-32 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	123
Şekil A.70 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 32-35 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	123
Şekil A.71 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 35-38 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	124
Şekil A.72 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 38-41 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	124
Şekil A.73 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 41-44 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	125
Şekil A.74 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 44-47 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	125
Şekil A.75 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 47-50 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	126
Şekil A.76 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 50-53 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	126
Şekil A.77 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 53-56 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	127
Şekil A.78 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 56-59 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	127
Şekil A.79 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 59-62 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	128
Şekil A.80 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 62-65 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	128
Şekil A.81 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 65-68 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	129

Şekil A.82 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 68-71 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	129
Şekil A.83 :	BSK-5 sondaj kuyusunun 71-75 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	130
Şekil A.84 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 0-3 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	131
Şekil A.85 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 3-6 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	131
Şekil A.86 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 6-9 arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	132
Şekil A.87 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 9-12 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	132
Şekil A.88 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 12-15 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	133
Şekil A.89 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 15-18 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	133
Şekil A.90 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 18-21 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	134
Şekil A.91 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 21-24 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	134
Şekil A.92 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 24-27 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	135
Şekil A.93 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 27-30 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	135
Şekil A.94 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 30-33 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	136
Şekil A.95 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 33-36 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	136
Şekil A.96 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 36-39 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	137
Şekil A.97 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 39-42 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	137
Şekil A.98 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 42-45 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	138
Şekil A.99 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 45-48 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	138
Şekil A.100 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 48-51 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	139
Şekil A.101 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 51-54 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	139
Şekil A.102 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 54-57 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	140
Şekil A.103 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 57-60 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	140
Şekil A.104 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 60-63 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	141
Şekil A.105 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 63-66 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	141
Şekil A.106 :	BSK-9 sondaj kuyusunun 66-69 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	142

Şekil A.107 : BSK-9 sondaj kuyusunun 69-72 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	142
Şekil A.108 : BSK-9 sondaj kuyusunun 72-74 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	143
Şekil A.109 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 4-6 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	144
Şekil A.110 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 6-8 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	144
Şekil A.111 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 8-10 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	145
Şekil A.112 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 10-12 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	145
Şekil A.113 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 12-14 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	146
Şekil A.114 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 14-16 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	146
Şekil A.115 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 16-18 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	147
Şekil A.116 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 18-20 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	147
Şekil A.117 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 20-22 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	148
Şekil A.118 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 28-30 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	148
Şekil A.119 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 38-40 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	149
Şekil A.120 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 40-42 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	149
Şekil A.121 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 42-44 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	150
Şekil A.122 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 44-46 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	150
Şekil A.123 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 46-48 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	151
Şekil A.124 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 48-50 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	151
Şekil A.125 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 50-52 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	152
Şekil A.126 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 52-54 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	152
Şekil A.127 : DSK-1 sondaj kuyusunun 4-6 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	153
Şekil A.128 : DSK-1 sondaj kuyusunun 6-8 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	153
Şekil A.129 : DSK-1 sondaj kuyusunun 8-10 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	154
Şekil A.130 : DSK-1 sondaj kuyusunun 10-12 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	154
Şekil A.131 : DSK-1 sondaj kuyusunun 12-14 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği	155

Şekil A.132 : DSK-1 sondaj kuyusunun 14-16 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	155
Şekil A.133 : DSK-1 sondaj kuyusunun 16-18 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	156
Şekil A.134 : DSK-1 sondaj kuyusunun 18-20 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	156
Şekil A.135 : DSK-1 sondaj kuyusunun 20-22 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	157
Şekil A.136 : DSK-1 sondaj kuyusunun 22-24 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	157
Şekil A.137 : DSK-1 sondaj kuyusunun 24-26 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	158
Şekil A.138 : DSK-1 sondaj kuyusunun 26-28 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	158
Şekil A.139 : DSK-1 sondaj kuyusunun 28-30 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	159
Şekil A.140 : DSK-1 sondaj kuyusunun 30-32 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	159
Şekil A.141 : DSK-1 sondaj kuyusunun 32-34 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	160
Şekil A.142 : DSK-1 sondaj kuyusunun 34-36 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	160
Şekil A.143 : DSK-1 sondaj kuyusunun 36-38 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	161
Şekil A.144 : DSK-1 sondaj kuyusunun 38-40 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	161
Şekil A.145 : DSK-1 sondaj kuyusunun 40-42 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	162
Şekil A.146 : DSK-1 sondaj kuyusunun 42-44 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	162
Şekil A.147 : DSK-1 sondaj kuyusunun 44-46 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	163
Şekil A.148 : DSK-1 sondaj kuyusunun 46-48 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	163
Şekil A.149 : DSK-1 sondaj kuyusunun 48-50 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği.....	164
Şekil C. 1 : YSK-1 sondaj Logu	167
Şekil C. 2 : YSK-1 sondaj logu.....	168
Şekil C. 3 : YSK-1 sondaj logu.....	169
Şekil C. 4 : YSK-1 sondaj logu.....	170
Şekil C. 5 : YSK-1 sondaj logu.....	171
Şekil C. 6 : YSK-1 sondaj logu.....	172
Şekil C. 7 : BSK-2 sondaj logu:	173
Şekil C. 8 : BSK-2 sondaj logu	174
Şekil C. 9 : BSK-2 sondaj logu	175
Şekil C. 10: BSK-2 sondaj logu	176
Şekil C. 11: BSK-3 sondaj logu	177
Şekil C. 12: BSK-3 sondaj logu	178
Şekil C. 13 : BSK-3 sondaj logu	179
Şekil C. 14 : BSK-5 sondaj logu	180

Şekil C. 15 : BSK-5 sondaj logu	181
Şekil C. 16 : BSK-5 sondaj logu	182
Şekil C. 17 : BSK-9 sondaj logu	183
Şekil C. 18 : BSK-9 sondaj logu	184
Şekil C. 19 : BSK-9 sondaj logu	185
Şekil C. 20 : ÇSK-1 sondaj logu	186
Şekil C. 21 : ÇSK-1 sondaj logu	187
Şekil C. 22 : ÇSK-1 sondaj logu	188
Şekil C. 23 : DSK-1 sondaj logu	189
Şekil C. 24 : DSK-1 sondaj logu	190
Şekil C. 25 : DSK-1 sondaj logu	191

BÜYÜK MELEN BARAJI AKS YERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ İNCELEMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, Düzce ve Sakarya illeri sınırları içerisinde yapılacak olan “ Büyük İstanbul İçmesuyu II. Merhale Projesi” kapsamında, Büyük Melen Barajı aks yeri ve göl alanının mühendislik jeolojisi incelemesi yapılmıştır. Büyük Melen Barajı, İstanbul ilinin içme ve kullanma suyunu temin etmek ve elektrik üretimi amacıyla planlanmıştır. Çalışma amacına uygun olarak göl alanının 1/25000 jeoloji haritası, aks yeri ve yakın çevresinin 1/2000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası ve kesitleri hazırlanarak temel kayaların temel olabilme ve su tutabilme özellikleri tartışılmıştır. İnceleme alanında tabanda Permiyen-Triyas yaşlı Çakraz formasyonu ve üzerine uyumsuz olarak gelen Üst Kretase yaşlı Yemişliçay Formasyonu yer almaktadır. Üst Kretas-Paleosen yaşlı Akveren formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Paleosen-Eosen yaşlı Kusuri formasyonu haritalanmıştır. Bölgede yüzeyleyen volkanik tüf ve aglomera ise Orta-Üst Eosen yaşlıdır. Pliyosen yaşlı Örencik formasyonu üzerine Kuvaterner yaşlı alüvyon yüzeylenmektedir. 115 metre yüksekliğindeki kil çekirdekli kaya dolgu baraj tipinde planlanan Büyük Melen Barajı aks yerinde temelde Kusuri formasyonuna ait kilaşı-kumtaşı ardalanmasından oluşan fliš ile talvegde Kuvaterner yaşlı kalınlığı 35 metreye varan killi, siltli, çakıllı kum niteliğinde alüvyon bulunmaktadır.

Baraj gölünün komşu havzalar ve kuzeyde Karadeniz ile hidrolik ilişkisini, olası su kaçaklarını araştırmak amacıyla jeolojik kesit hazırlanmıştır. Hazırlanan kesit ile baraj gölünün komşu havzalara su kaçma olasılığı bulunmuştur. Göl alanında maksimum su seviyesinin altında karstik kireçtaşlarından oluşan Akveren formasyonunun yüzeylediği bölgeler bulunmuştur. Özellikle Ortaköy dolayında maksimum su kotu altında yüzeyleyen Akveren ve Yemişliçay Formasyonları, karstik kireçtaşları ile su kaçakları açısından önemli olup Akveren kireçtaşlarında su kaçaklarının önlenmesi için yüzey kaplaması zorunlu görülmüştür.

Baraj yerinde yapılan saha çalışmaları neticesinde süreksizlik ölçümleri mühendislik jeolojisi haritasına işlenmiş ayrıca süreksizlik aralığı ve açıklığı hakkında bilgiler verilmiştir. Buna göre sol sahilde süreksizlikler 30-60 cm aralığında olup orta derecede aralıklıdır. Sol sahilde kumtaşı biriminde 1 cm’lik süreksizlik açıklığı ölçülmüştür. Baraj yerinde 3 tane süreksizlik takımı bulunmuştur.

Baraj yerine ait olan karot örneklerinden fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemek amacıyla su emme, tek eksenli, üç eksenli ve çekme direnci deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler yapılarak porozite, basınç dayanımları hakkında yorumlamalar yapılmıştır. Bu karot örneklerinin yenilme sonrası davranışı incelendiğinde gevrek bir davranış gösterdiği görülmüştür. Basınç dayanımlarına bakıldığında ise orta-yüksek dayanımlı olarak görüldüğü belirlenmiştir. Ayrıca BSK-5 (25 m), BSK-5 (63 m) ve BSK-10 (25.8 m) derinliklerinden alınan kumtaşlarının tek eksenli ve üç eksenli basınç verileri kullanılarak mohr kırılma zarfları çizilmiş ve kohezyon, içsel sürtünme açıları

bulunmuştur. BSK-5 (25 m) kumtaşını kohezyonu 7.5 MPa, içsel sürtünme açısı 60° olarak bulunmuştur. BSK-5 (63m) kumtaşının kohezyonu 6 MPa, içsel sürtünme açısı 65° olarak bulunmuştur. BSK-10 (25.8m) kumtaşının kohezyonu 11.5 MPa, içsel sürtünme açısı 69° olarak bulunmuştur.

Mühendislik jeolojisi çalışmaları kapsamında baraj aks yerinde açılmış olan 7 adet sondaj kuyusunun RQD (kaya kalitesi niteliği)-Lugeon değerleri ilişkileri ve emilme katsayısı (L/m/dak)-basınç (atm) ilişkileri incelenmiştir. Litolojik birimlere göre RQD-LU ilişkileri tartışılmış, buna göre enjeksiyon uygulamalarına yönelik sonuçlar bulunmuştur. Kumtaşlarında RQD değerlerinin düşük olduğu deney kademelerinde su kayıpları çok yüksektir. Bu beklenen duruma karşılık olarak, RQD değerlerinin yüksek olduğu kumtaşlarında düşük LU değerleri beklenmektedir. Ancak, yüksek RQD değeri olan kademelerde de yüksek su kayıplarına rastlanmaktadır. Bu durum az sayıda, geniş açıklıklı ve dolgusuz çatlaklar ile açıklanmaktadır.

Kiltaşı kumtaşı araldanmasından oluşan deney kademelerinde RQD değeri düşük ve su kayıpları görece düşüktür. İnce tabakalı kiltaşı kumtaşı araldanmasından oluşan kesimlerde ise RQD değerleri genelde düşük ve çatlaklar kil dolgulu olduğu için su kayıpları da düşüktür.

Silttaşı-kumtaşı araldanmasında RQD değerleri düşük olup, BST deneylerinde basınç yükselmemiş ve çok büyük su kayıpları kaydedilmiştir. Bu yüksek geçirimlilik durumu, çatlak sayısının fazla ve açık olması ile açıklanmaktadır. Buna karşın ince tabakalı araldanmalı deney kademelerinde düşük RQD değerleri ve düşük LU değerlerine de rastlanmaktadır.

Kiltaşlarında düşük RQD ve düşük LU değerleri yaygın olarak görülmektedir. RQD değerinin ve LU değerinin düşük olduğu kesimlerde düşük viskoziteli süspansiyon kullanılmalıdır.

Baraj aks yerinde açılmış olan 7 adet sondaj kuyusunda basınçlı su deneyleri yapılmış ve bu deneylere ait her bir derinlikteki P (atm)-Q (L/m/dak) grafikleri çizilmiştir. Bunun sonucunda genelde artan orantılı ve tıkanmaya işaret eden ilişkiler görülmüştür. Buradan deney sırasında çatlakların ince malzeme ile tıkanmış olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle basınçlı su deneyleri ve etkin enjeksiyon uygulamalarından önce deney ya da enjeksiyon kademesinin ince malzemelerden arıtılması için yıkanması gerektiği belirlenmiştir.

Baraj aks yerinin 1/1000 ölçekli mühendislik jeolojisi kesiti hazırlanarak sıyırma kazısı ve enjeksiyon perdesinin derinliği hakkında yaklaşımda bulunulmuştur. Sağ ve sol sahilde yamaç molozlarından oluşan örtü tabakası ile temel kayanın ayrılmış kesimleri düşük taşıma gücü ve yüksek geçirimlilik değerlerinden dolayı kaldırılması gerektiği anlaşılmıştır. Sol sahilde 8-13 metrelik bir kazı gerekirken, sağ sahilde 3-5 metre derinliğinde bir kazının yeterli olduğu düşünülmüştür.

Büyük Melen Barajı eksen yerinde alınacak enjeksiyon önlemleri için sınır değer >1 LU olarak belirlenmiş olup buna göre enjeksiyon perde derinliği sol sahilde en az 70 metre, sağ sahilde 75 metre olarak planlanması gerektiği önerilmiştir.

BSK-3 nolu sondaj kuyusunda derinliğe bağlı olarak SPT-N₃₀ değerlerinin grafiği çizilmiş buna göre belirlenmiş olan gevşek ve orta sıkılıktaki alüvyal zeminlerin 115 metre yüksekliğindeki bir baraj için taşıma gücünün yetersiz olduğu düşünülmüştür. Bu yüzden sadece BSK-3 sondajı yeterli olmayıp ek sondajların açılması gerektiği belirlenmiştir.

THE ENGINEERING GEOLOGY INVESTIGATION OF THE AXIS SITE OF BIG MELEN DAM

SUMMARY

In this study, axis ground of Big Melen Dam and engineering geology of lake area appertaining to this dam are analysed as a part of Büyük İstanbul İçmesuyu II. Merhale Project which is going to be realized within the borders of the provinces of Düzce and Sakarya. Big Melen Dam Project is planned to provide fresh and domestic water and generate electricity for Istanbul city. As a part of Istanbul Fresh Water Procurement Project, the axis of Melen Dam, which is fed by Büyük Melen Stream and Lahna Stream, is between Çayırüstü Hill and Dikenli Hill. Reservoir area is within the borders of the provinces of Sakarya and Düzce. Büyük Melen Stream and its basin Büyük Melen Stream Project has been run by General Directorate of State Hydraulic Works to provide long term fresh water for Istanbul. Every season of a year, rainy weather can be observed in Melen Dam Basin.

For the purpose of this study, geological map of the lake area drawn to a scale of 1/25000 and the engineering geology map of axis ground and near surroundings drawn to a scale 1/2000 have been prepared. In addition to these maps cross sections have also been prepared and the water holding capacity and bedrock formation are being discussed. In study area, base rock is Permian-Trias aged Çakraz Formation and onto Çakraz Formation, Upper Cretaceous aged Yemişliçay Formation is observed.

There is unconformity between Çakraz and Yemişliçay formations. Formations of the study area are affected by Kaledonian, Hersinian and Alpin orogenesis. Project field is within the first degree earthquake area and affected by North Anatolian Fault Zone according to Turkey Earthquake Risk Map. Düzce, Hendek and Çilimli Faults are risky active faults and they are in the study area. Lithology of Çakraz Formation consist of mainly continental sandstone and mudstone. Lower part of this formation is accompanied by conglomerates. Cross layered sandstones are observed in some levels of this formation. Upper Cretaceous-Paleocene aged Akveren formation and Paleocene-Eocene aged Kusuri Formation, which is onto and in conformity with Akveren Formation, are mapped. Kusuri Formation spreads out larger areas of Melen Basin. Kusuri Formation is comprised of generally clay, silt, sandstone and marl.

Middle-Upper Eocene aged volcanic tuff and agglomerates have cropped out. Quaternary aged alluvium precipitated onto Pliocene Aged Örencik Formation. The base of Big Melen Dam axis ground consists of flysch which is formed by the alternation of clay-sandstone and belongs to Kusuri Formation. At the thalweg, the formation is consists of Quaternary aged clayey-silty-conglomerately sand alluvium which is as high as 35 meters. This dam is planned as 115 meters high, clay cored rock filled dam type.

Geological cross sections are prepared to investigate hydraulic connection between both Black Sea and neighbor basins and lake of Big Melen Dam, and also to

determine probable water leaks. By the help of cross sections, probabilities of water leaks to neighbor basins are determined. Within the lake area, Akveren Formation, which is consist of karstic limestones, crops out below the maximum water level. Especially around Ortaköy, Akveren and Yemişliçay Formations crop out below the maximum water level. These two formations are very important for water leaks and surface covering (or isolation) is necessary to prevent water leaks for limestones which are belongs to Akveren Formation.

As a result of the field studies of the dam, discontinuity measurements were mapped and also some information was given about the discontinuity range and interval. Accordingly, discontinuities are approximately 30-60 cm and mid-grade spaced out at left coast. 1 centimeter discontinuity interval is meaasured in sandstone at left coast. Discontinuity set of 3 is found at the dam site.

The water absorption, uniaxial and triaxial tests have been performed on the cores obtained from the area of dam location to evaluate physical and mechanical characteristics. As a result of the tests mentioned above the needed information about porosity and compression strength have been gotten. The weight of water absorption values have been found between %0-4 on the cores obtained from the area of dam location after the water absorption tests had been made. Porozity values have been found as between %0-11. Water absorption values of cores from the area of dam location are lower which have low porozity. Water absorption rates of cores are high which have high porozity. The core samples have been acted brittle behaviour when exposed to failure. By reason of while deformation has been increasing, the load resistance has been decreased. Deformation of rock has been increased while the resistance has been decreasing to increased pressure. Failure have been at the peak tensile. After the uniaxial compression tests had been made cores of rocks had been long-lasting changes. Compression strength of the core samples have been determined as medium-high grade. Besides, using data of Mohr's rupture diagram for sandstones obtained from bores BSK-5 (25 m), BSK-5 (63 m) and BSK-10 (25.8 m) has been drawn and cohesion and angle of internal friction have been determined. The cohesion and angle of internal friction values for BSK-5 (25 m) have been determined respectively as 7.5 MPa and 60°. The cohesion and angle of internal friction values for BSK-5 (63 m) have been determined respectively as 6.0 MPa and 65°. The cohesion and angle of internal friction values for BSK-10 (25.8 m) have been determined respectively as 11.5 MPa and 69°. These sandstones in the drilling wells have elasticity modules and compressive strength. And according to there is definite relationship between compressive strength and elasticity modules. Consequently, while elasticity modules was increasing, compressive strength increased.

7 boreholes were drilled at engineering geology studies of dam axis site. RQD-Lugeon values and absorption coefficient-pressure connections of 7 boreholes were analysed. RQD-LU connections of lithological units were discussed and accordingly a few conclusion were found for injection practise. Pressurized water tests have been made at these boreholes. These boreholes are YSK-1, BSK-2, BSK-3, BSK-9, ÇSK-1, BSK-5, DSK-1. These tests have been made in order to investigate the properties of soil and rocks of dam axis site. Pressurized tests have been made with 2-3 meters according to a top-down method.

Pretty much water losses occur in the experiment stages if the values of sandstone RQD is obtained very low in those experiments. On the other hand, it is foreseen that

the low values of LU is obtained when the high values of RQD have been observed in the sandstone. And also, much water losses occur with the high values of RQD. The less number of long span-unfilled cracks cause to this situation.

RQD value and water loss is low alternation of clay and sandstone experiment stages. RQD values are generally low and water loss is also low because cracks are filled with clay at the laminated alternation of clay and sandstone level.

RQD values are also low, increase in pressure has not been observed and very huge water loss was determined in alternation of silt and sandstone level. This high permeability situation is explained by quite number of crack number and wide opening of cracks. Despite that, low RQD values and low LU values are observed in laminated experiment levels.

The low values of RQD and LU are observed very commonly. If the values of RQD and LU are low, the low viscosity suspension should be used.

7 pieces of borehole, which opened at the dam site pressurized water depth of each set of experiments were performed and graphs were obtained by these experiments. These graphs are P (atm) pressure-Q (L/m/min) absorption coefficient. Consequently in general, increasing proportional and a few connections that cause the obstruction of cracks were observed. During the experiment cracks were clogged with thin things. When P-Q graphs of the boreholes were analyzed less water loss were found due to reduced pressure levels according to clogging the cracks. Low RQD values and low LU values were found at some levels of boreholes. This situation explains that the crack system to be closed at the crashed zone. Some rocks are firm at some levels. Consequently, when this situation happened, the pressure didn't rise. This situation have been defined as experimental error.

Stripping excavation and thickness of grout-curtain values have been estimated by using 1/1000 scale engineering geology section. On the left and right coastal, because of weak bearing capacity and high permeability values, the cover layer consisted of slope wash and the parts which have been separated from bedrock have been removed. It is determined that 8-13 m depth excavation on the left coastal and 3-5 m depth excavation on the right coastal is needed. The limit value for injection precaution is consider as >1 LU. By this information, the depth of grout-curtain was determined respectively as 70 m and 75 m on the left and right coastal.

SPT- N_{30} values graph has been drawn for BSK-3 borehole. By this graph, it is understood that loose and medium-compact alluvial soils do not have enough bearing capacity for 115 m height dam. Because of inadequacy of BSK-3, the additional borehole are needed. First of full, additional two boreholes should be opened on condition that the values of the thickness of alluvium of BSK-3 borehole. The second alternative way is BSK-3 borehole should be canceled and according to additional two boreholes should be drilled. The third alternative way is an borehole should be drilled in additon to the BSK-3 borehole.

1. GİRİŞ

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, Düzce ve Sakarya illeri sınırları içerisinde yapılacak olan “Büyük İstanbul İçmesuyu II. Merhale Projesi” kapsamında, Büyük Melen Barajı aks yerinin ve göl alanının mühendislik jeolojisi incelemesi yapılmıştır. Çalışma amacına uygun olarak göl alanının 1/25000 ve aks yeri ve yakın çevresinin ise 1/1000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası üzerinde çalışılarak 1/2000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası ve kesitleri hazırlanmış, temel kayaların temel olabilme ve su tutabilme özellikleri tartışılmıştır. Baraj yerine ait olan kayaçların mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla toplam 9 adet araştırma kuyusundan yararlanılmıştır.

Baraj eksen yerinde sondaj logları incelenerek kayaçların RQD (kaya kalitesi niteliği) ve geçirimsizliği hakkında yorumlamalar yapılmıştır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; İstanbul’a içme ve kullanma suyu sağlamak amacıyla yapılacak olan Büyük Melen Barajı’nın aks yerinin ortamı araştırmak ve baraj aksının yapılacağı kaya ortamının mühendislik ve geçirimsizlik özelliklerini araştırmaktır. Derivasyon tünelleri ve dolusavak yapılarına ilişkin mühendislik jeolojisi çalışmaları tez kapsamı dışında bırakılmıştır.

1.2 Büyük Melen Barajının Tanıtılması

Proje sahası Sakarya ilinin kuzeydoğusunda yer alan Ortaköy beldesi Uğurlu köyünün 2.5 km güneybatısında, Dikenli Tepe ile Çayüstü Tepesi arasında yer almaktadır. Rezervuar sahasında tamamıyla su altında kalan 5 yerleşim merkezi bulunmaktadır. Bunlar sırayla Ortaköy (Lahna) bucağı, Cuma Mahallesi, Beyler, Karalar ve Köyyeri köyleridir (İTÜ, 2009). Melen barajı, göl alanı Ereğli F25-c3, Adapazarı G25-b2 paftaları üzerindedir. Büyük Melen Barajı’nın yeri Şekil 1.1’de verilmiştir.

Büyük Melen Barajı, İstanbul ilinin içme ve kullanma suyunu temin etmek ve elektrik üretimi amacıyla planlanmıştır. Büyük Melen Barajı'nın teknik özellikleri Çizelge 1.1'de verilmektedir.

Çizelge 1.1 : Proje teknik özellikleri (DSİ, 2008).

Tipi	Kil çekirdekli kaya dolgu baraj
Talveg Kotu	13 m
Kret Kotu	115.00 m
Talvegden Yükseklik	102 m
Temelden Yükseklik	132 m
Kret uzunluğu	752 m
Toplam Gövde Hacmi	7 290 811.27 m ³
Maksimum su seviyesi	110 m
Yıllık emniyetli verim	1 182 milyon m ³ /yıl
Aktif göl hacmi	577.10 hm ³
Derivasyon Tüneli	Sağ sahil, sol sahil
Derivasyon Tüneli Tipi	Beton Kaplamalı, Dairesel
Derivasyon Tüneli Adet ve Çapı	2 adet, çap: 7000 mm
İçme ve kullanma suyu miktarı	1077.27 hm ³ /yıl

1.3 Haritalama ve çalışma yöntemi

Çalışma yöntemi olarak ilk büro çalışmaları ile başlanmıştır. İnceleme alanına ait bütün jeolojik ve bunlara ilişkin mühendislik jeolojisi raporları hakkında bilgi edinilmiştir. Daha sonra arazi çalışmaları yapılarak arazi hakkında bilgi sahibi olunmuş, inceleme alanına ait süreksizliklerin ölçümleri ve araziye ilişkin veriler toplanmıştır. Laboratuvar deneyleri yapılarak kayaç numunelerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile dayanım parametreleri belirlenmiştir. İnceleme alanında yapılan sondajlar ayrıntılı incelenmiş, derinliklere bağlı olarak geçirimsizlik özellikleri tartışılmıştır. Çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli jeoloji haritası, baraj aks yeri ve yakın çevresine ait 1/2000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası ve kesitleri hazırlanmıştır.



Şekil 1.1 : İnceleme alanının yer bulduru haritası (Google Earth).

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

2.1 Coğrafi Durumu

Proje sahası Karadeniz Bölgesi'nde İstanbul Boğazı'nın 170 km doğusunda, Sakarya ilinin 70 km kuzeydoğusunda yer alan Ortaköy beldesi Uğurlu Köyü'nün 2,5 km güneybatısında, Melen çayının döküldüğü Karadeniz'in yaklaşık 7 km güneyinde ve Dikenli Tepe ile Çayüstü Tepesi arasında yer almaktadır (İTÜ, 2009)

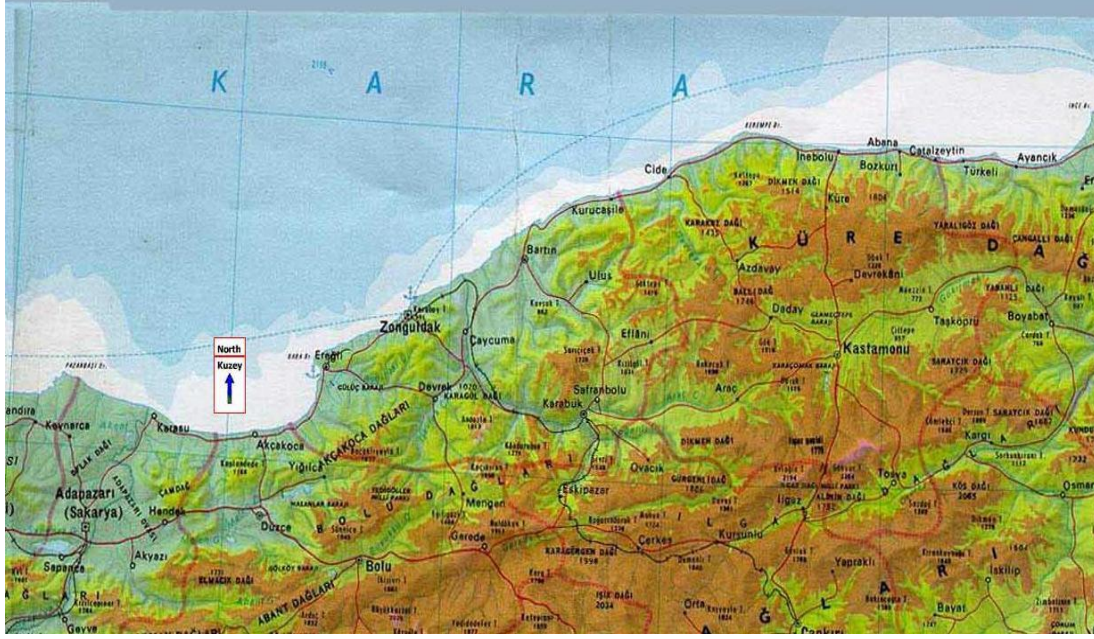
İstanbul içme suyu temini projesi kapsamı içerisinde yer alan ve Büyük Melen çayı ile Lahna deresinin besleyeceği Melen Barajı'nın aksı Çayüstü Tepesi ile Dikenli Tepe arasındadır. Rezervuar alanı Sakarya ve Düzce illeri sınırları içerisinde kalmaktadır (İTÜ, 2009).

Barajın içinde bulunduğu Melen Havzası 41°5' 00"-40° 40' 00" kuzey enlemleri ve 30° 50' 00''-31° 40' 00'' doğu boylamları arasında yer almakta olup, 2317 km²'lik alanı kapsamaktadır (İTÜ, 2009).

Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Düzce'nin kuzeyinde Akçakoca, kuzeydoğusunda Yığılca, kuzeybatısında Çilimli ve Cumayeri, batısında Gümüşova ile güneydoğusunda Gölyaka ilçeleri bulunmaktadır. Düzce; Bolu ili topraklarının batı ve kuzeyinde, Sakarya ilinin doğusunda ve Zonguldak ilinin güneybatısında yer alır. Kuzeyinde Karadeniz ile sınırdır. Diğer illerle sınırlarını tabii sınırlar oluşturur. Bu sınırlar kuzeybatıda Sakarya ile Melen Çayı, batı ve güneyde dağların üst kısımları oluşturur. Güneydeki bu dağlar; batıdan doğuya Keremali, Elmacık, Güney Bolu ve Sünnice dağlarıdır (Şekil 2.1). Deniz seviyesinden yüksekliği 160 m olan Düzce, Batı Karadeniz Bölgesi'nin Bartın'dan sonra en küçük ili olup yüzölçümü 2.593 km²'dir.

Marmara Bölgesi'nin kuzeydoğu bölümünde yer alan Sakarya ili; 29°,57'-30°,53' Doğu meridyenleri, 40°,17'- 41°,13' Kuzey paralelleri arasında yer alır. İl alanı yönetsel açıdan doğudan Düzce ili ve Bolu Dağı, güneyden Bilecik'in; Gölpazarı ve Osmaneli ilçeleri, batıdan Kocaeli'nin Kandıra, Merkez ve Gölcük ilçeleri, kuzeyden

ise Karadeniz ile çevrilidir. Sakarya (Adapazarı) ilinin merkezi olan Adapazarı, Akova adı ile anılan düzlükte Sakarya havzasının aşağı kısmındadır.



Şekil 2.1 : Sakarya ve Düzce İllerinin Coğrafi Konumu.

2.2 Ulaşımı

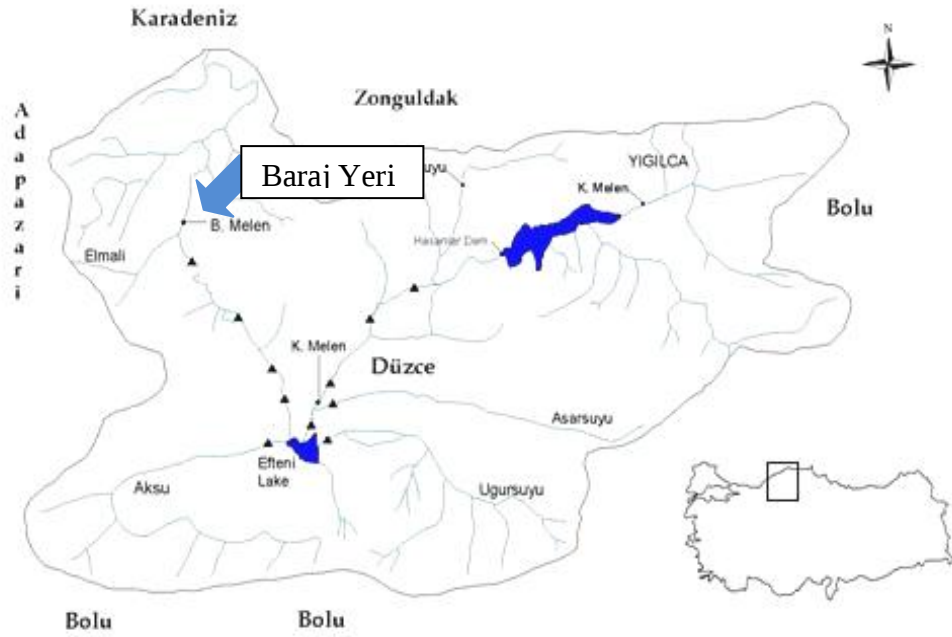
Düzce; İstanbul'u Ankara'ya bağlayan D-100 (E-80) karayolunun ortasında, İstanbul'a 205 km ve Ankara'ya 241 km mesafede yer almaktadır. Zonguldak-Karadeniz Ereğlisi-Akçakoca'yı birbirine bağlayan ve Düzce Merkezde D-100 ile birleşen karayolu il merkezinin kuzeyinden geçmektedir. İl merkezinin güneyinden ise TEM Otoyolu geçmektedir. TEM Otoyolu üzerinden Kaynaşlı girişi, 21 km batısında da Gölyaka girişi bulunmaktadır. Düzce ili, Akçakoca İlçesi ile Karadeniz'e açılabilir. Ayrıca Sakarya'dan geçen, Uluslararası TEM Otoyolu ve D-100 (Eski E-5) karayolu ile inceleme alanına gidilebilir. Rezervuar sahasında yer alan Ortaköy Bucağı'nı Kocaali kazasına bağlayan asfalt yol göl alanından geçmektedir. Buna ek olarak; Haydarpaşa-Arifiye demiryolu hattı ile ulaşım mümkündür.

2.3 Morfolojisi

Planlanan barajın ekseninde nehir kotu yaklaşık 13 m olan, su toplama havzasında 1250 m'ye varan tepeler bulunmaktadır. Baraj membasında Düzce Ovası yer almakta ve 110 m kotuna kadar yayılmaktadır (İTÜ, 2009).

Düzce havzasının ortasında 360 km² genişliğinde Düzce Ovası, doğusunda Bolu Dağları, batısında Sakarya, kuzeyinde Orhan Dağları ve Karadeniz, güneyinde ise Abant Dağları bulunmaktadır.

Büyük Melen Çayı ve havzası; Yığılca İlçesi'nden gelen Küçük Melen, Bolu Dağı'ndan doğup Kaynaşlı ve Merkez İlçe'den geçen Asar, ovanın güneyinden gelen Uğur Suyu ve Gölyaka ilçesinin batısından gelen Aksu Deresi'nin Efteni Gölü'nde buradan Büyük Melen Çayı olarak çıkmasıyla oluşmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Büyük Melen Barajı su toplama havzası.

Düzce Ovası'nda yer altı suyu derinliği oldukça sığ olup, genellikle 0,5 m ile 6 m arasında değişmektedir. Yer altı suyu akım yönü havzanın güneybatısındaki Efteni Gölü ve Büyük Melen Çayı'na doğrudur. Havzanın yüzey suları Efteni Gölü'ne doğru akmakta, göldeki su Büyük Melen Çayı ile havza dışına boşalmaktadır.

Düzce Ovası'ndaki derelerin yoğunluğu bölgeyi su havzası durumuna getirmektedir. Büyük Melen Çayı, DSİ Genel Müdürlüğü tarafından İstanbul kentine uzun vadeli su sağlamak amacıyla geliştirilen "İstanbul İçmesuyu Projesi" kapsamındadır.

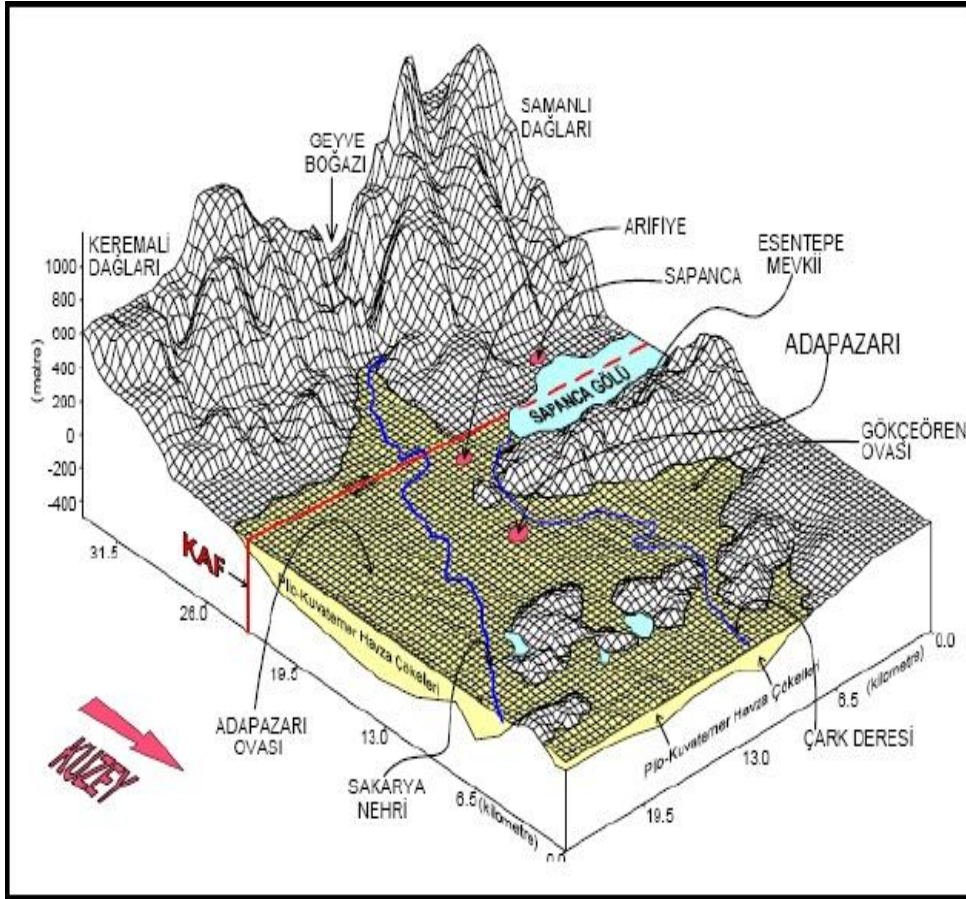
Dağlar Karadeniz kıyısına paralel olarak sıralar halinde uzanır. Bu yüzden kıyıda doğal limanlar oluşamamıştır. Kıyıda yer yer falezler ve aralarında genişçe plajlar yer alır. Şelf (kıta sahanlığı) sahası dardır.

Dağların, Paleozoik zamanda oluşmuş arazi üzerinde II. Jeolojik (Mesozoik)

zamanda biriken tortulların III.Jeolojik (Tersiyer) dönem başlarında, Alp-Himalaya kıvrımları oluşurken ortaya çıkmıştır. Zamanın ortalarındaki aşınmadan sonra bütün halinde tekrar yükselmiştir. Bu yükselme esnasında Kuzey Anadolu Fay Hattı oluşmuştur. Bu hat Düzce ovasının güneyinden geçmektedir (www.duzce.bel.tr).

Dağların yükseltisi doğudan batıya ve iç kısımdan Karadeniz kıyısına doğru azalmaktadır. Kıyı gerisindeki yer şekilleri plato görünümündedir. Kıyı gerisindeki dağların yükseltisi 2000 m'yi geçmemektedir. Kaplandede Dağı 1160 m'dir (Şekil 2.3).

Dağların kıydan içi kısımlara doğru yükseltisinin artması, kıyı ile iç kısımlar arasında yıl içinde sıcaklık farklarının fazla olmamasına ve yağış miktarının da buralarda yeterli olmasına etkisi olur.



Şekil 2.3 : Adapazarı'nın jeomorfolojik görünümü (MTA,1998).

Adapazarı, uzun doğrultuda Sapanca Gölü-Hendek güneybatısı arasında 32 km, kısa doğrultuda kuzeyde Mağara Boğazi-güneyde Akyazı batısı arasında 27 km kadar uzanan yaklaşık bir paralelkenar biçimindeki Adapazarı Ovası'nın batısında kuruludur. Şehir genç aluvial (fluviyal) dolgu üzerinde ve yayılmanın daha çok

kuzey-güney doğrultusunda olduğu tipik bir ova kentidir (Şekil 2.3). Adapazarı şehrinin kurulmuş olduğu saha genelde düz bir görünüme sahip olup şehir merkezinin deniz seviyesine göre yüksekliği 31 m civarındadır. Sakarya Nehri Geyve Boğazı'ndan ani çıkışının ardından düz Adapazarı ovasında hızını kaybettiğinden çakıl, kum, kil ve silt malzemeleri ovaya bırakmış ve yatağın gittikçe dolması sonucu azalan akım hızı ile kil ve silt istiflenmesine yol açmıştır. Bölge doğudan batıya uzanan Kuzey Anadolu Fayından dolayı aktif konumdadır.

2.4 İklimi ve Yağışlar

Melen Barajı havzasında yağış, senenin her mevsiminde görülmektedir. Batıdan gelen rüzgarlar yağışı arttırmaktadır. Sahil şeridinde yağış fazladır. Güneye inildikçe yağış azalır. Engibeli yerlerin yağışı Melen vadisine göre daha fazladır. Yazları sıcak kışları ılık her mevsim yağışlıdır; en çok yağış sonbahar ve kış aylarındadır.

Havzayı en iyi karakterize eden Düzce meteoroloji istasyonunun 1970-2011 yılına ait aylık meteorolojik verileri aşağıdaki çizelgede verilmiş olup en yüksek ortalama yağış miktarı Aralık ayında 101.1 kg/m^2 'dir. Ortalama en yüksek sıcaklık Temmuz ayında olup 28.8°C 'dir. Ortalama en düşük sıcaklık ise Ocak ayında 0.5°C 'dir (Çizelge 2.1).

Sakarya ilinin 1970-2011 yılına ait aylık meteorolojik verileri aşağıdaki çizelgede verilmiş olup en yüksek ortalama yağış miktarı Aralık ayında olup 104.1 kg/m^2 'dir. Ortalama en yüksek sıcaklık Temmuz ayında olup 29.3°C 'dir. Ortalama en düşük sıcaklık ise Ocak ayında 3.0°C 'dir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.1 : Düzce ilinin 1970-2011 yılına ait meteorolojik veriler (Meteoroloji Genel Müdürlüğü).

Aylar	Ortalama Sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	Ortalama en yüksek sıcaklık($^\circ\text{C}$)	Ortalama en düşük sıcaklık($^\circ\text{C}$)	Ortalama güneşlenme süresi(saat)	Ortalama yağışlı gün sayısı	Ortalama yağış miktarı(kg/m^2)
Ocak	3.9	8.1	0.5	2.0	15.2	83.1
Şubat	5.2	10.1	1.2	2.6	14.0	68.9
Mart	7.8	13.6	3.3	3.5	13.8	71.2
Nisan	12.3	18.6	7.2	5.1	12.7	60.1
Mayıs	16.6	23.0	11.0	7.1	11.6	60.6
Haziran	20.4	26.9	14.5	8.4	9.6	57.7
Temmuz	22.6	28.8	16.8	9.0	6.6	44.7
Ağustos	22.3	28.7	16.8	8.3	6.4	51.9
Eylül	18.6	25.6	13.2	6.4	7.8	49.4
Ekim	14.2	20.5	9.6	4.3	11.5	84.2
Kasım	9.2	15.0	4.8	2.5	12.7	85.5
Aralık	5.6	9.8	2.1	1.5	15.6	101.1

Çizelge 2.2 : Sakarya ilinin 1970-2011 yılına ait meteorolojik verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü).

Aylar	Ortalama sıcaklık(°C)	Ortalama en yüksek sıcaklık(°C)	Ortalama en düşük sıcaklık(°C)	Ortalama güneşlenme süresi(saat)	Ortalama yağışlı gün sayısı	Ortalama yağış miktarı(kg/m ²)
Ocak	6.0	9.6	3.0	2.3	15.2	90.3
Şubat	6.5	10.7	3.1	3.1	14.0	74.6
Mart	8.6	13.7	4.5	3.5	13.3	71.0
Nisan	12.9	18.7	8.2	5.6	11.7	60.0
Mayıs	17.3	23.4	12.1	6.5	10.0	47.5
Haziran	21.5	27.6	15.8	8.2	8.5	72.1
Temmuz	23.4	29.3	18.1	8.5	6.2	51.1
Ağustos	23.1	29.1	18.0	8.3	6.5	50.1
Eylül	19.6	26.1	14.5	6.6	7.2	48.7
Ekim	15.4	21.2	11.2	4.3	11.8	88.1
Kasım	11.1	16.1	7.2	3.2	12.6	83.7
Aralık	7.9	11.5	4.8	2.2	15.4	104.1

Baraj gölüne hem topoğrafyası ve hem de yakınlığı nedeniyle Kocaali meteoroloji istasyonunun yağışları kullanılmıştır. Kocaali yağış istasyonu 1997 yılında kapanmış olup mevcut gözlenmiş yağışları Büyük Melen Barajı Planlama Taslak Raporuna göre 1966-1997 yılları arasında ortalama yağış miktarı yıllık 1065.4 mm'dir.

2.5 Bitki Örtüsü

Düzce ilinde hâkim bitki örtüsü ovada yapılan kültür bitkileri üretimi ve ormanlardır. Ormanlarda egemen ağaç türleri; kayın, gürgen, kestane, ıhlamur, dişbudak, meşe, kızılâğaç, karaâğaç, kavak, köknar ve sarıçamdır. Kıyı kesimlerde dar bir şerit, maki bitki toplulukları ile kaplıdır. Yaz kış yeşilliğini koruyan söz konusu bodur bitkilerin bazıları katran ağacı, çeşitli fundalar, sumak, taflan kızılıçık, tespih ve sarmaşık türleridir. Maki şeridinin yanında yer yer orman ağaçlarının kıyıya dek sokulduğu da gözlenebilir.

Kıyı şeridinden hemen sonra gelen sıradağlarda ormanlar başlar. Burada orman örtüsünü ağırlıkla kayın oluşturmaktadır. Gürgen, kestane türleri, ıhlamur, çınar, meşe, adi kızılâğaç, yabani fındık, dişbudak, beyaz söğüt, titrek kavak bu kesimdeki öbür ağaçlardır. Yapraklı orman şeridinde orman altı bitki örtüsü oldukça zengindir. İğne yapraklı ağaçlara doğudaki dağlık kesimde daha çok rastlanır.

Proje sahasında yer alan hakim flora da üst örtü olarak; açık tohumlulardan köknar, kapalı tohumlulardan kayın ve meşe ağaçlarının meydana getirdiği saf ve karışık meşcereler bulunmaktadır. Bunun yanı sıra yer yer gruplar halinde veya tek tek

ıhlamur, kestane, yabani fındık, titrekkavak ve vadi tabanlarında Kızılağaç yer almaktadır.

Proje sahasında yer alan hakim flora da alt örtü olarak; orman gülü, karayemiş, kızılıçık, şimşir, alıç, kuşburnu, böğürtlen, funda, ateş dikenini gibi çalı ve ağaççık formunda bitkiler bulunmaktadır.

2.6 Akarsu ve Göller

Büyük Melen: Efteni Gölü'nün kuzeybatısından çıkan akarsu, gölün sularını Karadeniz'e boşaltır. En yüksek akımı $170 \text{ m}^3/\text{sn}$ (nisan), en az akım $8 \text{ m}^3/\text{sn}$ (ağustos)'dir.

Küçük Melen: Baba Dağı eteklerinden doğup, Yığılca ilçesinin eteklerinden geçerek sularını Hasanlar Barajına döker. Barajı oluşturan en önemli akarsu olan Küçük Melen'de en yüksek akım $230 \text{ m}^3/\text{sn}$ (nisan), en düşük akım $2,3 \text{ m}^3/\text{sn}$ (ağustos)'dir. Beslenme alanı 250 km^2 'dir.

Aksu: Düzce'nin güneyindeki dağlardan çıkar, belirli bir kaynağı yoktur. Önce, batıya doğru akar, sonra doğuya kıvrılarak Efteni Gölü'ne dökülür. En yüksek akım $175 \text{ m}^3/\text{sn}$ (haziran), en düşük akım ise $0,95 \text{ m}^3/\text{sn}$ (ocak)'dir. Beslenme alanı 281 km^2 'dir.

Asar Suyu: Bolu Dağları'nın kuzeybatısından doğar, yan dereler ve küçük kaynaklarla beslenerek Düzce ilinin güneyinden geçer, Küçük Melen'e karışıp Efteni Gölü'ne dökülür. Doğu-batı doğrultusunda akan Asar Suyu'nun en yüksek akımı ise $130 \text{ m}^3/\text{sn}$ (mart), en düşük akımı ise $0,35 \text{ m}^3/\text{sn}$ (eylül)'dir. Beslenme alanı 180 km^2 'dir.

Uğur Suyu: Keremali Dağları'ndan doğar. Belirli bir kaynağı yoktur. Yan dereler ve akarsu selciklerini toplayan Uğur Suyu, doğu-batı doğrultusunda ilerler, Asar Suyu'nun güneyinde ona paralel olarak akar ve Efteni Gölü'ne dökülür. En yüksek akım haziran, en az akım ekim ayındadır. Beslenme alanı 285 km^2 'dir.

Efteni Gölü: Düzce'nin 14 km güneybatısında Hamamüstü Köyü çevresindedir. Denizden yüksekliği 118 metredir . Doğudan Küçük Melen ve Uğur Suyu ile, güneyden Aksu, Beyköy, Kürtler, Hamamüstü, Kalyoncu ve Yeniköy Dereleri ile beslenir. Alanı sular çekildiği zaman 5 km^2 'ye düştüğü gibi taşkınlar zamanında da

25 km²'ye kadar ulaşmaktadır. En derin yeri 8 metredir. Gölde DSİ tarafından kurutma çalışmaları yapılmaktadır.

3. GENEL JEOLojİ

İnceleme alanında yer alan formasyonlar Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alp orojenezlerinden etkilenmiştir. Hersiniyen orojenezi ile Orta-Üst Devoniyen, Alp Orojenezi ile Alt Triyas yaşlı kayaçlar kıvrımlanmış ve geniş ölçüde aşınma geçirmişlerdir. Orta Alp Orojenezinde bölgenin kıvrım ve kırık tektoniği bugünkü durumunu almıştır. Bu bölümde baraj yeri ve dolayının jeolojik birimlerin daha iyi anlaşılabilmesi için çalışma alanının stratigrafisi ve bölgede yapılan önceki çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir. Baraj aks yerinin oturacağı Kusuri formasyonuna ayrıntılı olarak değinilmiştir.

3.1 Önceki Çalışmalar

Çalışma alanını içeren Adapazarı (Sakarya) ve çevresi geçmişten günümüze kadar birçok yerli ve yabancı araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bölgede yapılan en eski jeolojik incelemeler, Ketin ve Gümüş (1962), Kaya ve Dizer (1982), Görmüş (1982), Yazman ve Çokuğraş (1983), Aydın ve diğ. (1987) tarafından yapılmıştır. Daha sonra Ilgar (1993, 1996), Ilgar ve Şahbaz (1997), Önalp ve Bol (1998), Komazawa ve diğ. (2001), Bol (2003), Erken ve diğ. (2003), Yılmaz ve diğ. (2004) tarafından da bölge incelenmiştir.

Çalışma alanında Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler, Paleozoyik temel üzerinde uyumsuz konumda bulunmaktadır (Ketin, 1955; Görmüş, 1982; Kaya ve Dizer, 1982; Yazman ve Çokuğraş, 1983). Konglomera ile başlayan ve konglomera, kumtaşı, kilaşı ardalanmasından oluşan Geç Kretase yaşlı Neyren Formasyonu (Yazman ve Çokuğraş, 1983)'nun üst seviyelerinde volkanoklastik kumtaşı ve tuf yer almaktadır. Neyren Formasyonu'nu üzerleyen Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı, kumlu killi kireçtaşıdan oluşan Akveren Formasyonu'nun üst seviyelerinde çört yumrularını ve arabantlarını içeren biyoklastik kireçtaşı gözlenmektedir (Yazman ve Çokuğraş, 1983). Akveren Formasyonu'nu Paleosen-Eosen yaşlı Kusuri Formasyonu (Ketin ve Gümüş, 1962) uyumsuz olarak örter. Yazman ve Çokuğraş (1983), Kusuri Formasyonu ile altındaki Akveren Formasyonu'nun dokanak ilişkisini

parakonformite ile tanımlarken, Aydın vd. (1987) ise açısal uyumsuz bir dokanak olduğunu yorumlamışlardır. Kusuri Formasyonu, açısal uyumsuzlukla Neojen yaşlı Örencik Formasyonu'nun az tutturulmuş çakıl ve kumları tarafından örtülmektedir (Yazman ve Çokuğraş,1983).

Kusuri Formasyonu'nda Ilgar (1993) tarafından dört üye tanımlanmıştır. Bunlar; Akçakoca, Sürmeli, Raşıtağa ve Hatipler üyeleridir. Hatipler üyesi, Kusuri Formasyonu'nda tanımlanan son üye olup, kumtaşı-kiltaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Ilgar, 1996; Ilgar ve Şahbaz, 1997).

Önalp ve Bol (1998) tarafından yapılan çalışmaya göre Adapazarı şehri, uzun doğrultuda Sapanca Gölü-Hendek güneybatısı arasında 32 km, kısa doğrultuda kuzeyde Mağara Boğazı güneyde Akyazı batısı arasında 27 km kadar uzanan yaklaşık bir paralelkenar biçimindeki Adapazarı Ovası'nın batısında yer almaktadır. Şehir genç alüvyonlu dolgu üzerinde ve yerleşimin daha çok kuzey-güney doğrultusunda olduğu tipik bir ova kentidir. Adapazarı şehrinin kurulmuş olduğu arazi genelde düz bir görünüme sahip olup şehir merkezinin deniz seviyesine göre yüksekliği 31 m civarındadır.

MTA (1998), yaptığı çalışmalarda ova kenarlarında düşük olan alüvyon kalınlığının ova ortalarında 150 metre kalınlığa ulaştığını bildirmiştir. DSI'nin katkılarıyla Adapazarı Yenigün Mahallesi'nde yaptırılan 200 metrelik sondaj sonucunda alüvyon içinde kalınmıştır.

Komazawa vd.(2001), yaptıkları jeofizik çalışmaları sonucunda alüvyon kalınlığının 1000-1500 metre olduğunu açıklamışlar ve şehrin merkezinde sağlam zeminin yaklaşık 1 km derinde olduğunu belirtmişlerdir.

Bol (2003), yaptığı çalışmalarda Adapazarı'nın büyük kısmının bölgede geniş bir alana yayılmış olan Kuvaterner yaşlı alüvyon ile temsil edilmekte olduğunu belirtmiş ve alüvyonu oluşturan malzemelerin Sakarya Nehri, Çark Suyu ve Mudurnu Çayı tarafından Kuzey Anadolu fay zone ve güneyindeki kayalardan taşınmış olduğunu söylemiştir.

Adapazarı kentinin yerel zemin koşulları, gözlenen hasarlara geoteknik faktörlerin etkileri, sıvılaşma, taşıma gücü kaybı ve zemin deformasyonları ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Erken vd., 2003; Kaya vd., 2004a-b). Yılmaz vd. (2004) tarafından

yapılan çalışmada oturma, yana yatma ile yanal hareketten dolayı yapısal hasarların merkezde daha fazla meydana geldiği belirtilmiştir.

Melen çayı üzerinde yapımı düşünülen Büyük Melen Barajı ve HES'in mühendislik jeolojisi çalışmaları 2008 yılında DSİ tarafından yapılmıştır. Ayrıca İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği tarafından 2009 yılında Büyük Melen Barajı, HES ve malzeme ocakları ÇED raporu hazırlanmıştır.

3.2 İnceleme Alanının Jeolojisi

Melen barajı ve yakın dolayının jeolojik yapısına açıklık getirmek amacıyla 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır (EK B.1). İnceleme alanında tabanda Permien-Triyas yaşlı Çakraz Formasyonu ve üzerine uyumsuz olarak gelen Üst Kretase yaşlı Yemişliçay Formasyonu yer almaktadır. Üst Kretase-Paleosen yaşlı Akveren Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen Paleosen-Eosen yaşlı Kusuri Formasyonu haritalanmıştır. Bölgede yüzeyleyen volkanik tuf ve aglomera ise Orta-Üst Eosen yaşlıdır. Pliyosen yaşlı Örencik Formasyonu üzerine Kuvaterner yaşlı alüvyon yüzeilenmektedir (Şekil 3.1).

3.2.1 Çakraz Formasyonu (Mflş)

Birim Akyol ve diğerleri (1974) tarafından Çakraz kumtaşı adı ile tanımlanmış, daha sonraki kaynaklarda ise bu isim Çakraz Formasyonu olarak kullanılmıştır (Aydın ve diğerleri, 1986,1987). Çakraz formasyonu, inceleme alanının kuzeybatısında Cumayeri'nden başlayarak batıya doğru dar bir şerit halinde yüzeylemektedir.

Çakraz Formasyonu'nun başlıca litolojisi karasal kumtaşı ve çamurtaşlarıdır. Bunlara bilhassa formasyonun alt kesimlerinde çakıltaşları da eşlik etmektedir. Formasyonun stratigrafik olarak en alt seviyesini oluşturan çakıltaşları, kırmızımsı, alacalı, yuvarlak taneli, kötü boylanmalı, tane desteklidir. Formasyonun daha üst seviyelerine doğru çakıltaşları giderek azalır ve istif kumtaşı, çamurtaşı ve kıltaşı ardalanması haline dönüşür (MTA, 2004). Bazı düzeylerde tümüyle çapraz tabakalı kumtaşı litolojisindedir (İTÜ,2009). Kumtaşları, taze yüzeyleri bej, karbonat çimentolu, mika pullu, ince taneli olup, mafik minerallidir (DSİ,2008). Formasyonun inceleme alanında haritalanan yüzlekleri metamorfizma izleri taşımaktadır. Bu birimler ayrıca tektonizmanın etkisiyle çok parçalı, kıvrımlı bir yapıdadır (İTÜ, 2009). Çakraz Formasyonu üzerinde Yemişliçay formasyonu uyumsuz olarak

bulunmaktadır. Formasyonun yaşı Aydın vd. (1987) tarafından Üst permien-Alt Triyas olarak verilmiştir.

GENELLEŞTİRİLMİŞ STRATİGRAFİ KESİTİ						
						LİTOLOJİ
PALEOZOYİK PERMİYEN	TRİYAS	MESOZOYİK	KRETASE	ÜSTKRETASE	SENZOYİK	ÜST SİSTEM
					TERSİYER	SİSTEM
					PALEOJEN	SERİ
					NEOJEN	KAT
					PALEOSEN-EOSEN	FORMASYON
					ALÜVYON	
					ÖRENCİK FM Fliş	
					KUSURİ FM Fliş	
					AKVEREN FM Krü-Pal-kçt	
					YEŞİLÇAY FM Krü-kçt	
					ÇAKRAZ FM Fliş	
						Alüvyon: Kil, silt, kum, çakıl ve yer yer iri bloklar içermektedir.
						Kil,kum,çakıl depoziti: Kırmızımsı kahverenkli olup kolayca dağılabilmektedir.
						Aglomera,tüf,piroklastik kumtaşı
						Fliş (Kiltaşı, silттаşı,kumtaşı ve marn aralanması) : Sarımsı kahverenkli, bir kısmı gri renklidir. Kumtaşları sert ve karbonat çimentoludur.
						Killi kireçtaşı: Krem renkli,sert köşeli,kumlu ve biomikrit tipli. Marn:Gri renkli, kavkımsı kırıklı Kireçtaşı:Beyaz renkli, detritik yapılı
						Kireçtaşı:Rej-krem renkli,inçe dokulu,kırıklı karst oluşumu özellikleri taşımaktadır.
						Filiş (kiltaşı,silттаşı,kumtaşı): Bej kremrenkli karbonat çimentolu kumtaşları soğan yapısı gösteren konkresyonlar şeklinde dağıtılabilen özelliklerdir.

Şekil 3.1 : Proje Alanı ve Çevresinin Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti (DSİ, 2008).

3.2.2 Yemişliçay Formasyonu (Krü-Kçt)

İlk kez Ketin ve Gümüş (1963) adlandırılan Yemişliçay Formasyonu, inceleme alanında Cumayeri köyünün batısında yüzeylenmektedir. Alt düzeylerde gri-yeşil, sarı kahverenkli, ince-orta tabakalı volkanik kumtaşları egemendir. Bunlar kilaşı,

aglomera, tuf, tufit ile bölünür. Genel olarak sedimenter seviyelerin katıldığı tuf, tufit, aglomera egemen volkanotortul bir istifdir. Bu volkanikler Eosen volkanitleriyle benzeşirse de istif düzenliliği ve pelajik kireçtaşlarının varlığı ile onlardan ayrılır. Orta ve üst düzeylerine doğru istife kırmızı-pembe renkli mikritik kireçtaşı bolca katılır (İTÜ,2009). Çeşitli erime boşlukları, polye, karst kaynağı gibi karstik oluşumlar arazide izlenebilmektedir. Bu birimler karst oluşumunun özelliklerini taşımaktadır (DSİ, 2008). Cumayeri köyü kuzeyinde Eosen flišle, kuzeybatısında da Mesozoyik flišiyle faylı dokanaklıdır (EK B.1). Yemişliçay Formasyonu Çakraz Formasyonunun üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Ayrıca Yemişliçay Formasyonu üzerine Akveren formasyonu uyumlu olarak gelmektedir (Gedik ve diğ.,2005). Birimin yaşı Üst Santoniyen-Kampaniyen'dir (Gedik ve diğ., 2005).

3.2.3 Akveren Formasyonu (Krü-Pal-Kçt)

İlk kez Ketin ve Gümüş (1963) tarafından adlandırılan ve incelenen bölgede, göl alanında Hamasçık köyünün batısında ve Cumayeri köyünde gözlenen bu formasyon, killi kireçtaşı-marn-kumlu kireçtaşı olarak izlenebilmektedir. Stratigrafik olarak alt düzeylerinde kumtaşı, çakıltası ve kırıntılı kireçtaşı tabakalarının ardalanması şeklinde bir litoloji izlenen birim üstlere doğru kumtaşı ara seviyeleri içeren killi kireçtaşı-marn litolojisine dönüşür. Alterasyona göre sarı, beyaz, yeşil yer yer kırmızıdır. En üst seviyelerinde masif görünüşlü, gri-beyaz renkli resifal kireçtaşlarını bulundurur. Kireçtaşı seviyeleri erime boşlukludur. Tip yerinde altında bulunan Yemişliçay Formasyonu ve üstünde bulunan Kusuri Formasyonu ile uyumludur (İTÜ, 2009). Birimin yaşı Geç Kretase-Paleosen'dir (Aydın vd. 1987). Ayrıca bazı araştırmacılara göre birimin yaşı Üst Kampaniyen-Tanesiyen olarak belirlenmiştir (Dizer ve Meriç,1981; Özer, 1988; Tansel, 1989; Özer ve diğ., 1990; Fenerci ve Özer, 1998; Gedik ve diğ., 2005).

3.2.4 Kusuri Formasyonu (Eflş)

Kusuri Formasyonu Çaycuma Formasyonu olarak bilinir fakat Melendere ve Kusuri Formasyonu adları ile de tanınmaktadır (Gümüş, 1982; Aydın, vd. 1987; Cerit, 1990). Bu formasyon, özellikle Melen havzasında geniş alanlarda izlenmektedir. Genel olarak kiltası-silttaşı-kumtaşı ve marn ardalanmasından oluşmuştur. Sarımsı-kahve ve gri, tabakalar birkaç cm ile 1-2 m kalınlıktadır. Kumtaşı farklı iki özellik gösterir. Bir kısmı gri renkli, sert, karbonat çimentolu ve dayanımlıdır. Sarımsı,

kahverenkli olanlar ise muskovit parçaları içermektedir. Atmosferik şartların etkisiyle üst yüzeyleri kolaylıkla ayrışabilmekte ve ufalanmaktadır. Birim, üzerlediği Akveren formasyonu ile uyumlu, bazı bölgelerde geçişli gözükür (Yergök vd. 1987). Erken-orta eosen yaşlıdır.



Şekil 3.2 : Kusuri formasyonuna ait kumtaşı-kiltaşı ardalanması (Regülatör eksen sol sahili).

3.2.5 Orta-Üst Eosen Volkanikleri (EVol)

İnceleme alanının güneyinde, Hamasçık köyü yakınlarında yüzeylenen bu birim Eosen flišlerin üzerinde yer almaktadır. Aglomera, tuf ve piroklastik kumtaşları içermektedir.

3.2.6 Örencik Formasyonu (Nk)

İnceleme alanında sahil kesimlerinde yüzeylenmektedir. Birim, gevşek tutturulmuş kırmızı,sarımsı kahve ve yeşilimsi gri renkli çakıltası, çakıllı kumtaşı, silttaşı, kiltası ve marndan oluşur (Yazman ve Çokuğraş, 1983). Çakıltaları kötü boylanmalı olup, silttaşı, kiltası ve kumtaşları içinde merccekler halinde bulunur. Taneler yuvarlak-yarı yuvarlaktır. Birim altta kendisinden yaşı tüm birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Üstte ise, uyumsuz olarak alüvyal çökeller bulunur. Birimin kalınlığı 3-30 m

arasında değişir. Yanalda ve dikeyde kendisini oluşturan birimler arasına değişim gösterir. Birimde fosile rastlanılamamıştır. Birimin yaşı, stratigrafik konuma göre Pliyo-Kuvaterner olarak benimsenmiştir. Birim, akarsu ve yelpaze çökelleri ile temsil edilmiş olmalıdır (www.mta.gov.tr).

3.2.7 Plio-Kuvaterner-Alüvyon (QAI)

Büyük Melen vadisi ve sahil boyunca çökelmiştir. Kalınlığı güncel dolgularla birlikte yer yer 34.0 metreye varan killi, siltli, çakıllı, kum niteliğinde alüvyon bulunmaktadır. Yer yer iri bloklar içermektedir. Alvyonun geirirnililiği ($K=10^{-5}-10^{-6}$ cm/s), olduğu saptanmıştır (DSİ, 2008). Akarsu vadilerinde çakıl, kum, silt ve killerden oluşur. Kötü boylanmalı ve tutturulmamıştır (www.mta.gov.tr).

3.2.8 Kumul-Plaj Kumu

Karadeniz kıyısında yaygın olarak gözlenen sahilin i kısımlarındaki kumlar kumul, dalga etki alanındaki kumlar da plaj kumu olarak ayırtlanmıştır.

3.3 Jeolojik Tarihçe

Sakarya ili, Hersinyen ve Alp orojenezlerinin etkisi altında kalmıştır. Silüriyen ve Devoniyen yaşlı sedimantasyonla beraber ilk kıvrımlanma hareketleri Hersiniyen Orojenezi etkisi altında olmuştur. Bölgede, Alp orojenezine bağlı hareketlerin Kuvaterner'e kadar devam ettiği grlmektedir. Bu zaman zarfında çökeller tektonik hareketler neticesinde kıvrımlanmaya uğramışlardır. Eosen ve Neojen'de bölge tektonik olarak oldukça aktif bir dönem geçirmiştir. Etkin tektonizma neticesinde Adapazarı Ovası çökmeye uğramış ve Kuzey Anadolu Fay Sistemi bu zamanda ortaya çıkmıştır. Bu fay zonuna paralel irili ufaklı birçok fay segmenti gelişmiştir. Bu faylar incelendiğinde güney blokların çöktüğü veya kuzey blokların yükseldiği grlmektedir. Kuzey Anadolu Fay Zonu, oluşumundan itibaren sürekli aktivitesini korumuş ve Adapazarı Ovası'nın depresyonlarına sebep olmuştur. Bu özelliğinden dolayı ova devamlı ken subsidans havza ortamı haline gelmiştir (İT, 2009).

İnceleme alanında yer alan formasyonlar ise Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alp orojenezlerinden etkilenmiştir. Hersiniyen orojenezi ile Orta-st Devoniyen, Alp Orojenezi ile Alt Triyas yaşlı kayaçlar kıvrımlanmış ve geniş ölçüde aşınma geçirmişlerdir. Orta Alp Orojenezinde bölgenin kıvrım ve kırık tektoniği bugünkü

durumunu almıştır. Kıvrım ve kırıklar N-S sıkışma hareketlerinin sonucudur (DSİ, 2008).Eksenleri yaklaşık E-W yönlüdür.

3.4 Baraj Yerinin Jeolojisi

Büyük Melen Barajı aks yerinde temelde, Kusuri formasyonuna ait kilitaşı-kumtaşı ardaanmasından olaşan fliš ile talvegde Kuvaterner yaşı kalınlığı 35 m'ye varan killi, siltli, çakıllı, kum niteliğinde alüvyon bulunmaktadır.

Yamaçlarda 5-11 m arasında değişen yamaç molozu yer almaktadır.

3.5 Göl Alanının Jeolojisi ve Su tutma Özellikleri

Göl alanında yaşıdan gence doğru Mesozoyik Çakraz formasyonu, Üst Kretase yaşı Yemişliçay formasyonu (kireçtaşı), Üst Kretase-Paleosen yaşı Akveren formasyonu killi kireçtaşı ve marnlar, Eosen yaşı Kusuri formasyonu fliš ve vadi yataklarında alüvyal dolgu haritalanmıştır (EK B.1). Baraj gölünün komşu havzalar ve kuzeyde Karadeniz ile hidrolik ilişkisini, olası su kaçaklarını, araştırmak amacıyla bir adet jeolojik kesit hazırlanmıştır (EK B.2). Hazırlanan jeolojik kesit ve 1/25000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde baraj gölünde hedeflenen maksimum su seviyesi (110 m) gösterilmiştir. Buradan göl alanında maksimum su seviyesinin altında karstik kireçtaşlarından olaşan Akveren formasyonun yüzeylediği bölgelerin bulunduğu anlaşılmaktadır. Özellikle Ortaköy dolayında maksimum su kotu altında yüzeyleyen Akveren ve Yemişliçay formasyonları, karstik kireçtaşları ve kuzeye olan eğim yönleri ile su kaçakları açısından büyük önem taşımaktadır. Bölgede özellikle karstik yapıların yoğun olduğu Akveren kireçtaşlarında su kaçaklarının önlenmesi için yüzey kaplaması zorunlu görölmektedir. Ayrıca, Harmankaya köyü güneyinde Büyükmelen Çayı vadisi boyunca uzanan Akveren formasyonuna ait kireçtaşları da maksimum su seviyesi altında kalmaktadır. Bu kesimin, Büyükmelen vadisinin bir antiklinalin ekseninde gelişmiş olması, çatlaklı bölgede karstik sistemin gelişmesi ve buradan su kaçakları açısından ayrıntılı araştırılması gerekmektedir.

3.6 Yapısal Jeoloji ve Tektonik

Çalışma alanın kuzeyinde Alp orojenezine bağlı N-S sıkışmalı ve E-W yönlü olaşmış genç faylar ile güney kesimlerde E-W yönlü faylar ve ovaları oluşturan

normal faylar vardır.

Karapınar köyü doğusundan Cumayeri köyüne kadar uzanmakta olan ters fay, Yemişliçay, Akveren ve Kusuri Formasyonları ile Çakraz Formasyonunu yan yana getirmektedir (EK B.1). İnceleme alanında tektonik kuvvetlerin etkisinde kıvrımlı mikro ölçekte kıvrımlı yapılar izlenmektedir (Şekil 3.3).



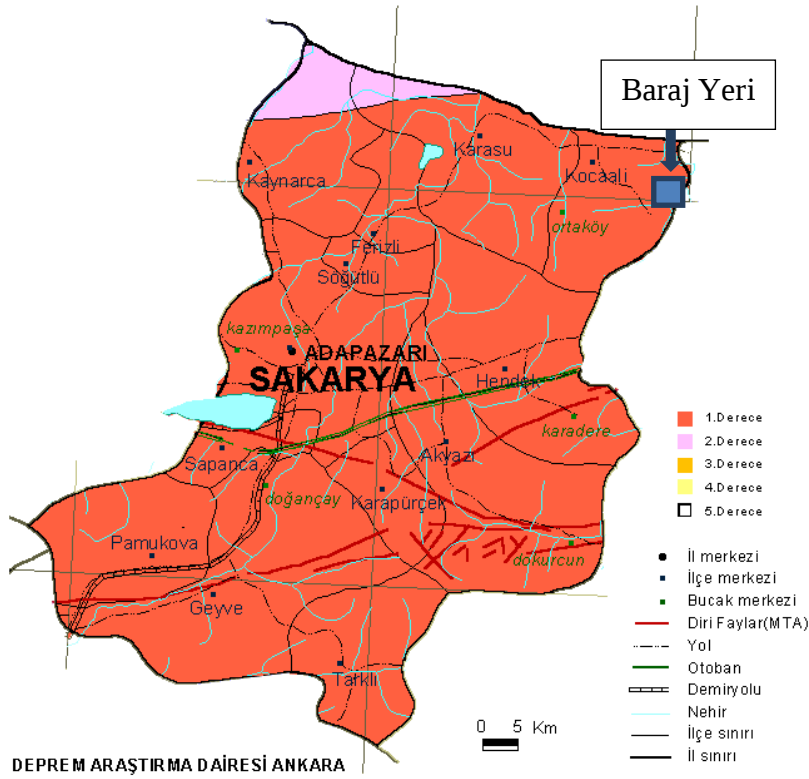
Şekil 3.3 : Baraj eksen yeri sağ sahilde gözlenen bir mikro kıvrım.

Adapazarı yerleşimi, tamamen nehir çökelleri üzerindedir. İzmit körfezinden itibaren Adapazarı'na ve buradan da Hendek'e kadar uzanan bir çöküntü sahası içinde bulunmaktadır. Ova Sakarya'nın, Çark suyu, Mudurnu, Uludere gibi suların getirip biriktirdiği kalın alüvyondan ibarettir. Adapazarı'nın güneyinde doğudan batıya doğru sıralanan tepeleri Kretase flišleri teşkil etmektedir. Serdoğan deresi, bu fliš tepeleri ve andezitik tüflerden oluşmuş, Karahabi tepesini birbirinden ayırmaktadır. Batıda ise bu formasyonlar üzerine Eosen yaşlı kireçtaşları gelmektedir. Ovanın kuzey kenarında dik falezlerle yükselen tepeler, Devoniyen'e ait kırmızı renkli killi şist ve kumtaşlarından oluşmuştur. Daha yukarılarda bu tabakalar Üst Kretase yaşlı kireçtaşları ile örtülüdür. Ovanın güney ve kuzeyinde aynı düzeydeki tabakaların ve jeolojik yapının farklı olması Adapazarı'nın bir tektonik çöküntü (graben) içerisinde bulunduğunu ve kuzey sınırını teşkil eden dik falezlerde doğu-batı doğrultusunda bir dislokasyon hattına karşıt geldiğini göstermektedir. Bu fay çizgisi Taşlıgeçit ile

Çingene Bayırı arasında açıkça görülür. Alüvyon içinde yeraltısuyu çok yüksek seviyededir. Bazı kısımlarda ise bataklık oluşmuştur.

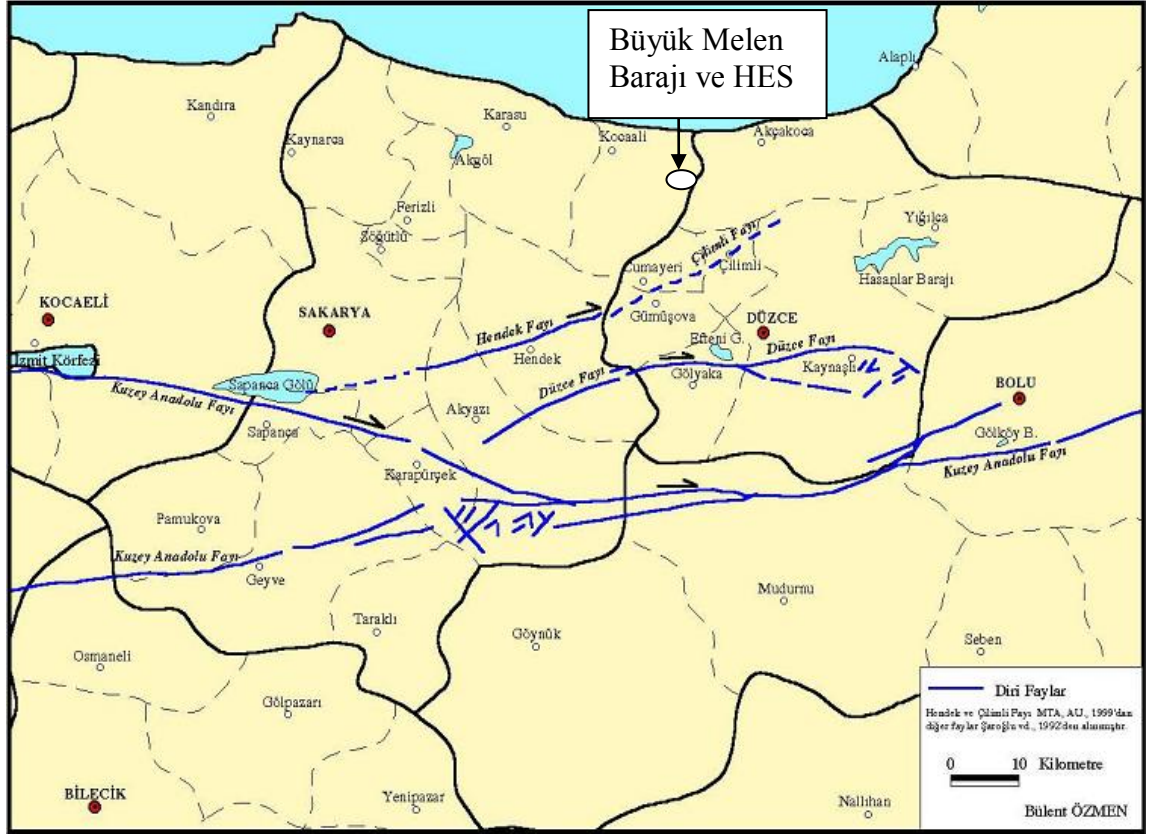
3.7 Depremsellik

Proje sahası, Türkiye Deprem Bölgeleri haritasına göre 1. Derece deprem bölgesi üzerinde yer almakta olup (Şekil 3.4), Kuzey Anadolu fay zonunun etki alanında yer alır. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), yaklaşık uzunluğu 1200 km olan doğrultu atımlı bir fay sistemi olup Düzce ve Bolu Havzası da bu fay üzerinde bulunmaktadır (Özmen, B., 2000).



Şekil 3.4 : Sakarya'nın Depremselliğini Gösterir harita (Afet İşleri Genel Müdürlüğü).

Kuzey Anadolu Fay Zonu Bolu'nun batısında iki kola ayrılmıştır. Güneydeki kol ise Dokurcun'un batısında tekrar iki yola ayrılmıştır. Kuzey koldaki fay Düzce Fayı diye isimlendirilmiştir. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı segmentinin Şekil 3.5'te gösterilen kesimi yaklaşık doğu-batı doğrultusunda Düzce-Akyazı-Sapanca Gölü ve İzmit arasında genellikle sağ yönlü doğrultu atımlı faylardan oluşan dar bir zon biçiminde gözlenmektedir. İnceleme alanın bulunduğu yer ve civarındaki diri faylar Şekil 3.5'te gösterilmiştir.

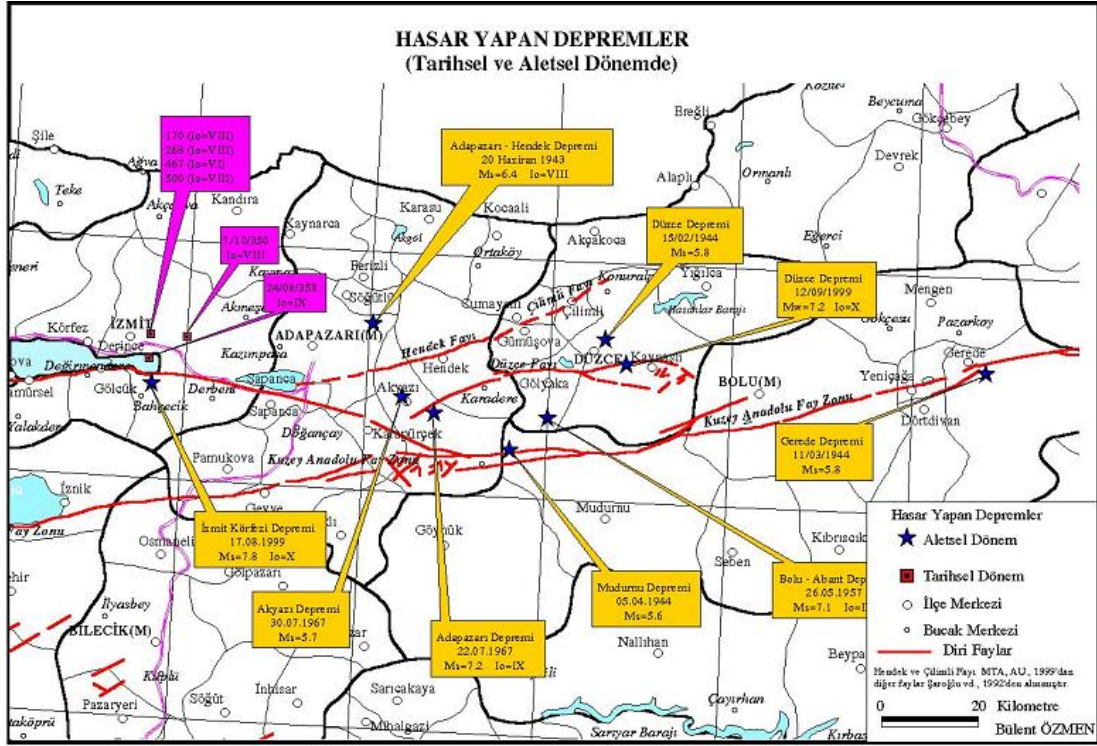


Şekil 3.5 : Kocaeli ve Bolu arasındaki Diri Faylar Haritası.

Proje sahasının yakınında olan ve deprem potansiyeli taşıyan aktif faylar Düzce, Hendek ve Çilimli faylarıdır. Bu faylardan Düzce ve Hendek fayları aktif fay karakterindedir. Çilimli fayı ise olasılı aktif faydır (MTA, AU.,1999).

Proje sahasına yakın olan Çilimli fayı; Düzce havzasının kuzeyinde Cumayeri-Konuralp arasında uzanan ve yaklaşık uzunluğu 13 km olan bir faydır. Fayın niteliği ve aktivesine ilişkin ayrıntılı veri toplanamamasına rağmen arazide fay boyunca uzamış şekilli basınç sırtlarının gözlenmesi ve fay çizgisi boyunca çok sayıda kaynak dizilimi gözlenmiş olması sebebi ile olasılı aktif fay olarak değerlendirilmiştir (MTA, AU.,1999).

Düzce ve Adapazarı bölgesi KAF'dan dolayı tektonik açıdan aktif bir konumdadır. Düzce kent merkezinin 100 km doğu ve batısında Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde tarihsel ve aletsel dönemde birçok deprem olmuştur. Aletsel dönemde meydana gelen depremlerin magnitudü $M_s=5$ ile 8 arasındadır. Tarihsel dönemde M.Ö 2100 ve M.S. 1900 yılları arasında bu bölgede Sipahioğlu vd., (1991) tarafından hazırlanan kataloğa göre 6 tane hasar yapan deprem oluşmuştur. Aletsel dönemde ise 1900-2000 yılları arasında bu bölgede 9 adet hasar yapan deprem olmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : Kocaeli ve Bolu Arasında Tarihsel ve Aletsel Dönemde Hasar Yapan Depremler.

4. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ İNCELEMELERİ

Büyük Melen Barajı eksen yerinde temeli oluşturan jeolojik birimlerin temel olabilme ve su tutabilme özelliklerini araştırmak amacıyla 1/2000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası ve kesitleri hazırlanmıştır.

Baraj eksen yeri ve yakın dolayında temelde Kusuri formasyonu, Büyükmelen çayı, güncel yatağında ise alüvyon örtü ve yamaçlarda ana kayadan iç ve dış etmenlerle koparak ayrılan-ayrılan parçaların oluşturduğu yamaç molozları bulunmaktadır.

Baraj yeri ve dolayının mühendislik jeolojisi haritası hazırlanırken arazide yapılan tabaka eğim ve doğrultuları, sondaj kuyuları, mühendislik jeolojisi verileri haritaya işlenmiştir (EK B.3). Karot sandıklarından alınabilen sınırlı sayıda örnek üzerinde kaya malzemesinin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Laboratuar deney sonuçlarının yanı sıra, arazide gözlenen süreksizliklerin konumları belirlenmiştir.

Ayrıca, baraj eksen yerinde açılan sondaj kuyularında yapılan serbest sızma ve basınçlı su deney (BST) sonuçlarından zemin ve kayaların su tutabilme özellikleri araştırılmıştır. Dolusavak, derivasyon tüneli vb. mühendislik yapıları bu çalışma kapsamı dışında tutulmuştur.

4.1 Sondajlar

Büyük Melen Barajı eksen yeri ve yakın çevresindeki jeolojik birimlerin yeraltındaki durumlarını ve geçilen kayaçların temel olabilme ve su tutabilme özelliklerini araştırmak amacıyla 9 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Açılan bu sondaj kuyularının koordinatları, derinlikleri ve projedeki yerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ayrıca, kuyu lokasyonları 1/2000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritasında gösterilmiştir (EK B.3).

Çizelge 4.1 : Baraj Yerinde açılan sondaj kuyuları.

Sondaj No	Yeri	X	Y	Kotu (m)	Derinlik (m)
ÇSK-1	Derivasyon Tüneli	4541827.02	581 358.51	69.23	54.0
DSK-1	Dolusavak sağ sahil	4541755.86	581 572.85	123.85	50.0
YSK-1	Yeni baraj yeri sol sahil	4541622.76	328 367.77	111.91	110.0
YSK-2	Yeni baraj yeri sol sahil	4541587.85	328 389.08	99.59	100.0
BSK-2	Aks sol sahil	4541882	580875	26.00	65.00
BSK-3	Aks talveg	4541848	581107	17.00	40.00
BSK-5	Yeni baraj yeri sağ sahil	4541178	581423	25.00	75.00
BSK-8	Tünel sağ sahil	4541534	581715	25.00	25.00
BSK-11	Derivasyon tüneli sağ sahil	4541116	580817	30.00	25.00

4.2 Basınçlı Su Deneyleri

Basınçlı su deneyleri, baraj yerindeki kayaçların geçirimsizliğini belirlemek amacıyla basınç altında kuyuya su enjeksiyonu yapılması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Basınçlı su deneyleri tıkaçların delik cidarına sıkı sıkıya oturmasına olanak veren kaya birimlerinde uygulanabilmektedir.

Basınçlı su deneyi, deney yapılan kayacın niteliğine bağlı olarak iki türlü yapılmaktadır. Bunlar;

- I. Tek Lastikli Basınçlı Su Deneyi: Bu yöntem zayıf özellikli ve göçebilen kayalarda uygulanır. Sondaj kuyusu 2-3 m derinleştirildikten sonra yeni delinen kısımda üst taraftan tıkaç tutturulmak suretiyle basınçlı su deneyleri yapılır.
- II. Çift Lastikli basınçlı Su Deneyi: İyi nitelikli ve sağlam kayaçlarda sondaj deliği son derinliğe kadar delinir. Basınçlı su deneyine delik tabanından başlanır. Deney yapılacak kademelerin alt ve üst seviyelerinden tıkaç tutturulur ve su basılarak deney yapılır. Her kademedeki yapılan deneyden sonra basınçlı su deney takımı kademe boyu kadar yukarı kaldırılıp sondaj deliğinin boydan boya deneyi tamamlanır.

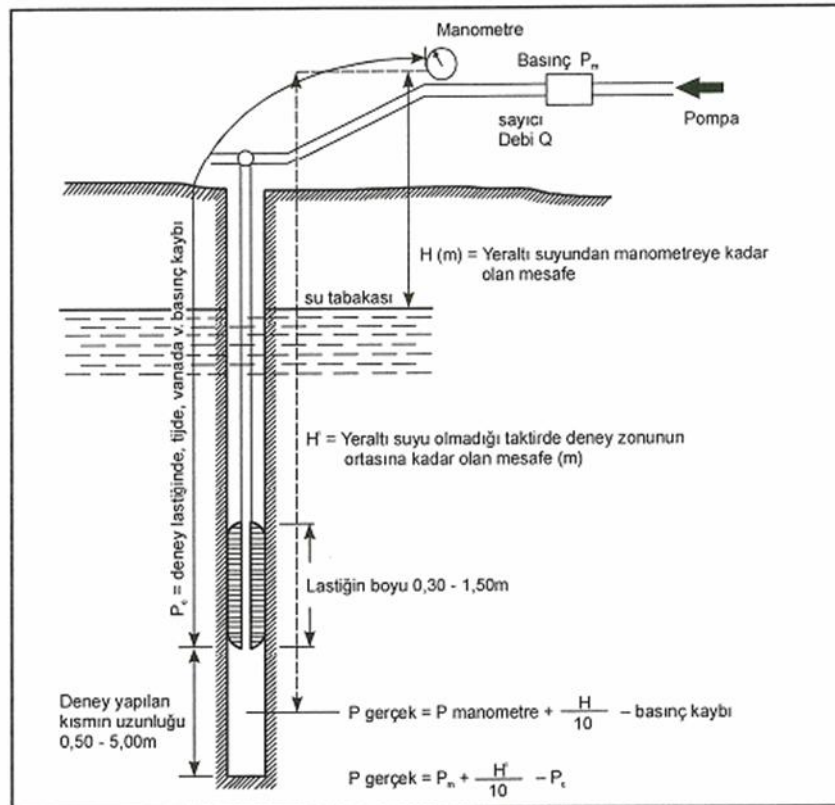
Büyük Melen Barajının temelini oluşturan kayalarda ise tek lastikli basınçlı su deneyi yapılmıştır. Kayalarda yapılan basınçlı su deney sonuçlarının değerlendirilmesinde en çok kullanılan yöntem Lugeon yöntemidir. Bu deneyle, kaya kırıklarının permeabilitesi hakkında bir fikir sahibi olabilmek için basınç altında kuyuya su enjeksiyonu yapılır. Çeşitli basınçlar altında deney zonunda kayaya sızan

suyun debileri ölçülür. Bir lugeon birimi, 10 Atm gerçek basınç altında, 1 dakikada, 1 m uzunluktaki 1 litre olarak sızan su miktarıdır.

Deneye başlamadan önce pompa kapasitesi, yer altı su seviyesi ölçülür. Her basınç kademesinde 10 dakikadaki kaçak miktarları kaydedilir (daha iyisi kaçak miktarlarını 5 dakikada bir kaydetmektir). Karotların sağlam olduğu zonlarda kaçak fazlaysa lastik tutmamış olabilir. Bu durumda deney tekrarlanmalıdır (Şekil 4.1).

Lugeon biriminin hesaplanmasında gerçek basıncın kullanılması gerekir. Gerçek basıncı (P_{eff}) bulabilmek için manometrede okunan basınca (P_m) yer altı suyu tablası üzerindeki statik yükü ($H/10$) eklemek, deney zonunu başlangıcı ile manometre arasındaki yük kaybını (P_c) ise elde edilen değerlerden çıkartmak gerekir.

Lugeon deneyi sonucunda elde edilen değerlere göre kayaçların geçirimsizliği konusunda bir sınıflama yapılmıştır. Bu sınıflama Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : Lugeon deneyinin yapılışı.

Lugeon deneyi sonucunda elde edilen değerlere göre kayaçların geçirimsizliği konusunda bir sınıflama yapılmıştır. Bu sınıflama Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 : Kayaçların Lugeon birimine göre sınıflandırılması (Tarhan).

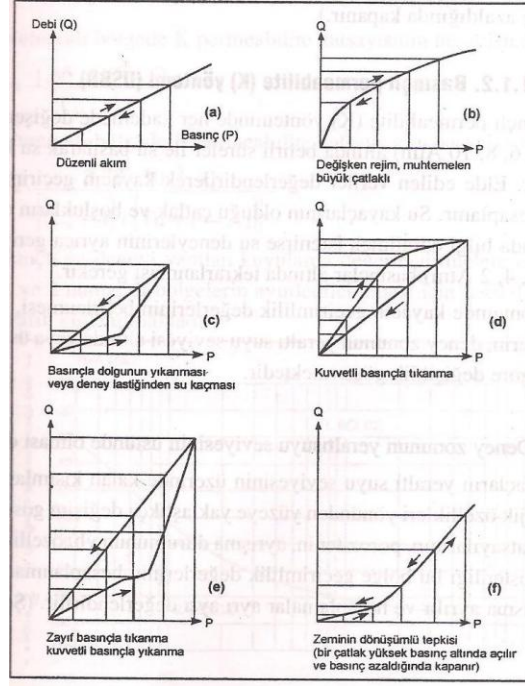
Lugeon Birimi (lt/m/dak)	Kaya Sınıfı
< 1	Geçirimsiz
1-5	Az geçirimli
5-25	Geçirimli
25	Çok Geçirimli

Basınçlı su deneyi sırasında suyun tümü kaçmış ve basınç yükselmemişse Lugeon değeri sonsuz kabul edilir.

Genel kural olarak 30 m'den yüksek barajlar için 1 Lugeon biriminden daha az su emen bir kaya geçirimsiz kabul edilir ve enjekte edilmez. Bu sınır 30 m'den alçak barajlar için 3 Lugeon birimidir.

Genel bir deney işleminde (A-B-C-D-E-D-C-B-A) deney zonuna önce artan daha sonra azalan basınçlar (geri dönüşlü) uygulanır ve her basınç kademesinde oluşan kaçak miktarı ölçülür. Lugeon basınçlı su deneylerinde basınç ve debiye bağlı olarak çizilen eğrilerin tiplerine göre kayacın geçirimliliği ve boşlukların özellikleri konusunda bazı yorumlar yapılabilmektedir. Bu yorumlamalar için H. Cambefort'un çizdiği bazı eğri tiplerinden yararlanılır. Baraj aks yerinde bulunan sondajların derinliğe bağlı olarak geçirimlik değerleri, emilme katsayıları hesaplanmış ve grafiksel olarak eklerde belirtilmiştir. Debi (Q) düşey ekseninde, basınç (P) yatay ekseninde olursa eğrilerin durumuna göre şu tür yorumlar yapılabilir (Şekil 4.2).

- Laminer akım, çatlaklarda tıkanma ve temizlenme yok.
- Türbilanslı rejim, muhtemelen büyük bir çatlakın varlığını gösterir.
- Basınçla çatlaklardaki dolgu malzemesinin yıkanması veya deney lastiğinden kaçak.
- Kuvvetli basınçla çatlakların tıkanması "doldurulması" (kaçak miktarında azalma olması)
- Düşük basınçla çatlakların tıkanması, yüksek basınçla çatlakların temizlenmesi
- Zeminin dönüşümlü tepkisi (bir çatlak yüksek basınç altında açılır ve basınç azaldığında kapanır).



Şekil 4.2 : Lugeon eğrilerinin yorumlanması (H.Cambefort).

Büyük Melen Barajı Baraj aks yeri sondaj kuyularının alüvyon olan kısmında ise serbest sızma deneyleri yapılmıştır. Serbest sızma deneyinde, borular sondaj yapılarak veya çakma yoluyla zemine yerleştirildikten sonra içleri iyice temizlenir. Perfore edilmiş borunun birkaç metre yukarısında su seviyesini sabit tutmak üzere kuyuya devamlı su verilir. Su derinlikleri beşer dakika ara ile ölçülerek seviye değişimleri olup olmadığı kontrol edilir. Bir kademede deney tamamlandıktan sonra boru 2 m daha çakılarak veya delinerek deney tekrar edilir. Böylece tüm zemin içinde boydan boya geçirimsizlik deneyi yapılmış olur. Sızma deneyi ile geçirimsizliğin hesaplanması Şekil 4.3'te gösterilmiş olup, serbest sızma test verilerine göre geçirimsizlik tanımlaması Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Sızma deneyi yapıldıktan sonra permeabilite değeri aşağıdaki formülden hesaplanabilir.

$$K = \frac{Q}{5.5 \times r \times h \times t} \quad (4.1)$$

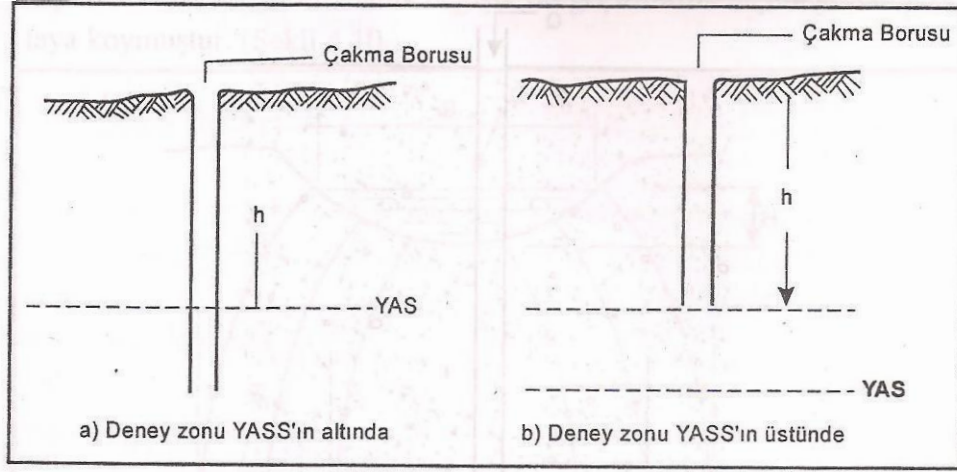
K= Permeabilite (m/s)

Q= 10 dakikada kuyuya verilen su miktarı (m³)

t= Zaman (s)

r=Çakma borusunun yarıçapı (m)

h= Yükseklik (m)



Şekil 4.3 : Sızma Deneyi ile geçirimsizliğin hesaplanması.

Çizelge 4.3 : Serbest sızma test değerlerine göre geçirimsizlik tanımlaması.

Geçirimsizlik (m/s)	Tanımlama
$<10^{-8}$	Geçirimsiz
$10^{-8}-10^{-7}$	Az Geçirimsiz
$10^{-7}-10^{-6}$	Yarı Geçirimsiz
$10^{-6}-10^{-5}$	Geçirimsiz
$>10^{-5}$	Çok Geçirimsiz

4.3 Laboratuvar Deneyleri

4.3.1 Fiziksel özellikler

Kayaçların fiziksel özelliklerinin (birim hacim ağırlık, porozite, özgül ağırlık, su emme, geçirimsizlik, sertlik vb. gibi), kayaçların mekanik ve elastik özelliklerini önemli ölçüde etkilediği laboratuvar ve arazi deneyleri ile ortaya konulmuştur.

4.3.1.1. Birim hacim ağırlık

Herhangi bir birim hacimdeki (örneğin 1cm^3 , 1 m^3 , 1ft^3) kayacın toplam ağırlığı, o kayacın birim hacim ağırlığı olarak tanımlanır. Birim hacim ağırlığı, numunenin ağırlığının tüm hacmine bölünmesiyle bulunur.

Birim hacim ağırlıkları fazla olan kayaçlar genellikle az poroziteli, az su emme ve yüksek özgül ağırlık değerlidir.

Mühendislik hesaplarında kullanılan değerler, kayaçların doğada bulundukları haldeki doğal birim hacim ağırlıkları (γ_n), katı kısımların (tane) birim hacim ağırlıkları (γ_s), bütün boşlukların su ile dolu olması halindeki doymuş birim hacim

ağırlıkları (γ_d) ile boşluklu kısımların (hava ile dolu) da ele alınması halinde de kuru birim hacim ağırlığı (γ_k)'dır.

Anon (1979)'a göre yapılan, kayaçların birim hacim kütleleri ile ilgili tanımlamalar aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.4 : Kayaçların birim hacim kütlelerinin tanımlaması (Anon,1979).

Sınıf	Birim hacim kütlesi (gr/cm ³)	Tanımlama Terimi
1	<1.80	Çok düşük
2	1.80-2.20	Düşük
3	2.20-2.55	Orta
4	2.55-2.75	Yüksek
5	>2.75	Çok yüksek

4.3.1.2. Porozite

Bir kaya örneğinin içerdiği boşluk hacminin, örneğin toplam hacmine oranının yüzdesi olarak tanımlanan porozite, kayaların geçirgenliğinin (permeabilitenin) saptanmasında, kayalardaki sızma problemlerinde, kaya ve zemin temellerdeki oturmaların hesaplanmasında ve su hareketlerinin ortaya koyulmasında önemli rol oynamaktadır. (n) ile gösterilir. % olarak ifade edilir.

$$\% n = (V_v/V) * 100 \quad (4.2)$$

V_v : Boşlukların hacmi

V :Toplam hacim

Porozite aşağıdaki formülden de hesaplanabilir:

$$n = ((W_s - W_d)/V) * 100 \quad (4.3)$$

W_s : Doygun Ağırlık

W_d : Kuru Ağırlık

Poroziteyi oluşturan boşluklar arttıkça kayanın mukavemeti azalmakta ve kaya içinde farklı gerilmelerin oluşmasına neden olmaktadır.

Moos-Quervain kayaçları poroziteyi göz önüne alarak (Çizelge 4.5) aşağıdaki gibi sınıflandırmışlardır.

Çizelge 4.5 : Kayaçların poroziteye göre sınıflandırılması (Moos- Quervain)(Tarhan, 1989).

Porozite (%)	Kaya Sınıfı
<1	Çok kompakt
1-2.5	Az boşluklu
2.5-5	Orta boşluklu
5-10	Oldukça boşluklu
10-20	Çok boşluklu
>20	Çok fazla boşluklu

4.3.1.3. Su emme

Bir kayaç suya batırıldığı zaman, içerisindeki boşluklar, yani poroziteleri oranında, belli bir zaman içinde ve sıcaklıkla su ile dolar. Fakat; numune, içerde kalan hava boşluklarının birbirleriyle bağlantılı olmaması ve killerdeki şişme durumlarından dolayı suyun girmesine engel olabilir. Su emme deneyi aşağıdaki yöntemler izlenerek yapılır;

Örnekler, saf su doldurulmuş kaplarda 48 saat bekletilir (Şekil 4.4(a)).

48 saat sonunda örnekler saf sudan çıkarılarak, suya doygun yüzeyleri havlu ile kurulandıktan sonra, ıslak ağırlıkları hassas terazide yapılan tartı işlemi ile belirlenir (Ws)(Şekil 4.4(b)).



(a)



(b)

Şekil 4.4 : (a) Kayaç numunelerinin suda bekletilmesi, (b) Numunenin ıslak ağırlığının bulunması.

Islak ağırlığı belirlenen örnek Arşimed terazisine konularak hacmi belirlenir (Şekil 4.5a).

Örnekler 105°C'ye ayarlanmış fırına yerleştirilerek en az 12, tercihen 24 saat boyunca kurumaya bırakılırlar (Şekil 4.5 (b)).

Fırından çıkarılan örneklerin kuru ağırlıkları (W_d) hassas terazide belirlenir (Şekil 4.5 c).



(a)

(b)



(c)

Şekil 4.5 : (a) Numunenin Hacminin Belirlenmesi, (b) Numunelerin fırında kurumaya bırakılması, (c) Numunenin kuru ağırlığının terazide belirlenmesi.

Ağırlıkça su emme oranı;

$$(\%) = A_w = (W_s - W_d) / W_d \times 100 \quad (4.4)$$

formülü ile hesaplanır.

Burada;

W_s : Doygun Ağırlık

W_d : Kuru Ağırlık

A_w : Ağırlıkça su emmedir.

4.3.2 Kayaçların mekanik özellikleri

Kayaçların çeşitli gerilmeler altında davranışlarını belirleyen mekanik özellikleri vardır. Bunların en önemlileri tek ve üç eksenli basınç direnci, çekme, kesme, burulma vb. direnç özellikleridir.

4.3.2.1. Tek eksenli basınç direnci

Tek eksenli basınç direnci, belirli boyutlardaki kayaçların belirli doğrultuda kırılmaya karşı gösterdikleri dayanıklılıktır ve aşağıdaki ifadeden belirlenir.

$$\sigma_{ci} = F/A \quad (4.5)$$

Burada;

σ_{ci} : Tek eksenli sıkışma dayanımı

F: Yenilme anında deney örneğine uygulanan kuvvet

A: Yüklemenin yapıldığı örnek yüzeyinin alanıdır.

Gevrek malzemelerde, tek eksenli basınç deneylerinde numune alanında değişme olmadan kırılma meydana gelir. Gevrek özellikte olmayan kayaçlar tek eksenli basınç altında, şekil değişikliğine uğrarlar. Kırılma yükü altında, kayma çatlakları meydana geldiği anda, deney altındaki numunenin kesit alanı büyür.

Deneyde kullanılacak numuneler, düzgün dairesel silindir biçiminde olmalıdır. Silindirik numunelerde boy (L), çap (D) oranı 2.0-2.5 olmalıdır. Numuneler deneylerde kullanılmak üzere hazırlanır (Şekil 4.6 (a)). Numune iki ucundan birbirine paralel ve uzun eksene dik olarak kesilmelidir (Şekil 4.6 (b)). Hazırlanması deney numunesinin yan yüzlerinin alt ve üst yüzeylere dikliği ve pürüzlülüğü alt ve üst yüzeylerin pürüzsüzlüğü ve düzlüğü komparatör saatiyle ölçülür. Deney numunesinin çapı, numune boyunun ortasına rastlayan yerde, ölçülerek bulunur. Deneyden önce küresel yatağın oynaklığı kontrol edilir. Yükleme tablalarının ve deney numunesinin yüzeyleri iyice silinerek temizlenir ve deney numunesi alt tablanın üzerine yerleştirilir. Deney numune eksenini ile küresel yatak üzerindeki tablanın basınç merkezi aynı olacak biçimde gerekli ayarlama yapılır. Numune uygulanacak yükün yüzeye eşit olarak dağılımını sağlamak için, oynak tabla numune yüzeyine tümüyle değecek biçimde ayarlanmalıdır (Şekil 4.7).



(a)



(b)

Şekil 4.6 : (a) Numunelerin hazırlanması, (b) Numunelerin kesilmesi.

Yükleme sürekli olarak olabildiği kadar değişmez bir yüklem hızı kırılmayı 5-15 dakikalık bir süre içinde oluşturacak biçimde ayarlanır. Bu arada deformasyon ölçerle boy değişimleri takip edilir. Numune yenildiği anda yüklem durdurulup yenilme yükü göstergeden okunur. Bunun sonucunda kayaçların tek eksenli basınç değerlerine göre sınıflandırılması çizelge 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.7 : Numunenin yüklem tablalarına yerleştirilmesi.

Çizelge 4.6 : Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre tanımlanması (ISRM,1981).

Dayanım (MPa)	Tanımlama
< 6	Çok Düşük
6-20	Düşük
20-60	Orta
60-200	Yüksek
>200	Çok Yüksek

4.3.2.2. İndirekt çekme deneyi (Brazilian Deneyi)

Bu deneyde, silindirik kaya numunesine, paralel iki yükleme plakası arasında, basınç kuvveti uygulanmaktadır. Uygulanan bu çizgisel basınç kuvveti altında, hava numunesi içinde yükleme doğrultusundan geçen düşey düzlem boyunca kırılmaktadır. Kaya numunesinin çekme dayanımı:

$$\sigma_t = (2F)/(\pi \cdot D \cdot L) \quad (4.6)$$

formülü ile hesaplanır.

σ_t : Numunenin indirekt çekme dayanımı (kg/cm²)

F: Numunenin yenilmesi anında uygulanan yük (kg)

D: Numunenin çapı (cm)

L: Numunenin boyu (cm)

Deney yöntemi olarak, ISRM (1981) ve CANNET (1977A)'in önerdiği benzer yöntemler esas alınmıştır:

- ✓ Çapı en az 54 mm ve kalınlığı yarıçapıyla hemen hemen aynı olan, sağlam ve çatlaksız silindirik örnek hazırlanır. Örneğin alt ve üst yüzeyleri birbirlerine paralel olmalıdır.
- ✓ Örneğin çapı (D) ve boyu (L) birbirine dik iki ayrı yönde kumpas ile ölçülerek bu değerlerin ortalaması alınır.
- ✓ Örnek, yan yüzeyleri yükleme çenelerinin arasında kalacak biçimde, yükleme başlığının altına konan çenelerin arasına yerleştirilir (Şekil 4.8).
- ✓ Örnek, yenilme anında 15-30 saniye arasında gerçekleşecek şekilde sabit bir hızla yüklenir. Bu amaçla 200 N/s'lik bir yükleme hızı önerilir. Örneğin tabakalanma, foliasyon vb. gibi zayıflık düzlemlerini içermesi koşulunda, bu düzlemlerin yükleme yönü ile yaptığı açı da ölçülmelidir.
- ✓ Örneğin yenildiği anındaki yük (F), yükleme ünitesinin göstergesinden okunur ve forma kaydedilir.



Şekil 4.8 : Numunenin yerleştirilmesi

4.3.2.3. Üç eksenli basınç deneyi

Bu deneyler için hazırlanan $L/D=2$ boyutlu silindirik numunelere, basınç hücresi içinde, değişik değerlerde yanal basınçlar (σ_3) verilir. Her değişik yanal basınç kademesinde, numune üzerine uygulanan düşey gerilmeler (σ_1), kayaç numunesi kırılıncaya kadar artırılır. Belli yanal gerilme (σ_3) altında numuneyi kıran eksenel basınç gerilmesi (σ_1) saptanır (Şekil 4.9). Diğer bir numune üzerinde, yanal basınç gerilmesi(σ_3) arttırılarak aynı deney tekrarlanır



Şekil 4.9 : Üç eksenli basınç deneyinde yenilme değerinin okunması.

Kırılma anındaki σ_1 ve σ_3 gerilme değerleri, τ (Y) ve σ (X) eksenlerinde işaretlenir. Her deney kademesi için σ_1 ve σ_3 değerlerinden bir daire geçirilir. Bunlara Mohr dairesi ismi verilir. Bu dairelere bir teğet çizerek, kayacın kırılma eğrisi (Mohr kırılma zarfı) bulunur.

Mohr kırılma zarfının yatayla yaptığı açı, kayacın içsel sürtünme açısını (ϕ) ve τ (Y) eksenini kestiği ordinat da, kayacın kohezyon değerini verir. Kayaçların kesme direnci ile direnç parametreleri olan ϕ ve c değerleri arasındaki ilişki, Coulomb tarafından 1776'da bulunan bağıntı ile ifade edilir:

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \varphi \quad (4.7)$$

τ : Kesme direnci

σ : normal gerilme

c : kohezyon

φ : içsel sürtünme açısı

4.4 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu bölümde araştırma kuyularının farklı derinliklerinden alınan karot örnekleri üzerinde yapılan deney sonuçları verilmektedir.

4.4.1 Fiziksel özellikler

KSI 1 nolu sondaj kuyusunun 12. metre derinliğinden alınan kumtaşı birimine ait 4 adet örnek üzerinde yapılan deneylerden ortalama kuru birim hacim ağırlığı 2.41 g/cm^3 'tür. Anon (1979)'un yaptığı sınıflamaya göre KSI-1 nolu örnekler orta kuru birim hacim ağırlıklıdır. Porozitesi ortalama % 9.9 olup Moos-Quervain'in yaptığı sınıflamaya göre oldukça boşlukludur. Ağırlıkça su emme oranı ortalama % 4.11'dir.

BSK-10 nolu sondaj kuyusunun 25.8. metre derinliğinden alınan kumtaşı birimine ait 4 tane örnek üzerinde yapılan deneylerden ortalama kuru birim hacim ağırlığı 2.57 g/cm^3 'tür. Anon (1979)'un yaptığı sınıflamaya göre BSK-10 nolu örnekler yüksek kuru birim hacim ağırlıklıdır. Porozitesi ortalama % 3.0 olup Moos-Quervain'in yaptığı sınıflamaya göre orta boşlukludur. Ağırlıkça su emme oranı ortalama % 1.185'tir.

BSK-5 nolu sondaj kuyusunun 25. metre derinliğinden alınan kumtaşı birimine ait 5 tane örnek üzerinde yapılan deneylerden ortalama kuru birim hacim ağırlığı 2.41 g/cm^3 'tür. Anon (1979)'un yaptığı sınıflamaya göre BSK-5 nolu örnekler orta kuru birim hacim ağırlıklıdır. Porozitesi ortalama % 9.52 olup Moos-Quervain'in yaptığı sınıflamaya göre oldukça boşlukludur. Ağırlıkça su emme oranı ortalama % 3.96'dır.

BSK-5 nolu sondaj kuyusunun 63. metre derinliğinden alınan kumtaşı birimine ait 6 tane örnek üzerinde yapılan deneylerden ortalama kuru birim hacim ağırlığı 2.295 g/cm^3 'tür. Anon (1979)'un yaptığı sınıflamaya göre BSK-5 nolu örnekler orta kuru

birim hacim ağırlıklıdır. Porozitesi ortalama % 11.40 olup Moos-Quervain'in yaptığı sınıflamaya göre çok boşlukludur. Ağırlıkça su emme oranı ortalama % 4.97'dir.

Çizelge 4.7 : Araştırma kuyularının farklı derinliklerinden alınan numunelere ait fiziksel özellikler.

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Ağırlık (g)		Hacim (cm ³)	Birim Ağırlık (g/cm ³)		Porozite (%) [n]	Ağırlıkça Su Emme Oranı (%) [W]
			Doygun	Kuru		Doygun [g/cm ³]	Kuru [g/cm ³]		
KSI-1	1	12.00	883.72	848.52	351.07	2.52	2.42	10.03	4.15
	2		854.69	827.03	336.72	2.54	2.46	8.21	3.34
	3		120.98	116.04	48.34	2.50	2.40	10.22	4.26
	4		24.73	23.62	9.90	2.50	2.39	11.21	4.70
BSK-10	1	25.80	554.14	551.31	210.77	2.63	2.62	1.34	0.51
	2		541.6	536.49	208.77	2.59	2.57	2.45	0.95
	3		156.94	153.21	61.84	2.54	2.48	6.03	2.43
	4		70.19	69.6	26.71	2.63	2.61	2.21	0.85
BSK-5	1	25	513.18	496.34	203.3	2.52	2.44	8.28	3.39
	2		532.72	515.39	211.16	2.52	2.44	8.21	3.36
	3		487.24	460.37	199.78	2.44	2.30	13.45	5.84
	4		353.21	340.57	139.4	2.53	2.44	9.07	3.71
	5		154.14	148.88	61.11	2.52	2.44	8.61	3.53
BSK-5	1	63	593.79	568.16	246.39	2.41	2.31	10.40	4.51
	2		610.28	584.06	252.77	2.41	2.31	10.37	4.49
	3		294.92	281.64	122.55	2.41	2.30	10.84	4.72
	4		100.7	95.9	41.66	2.42	2.30	11.52	5.01
	5		30.32	28.75	12.59	2.41	2.28	12.47	5.46
	6		18.71	17.71	7.79	2.40	2.27	12.84	5.65
KSK-1	1	43	954.25	935.95	369.76	2.58	2.53	4.95	1.96
	2		937.84	923.14	360.93	2.60	2.56	4.07	1.59
	3		156.39	154.28	59.7	2.62	2.58	3.53	1.37
	4		46.02	44.76	18.02	2.55	2.48	6.99	2.82
BSK-6	1	9	631.61	631.04	234.77	2.69	2.69	0.24	0.09
	2		112.53	112.32	42.29	2.66	2.66	0.50	0.19
	3		37.5	37.38	13.96	2.69	2.68	0.86	0.32
BSK-6	1	35	879.21	844.51	354.07	2.48	2.39	9.80	4.11
	2		939.32	899.12	380.17	2.47	2.37	10.57	4.47
	3		889.97	856.8	357.29	2.49	2.40	9.28	3.87
	4		300.73	289.5	120.76	2.49	2.40	9.30	3.88
	5		260.4	247.43	107.74	2.42	2.30	12.04	5.24
	6		35.73	34.09	14.59	2.45	2.34	11.24	4.81

KSK-1 nolu sondaj kuyusunun 43. metre derinliğinden alınan kumtaşı birimine ait 4 tane örnek üzerinde yapılan deneylerden ortalama kuru birim hacim ağırlığı 2.53 g/cm^3 'tür. Anon (1979)'un yaptığı sınıflamaya göre KSK-1 nolu örnekler orta kuru birim hacim ağırlıklıdır. Porozitesi ortalama % 4.88 olup Moos-Quervain'in yaptığı sınıflamaya göre orta boşlukludur. Ağırlıkça su emme oranı ortalama % 1.93'tür.

BSK-6 nolu sondaj kuyusunun 9. metre derinliğinden alınan 3 tane örnek üzerinde yapılan deneylerden ortalama kuru birim hacim ağırlığı 2.67 g/cm^3 'tür. Anon (1979)'un yaptığı sınıflamaya göre BSK-6 nolu örnekler yüksek kuru birim hacim ağırlıklıdır. Porozitesi ortalama % 0.53 olup Moos-Quervain'in yaptığı sınıflamaya göre çok kompakttır. Ağırlıkça su emme oranı ortalama % 0.2'dir.

BSK-6 nolu sondaj kuyusunun 35. metre derinliğinden alınan kumtaşı birimine ait 6 tane örnek üzerinde yapılan deneylerden ortalama kuru birim hacim ağırlığı 2.36 g/cm^3 'tür. Anon (1979)'un yaptığı sınıflamaya göre BSK-6 nolu örnekler orta kuru birim hacim ağırlıklıdır. Porozitesi ortalama % 10.37 olup Moos-Quervain'in yaptığı sınıflamaya göre çok boşlukludur. Ağırlıkça su emme oranı ortalama % 4.39'dur.

4.4.2 Mekanik özellikler

Kayaçların mekanik özellikleri incelenmek amacıyla numuneler üzerinde çekme direnci deneyi, tek eksenli ve üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. Sondaj kuyularından alınan örnekler üzerinde yapılan tek eksenli basınç deneyine göre kayacın dayanımı belirlenmiştir. BSK-5 (1 Nolu) sondaj kuyusundan 63. metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 45.1 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre orta dayanımlıdır. BSK-5 (1 Nolu) sondaj kuyusundan 25. metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 53.9 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre orta dayanımlıdır. BSK-10 (2 Nolu) sondaj kuyusundan 25.8 metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 101.2 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre yüksek dayanımlıdır. BSK-10 (2 Nolu) sondaj kuyusundan 25.8 metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 101.2 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre yüksek dayanımlıdır. BSK-6 (1 Nolu) sondaj kuyusundan 9. metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 149.6 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre yüksek dayanımlıdır. BSK-6 (1 Nolu) sondaj

kuyusundan 35. metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 61.2 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre yüksek dayanımlıdır. BSK-6 (2 Nolu) sondaj kuyusundan 35. metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 46.0 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre orta dayanımlıdır. KSI-1 (1 Nolu) sondaj kuyusundan 12. metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 38.4 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre orta dayanımlıdır. KSK-1 (1 Nolu) sondaj kuyusundan 43. metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 82.7 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre yüksek dayanımlıdır. KSK-1 (2 Nolu) sondaj kuyusundan 43. metresinden alınan karot örneğinin tek eksenli basınç direnci 88.2 MPa bulunmuştur. Buna göre ISRM (1981)'in yaptığı sınıflamaya göre yüksek dayanımlıdır.

4.4.2.1 Çekme direnci deneyi

Baraj eksen yeri ve yakın dolayında açılan araştırma kuyularının farklı derinliklerinden alınan karot örnekleri üzerinde yapılan çekme direnci deney sonuçları Çizelge 4.8'de sunulmuştur. Çekme direnci değerleri 4.5 eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.8 : Kaya malzemelerinin çekme direnci özellikleri

Sondaj No	Derinlik(m)	Boy(cm)	Çap(cm)	Kırılma Yüğü (kg)	Çekme Direnci (MPa)
BSK-5(3No)	63	5.6	5.4	1060	2.23
BSK-5(3No)	25	4.45	5.1	1580	4.43
BSK-6(3No)	35	6.5	6.1	2600	4.18
KSI-1	12	6.14	6.1	2520	4.29
KSK-1(4No)	43	5.3	6.1	1560	3.07

$$1\text{MPa}= 10 \text{ kg/cm}^2$$

4.4.2.2 Tek eksenli basınç deneyi

Baraj eksen yerinde açılan araştırma kuyularının farklı derinliklerinden alınan karot örnekleri üzerinde yapılan tek eksenli basınç deney sonuçları Çizelge 4.9'da sunulmuştur.

Çizelge 4.9 : Kaya malzemelerinin tek eksenli basınç dirençleri

Sondaj No	Derinlik (m)	Boy(cm)	Çap(cm)	Kırılma Yüğü (MPa)
BSK-5 (1 No)	63	10.56	5.4	45.1
BSK-10(2 No)	25.8	10.27	5.1	101.2
BSK-5 (1 No)	25	9.94	5.1	53.9
BSK-6 (1 No)	9	10.3	5.4	149.6
BSK-6 (1 No)	35	11.97	6.1	61.2
BSK-6 (2 No)	35	12.83	6.1	46.0
KSI-1(1No)	12	12.12	6.1	38.4
KSK-1(1No)	43	12.54	6.1	82.7
KSK-1(2No)	43	12.2	6.1	88.2

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ kg/cm}^2$$

4.4.2.3 Üç eksenli basınç deneyi

Büyük Melen Barajı eksen yerinde açılan araştırma kuyulardan üç eksenli basınç deneyine uygun nitelikte sınırlı sayıda karot örnekleri alınabilmektedir. BSK-5 ve BSK-10 nolu kuyulardan alınan karot örnekleri üzerinde yapılan deney deney sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

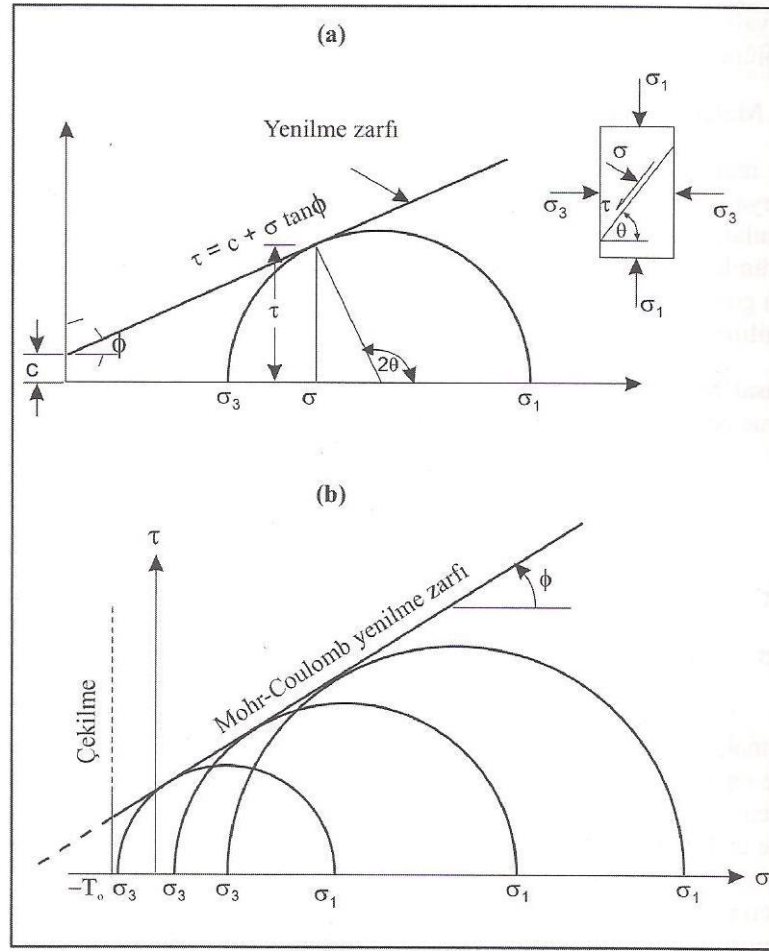
Çizelge 4.10 : Kaya malzemelerinin üç eksenli basınç dirençleri

Sondaj No	Derinlik (m)	Boy (cm)	Çap (cm)	Çevre Gerilmesi	Kırılma Yüğü (MPa)
BSK-5(2 No)	63	10.9	5.4	25	90.2
BSK-10(1 No)	25.8	10.3	5.1	30	171.7
BSK-5(2 No)	25	10.4	5.1	30	88.1

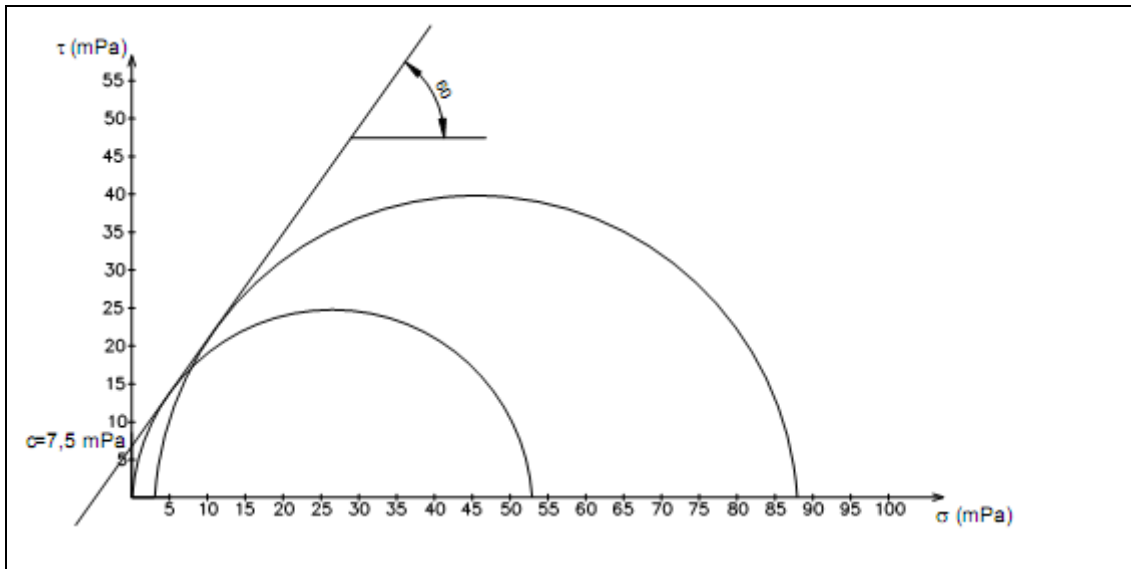
$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ kg/cm}^2$$

Kaya malzemelerinin dayanımı doğrusal Mohr-Coulomb yenilme ölçütleriyle bilinmektedir. Doğrusal Mohr-Coulomb yenilme ölçütü ile kaya malzemelerinin kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) bulunur. Mohr daireleri τ - σ grafiğine çizilir (Şekil 4.10).

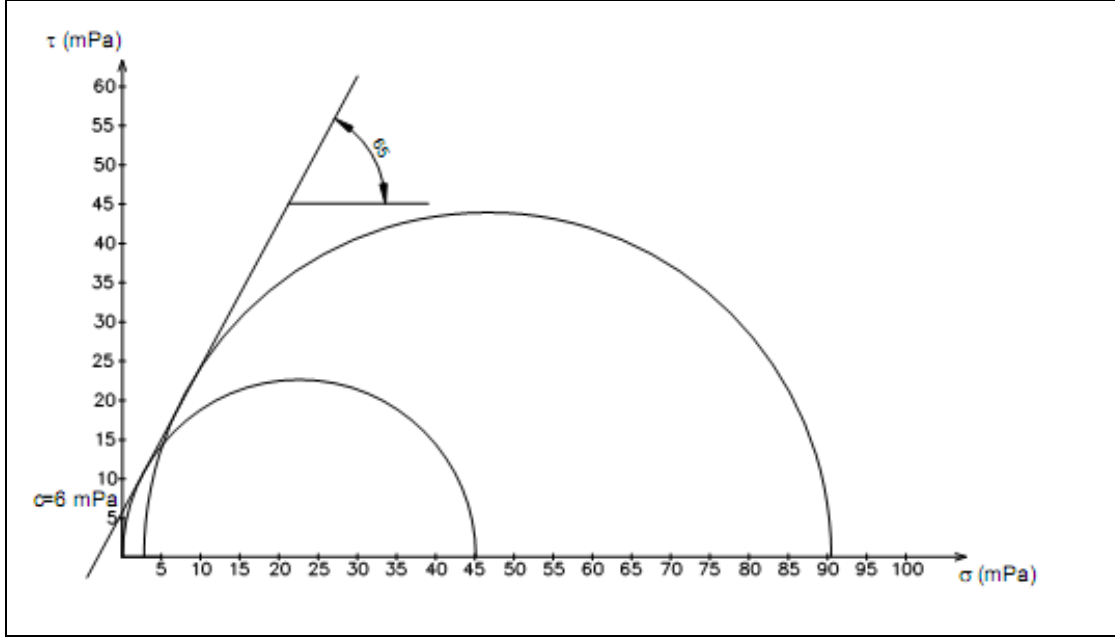
Dairelerinin ortak teğetinin τ eksenini kestiği nokta kohezyonu (c), teğetin eğimi ise içsel sürtünme açısını (ϕ) verir.



Şekil 4.10 : (a) Üç eksenli yenilemede gerilme koşulları, (b) Mohr-Coulomb yenilme zarfı.

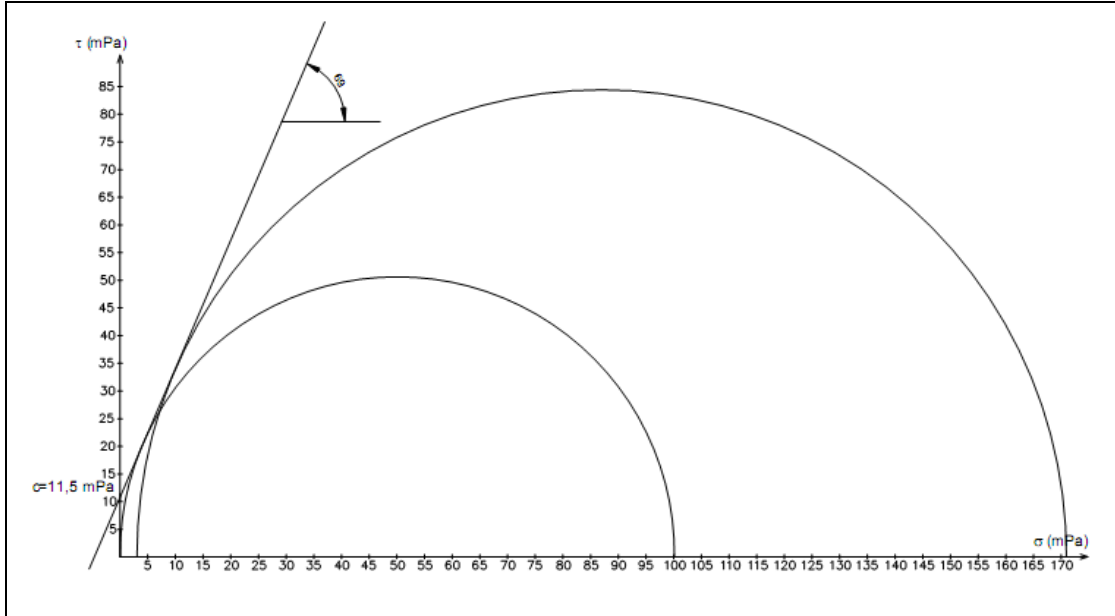


Şekil 4.11 : BSK-5 25. Metredeki sondaj kuyusunun mohr zarfı.



Şekil 4.12 : BSK-5 63 metredeki sondaj kuyusunun mohr zarfı.

BSK-5 (25.m), BSK-5 (63.m) ve BSK-10 (25.8.m) nolu sondaj kuyularından elde edilen tek eksenli ve üç eksenli basınç değerleri kaya mekaniği laboratuvarında bulunmuş ve bu değerlere göre bu sondaj kuyularına ait mohr daireleri çizilmiştir (Şekil 4.11 ,4.12, 4.13). Sondaj kuyularına ait mohr dairesinden elde edilen kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.13 : BSK-10 25.8. metredeki sondaj kuyusunun mohr zarfı.

Çizelge 4.11 : Sondaj kuyularının mohr zarflarından elde edilen verileri.

Sondaj Kuyusu	Birimi	Kohezyon (c) (MPa)	İçsel sürtünme açısı (°)
BSK-5 (25.m)	Kumtaşı	7.5	60°
BSK-5 (63.m)	Kumtaşı	6	65°
BSK-10 (25.8m)	Kumtaşı	11.5	69°

4.4.3 Tek eksenli basınç dayanımında yenilme sonrası davranış

Laboratuvar deneylerinde kullanılan sağlam kaya örneklerinin yenilme sonrası (post-failure) davranışının çatlaklı kayanın davranışına benzer olduğu bilinmektedir. Bu nedenle çoğu kez çatlaklı kayanın davranışının, ortam koşulları dikkate alınarak, yenilme-kırılma sonrası davranışla belirli oranda korele edilebileceği düşünülmektedir (Rummel (1975), Paterson(1978), Fairhurst (1990), Vardar (1993)).

Kırılma sonrası kayanın davranışının çatlaklarla denetlenmesi bu bölgede davranış temsil eden mükemmel eğrilerin elde edilmesini zorlaştırmaktadır.

Gevrek kayada deviyatör gerilme ($\Delta\sigma$) artışına bağlı olarak kırılma öncesi giderek artan, büyüyen ve birleşerek yenilmeye neden olan yapısal kusurların kırılma sonrası direnç ve davranış üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Sağlam kayanın maksimum direncinin aşılarak kırılmayla beraber kalıcı deformasyonların etkili olduğu ve direncin düştüğü bölge (Şekil 4.14) yenilme sonrası davranış olarak isimlendirilmektedir.

İdeal elastik cisimler üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda bu tür cisimlerin üzerine uygulanan gerilme ile oluşan deformasyonlar arasında lineer bir ilişkinin varlığı saptanmıştır. “Hoek Kanunu” olarak bilinen bu bağıntı,

$$E=\sigma/\varepsilon \quad (4.8)$$

Şeklinde ifade edilmektedir. Burada,

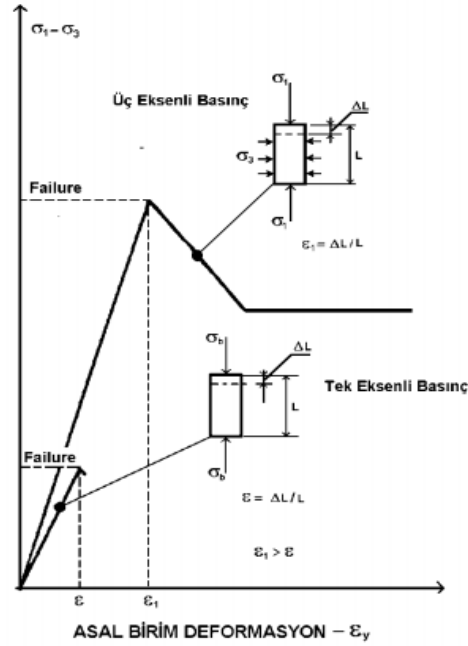
E: Elastisite Modülü

σ : Gerilme

ε : Deformasyondur.

Bu ilişkiye göre her elastik cisim için uygulanan gerilme ile oluşan deformasyon arasındaki oran sabittir ve elastisite modülü olarak tanımlanmaktadır. Elastisite modülü, mekanik anlamda cisimlerin katılığının, ya da sertliğinin göstergesidir.

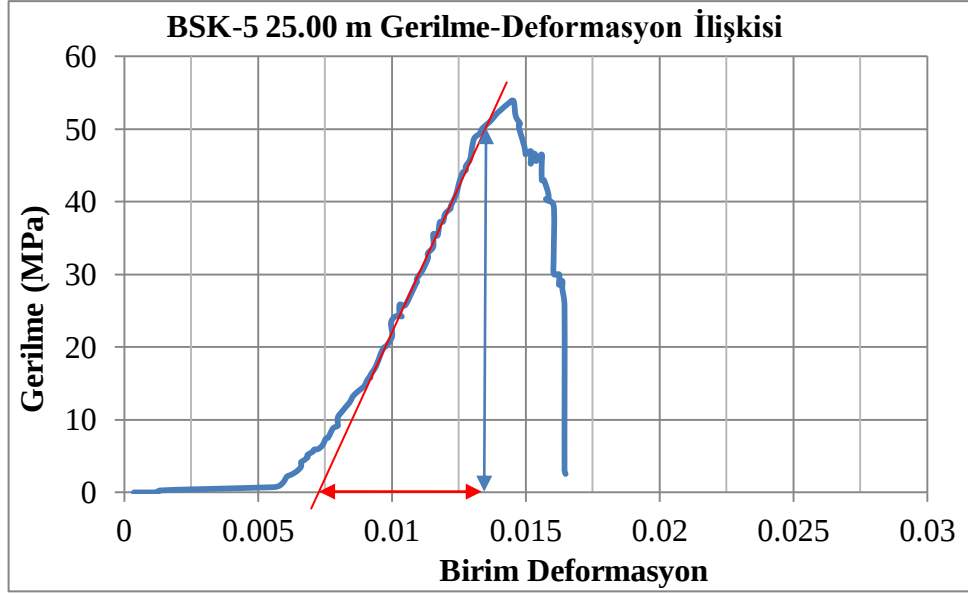
Uygulanan gerilmenin basınç veya çekme olması elastisite modülünün değerini değiştirmez.



Şekil 4.14 : Kayanın yenilme öncesi (pre-failure) ve yenilme sonrası (post-failure) davranışı.

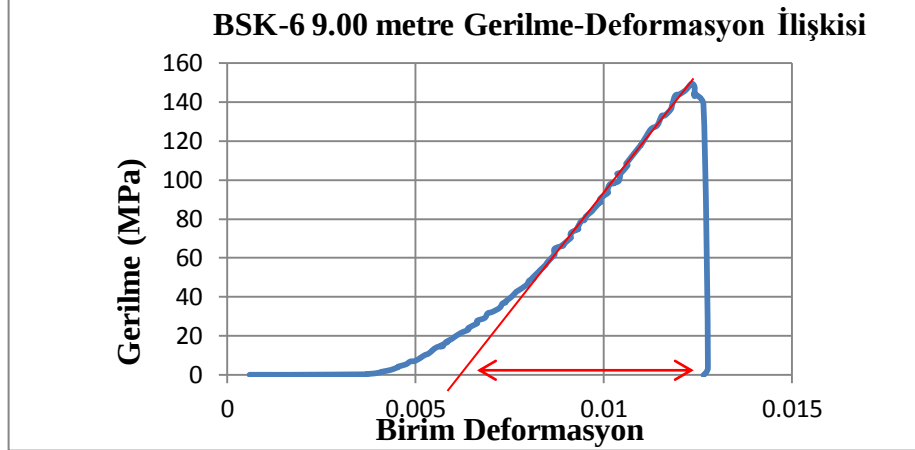
Deney numunelerinin yenilme sonrası davranışı aşağıdaki grafiklerde verilmiş olup elastisite modülü ve basınç dirençleri hesaplanmıştır.

BSK-5 nolu sondajın 25.metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi incelenmiştir (Şekil 4.15). Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Çünkü yüke karşı dayanım, artan deformasyonla birlikte azalmaktadır. Kayacın artan basınca karşı direnci azalırken deformasyonu artmıştır. Şekilde de görüldüğü gibi elastik deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Kayaçta çatlakların başlamasıyla yenilme mekanizması başlamıştır. Yenilme peak gerilmede olmuştur. Yapılan tek eksenli basınç deneyi sonrasında kayaç numunesinde kalıcı değişiklikler olmuştur. Grafikten de görüldüğü gibi kayacın yenilmeden sonraki davranışının herhangi bir noktasında yüzeyler arasında kohezyonun tamamen kaybolması ile ani yenilmeler meydana gelmiştir. Numunenin basınç direnci 53.9 MPa'dır. Elastisite modülü 8333.33 MPa'dır.



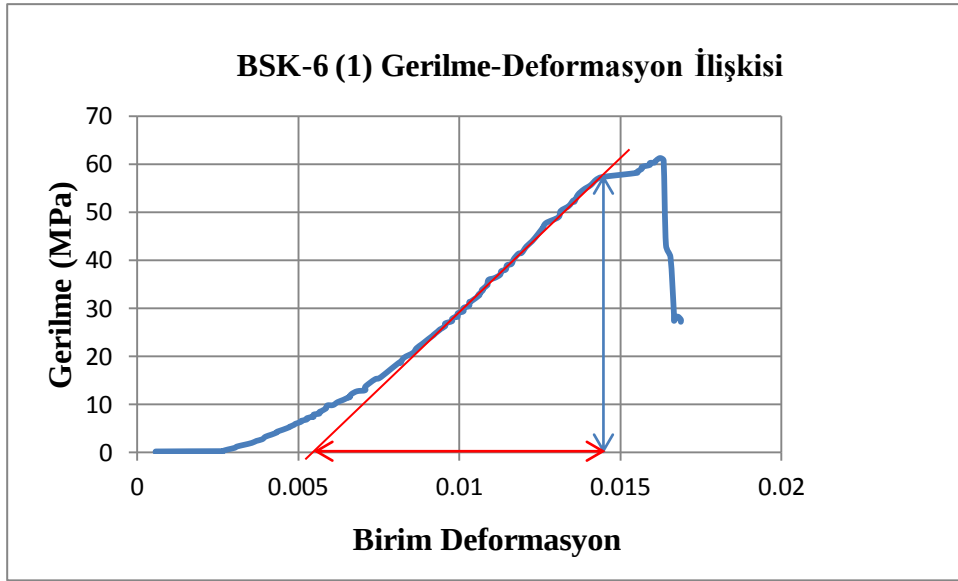
Şekil 4.15 : BSK-5 Nolu sondajın 25. metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

BSK-6 nolu sondajın 9.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Elastik deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç direnci 149.6 MPa'dır. Elastisite modülü 28000 MPa'dır.



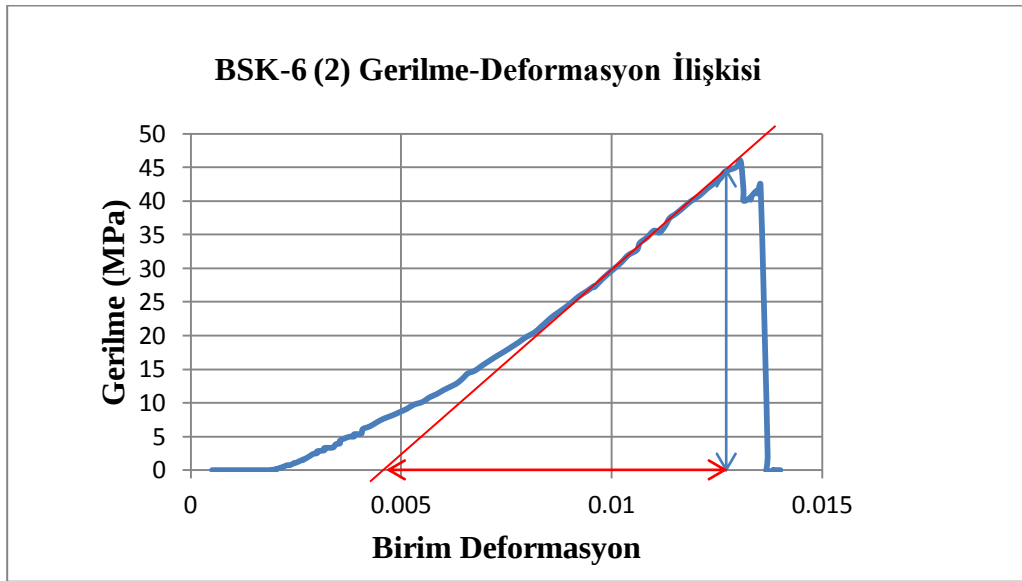
Şekil 4.16 : BSK-6 nolu sondajın 9.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

Şekil 4.17'de BSK-6(1) nolu sondajın 35.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi gösterilmiştir. Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Elastik deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç direnci 61.2 MPa'dır. Elastisite modülü 7125 MPa'dır



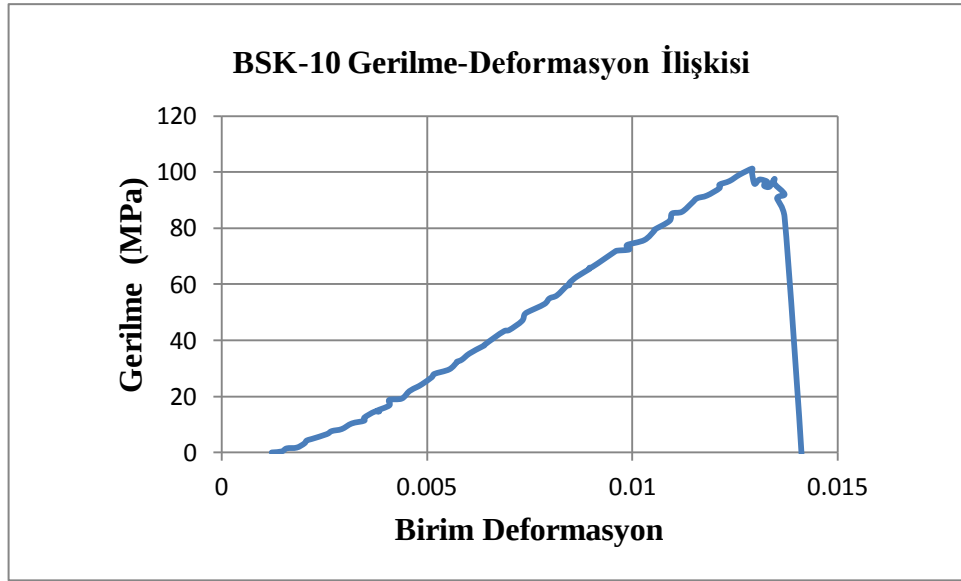
Şekil 4.17 : BSK-6 (1) nolu sondajın 35.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

Şekil 4.18’de BSK-6(2) nolu sondajın 35.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi verilmiştir. Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Elastik deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç direnci 46.0 MPa’dır. Elastisite modülü 4777.77 MPa’dır



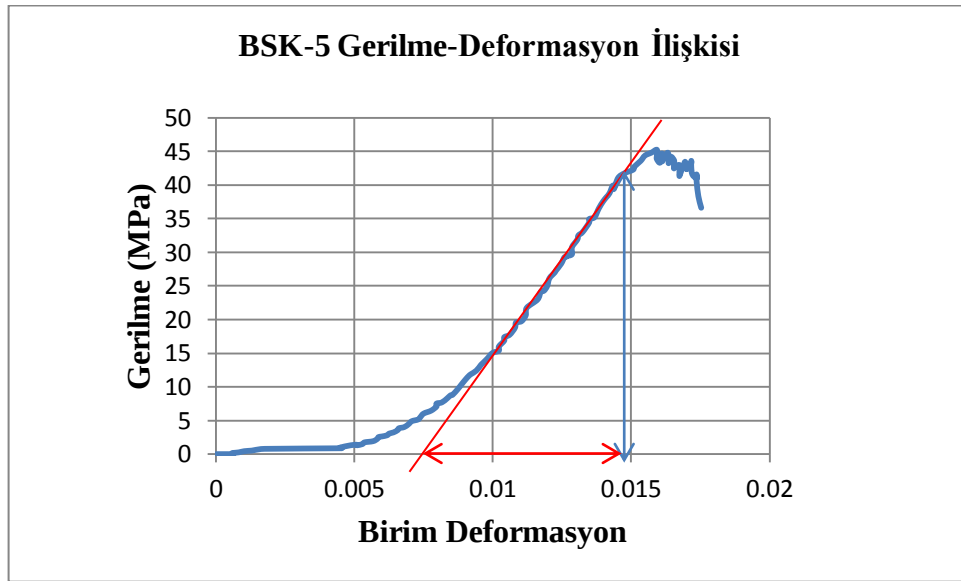
Şekil 4.18 : BSK-6 (2) nolu sondajın 35.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

Şekil 4.19’da BSK-10 nolu sondajın 25.80 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi gösterilmiştir. Buna göre; kayaç gevrek bir haldedir. Elastik deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç dayanımı 101.2 MPa’dır. Elastisite modülü 10000 MPa’dır



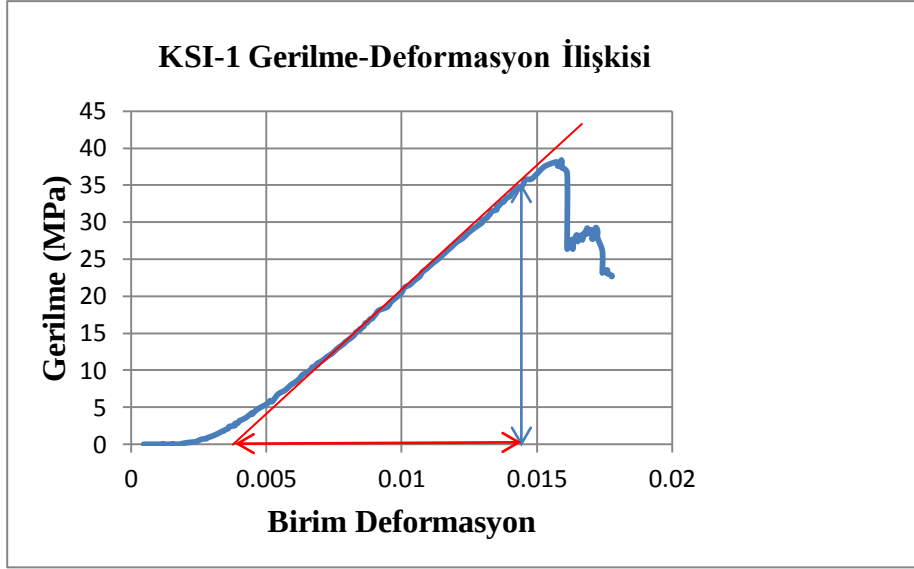
Şekil 4.19 : BSK-10 nolu sondajın 25.80 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

BSK-5 nolu sondajın 63.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi Şekil 4.20’de verilmiştir. Buna göre; bu derinlikteki kaya gevrekliktir. Elastik deformasyondan sonra çok az bir plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç direnci 45.1 MPa’dır. Elastisite modülü 6000 MPa’dır



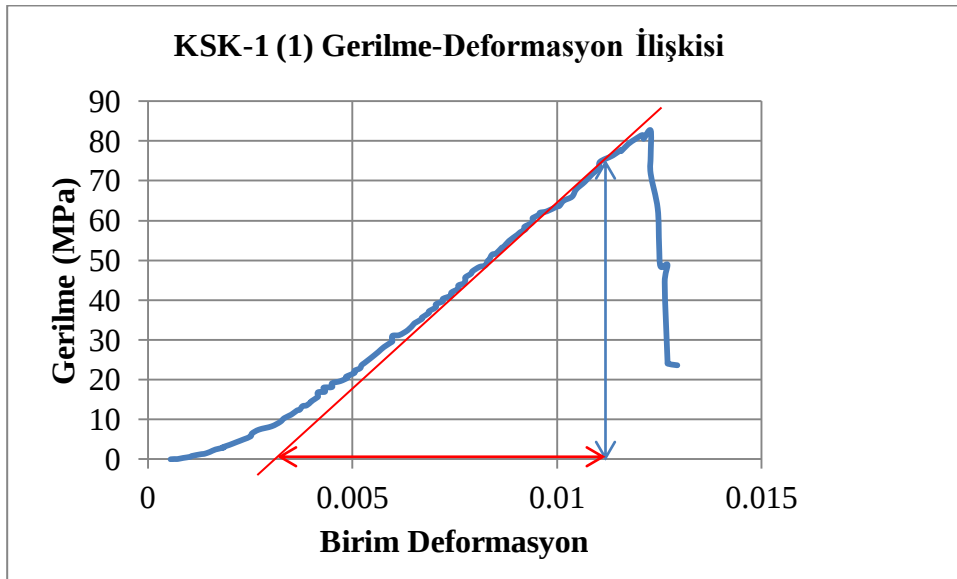
Şekil 4.20 : BSK-5 nolu sondajın 63.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

Şekil 4.21’de KSI-1 nolu sondajın 12.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi incelenmiştir. Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Elastik deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç direnci 38.4 MPa’dır. Elastisite modülü 3500 MPa’dır



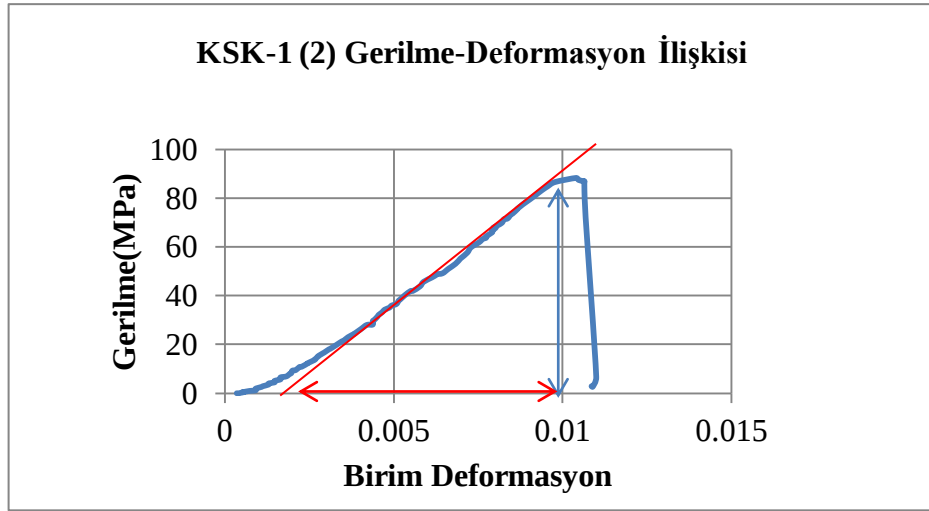
Şekil 4.21 : KSI-1 nolu sondajın 12.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

KSK-1(1) nolu sondajın 43.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi incelenmiştir (Şekil 4.22). Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Elastik deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç direnci 82.7 MPa'dır. Elastisite modülü 8333.33 MPa'dır



Şekil 4.22 : KSK-1(1) nolu sondajın 43.00 metredeki gerilme deformasyon ilişkisi.

Grafikteki KSK-1(2) nolu sondajın 43.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi incelenmiştir. Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Elastik deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç dayanım noktası 88.2 MPa'dır. Elastisite modülü 14166.67 MPa'dır



Şekil 4.23 : KSK-1(2) nolu sondajın 43.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

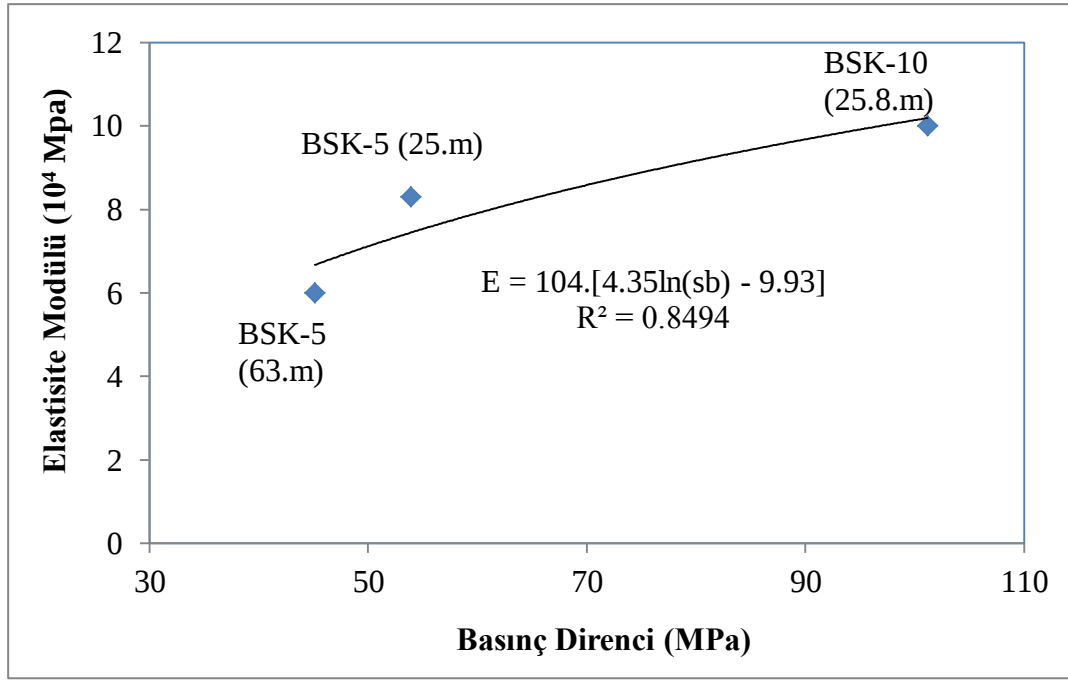
Baraj yerine ait olan bu numunelerin elastisite modülü ve basınç direnci değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 : Sondaj kuyularına ait basınç direnci ve elastisite modülleri.

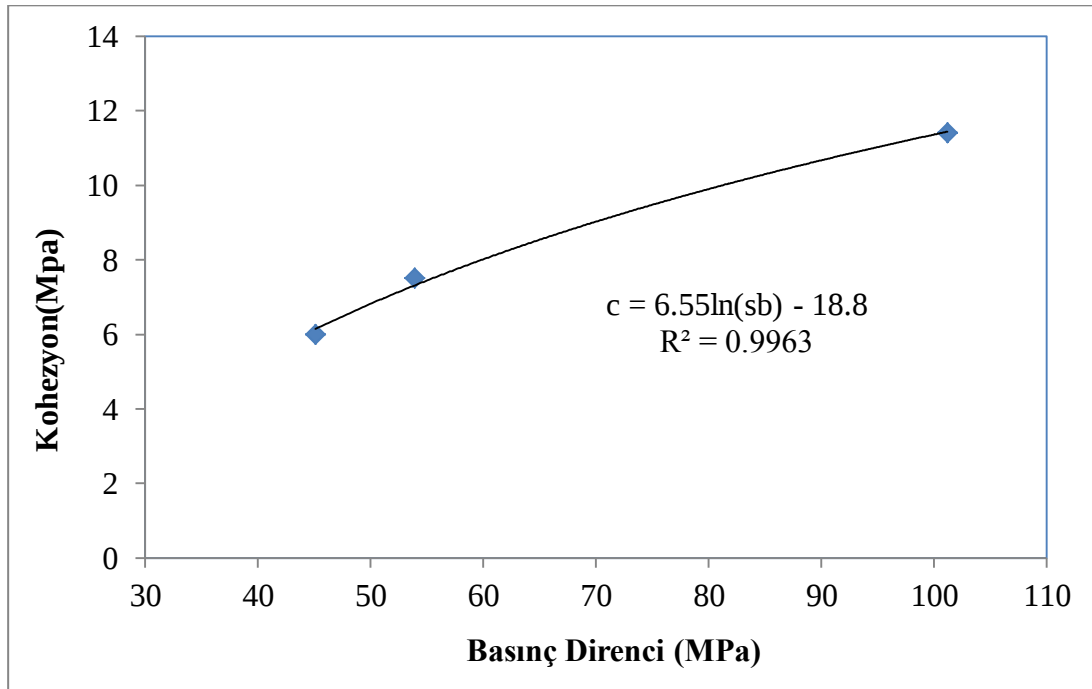
Sondaj Kuyusu	Derinlik (m)	Basınç Direnci (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)
BSK-5	25	53.9	8333.33
BSK-6	9	149.6	28000
BSK-6 (1)	35	61.2	7125
BSK-6 (2)	35	46.0	4777.77
BSK-10	25.8	101.2	10000
BSK-5	63	45.1	6000
KSI-1	12	38.4	3500
KSK-1 (1)	43	82.7	8333.33
KSK-1 (2)	43	88.2	14166.67

Çizelge 4.12’de verilen BSK-5 (25.m), BSK-5 (63.m) ve BSK-10 (25.8. m) sondaj kuyularının elastisite modülü ile basınç direnci değerleri verilmiş olup bu veriler arasındaki ilişki Şekil 4.24’te gösterilmiştir. Buna göre elastisite modülü ile basınç direnci arasında doğru orantı vardır. Elastisite modülü arttıkça kayaç numunelerinin de basınç direnci artmaktadır.

Aynı sondaj kuyularına ait kohezyon ve basınç direnci arasındaki ilişkiye göre (Şekil 4.25) doğru bir orantı vardır. Kohezyon arttıkça basınç direnci de artmaktadır.



Şekil 4.24 : BSK-5 (25.m), BSK-5 (63.m) ve BSK-10 (25.8.m) sondaj kuyularının elastisite modülü ile basınç direnci arasındaki ilişki.

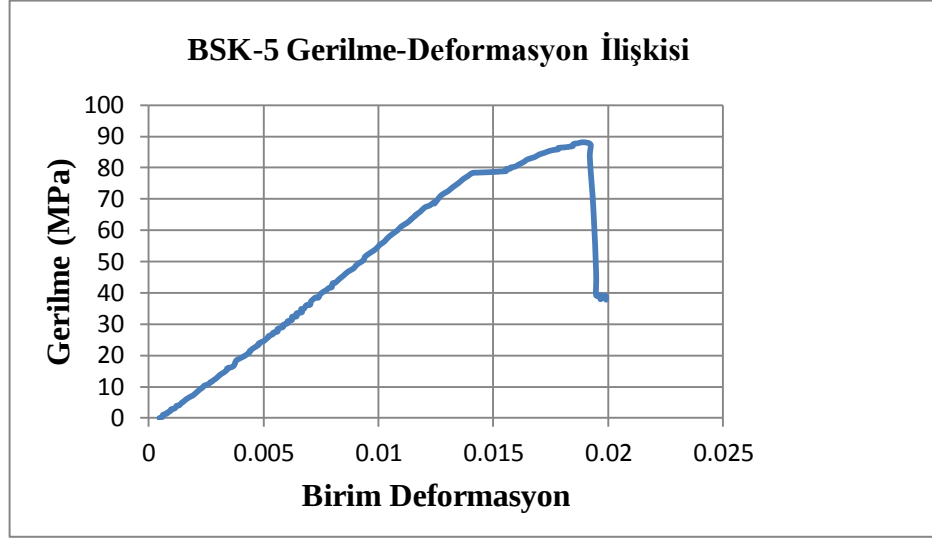


Şekil 4.25 : BSK-5 (25.m), BSK-5 (63.m) ve BSK-10 (25.8.m) sondaj kuyularının kohezyon-basınç direnci ilişkisi.

4.4.4 Üç eksenli basınç dayanımı

BSK-5 nolu sondajın 25.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi incelenmiştir (Şekil 4.26). Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Elastik

deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç direnci 88.1 MPa'dır.



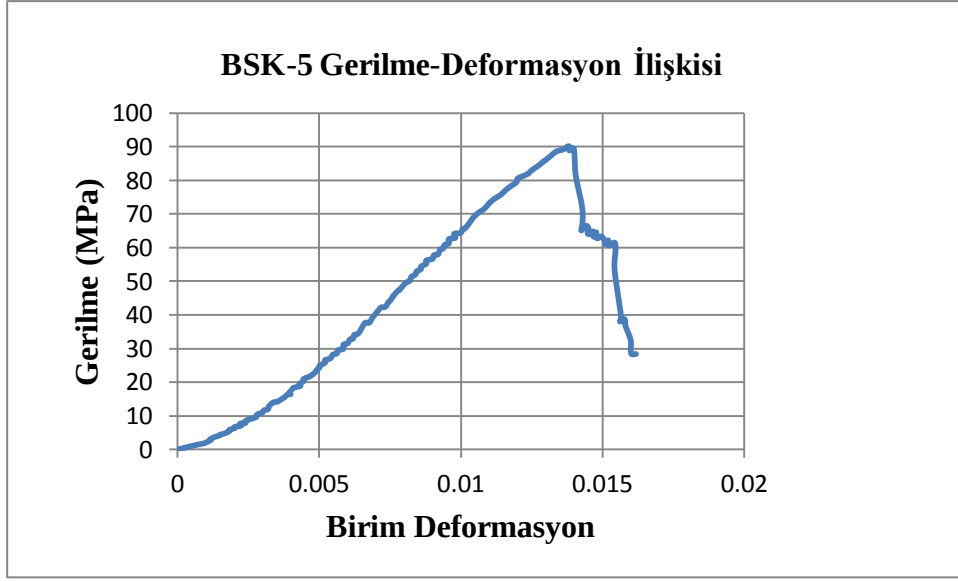
Şekil 4.26 : BSK-5 nolu sondajın 25.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

BSK-10 nolu sondajın 25.80 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi incelenmiştir (Şekil 4.27). Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Elastik deformasyondan sonra plastik deformasyon oluşmuştur. Numunenin basınç direnci 171.7 MPa'dır.



Şekil 4.27 : BSK-10 nolu sondajın 25.80 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

BSK-5 nolu sondajın 63.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi Şekil 4.28'de incelenmiştir. Buna göre; bu sondajdaki numune gevrek bir haldedir. Numunenin basınç direnci 90.2 MPa'dır.



Şekil 4.28 : BSK-5 nolu sondajın 63.00 metredeki gerilme-deformasyon ilişkisi.

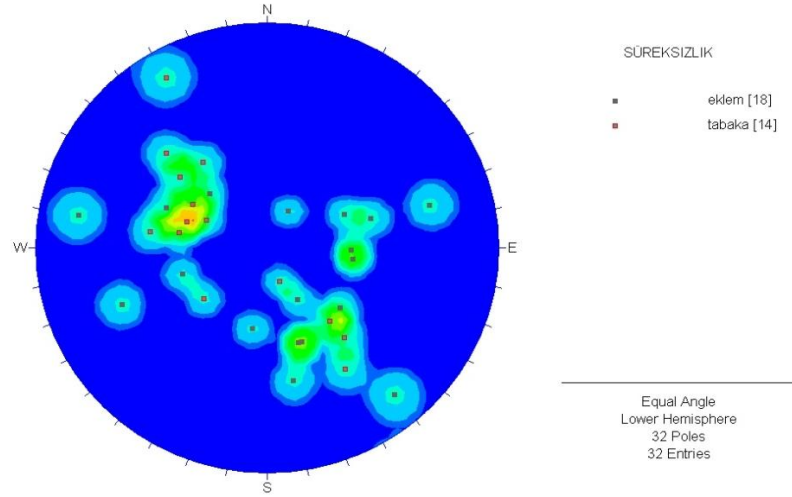
4.5 Kaya Kütlelerinin Mühendislik Özellikleri

Çalışma alanına ait 1/1000 ölçekli ayrıntılı mühendislik jeolojisi haritası revize edilmiş ve EK B.3'te sunulmuştur.

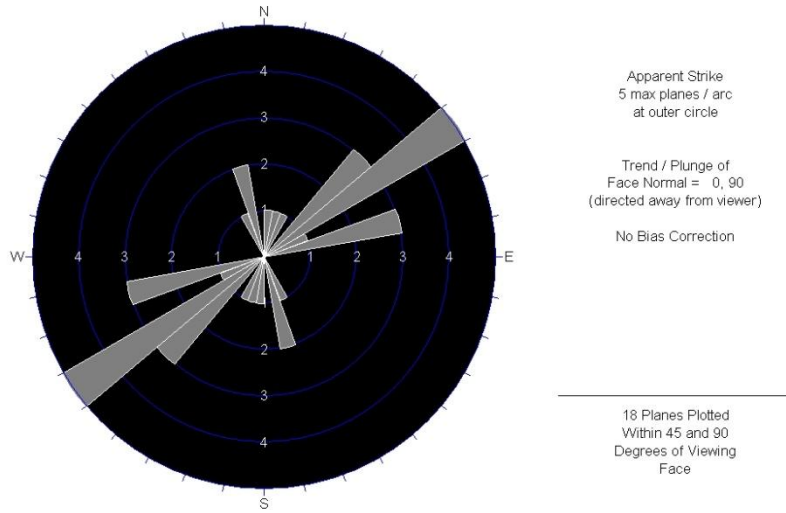
Baraj yerinde ölçülen süreksizliklerin konumu, dips programından yararlanılarak değerlendirilmiştir. Buradan inceleme alanında üç farklı süreksizlik takımı belirlenmiştir (Şekil 4.29).

1. süreksizlik takımı:39/109
2. süreksizlik takımı:49/317
3. süreksizlik takımı:39/274

Ayrıca hazırlanan Gül diyagramından (Şekil 4.30) hakim süreksizlik yönelimi belirlenmiştir. Doğrultu yönelimi K55D, K45D,K75D olup KB/GD eğimlidir.



Şekil 4.29 : Süreksizliklerin yoğunlaştığı kutup noktaları.



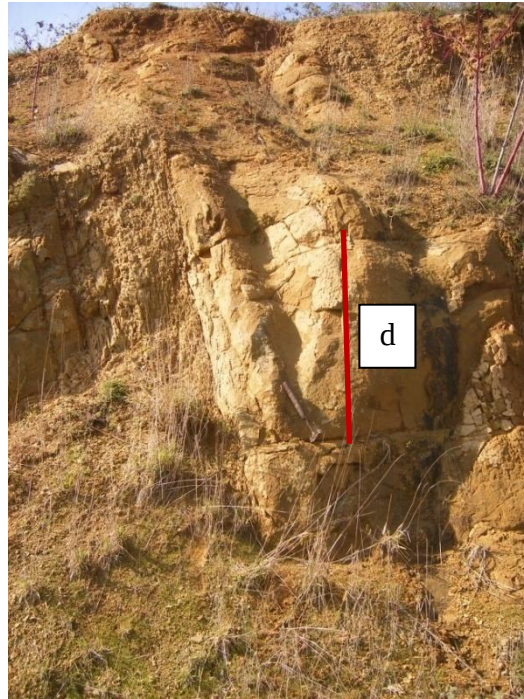
Şekil 4.30 : Süreksizliklere ait gül diyagramı.

Süreksizlik ya da eklem sıklığı kavramı; kaya kütesinin geçirgenliğini ve kaya malzemesinin oluşturduğu blokların boyutlarını denetleyen bir parametre olmasından dolayı kaya kütlelerinin en önemli özelliklerinden biridir. Bu parametre, kaya kütlelerinin dayanımı ve davranışını doğrudan etkilediği için aynı şekilde yerüstü kazılarının veya açıklıklarının duraylılıklarını da doğrudan etkilemektedir. Süreksizlik aralığının düşük olması, özellikle yer altı açıklıklarının duraylılığının sağlanmasını güçleştirir.

Kaya kütleleri için süreksizlik aralığı parametresinin tanımlanması amacıyla ISRM (1981) tarafından önerilen ve Çizelge 4.13'te verilen tanımlama ölçütleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çizelge 4.13 : Süreksizlik aralığını tanımlama ölçütleri (ISRM, 1981).

Aralık (mm)	Tanımlama
<20	Çok Dar Aralıklı
20-60	Dar Aralıklı
60-200	Yakın Aralıklı
200-600	Orta Derecede Aralıklı
600-2000	Geniş Aralıklı
2000-6000	Çok Geniş Aralıklı
>6000	İleri Derecede Aralıklı



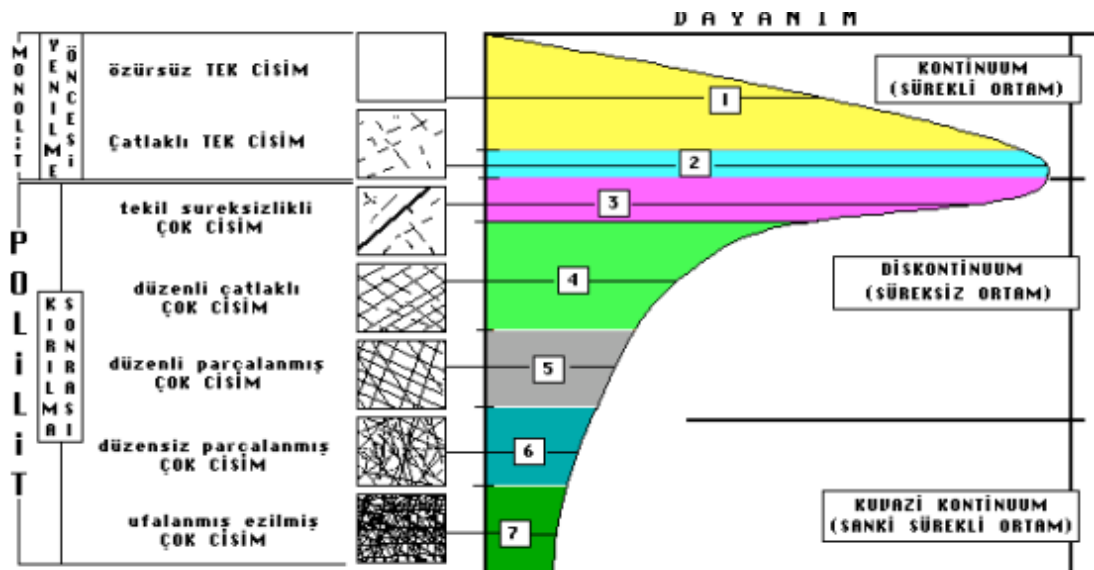
Şekil 4.31 : Arazide süreksizlik aralığı.

Sol sahilde ölçülen süreksizlikler 30-60 cm aralığında olup (Şekil 4.31) mm cinsinden hesaplandığında 300-600 mm arasındadır. Buna göre ISRM (1981)'e göre tanımlandığında kaya kütlelerinin süreksizlik aralığı orta derecede aralıklıdır. Arazide ölçülen süreksizlik açıklıkları; sol sahilde kumtaşı biriminde 1cm'lik süreksizlik açıklığı vardır (Şekil 4.32).



Şekil 4.32 : Sol sahilde ölçülen süreksizlik açıklığı.

Süreksizliklerin durumunu dikkate alarak, kayaların çatlaksız ortamdan (tek cisim ortamı) süreksiz parçalanmış ortama kadar değişen ortam özelliklerine sahip olabileceğini bunun sonucunda bu ortamların farklı davranış sergileyeceklerini ifade eden Müller'e göre; süreksizlik içermeyen (masif) veya az sayıda süreksizlikle bölünmüş ortamlar süreksiz ortamlar olarak tanımlanırken, süreksizliklerin sayısının ve sıklığının artmasıyla kaya süreksiz ortam haline geçebilmekte, böylece kaya kütlelerinin davranışı malzeme ve dokusal özellikleri tarafından denetlenmektedir. Müller'in bu yaklaşımı, Vardar (2005) tarafından önerilen ortam adlandırmasında daha ayrıntılı şekilde tanımlanmaktadır (Şekil 4.33).



Şekil 4.33 : Mühendislik jeolojisi çalışmalarında kaya niteliğindeki ortamların adlandırılması (Vardar, 2005)

Kaya ortamların gerilme-deformasyon grafiği üzerinde kayanın yenilme (kırılma) öncesi, yenilme sonrası ve sonrasındaki idealize edilmiş davranış şekilinde görölmektedir. Grafik üzerinde üstteki yatay eksen σ , ve düşey eksen ε olmak üzere kayanın kırılma öncesinden (pre-failure) başlayarak, kırılma sırası ve sonrasındaki (post-failure) idealleştirilmiş davranışları şekilde görölmekte olup buradaki post-failure eğrisi, başlangıçta (diajenez sonunda) tek parça (monolit) olan kayaçların geçirdikleri tektonizmaya bağlı kırılmalar sonrasında nasıl çok parçalı ortama dönüştüklerini göstermektedir.

4.6 Baraj Eksen Yeri Kayaçlarının Geçirimliliği

Baraj eksen yerinde zemin ve kayaların su tutabilme özelliklerini araştırmak amacıyla YSK-1, BSK-2, BSK-3, BSK-9, ÇSK-1, BSK-5, DSK-1 nolu araştırma kuyularında serbest sızma ve basınçlı su deneyleri (BST) yapılmıştır (EK C). Basınçlı su deneyleri 2-3 m' lik kademelerle, yukarıdan aşağıya tek tıkaç yöntemine göre yapılmıştır. Baraj temelindeki kayaçların farklı hidrostatik basınçlar altındaki davranışlarını belirlemek amacıyla bu deneylerde “yükselen ve alçalan basınç kademeleri” uygulanmıştır.

Farklı basınç kademelerinde ($P:atm$) - Emilme Katsayıları $Q(l/dak/m)$ arasındaki ilişki grafiksel olarak gösterilmiştir (EK A). Ayrıca, her deney kademesi için Lugeon (LU) değeri hesaplanarak mühendislik jeolojisi kesiti üzerinde gösterilmiştir.

Aşağıda Melen Barajı eksen yerinin sızdırmazlık özellikleri sol sahil, talveg ve sağ sahil için ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

4.6.1 Sol sahil

Baraj eksen yerinin sol sahilinin geçirimsizlik özellikleri YSK-1 ve BSK-2 nolu kuyularda yapılan deneysel çalışmalar ile belirlenmiştir.

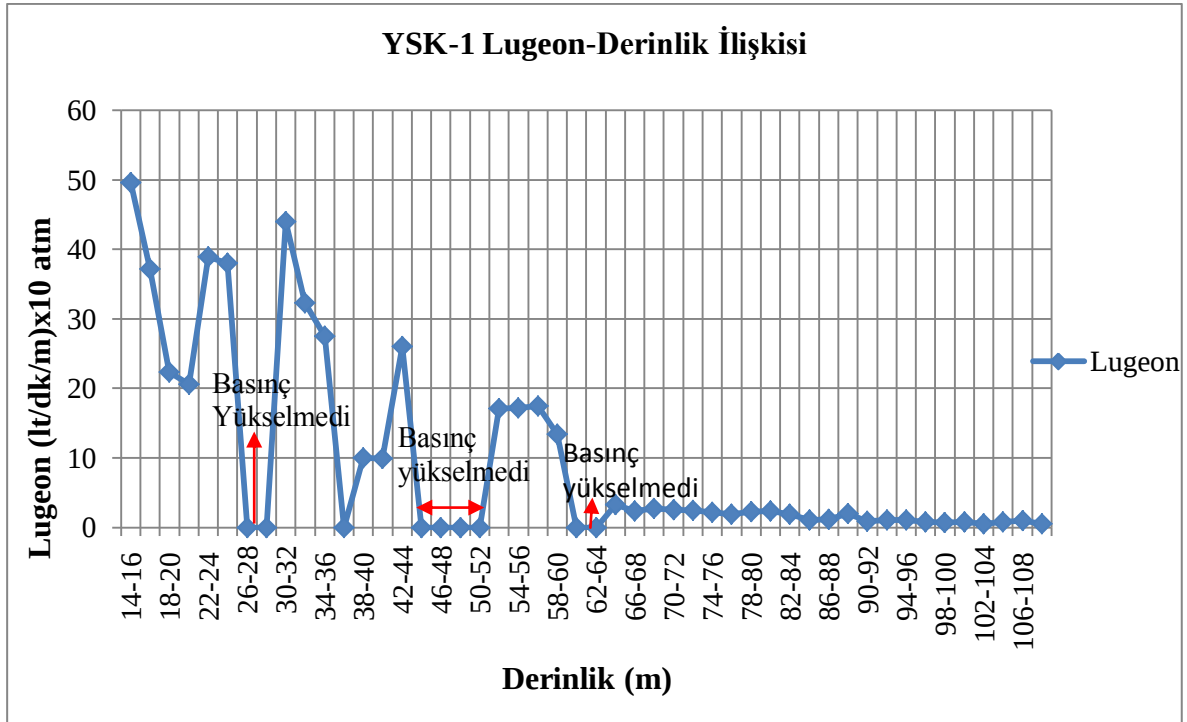
YSK-1 nolu araştırma kuyusunun 10. m'den sonra yapılan BST deneylerinden hesaplanan LU değerinin derinliğe bağlı değişimi Şekil 4.34'te gösterilmiştir. YSK-1 nolu araştırma kuyusunun 10-12. metreleri arasında 1.5 atm basınçta 10 dk'da 700 litre su kaybı olmuş ve basınç yükselmemiştir. 12-14 m deney kademelerinde 1.5 atm basınçta 10 dakıda 710 litre su kaybı olmuş ve bu kademedede basınç yükselmemiş olup, ortam çok geçirimli olarak sınıflandırılmıştır. 26-28 metre deney kademesinde

1.5 atm basınçta 30 dk'da 1830 litre su kaybı olmuş ve basınç yükselmemiştir. 28-30 m kademelerinde 1.5 atm basınçta 30 dk'da 1830 litre su kaybı olmuş ve basınç yükselmemiştir. 42-44 m deney kademesinde 6.5 atm basınçta 10 dk'da 520 litre su kaybı olmuş ve basınç yükselmemiştir. 44-46 m deney kademesinde ise basınçta herhangi bir yükselme olmaksızın 50 dakikada 3150 litre su kaybı meydana gelmiştir. 46-48 m deney kademesinde 0 atm basınçta 50 dk'da 3100 litre su kaybı olmuş ve basınç yükselmemiştir. 48-50 m deney kademesinde 0 atm basınçta 50 dk'da 3200 litre su kaybı olmuş ve basınç yükselmemiştir. 50-52 m deney kademesinde 0 atm basınçta 50 dk'da 3200 litre su kaybı olmuş ve bu kuyunun 42-52 metreleri arası çok geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır.

YSK-1 nolu araştırma kuyusunda 14-18 m derinliklerinde LU değerleri 50 ile 37 arasında değişmektedir. Buna göre baraj eksen yerinin bu kesimi çok geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır. 18-22 m derinliklerinde LU değerleri 20 ile 23 arasında değişmekte olup baraj eksen yerinin bu kesimi ise geçirimlidir. 22-26 m derinliklerinde LU değerleri 37 ile 39 arasında değişmektedir. Buna göre baraj eksen yerinin bu kesimi çok geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır. 30-36 m arasında LU değerleri 28 ile 45 arasında değişmektedir. Baraj eksen yerinin bu kesimi çok geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır. 38-42 m derinliklerinde LU değerleri 9 ile 10 arasında olup geçirimlidir. 52-60 m derinliklerinde LU değerleri 13 ile 18 arasında değişmektedir. Buna göre baraj eksen yerinin bu kesimi geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır. 60-62 m deney kademelerinde 1 atm basınçta 50 dakikada 3050 litre su kaybı olmuş ve basınç yükselmemiştir. Buna göre kuyunun bu kesimi çok geçirimli olarak sınıflandırılmıştır. 62-64 m deney kademelerinde 0 atm basınçta 50 dakikada 3220 litre su kaybı olmuş ve basınç yükselmemiştir. Buna göre kuyunun bu kesimi çok geçirimli olarak sınıflandırılmıştır. 64-90 m derinliklerinde LU değerleri 1 ile 4 arasında olup az geçirimlidir. 90-92 m derinliğinde ise LU değeri 0.91 olup geçirimsizdir. 92-96 m derinliklerinde LU değeri 1 ile 1.08 arasında olup az geçirimlidir. 96-110 m derinliklerinde LU değerleri 0.1 ile 1 arasında değişmektedir. Buna göre baraj eksen yerinin bu kesimi geçirimsiz olarak sınıflandırılmaktadır.

YSK-1 sondajının emilme grafiği incelendiğinde (EK A) kuyunun 14-16 metrelerinde bulunan kumtaşıda çok fazla su kaybı vardır. Basınç 5 atm'den fazla yükselmemiş, 10 dk'da 485 litre su kaçmıştır. Bu derinliklerde RQD değeri ise 5 olup, çok zayıf kaya kalite özelliğindedir. 16-18 metre kademesinde kumtaşıda

RQD değeri sıfır olup çok zayıf kaya özelliğindedir. Su kaybı çok fazladır. 18-20 m kademesindeki kumtaşıda P-Q arasında doğrusal bir davranış vardır. RQD çok düşük çok zayıf kaya özelliğindedir. Basınçla çatlaklardaki dolgu malzemesi yıkanmış olabilir. 20-22, 22-24 m deney kademelerindeki kumtaşıda ise; RQD yine sıfır olup, su kaybı çok fazladır. 24-26 m deney kademesinde; RQD 20 olup çok zayıf kaya özelliğindedir. Su kaybı çok fazladır. 26-28 m derinliklerinde RQD çok kötü olup, su kaybı fazladır. 38-40 m deney kademesinde kumtaşı-kiltaşı arılanmasının RQD değeri 15 olup çok kötü kaya niteliğindedir.



Şekil 4.34 : YSK-1 sondajında Lugeon-Derinlik ilişkisi.

P-Q arasında artan orantılı bir davranış vardır. Deney sırasında tıkanan çatlaklara azalan basınç kademelerinde daha az su girişi olmuştur. 40-42 m aralığındaki kumtaşıda RQD 40 olup zayıf kayadır. BST değerlerinde artan orantılı bir davranış vardır. Bu durum deney sırasında çatlakların tıkanması ile açıklanmaktadır. Azalan basınç kademelerinde görece daha az su kaybı ölçülmüştür. 64-66 m kademesinde kesilen kiltasında da doğrusala yakın P-Q ilişkisi vardır. 8 atm'de tıkanmaya bağlı azalan bir ilişki, 10 atm'de yıkanmaya bağlı artan bir ilişki söz konusudur. Deney sırasında tıkanan çatlaklara azalan basınç kademelerinde görece daha az su girişi olmuştur. Kademe RQD 10 olup, çok zayıf kaya niteliğindedir. 66-68, 68-70 m kiltası-kumtaşı arılanmasında RQD 0 olup çok kötü kaya özelliğindedir. 84-86 m

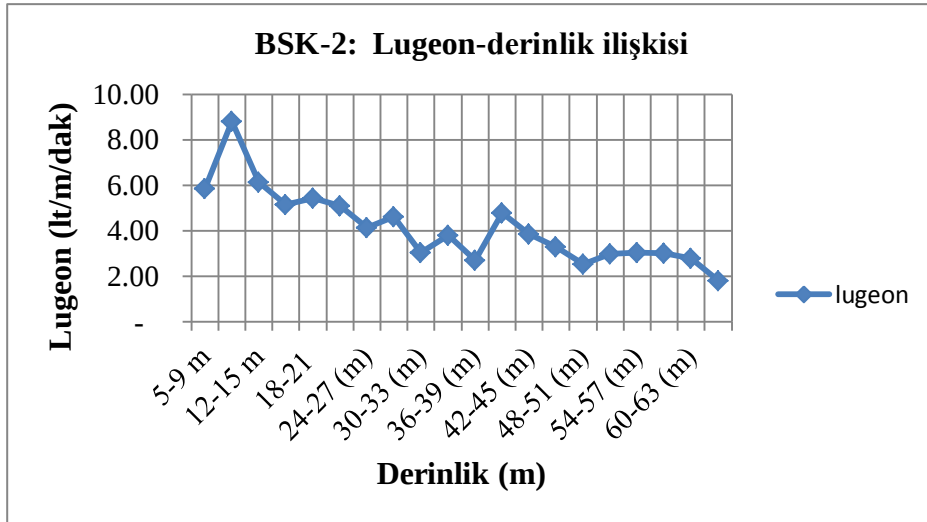
kumtaşında yine azalan bir orantı vardır. Deney sırasında tıkanan çatlaklara daha az su girişi olmuştur. RQD 5 olup çok kötü kaya özelliğindedir. 86-88 m kumtaşında su kaybı azalmıştır. RQD 0 ve çok kötü kayadır. Çatlaklar tıkanmıştır. 88-90, 90-92 m kıltaşında su kaybı azalmıştır. RQD 5 olup çok kötü kayadır. 92-94 m kumtaşında su kaybı azalmıştır. RQD 0'dır. 94-96 m kıltaşında su kaybı azalmıştır. RQD 0'dır. 96-98 metrelerde RQD 10 olup bu kademe ezik zondur. 98-110 m arasında bulunan kumtaşında RQD değerleri çok düşük ve buna rağmen su kayıpları azalmıştır.

YSK-1 nolu kuyuda basınçlı su testlerinde basıncın yükselmediği ve su kaybının çok yüksek olduğu deney kademelerinde, karot yüzdeleri ve RQD değerleri de çok düşük bulunmuştur. Bu kesimler ezik zonlara karşılık gelmektedir. Basınç kademeli deneylerde azalan orantılı davranış çatlakların ince kırıntılar ve kil doldurulmasıyla açıklanmaktadır.

YSK-1 nolu araştırma kuyusunda yapılan basınçlı su deneyleri toplu olarak değerlendirildiğinde, baraj aksının bu kesiminde önlem alınmadığı takdirde su tutma açısından büyük sorunlar/su kaçakları beklenmektedir. Bu kesimde sızdırmazlığı sağlanması için derinliği en az 70 m olan etkin bir enjeksiyon perdesi gerekmektedir.

BSK-2 nolu araştırma kuyusunun 0-6 m derinlikleri arasındaki örtü tabakasında serbest sızma deneyleri yapılmıştır. 6-35 m derinlikleri arasında yapılan BST deneylerinden hesaplanan LU değerinin derinliğe bağlı değişimi Şekil 4.35'te gösterilmiştir. BSK-2 nolu araştırma kuyusunda LU değerleri derinliğe bağlı olarak azalmaktadır. 6-21 m derinliklerinde LU değerleri 5 ile 8.80 arasında değişmektedir. Buna göre baraj eksen yerinin bu kesimi geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır. 21-65 m derinliklerinde LU değerleri 2 ile 5 arasında değişmekte olup baraj eksen yerinin bu kesimi ise az geçirimlidir.

BSK- 2 nolu sondajda 5-9 metreler arasında bulunan kıltaşının lugeon değeri 5.87'dir. Kıltaşı bu seviyeler arasında geçirimlidir. Kıltaşının 6. ve 9. metreler arasındaki geçirimlilik grafiği incelendiğinde; bu birim artan orantılı bir şekil sergilemektedir. Buna göre; 2 atm basınçta toplam kayıp 104 litre iken sonraki atm basınçta toplam su kaybı 39 litre'ye düşmektedir. Yüksek basınçta çatlaklar, ince boyutlu malzeme ile doldurulmuştur.



Şekil 4.35 : BSK 2 sondajındaki Lugeon değerleri ile derinlik ilişkisi.

Q-P grafiği incelendiğinde; 9-12. m’ler arasında bulunan kumtaşında 4 atm basınç altında toplam kayıp 70 litre iken sonraki 4 atm basınç altında toplam kayıp 90 litre’ye çıkmaktadır. Artan orantılı ve kalıcı deformasyon söz konusudur. Basınçla çatlaklardaki dolgu malzemesi yıkanmış veya deney lastiğinden kaçak olmuş olabilir.

9-24. m’ler arasındaki kumtaşında ise RQD değeri ortalama 73 olup lugeon değeri 5-9 arasında değişmekte olup geçirimlidir. 24-27. m’ler arasındaki kumtaşında RQD değeri 76 olup lugeon değeri 4.15’tir. Yani iyi kalitede bir kaya özelliği göstermiş olup az geçirimlidir.

12-27. m’ler arasında geçirimlilik grafikleri incelendiğinde 3’er metre aralıklarla oluşan deney zonlarında yapılmış olan basınçlı su deneylerine göre grafik azalan orantılı bir şekilde devam etmektedir. Yani önce uygulanan basınçlardaki toplam kayıp sonraki basınçlarda uygulanan toplam kayıplardan daha fazladır. Kuvvetli basınçla çatlaklar tıkanmıştır (EK A).

27-30. m’ler arasındaki kıltaşında ise RQD değeri ortalama 35 kötü kaya niteliğinde olup lugeon değeri 4.62 olup az geçirimlidir. Geçirimlilik grafiğine bakıldığında bu derinlikler arasında kıltaşı azalan orantılı bir şekil izlemektedir. 2 atm basınçta toplam kayıp 69 litre iken sonraki 2 atm basınçta toplam kayıp 49 litre’ye düşmektedir. Bu da bize kıltaşının azalan orantılı bir grafik izlediğini göstermektedir. Aynı şekilde 4 atm basınçta toplam kayıp 89 litre iken sonraki 4 atm’ toplam kayıp 85 litre’ye düşmektedir. Kuvvetli basınçla çatlaklar tıkanmıştır. 30-60. m’ler

arasındaki kumtaşı lugeon değerleri 2-4 arasında olup az geçirimlidir. RQD değerleri ise ortalama 65 olup orta kalitede kaya özelliğine sahiptir (EK A).

30-33. m, 33-36, 36-39 m'ler arasında Q-P grafiği incelendiğinde; P-Q arasında doğrusal bir ilişki olup, kalıcı bir deformasyon söz konusu değildir. Çatlaklarda yıkanma vardır.

39-42. m kademesinde Q-P grafiğine göre kumtaşı; doğrusala yakın Q-P ilişkisi vardır. 6atm'de tıkanmaya bağlı azalan bir ilişki, 8 atm'de yıkanmaya bağlı artan bir ilişki görülmüştür. Deney sırasında tıkanan çatlaklara azalan basınç kademelerinde görece daha az su girişi olmuştur.

48-60 m'leri arasında yine bir azalan orantılı bir davranış söz konusudur.

60-63. m'leri arasında ezik zon vardır. Bu derinliklerdeki kıltaşı ve kumtaşı ar dalanmasının RQD değerleri ortalama 25 olup çok kötü kaya niteliğindedir. Lugeon değeri ise 2.79 olup az geçirimlidir. Bu derinliklerdeki 3 m'lik deney zonunda geçirimlilik grafiği incelendiğinde artan orantılı durum vardır. 2 atm basınçta toplam kayıp 36 lt iken sonraki 2 atm basınçta toplam kayıp 14 lt'ye düşmüştür. Azalan basınç kademelerinde görece daha az su kaybı ölçülmüştür. Buradan deney sırasında çatlaklarda tıkanma olduğu anlaşılmaktadır.

63-65 m'ler arasında kıltaşı-kumtaşı ar dalanmasının RQD değeri 70 olup orta kalitede kaya özelliğine sahipken, lugeon değeri 1.81 değerinde olup az geçirimlidir. Q-P grafiği incelendiğinde artan orantılı bir ilişki vardır. Yüksek basınçta çatlaklar tıkanmıştır.

BSK-2 nolu araştırma kuyusu 65 m derinlikte olup, Lugeon değerleri derinliği bağlı olarak azalmaktadır. Ancak, en küçük LU değeri 1.81 olup 63-65 m derinlik kademesinde hesaplanmıştır. Buna göre araştırma kuyusunun geçirimsiz tabana kadar delinmediği anlaşılmaktadır. Baraj aksının bu kesiminde de en az 70 m derinliğinde bir enjeksiyon perdesinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

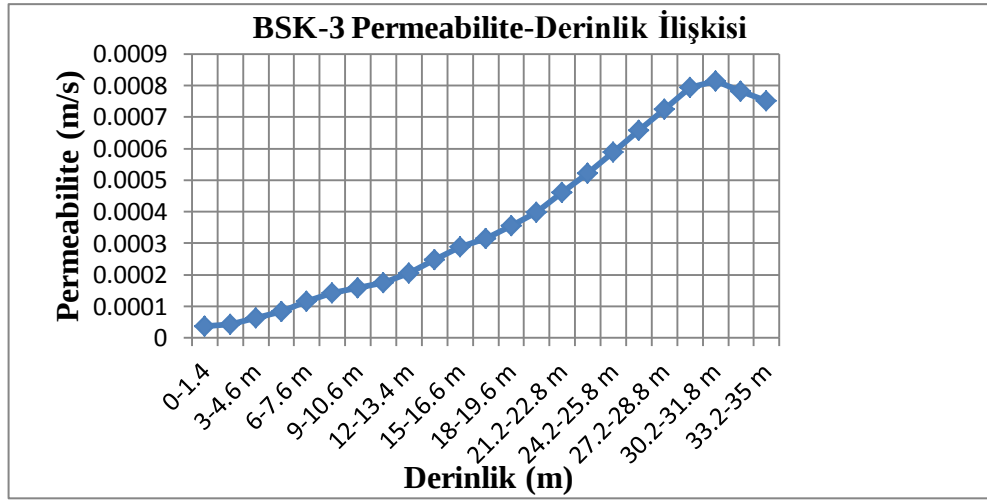
4.6.2 Talveg

BSK-3 nolu araştırma kuyusunda 0-35 m derinlikleri arasında alüvyon kesilmiş olup, serbest sızma deneyleri yapılmıştır. Sızma deneylerinden hesaplanan permeabilitenin derinlikle ilişkisi Çizelge 4.14 ve Şekil 4.36'da gösterilmiştir. Sondaj kuyusunun 35. metresine kadar 4.1 eşitliğinden yararlanılarak permeabilite değeri hesaplanmıştır. 0-

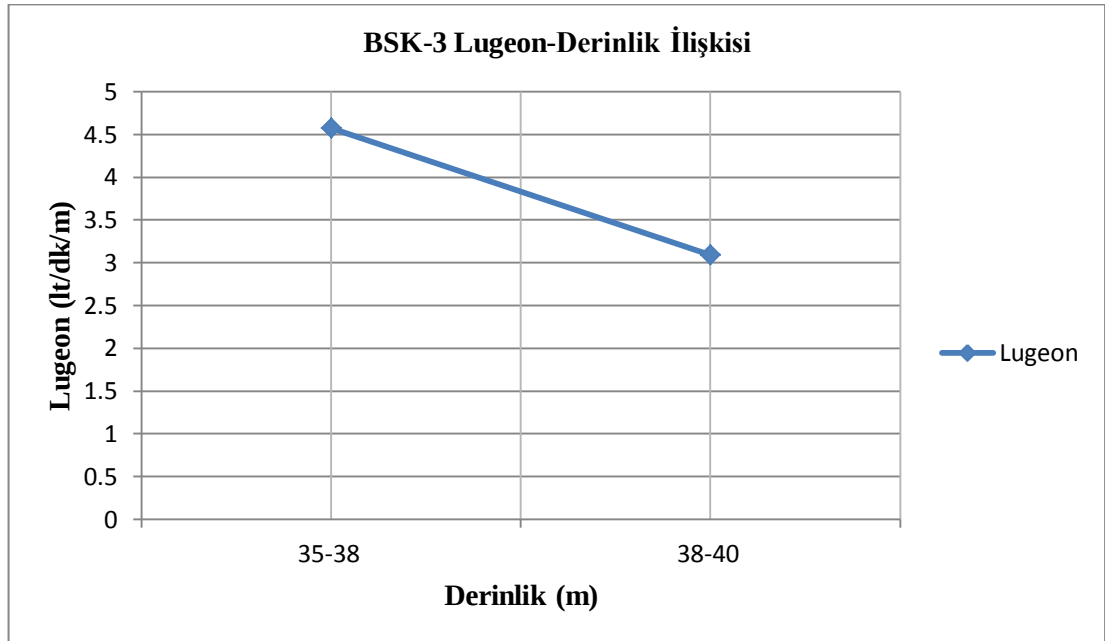
6 m derinliklerinde yapılan sızma deneyine göre permeabilitesi 1×10^{-5} (m/s) civarında olup, ortam geçirimlidir. 6-35 metre derinlikleri arasında permeabilite değerleri 3.66×10^{-5} ile 8.15×10^{-4} (m/s) arasında olup, ortam geçirimli olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.36). Bu derinlikten sonra yapılan BST deneylerinden hesaplanan LU değerinin derinliğe bağlı değişimi Şekil 4.37’de gösterilmiştir. BSK-3 nolu araştırma kuyusunda LU değerleri derinliğe bağlı olarak azalmaktadır. 35-40 m derinliklerinde LU değerleri 5 ile 3 arasında değişmektedir. Buna göre baraj eksen yerinin bu kesimi az geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır.

Çizelge 4.14 : BSK- 3 Nolu sondajın serbest sızma deneyine göre permeabilitesinin hesaplanması.

Derinlik (m)	Q (lt)	Q (m ³)	h (m)	r (m)	t (s)	K (m/s)
0-1.4	5.5	0.0055	1.3	0.035	600	3.663×10^{-5}
1.4-3	6.5	0.0065	1.3	0.035	600	4.329×10^{-5}
3-4.6	9.5	0.0095	1.3	0.035	600	6.327×10^{-5}
4.6-6	12.5	0.0125	1.3	0.035	600	8.325×10^{-5}
6-7.6	17.5	0.0175	1.3	0.035	600	0.0001166
7.6-9	21.5	0.0215	1.3	0.035	600	0.0001432
9-10.6	24	0.024	1.3	0.035	600	0.0001598
10.6-12	26.5	0.0265	1.3	0.035	600	0.0001765
12-13.4	31	0.031	1.3	0.035	600	0.0002065
13.4-15	37.5	0.0375	1.3	0.035	600	0.0002498
15-16.6	43.5	0.0435	1.3	0.035	600	0.0002897
16.6-18	47.5	0.0475	1.3	0.035	600	0.0003164
18-19.6	53.5	0.0535	1.3	0.035	600	0.0003563
19.6-21.2	60	0.06	1.3	0.035	600	0.0003996
21.2-22.8	69.5	0.0695	1.3	0.035	600	0.0004629
22.8-24.2	78.5	0.0785	1.3	0.035	600	0.0005228
24.2-25.8	88.5	0.0885	1.3	0.035	600	0.0005894
25.8-27.2	99	0.099	1.3	0.035	600	0.0006593
27.2-28.8	109	0.109	1.3	0.035	600	0.0007259
28.8-30.2	119.5	0.1195	1.3	0.035	600	0.0007959
30.2-31.8	122.5	0.1225	1.3	0.035	600	0.0008159
31.8-33.2	117.5	0.1175	1.3	0.035	600	0.0007826
33.2-35	113	0.113	1.3	0.035	600	0.0007526



Şekil 4.36 : BSK 3 sondajı serbest sızma testine göre belirlenmiş olan geçirimsizlik değerleri ile derinlik ilişkisi.



Şekil 4.37 : BSK 3 sondajındaki Lugeon değerleri ile derinlik ilişkisi.

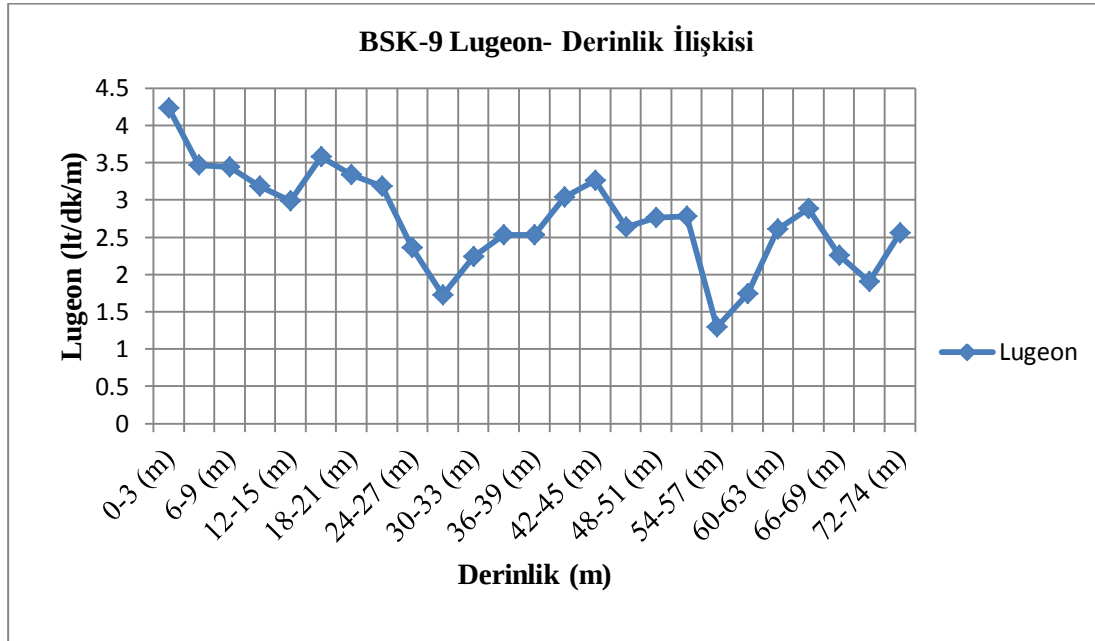
BSK- 3 Nolu sondajın emilme katsayısı-basınç grafiğine bakıldığında 35-38. m'ler arasında 3 m'lik kademe boyunca kıltaşının RQD değerleri ortalama 10 olup çok kötü kaya niteliğindedir. Lugeon değeri 4.57 olup az geçirimlidir. Burası ezik zon olabilir. Geçirimsizlik grafiği incelendiğinde; bu derinliklerde kıltaşı 2 atm basınçta toplam kayıp 75 iken sonraki 2 atm basınçta toplam kayıp 35'e düşmektedir. Azalan orantı çatlaklarda tıkanma söz konusudur. 38-40 m'ler arasında ise kıltaşı çok çatlaklıdır. Lugeon değeri 3.09 olup az geçirimlidir. Baraj aksının bu kesiminde de araştırma kuyusunun geçirimsiz temele kadar delinmediği düşünülmektedir. Baraj

aksının bu kesiminde temel kayada en az 60 metre ilerleyen yeni araştırma kuyuları önerilmektedir.

4.6.3 Sağ sahil

Büyük Melen Barajı Sağ sahilinin sızdırmazlık özelliklerini belirlemek amacıyla BSK-9, ÇSK-1 ve BSK-5 nolu araştırma kuyularında yapılan basınçlı su deney sonuçlarından yararlanılmıştır.

BSK-9 nolu araştırma kuyusunun 0-74 m derinlikleri arasında yapılan BST deneylerinden hesaplanan LU değerinin derinliğe bağlı değişimi Şekil 4.38’de gösterilmiştir. BSK-9 nolu araştırma kuyusunda LU değerleri derinliğe bağlı olarak azalmaktadır. 0-74 m derinliklerinde LU değerleri 1 ile 5 arasında değişmektedir. Buna göre baraj eksen yerinin bu kesimi az geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır.



Şekil 4.38 : BSK-9 sondajında Lugeon değerleri-derinlik ilişkisi.

BSK- 9 Nolu sondajın emilme katsayısı-basınç grafiğine bakıldığında 0-6. m’ler arasındaki kumtaşı-kiltaşı aralanması çok çatlaklı olup, çok kötü kaya niteliğindedir. Lugeon değerleri ise 3-4 lugeon arasında olup az geçirimlidir. Q-P grafiği incelendiğinde; 0-3 m arasındaki kumtaşında artan orantılı bir davranış söz konusudur. Basınçla çatlaklardaki dolgu malzemesi yıkanmıştır (EK A).

3-6. m’ler arasındaki kiltaşı-kumtaşı aralanmasında artan bir orantı vardır. Kuvvetli basınçla çatlaklar tıkanmıştır.

6-7.5 m 'ler arasındaki kumtaşının RQD değeri 13 olup çok kötü kaya niteliğindedir. 7.5-9. m'ler arasındaki kumtaşının RQD değeri ise 31 olup kötü kaya niteliğindedir. Bu derinlikler arasındaki lugeon değeri 3.44 olup az geçirimlidir. Emilme katsayısı-basınç grafiği incelendiğinde 6-9. m'ler arasındaki kumtaşının artan orantılı bir davranış sergilediği gözlenmektedir. Burada basınçla çatlaklardaki dolgu malzemesinin yıkanması söz konusudur. Kalıcı deformasyon meydana gelmiştir.

9-12. m'ler arasındaki kumtaşı-kiltaşı ardalanmasının çatlaklı, çok kötü kaya niteliğindedir. Lugeon değeri 3.18 olup az geçirimlidir. Buna göre azalan orantılı bir davranış vardır. Çatlaklarda tıkanma söz konusudur.

12-13.5 m arasındaki kumtaşı bol çatlaklı olup, 13.5-15 m arası RQD değeri 38 olup, zayıf kaya niteliğindedir. Az geçirimlidir. 12-15 m arasında azalan orantılı bir davranış göstermektedir.

15-18. m'lerde kumtaşının RQD değeri ortalama 48 olup kötü kaya niteliğindedir. Az geçirimlidir. 18-20. m'ler arasındaki kumtaşı-kiltaşı ardalanmasının RQD değeri ortalama 38 olup kötü kaya niteliğindedir. Az geçirimlidir. 20-27 m'ler arasındaki kumtaşının RQD değeri ortalama 24 olup, çok kötü kaya niteliğindedir. Az geçirimlidir. 27-30 m'ler arası kumtaşının RQD değeri 9 olup çok kötü kaya niteliğindedir. Az geçirimlidir. Bu kademelerde Q-P arasında doğrusal orantılı bir davranış gözlenmektedir. Çatlaklarda tıkanma meydana gelmiştir.

30-36 m arasında kumtaşı çatlaklı olup çok kötü kaya niteliğinde olmasına karşın, LU değeri ile az geçirimli olarak sınıflandırılmıştır. Düşük RQD değeri olan kısımlarda düşük Lugeon değerleri, ezik zonda çatlak sisteminin kapalı olması ile açıklanmaktadır.

36-39 m arası kumtaşının RQD'si 65 olup orta kalitede kaya özelliğine sahiptir. Az geçirimlidir. 39-42 m arası kumtaşının RQD'si 76 olup iyi kalitede kaya özelliğine sahiptir. Az geçirimlidir. 42-51 m arası kumtaşının ortalama RQD değeri 36 olup kötü kaya niteliğindedir. Az geçirimlidir. Bu kademelerde çatlaklarda tıkanma meydana gelmiş olup azalan bir davranış sergilemektedir.

51-56 m arası kumtaşının ortalama RQD değerleri 67 olup orta kalitede kaya özelliğine sahiptir. Az geçirimlidir. Basınç-Emilme katsayısı grafiği incelendiğinde 51-54 m arası izlenen azalan orantılı davranış çatlakların ince malzeme ile tıkanmasına işaret etmektedir.

56-57 m arası kumtaşının RQD değeri 30 olup kötü kaya niteliğindedir. Az geçirimlidir. 54-57 m arasında bulunan kumtaşında ortalama RQD 50 olup artan orantılı bir ilişki görülmektedir. Az geçirimlidir. Bu durum yükselen basınç ile çatlak sisteminin genişlemesi ile yıkanması sonucu gelişen kalıcı deformasyon ile açıklanmaktadır. 54-57 ve 57-60 m arasında delinen kumtaşında RQD değeri 63-57 olup, orta kalitede kaya özelliğindedir. Ortam az geçirimlidir. P-Q grafiğinde artan orantılı ve kalıcı deformasyon izlenmektedir. Bu kalıcı değişim su kaybının düşük değerlerde kalması nedeniyle çatlak dolgularının yıkanması ile açıklanmaktadır.

60-74 m arasında delinen kumtaşları-kiltaşları ortalama RQD değeri 13 olup çok kötü kaya niteliğindedir. LU değerleri ise 1.3 ile 2.88 arasında değişmektedir. P-Q grafiği incelendiğinde doğru orantılı bir ilişki görülmekte ve kalıcı bir deformasyon bulunmamaktadır.

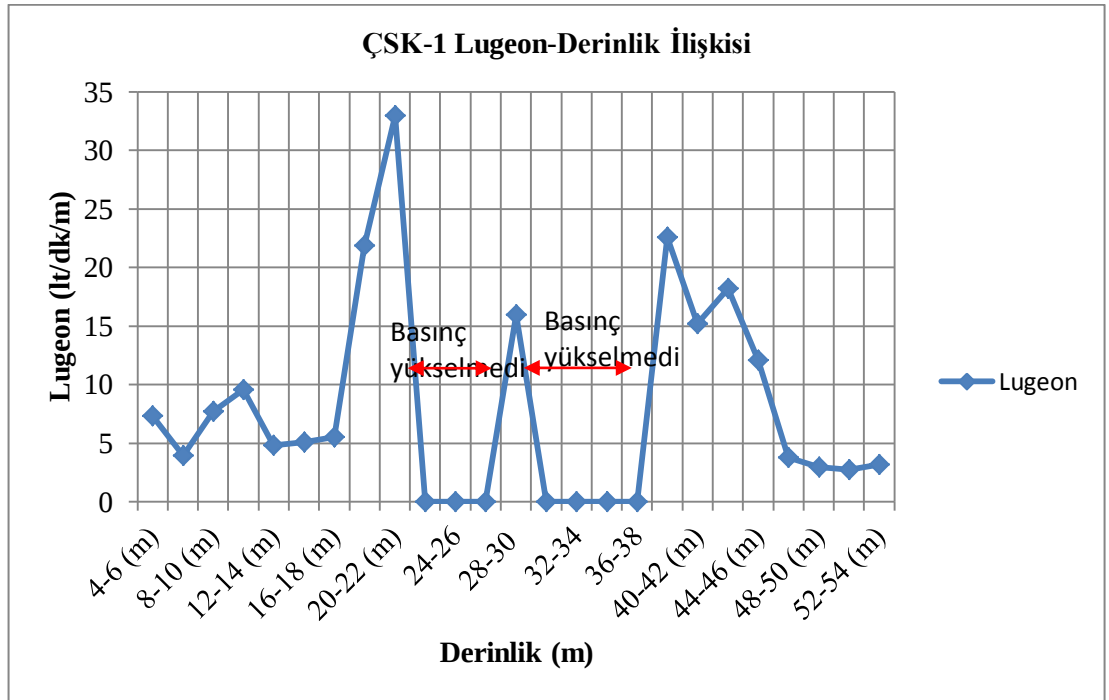
BSK-9 nolu araştırma kuyusunda genelde RQD değeri düşük yani çatlaklı kaya olmasına karşın, LU değerlerinin düşük olması Kusuri formasyonu içerisinde laminalı kiltası ara seviyelerin bulunması ve çatlakların kil dolgulu olmasından kaynaklanması ile açıklanmaktadır.

ÇSK-1 nolu araştırma kuyusunun 4-54 m derinlikleri arasında yapılan BST deneylerinden hesaplanan LU değerinin derinliğe bağlı değişimi Şekil 4.39'da gösterilmiştir. ÇSK-1 nolu araştırma kuyusunda LU değerleri derinliğe bağlı olarak bir azalma görülmektedir. Aksine bazı kademelerde çok büyük artışlar izlenmektedir. LU değeri 4-6 m derinlik kademesinde 7.33 olup, geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır. 6-8 m derinliklerinde LU değeri 3.94 olup bu kesimi ise az geçirimlidir. 8-20 m derinliklerinde LU değerleri 5 ile 22 arasında değişmektedir. Buna göre açılan araştırma kuyusunun bu kademesi geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır. 20-22 m derinliklerinde LU değeri 32.95 olup çok geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır. 22-24 m deney kademesinde 2.5 atm basınçta 30 dk'da 2150 litre su kaybı olmuş ve basınç yükselmemiştir. 24-28 m kumtaşı-silttaşı aralanmasının olduğu deney kademesinde basınçta herhangi bir yükselme olmaksızın 30 dakikada 2100 litre su kaçmıştır. 28-30 m deney kademesinde LU değeri 15.98 olup geçirimlidir. 30-38 metreler arasında basınç yükselmemiştir ve su kayıpları fazladır. 38-46 m derinliklerinde LU değerleri 12 ile 23 arasında değişmektedir. Buna göre bu kısım geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır. 46-54 m

derinliklerinde LU değerleri 2-4 arasında olup az geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır.

ÇSK- 1 nolu sondajın emilme katsayısı-basınç grafiğine bakıldığında, 4-6 m arası kumtaşı; RQD değeri ortalama 75 olup iyi kalitede kaya niteliğine sahiptir. Lugeon değeri 7.33 olup geçirimlidir. Burada az sayıda çatlak bulunmasına karşın su kaybı görece yüksektir. Bu durum kumtaşlarında çatlak açıklığının geniş olması ile açıklanmaktadır.

10-12 m'ler arası kumtaşı RQD değeri ortalama 70 olup, orta kalitede kaya niteliğine sahiptir. Lugeon değeri ise 9.57 olup geçirimlidir. Toplam su kaybı artmaktadır. 2 atm basınçta toplam kayıp 93 iken sonraki 2 atm basınçta 103 lt'ye yükselmiştir. 4 atm basınçta toplam kayıp 121 iken sonraki 4 atm'de 132 lt'ye yükselmiştir. Bu da basınçla çatlaklardaki dolgu malzemesinin yıkıldığını gösterir.



Şekil 4.39 : ÇSK-1 sondajında Lugeon değerleri-derinlik ilişkisi.

12-14 m'lerde de kumtaşı doğrusal orantılı bir davranış görülmektedir. Lugeon değeri 4.83 olup az geçirimlidir. RQD değeri ortalama 60 olup orta kalitedir.

14-16. m'lerde kumtaşı lugeon değeri 5.08 olup geçirimlidir. RQD ortalama 50 olup orta kalitedir. Q-P arasında doğrusal bir ilişki olup kalıcı bir deformasyon söz konusu değildir.

16-18. m'lerde kumtaşı RQD değeri ortalama 45 olup zayıf kalitede kaya olup, Lugeon değeri 5.51 olup geçirimlidir. Q-P arasında doğrusal bir ilişki vardır ve deformasyon yoktur.

18-20. m'lerde kumtaşı RQD 25 olup zayıf kalitededir. Lugeon 21.88 olup geçirimlidir. Kumtaşlarında çatlak sayısındaki artış ile su kaybı da artmaktadır.

20-22. m'lerde kumtaşı RQD ortalama 70 olup orta kalitede kayadır. Lugeon 32.95 olup çok geçirimlidir. Artan orantılı bir davranış vardır. Çatlak açıklığı genişlemektedir.

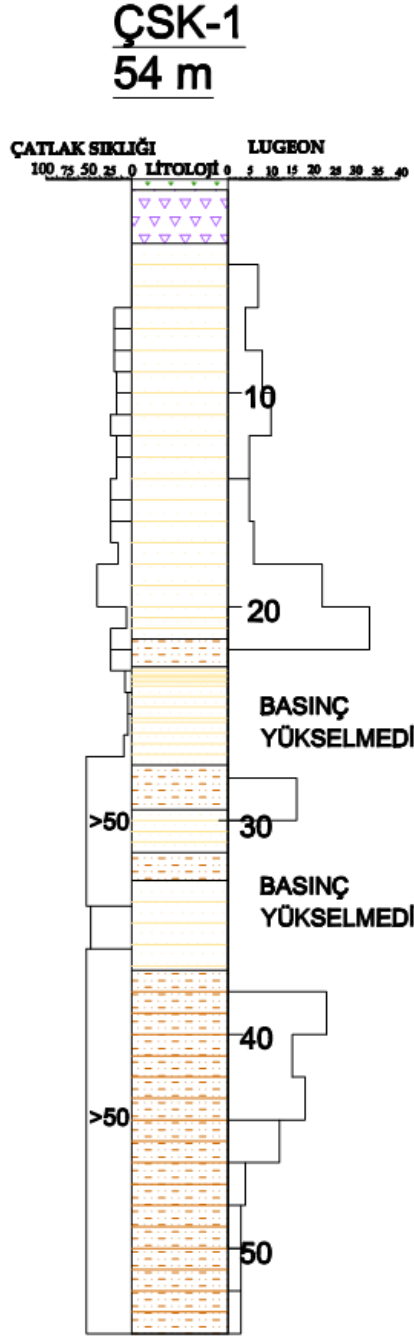
22 m ve 28 m derinlikleri arasında BST yapılan deney kademelerinde basıncın yükselmediği ve 30 dakikada toplam su kaybının 2150 litre dolayında olduğu belirtilmektedir (Şekil 4.39). Şekil 4.40'ta ÇSK-1 'in sol tarafında çatlak sıklığı, sağ tarafında da lugeon değerleri gösterilmiştir. Çatlak sayısının 4–7 arasında ve RQD değerlerinin ise 33 ile 100 arasında değiştiği görülmektedir. Çok sağlam kaya olarak tanımlanan bölgede BST sırasında basıncın yükselmemesi deney hatası olarak değerlendirilmektedir.

30 m ile 38 m arasında yapılan BST'lerde de basıncın hiç yükselmediği ve su kaybının ise 50 dakikada 4300 litre su kaybı ölçülmüştür. Araştırma kuyusunun bu derinliklerinde metredeki çatlak sayısı >50 olup, RQD değerleri de düşüktür. 38-40. m deney kademesinde silttaşı Lugeon değeri 22.60 olup, ortam geçirimli olarak sınıflandırılmıştır. P-Q grafiği incelendiğinde, doğrusal bir ilişki görülmesine karşın azalan basınç kademelerinde göreceli olarak daha yüksek emilme katsayılarının bulunması çatlak dolgularının yıkanması ile açıklanmaktadır. 38-40 m deney kademesinde silttaşı P-Q grafiği incelendiğinde doğrusal bir ilişki görülmesine karşın azalan basınç kademelerinde göreceli olarak daha yüksek emilme katsayılarının bulunması çatlak dolgularının yıkanması ile açıklanmaktadır.

40-42.m kademesinde silttaşı Lugeon 15.18 olup ortam geçirimlidir. Q-P arasında doğrusal bir ilişki vardır ve bu kademe sorunsuzdur.

42-44.m kademesinde silttaşı azalan orantılı bir davranış vardır. RQD değeri ortalama 25 olup kötü kaya özelliğindedir. Lugeon değeri 18.23 olup geçirimlidir. Çatlakların artmasıyla beraber su kaybı fazladır. Yıkanma söz konusudur. 44-46. m kademesinde silttaşı Lugeon 12.10 olup geçirimlidir. RQD 25 değeri belirlenip kötü kaya özelliğindedir. Yine aynı şekilde bu kademe de çatlakların artmasıyla

beraber su kaybı fazla olmuştur. 46-48.m kademesinde silttaşında artan orantılı bir davranış söz konusudur. Lugeon 3.77 olup az geçirimlidir. RQD değeri ise ortalama 25 olup kötü kaya özelliğindedir. Çatlaklarda tıkanma meydana gelmiştir.

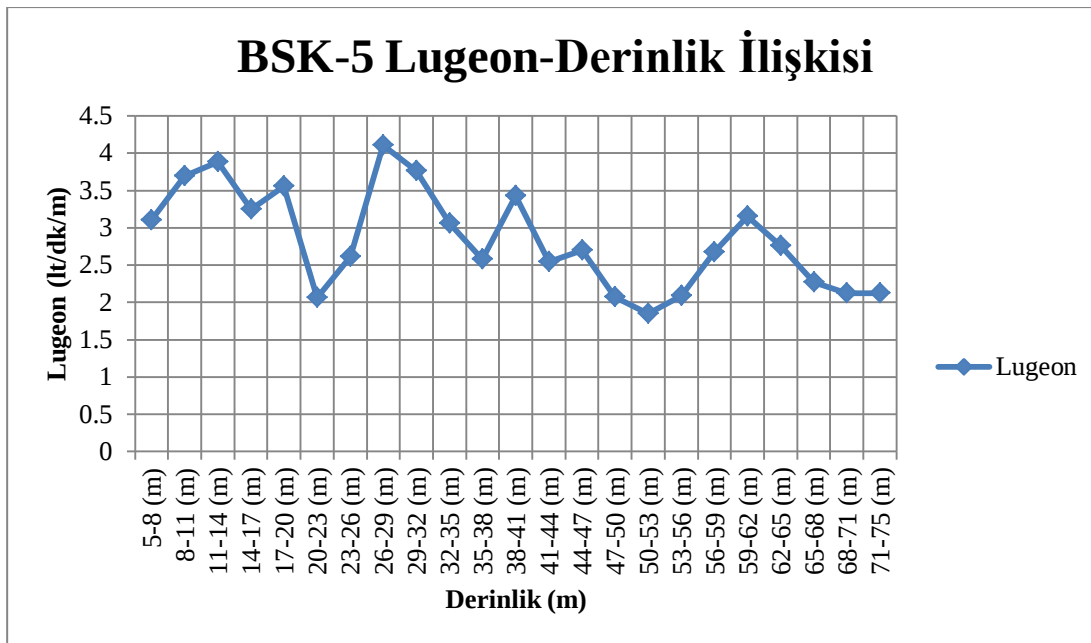


Şekil 4.40 : ÇSK-1 sondajının çatlak sıklığı ve lugeon ilişkisi.

48-50. m kademesinde silttaşında 8 atm'de artan orantılı bir davranış, 10 atm'de azalan orantılı bir davranış görülmekte olup azalan basınç kademelerinde daha az su kaybı ölçülmüştür. Çatlaklarda tıkanma meydana gelmiştir. Lugeon 2.97 olup az geçirimlidir. 50-52.m'de silttaşında da artan orantılı bir davranış vardır ve Lugeon

2.52 olup az geçirimlidir. 52-54.m'de silttaşında ve Lugeon 3.19 olup az geçirimlidir. Bu kademelerde RQD değerleri çok düşük olup kötü kaya özelliğindedir ve çatlaklar dolgu malzemesiyle tıkanmıştır.

BSK-5 nolu araştırma kuyusunun 0-5 m derinlikleri arasında serbest sızma deneyleri yapılmıştır. Bu derinlikte sonra yapılan BST deneylerinden hesaplanan LU değerinin derinliğe bağlı değişimi Şekil 4.41'de gösterilmiştir. BSK-5 nolu araştırma kuyusunda LU değerleri derinliğe bağlı olarak fazla değişkenlik göstermeden azalmaktadır. 5-75 m derinliklerinde LU değerleri 1 ile 4.5 arasında değişmektedir. Buna göre baraj eksen yerinin bu kesimi az geçirimli olarak sınıflandırılmaktadır.



Şekil 4.41 : BSK-5 sondajında Lugeon değerleri-derinlik ilişkisi

BSK- 5 nolu sondajın emilme katsayısı-basınç grafiğine bakıldığında, 5-21. m'ler arasında bulunan kumtaşı biriminde RQD değerleri ortalama 15.5 olup kötü kaya niteliğinde, çatlaklıdır. Lugeon değeri ise ortalama 3 olup az geçirimlidir. Q-P grafiğine göre 5-20. m'ler arasında kuvvetli basınçla çatlaklar tıkanmıştır.

21-21.5 m'ler arasındaki kiltaşının RQD değeri yok, çatlaklıdır. Lugeon değeri ise 2.06 olup az geçirimlidir.

20-23 m arasındaki emilme katsayısı-basınç grafiği incelendiğinde artan orantılı bir grafik gözlenmektedir. Dolgunun yıkanmasıyla kayıp artmıştır.

22.5-26.5 m arasındaki kumtaşının RQD değeri ortalama 20 ile kötü kaya niteliğindedir. Lugeon değeri ise 2.61 olup az geçirimlidir.

23-26 m arasındaki Q-P grafiği incelendiğinde azalan orantılı davranış sergilemekte yani çatlaklar tıkanmıştır.

26-39 m arasındaki kumtaşının RQD değerleri ortalama 28 olup kötü kaya niteliğindedir. Lugeon değerleri 3-4 lugeon arasında olup az geçirimlidir. Q-P grafiğinde çatlaklarda tıkanma söz konusudur.

39-41 m arasındaki kumtaşında RQD değeri 75 olup, lugeon değeri 3.43 olup az geçirimlidir. Artan orantı vardır. Çatlaklar tıkanmıştır.

42.5-56 m arasındaki kıltaşının RQD değerleri çok az olup kötü kaya niteliğindedir, çatlaklıdır. Lugeon değerleri ise 1-2 lugeon arasındadır. Q-P grafiği incelendiğinde çatlaklarda tıkanma görülmektedir.

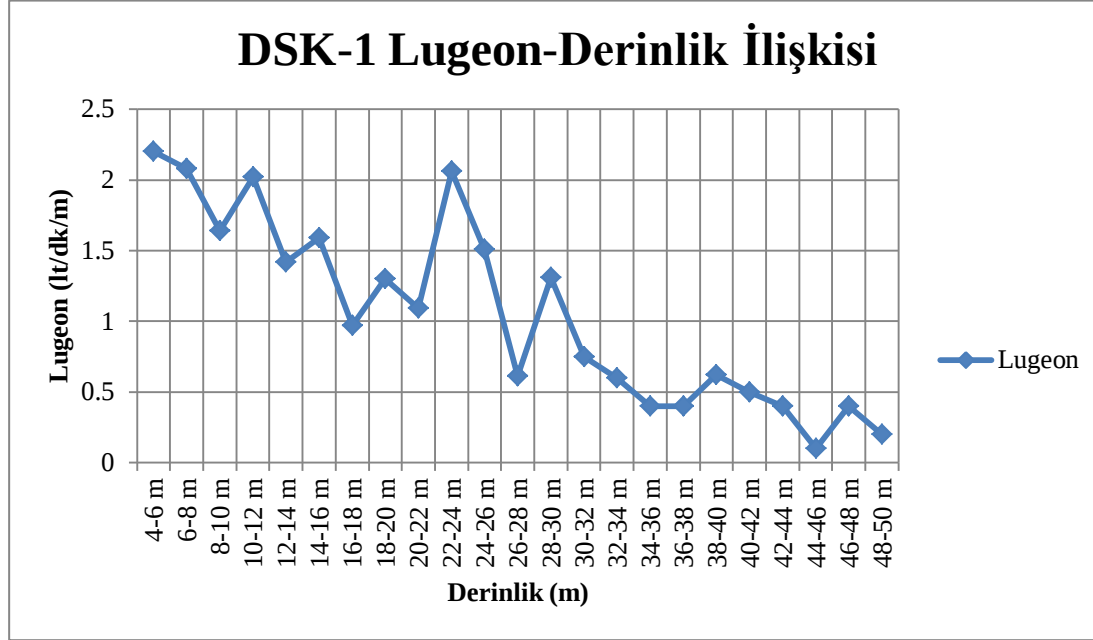
56-66 m arasındaki kumtaşında RQD değerleri ortalama 22'dir. Çok kötü kaya niteliğindedir. Lugeon değerleri 2-3 arasındadır. Az geçirimlidir. Çatlaklarda tıkanma söz konusudur.

66-75 m arasındaki kıltaşında ise ortalama RQD 25'tir. Kötü kaya niteliğindedir. Lugeon değerleri ise ortalama 2'dir. Az geçirimlidir. Azalan bir orantı söz konusudur.

DSK-1 nolu araştırma kuyusunun 0-4 m derinliklerinde bulunan yamaç molozunda su kaybı yoktur. 4-50 m derinlikleri arasında yapılan BST deneylerinden hesaplanan LU değerinin derinliğe bağlı değişimi Şekil 4.35'te gösterilmiştir. DSK-1 nolu araştırma kuyusunda LU değerleri derinliğe bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. 4-16 m derinliklerinde LU değerleri 1 ile 2.2 arasında olup az geçirimlidir. 16-18 m derinliklerinde ise LU 0.97 olup bu kısımda geçirimsizdir. 18-26 m derinlikler arasında LU değerleri 1 ile 2.07 arasında değişmekte olup az geçirimlidir. 26-28 m arasındaki derinlikte LU 0.61 olup burada geçirimsizdir. 28-30 m derinliğinde ise LU değeri 1.31 olup az geçirimlidir. 30-50 m derinliklerinde LU 0.1 ile 0.7 arasında olup geçirimsizdir.

DSK-1 no'lu sondaj kuyusunun emilme grafiği incelendiğinde LU değerleri derinliğe bağlı olarak azalmaktadır. 18-20 m kademesinde RQD 20 olarak belirlenmiş çok kötü kaya özelliğinde olup su kaybı artmaktadır. Çatlaklarda tıkanma meydana gelmiştir. 22-24, 24-26 m deney kademelerinde sırasıyla RQD değerleri 40 ve 0 olup kötü kaya niteliğindedir ve LU değerlerinde bir artış görülmektedir. 30-50

derinlikleri arasında LU değerleri <1 olup, ortam geçirimsiz olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 4.42 : DSK-1 sondajında Lugeon değerleri-derinlik ilişkisi.

4.7 Sondaj Kuyularındaki Kumtaşı, Kıltaşı ve Silttaşı Birimlerinde Geçirimlilik ve RQD İlişkisi Değerlendirilmesi

Baraj aks yerinde bulunan sondaj kuyularındaki kumtaşı, silttaşı ve kıltaşının genel özelliklerine bakıldığında kumtaşının geçirgenliği kıltaşı ve silttaşından daha yüksektir. Sol sahilde bulunan YSK-1 sondaj kuyusu incelendiğinde basıncın yükselmediği yerler kumtaşı birimindedir. Kumtaşında basınçta herhangi bir yükselme olmaksızın yaklaşık 3150 litre su kaybı meydana gelmiştir. Bunun sebebi çatlak aralıklarının çok geniş olmasıdır. 60.metreye kadar kumtaşı geçirimli-çok geçirimli yine aynı derinliğe kadar kumtaşı-kıltaşı ardalanması geçirimlidir. 64-90 m arasında bulunan kıltaşı-kumtaşı ardalanması az geçirimlidir. 90-92 m kıltaşında geçirimsizdir. 92-110 m kıltaşı-kumtaşı ardalanması geçirimsizdir. Derinliğe bağlı olarak derinlik arttıkça geçirimlilik azalmaktadır. Kıltaşında RQD değeri çok düşüktür. Derinliğe bağlı olmaksızın çok kötü kaya niteliğindedir. Fakat geçirimsizdir. Bu da çatlaklarda tıkanma olduğunu gösterir. Kumtaşında ise RQD değeri düşük-ortadır. 48.-55. metre arasında kumtaşının RQD değeri ortadır. Diğer derinliklerde kumtaşının RQD değeri düşüktür. Kumtaşında ise ilk derinliklerde

geçirimli, derinlik arttıkça geçirimsizliği azalmaktadır. RQD değeri düşüktür. Burası ezik zondur. Derinlik arttıkça kumtaşı içindeki çatlak açıklıkları kapanmaktadır.

BSK-2 sondaj kuyusuna bakıldığında kumtaşı derinliğe bağlı olmaksızın, kiltasından daha geçirimsizdir. Kiltası-kumtaşı araldanmasının derinlik arttıkça geçirimsizliği azalmaktadır. RQD değerleri düşük-orta değerdedir. Çatlak açıklıkları dar veya tıkanma vardır.

BSK-9 sondaj kuyusunda kiltası ve kumtaşı RQD düşük olmasına rağmen kiltası ve kumtaşı az geçirimsizdir. Bu durum, çatlak açıklıklarının dar ve nehir tabanında çatlaklara geçirimsiz malzeme dolması ile açıklanmaktadır.

ÇSK-1’de nolu araştırma kuyusunda gerek RQD, gerekse LU değerlerinde derinliğe bağlı bir azalma görülmemektedir. Kuyunun 22 m ile 38 m derinlikleri arasında siltası kumtaşı araldanması delinmiştir. Bu kesimde RQD değerleri düşük olup, BST deneylerinde basınç yükselmemiş ve çok büyük su kayıpları kaydedilmiştir. Bu yüksek geçirimsizlik durumu, çatlak sayısının fazla ve açık olması ile açıklanmaktadır. Ayrıca, RQD değerlerinin yüksek olduğu 18 m ile 22 m arası ve düşük olduğu 38 m ile 46 m derinlikleri arasında, yüksek geçirimsizlik değerlerinin hesaplanması çatlakların dolgusuz olduğuna işaret etmektedir.

BSK-5’te kiltasında geçirimsizlik az ve RQD düşüktür. Kumtaşı ise RQD düşük, geçirimsizlik az, fakat kiltasından daha yüksek bir geçirimsizliği sahiptir. DSK-1 sondaj kuyusunun 0-26 m derinlikleri arasında ince tabakalı siltası kumtaşı araldanması delinmiş olup, RQD ve LU değerleri çok düşüktür. Çok çatlaklı olan bu kesimde LU değerlerinin düşük olması, açıklıklarının düşük ve/veya dolgulu olması ile açıklanmaktadır. Daha derin kademelerde delinen silttaşlarında göreceli olarak RQD değerleri artmakta ve buna bağlı olarak LU değerleri azalmakta, ortam geçirimsiz olarak sınıflanmaktadır.

Sonuç olarak, yukarıda tartışılan RQD-LU değeri ilişkilerinden enjeksiyon uygulamalarına yönelik olarak aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

a) Kumtaşlarında RQD değerlerinin düşük olduğu deney kademelerinde su kayıpları çok yüksektir. Bu beklenen duruma karşılık olarak, RQD değerlerinin yüksek olduğu kumtaşlarında düşük LU değerleri beklenmektedir. Ancak, yüksek RQD değeri olan kademelerde de yüksek su kayıplarına rastlanmaktadır. Bu durum az sayıda, geniş açıklıklı ve dolgusuz çatlaklar ile açıklanmaktadır.

b) Kıltaşı kumtaşı ardalanmasından oluşan deney kademelerinde RQD değeri düşük ve su kayıpları görece düşüktür. İnce tabakalı kıltaşı kumtaşı ardalanmasından oluşan kesimlerde ise RQD değerleri genelde düşük ve çatlaklar kil dolgulu olduğu için su kayıpları da düşüktür.

c) Silttaşı-kumtaşı ardalanmasında RQD değerleri düşük olup, BST deneylerinde basınç yükselmemiş ve çok büyük su kayıpları kaydedilmiştir. Bu yüksek geçirimlilik durumu, çatlak sayısının fazla ve açık olması ile açıklanmaktadır. Buna karşın ince tabakalı ardalanmalı deney kademelerinde düşük RQD değerleri ve düşük LU değerlerine de rastlanmaktadır.

d) Kıltaşlarında düşük RQD ve düşük LU değerleri yaygın olarak görülmektedir.

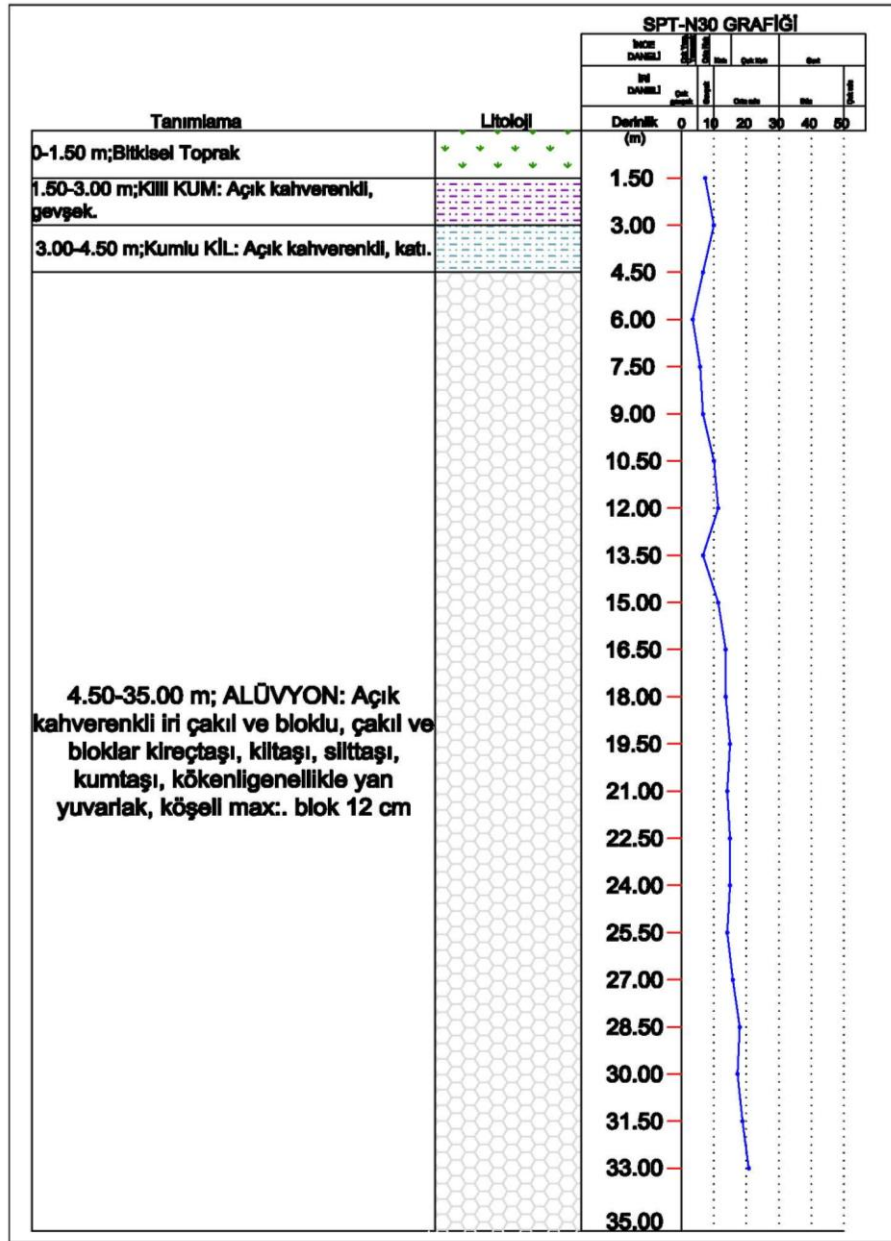
c) Basıncılı su deneylerine ait P (atm) – Q (l/m/dak) grafikleri incelendiğinde, genelde artan orantılı ve çatlaklarda tıkanmaya işaret eden ilişkiler görülmektedir. Buradan deney sırasında çatlakların ince malzeme ile tıkanıldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bundan sonra yapılacak olan basıncılı su deneyleri ve etkin enjeksiyon uygulamalarından önce deney yada enjeksiyon kademesinin ince malzemelerden arıtılması için yıkanması gerekmektedir.

4.8 Baraj Aksı Sıyırma Kazısı

Sağ ve sol sahilde yamaç molozlarından oluşan örtü tabakası ile temel kayanın ayrılmış kesimleri düşük taşıma gücü ve yüksek geçirimlilik değerlerinden dolayı kaldırılmalıdır (EK B.4). Buna göre sol sahilde 8-13 m' ye ulaşan bir kazı gerekirken, sağ sahilde 3-5 m derinliğinde bir kazının yeterli olacağı düşünülmektedir. Kazı çalışmaları sırasında patlatma yapılmamalıdır.

Talvegte alüvyon kalınlığı 35 m'ye ulaşmaktadır. BSK-3 nolu araştırma kuyusunda yapılan serbest sızma deneyleri sonucunda, alüvyon zemini 10^{-4} ile 10^{-5} m/s arasında değişen yüksek geçirimlilik değerlerinden dolayı sızdırmazlık önlemi gerekmektedir.

Baraj eksen yerinde zeminlerin sıkılık veya kıvamlarını belirlemek amacıyla BSK-3 nolu araştırma kuyusunda Standart Penetrasyon Deneyleri yapılmıştır (Şekil 4.43). SPTN-30 değerleri, kohezyonsuz zeminlerde zemin sıkılığının (taşıma gücü) tahmininde ve sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.



Şekil 4.43 : BSK-3 nolu sondajın SPT-N30 değerlerinin derinliğe bağlı olarak değişimi.

BSK-3 nolu araştırma kuyusunda hesaplanan düzeltilmemiş SPT-N₃₀ değerlerinin derinliğe bağlı değişimi incelendiğinde; alüvyal zeminlerde 6.0-6.5 m arasında çok gevşek, 0.0-12 m arasında ve 13.5-15.0 m arası gevşek, 12-35 m arasında ise orta sıkı olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca, SPT-30 < 25 ve yeraltısuyu seviyesinin yüzeyde olması, kumlu zeminlerde sıvılaşma potansiyelinin bulunduğu işaret etmektedir.

Gevşek ve orta sıkılıktaki alüvyal zeminlerin 115 m yüksekliğindeki bir baraj için taşıma gücünün de (0.5- 1.0 kgf/cm²) yetersiz olduğu düşünülmektedir. Tek bir araştırma kuyusunda yapılan araştırma bulgularına göre alüvyon örtünün

kaldırılmasına karar verilebilir. Ancak, alüvyonun taşıma gücü ve sızdırmazlık özelliklerinin ilave sondajlarla ayrıntılı araştırılması gerekmektedir.

BSK-3 nolu sondaj kuyusunda derinliğe bağlı olarak SPT-N₃₀ değerlerinin grafiği çizilmiştir (Şekil 4.43). Burada BSK-3 sondajı yeterli olmayıp 3 alternatif yol sunulmuştur. Birincisi BSK-3'ün sadece alüvyon kalınlık değerlerini kullanmak şartı ile ek 2 adet sondaj açılmalıdır. İkinci alternatif yol BSK-3 iptal edilerek ek 2 adet sondaj yapılmalıdır. Üçüncü alternatif yol ise BSK-3 sondajına ek olarak 1 adet sondaj yapılmalıdır.

4.9 Baraj Aksı Sızdırmazlık Önlemleri

Büyük Melen Barajı eksen yerinde açılan araştırma sondaj kuyularında yapılan “Basıncılı Su Deney” sonuçlarından hesaplanan Lugeon (LU) değerleri 1/2000 ölçekli mühendislik jeolojisi kesiti üzerinde gösterilmiştir (EK B.4). Planlanan barajın teknik özellikleri, Lugeon değerleri ve temel kayaların litolojik özellikleri birlikte değerlendirildiğinde, Büyük Melen Barajı eksen yerinde alınacak enjeksiyon önlemleri için sınır değer > 1 LU olarak belirlenmiştir. Buna göre enjeksiyon perde derinliği sol sahilde en az 70 m, sağ sahilde 75 m olarak planlanmalıdır. Nehir yatağında alüvyal örtü tabanındaki temel kayanın su tutma özellikleri ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir. Bu açıdan 1/2000 ölçekli baraj eksen yeri mühendislik jeolojisi kesitinde gösterilen enjeksiyon perdesi derinliği yaklaşım sağlamak amaçlı çizilmiştir.

Uygulama sırasında araştırma ve kontrol kuyularında yapılacak BST sonuçlarına göre enjeksiyon perdesi derinliğine ve yöntemine karar verilmelidir. Enjeksiyon uygulamalarında DSİ teknik şartnamelerine uyulmalıdır. Ayrıca, enjeksiyon teknik parametreleri; kuyu teknik özellikleri, enjeksiyon sırası, serisi, enjeksiyon maddesi, karışım oranları, basınç, kademe boyu vb. belirlenmesinde deneme enjeksiyonları önerilmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Büyük Melen Barajı aks yeri ve göl alanının mühendislik jeolojisi incelemesi yapılmıştır. Büyük Melen Barajı, İstanbul ilinin içme ve kullanma suyunu temin etmek ve elektrik üretimi amacıyla planlanmıştır. Çalışma amacına uygun olarak göl alanının 1/25000 jeoloji haritası, aks yeri ve yakın çevresinin ise 1/2000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası ve kesitleri hazırlanarak temel kayaların temel olabilme ve su tutabilme özellikleri tartışılmıştır. Baraj gölünün komşu havzalar ve kuzeyde Karadeniz ile hidrolik ilişkisini, olası su kaçaklarını araştırmak amacıyla jeolojik kesit hazırlanmıştır. Bu kesitte görüldüğü gibi maksimum su seviyesi 110 m gösterilmiştir. Buradan göl alanında maksimum su seviyesinin altında karstik kireçtaşlarından oluşan Akveren formasyonunun yüzeylediği bölgelerin bulunduğu anlaşılmıştır. Özellikle Ortaköy dolayında maksimum su kotu altında yüzeyleyen Akveren ve Yemişliçay formasyonları, karstik kireçtaşları ve kuzeye olan eğim yönleri ile su kaçakları açısından büyük önem taşımaktadır. Bölgede özellikle karstik yapıların yoğun olduğu Akveren kireçtaşlarında su kaçaklarının önlenmesi amacıyla yüzey kaplaması gerekmektedir. Ayrıca Harmanköyü güneyinde Büyükmelen Çayı vadisi boyunca uzanan Akveren formasyonuna ait kireçtaşlarında maksimum su seviyesi altında kalmaktadır. Bu kısmın da Büyükmelen vadisinin bir antiklinalin ekseninde gelişmiş olması, çatlaklı bölgede karstik sistemin gelişmesi ve buradan su kaçakları açısından ayrıntılı olarak araştırılması gerekir.

Baraj aks yerinde açılan sondajlarda 2 ve 3 m'lik kademelerde emilme katsayısı-basınç grafikleri çizilerek, azalan, artan ve doğrusal orantılı ilişkileri incelenmiştir. İncelenen bu grafiklerin bir kısmının deney kademelerinde yıkanma bir kısmında tıkanma söz konusudur. Bazı deney kademelerinde çatlak sistemleri dardır bazılarında geniştir.

BSK-5 nolu kuyunun 25. metredeki örnekler üzerinde yapılan deney sonuçlarından çizilen mohr zarfına göre kohezyonu 7.5 MPa, içsel sürtünme açısı 60°'dir. BSK-5 nolu kuyunun 63. Metreden alınan örneğin kohezyonu 6 MPa, içsel sürtünme açısı

65° bulunmuştur. BSK-10 nolu sondaj kuyusunun 25.8. m derinlikten alınan örneğe ait kohezyonu 11.5 MPa, içsel sürtünme açısı 69° bulunmuştur.

Büyük Melen Barajı aks yerinde temelde Kusuri formasyonuna ait kiltası-kumtaşı ardalanmasından oluşan fliş ile talvegde Kuvaterner yaşlı kalınlığı 35 m'ye varan alüvyon bulunmaktadır. Baraj aks yerinin hazırlanan kesitine göre burada açılan BSK-3 sondajında SPT-N₃₀ değerleri hatalı olup bu sondaja ek olarak 3 alternatif yol önerilmiştir. Bunlardan birincisi, BSK-3'ün sadece alüvyon kalınlık değerlerini kullanmak şartı ile ek 2 adet sondaj açılmalıdır. İkinci alternatif yol BSK-3 iptal edilerek ek 2 adet sondaj yapılmalıdır. Üçüncü alternatif yol ise BSK-3 sondajına ek olarak 1 adet sondaj yapılmalıdır.

Baraj eksen yerinin sızdırmazlığını sağlamak için alüvyon kaldırılmalıdır. Baraj eksen yerinde enjeksiyon perdesinin derinliği ekte verilen mühendislik jeolojisi kesitinde gösterilmiştir. Sızdırmazlığı sağlamak amacıyla alüvyonu kaldırmak gerekir. Sağ ve sol sahilde yamaç molozu örtü düşük taşıma gücü ve yüksek geçirimsizlik değerlerinden dolayı kaldırılmalıdır. Sol sahilde 8-13 m' ye ulaşan bir kazı gerekirken, sağ sahilde 3-5 m derinliğinde bir kazının yeterli olacağı düşünülmektedir. Kazı çalışmaları sırasında patlatma yapılmamalıdır. BSK-3 nolu araştırma kuyusunda yapılan SPT-N₃₀ değerlerinin göre, gevşek ve orta sıkılıktaki alüvyal zeminlerin 115 m yüksekliğindeki bir baraj için taşıma gücünün yetersiz olduğu düşünülmektedir. Bu bulgulara göre, alüvyon örtünün taşıma gücü ve sızdırmazlık açısından iyileştirilebilirliğinin teknik ve ekonomik açıdan ayrıntılı araştırılması gerekmektedir. Araştırma bulgularına göre alüvyonun iyileştirilmesi veya kaldırılmasına karar verilebilir. Lugeon değerleri ve temel kayaların litolojik özellikleri birlikte değerlendirildiğinde, Büyük Melen Barajı eksen yerinde alınacak enjeksiyon önlemleri için sınır değer > 1 LU olarak belirlenmiştir. Buna göre enjeksiyon perde derinliği sol sahilde en az 70 m, sağ sahilde 75 m olarak planlanmalıdır. Dolusavak yeri sağ sahil topoğrafyasına uygun ancak baraj tipi kesinleştikten sonra karar verilebilir. Baraj tipi kesinleştikten sonra sağ sahil veya gövde üzerinden aşırı olmalıdır. Derivasyon tünelleri ise hem sağ hem de sol sahilde yapılması DSİ tarafından planlanmıştır. 1/1000 mühendislik jeolojisi haritasına göre baraj gövdesinin yerleşim planı DSİ tarafından tasarlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Aydın, M., Şahintürk, Ö., Serdar, H.S. ve Özçelik, Y.,** 1986. Ballıdağ-Çangaldağı (Kastomonu) arasındaki bölgenin jeolojisi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 29, 1-16.
- Aydın, M., Serdar, H.S., Şahintürk, Ö., Yazman, M., Çokuğraş, R., Demir, O. ve Özçelik, Y.,** 1987. Çamdağ (Sakarya) Sünnicedağ (Bolu) yöresinin jeolojisi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 30, 1-14.
- Bayhan, E., Şahbaz, A., Görmüş, S., Yakupoğlu, T., Hasdiğen, S., Sarıkaya, M.A., Başara, B.,** 2001. Adapazarı-Bolu (Batı Karadeniz) yöresi Geç Paleosen-Eosen sedimanter istifinin kil mineralojisi, Yerbilimleri, 23 (2001), 145,158, Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Ankara.
- Bol, E.,** 2003. "Adapazarı zeminlerinin geoteknik özellikleri", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi.
- DSİ, 2008.** Büyük İstanbul İçmesuyu II. Merhale Projesi Melen Sistemi Büyük Melen Barajı Planlama Aşaması Revize Mühendislik Jeolojisi Raporu, İstanbul.
- Dizer, A. ve Meriç, E.,** 1981. Kuzeybatı Anadolu'da Üst Kretase-Paleosen biyostratigrafisi, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 95/96, 149-163.
- Erguvanlı, K.,** 1982. Mühendislik Jeolojisi, Beşinci Basım, Seç Yayın Dağıtım, Eren Offset, İstanbul.
- Erken, A., Okan, R., ve Erdem, A.,** 2003. 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde Adapazarı'nda yer alan zeminlerin davranışı, V.Ulusal Deprem Konferansı, İstanbul.
- Fenerci, M. ve Özer, S.,** 1998. Hereke (Kocaeli) Dolayındaki Geç Kretase-Paleosen yaşlı Akveren formasyonunun stratigrafisi, 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, Ankara, s. 80-81.
- Gedik, İ., Timur, E., Duru, M. ve Pehlivan, Ş.,** 2005. 1:50000 ölçekli Türkiye jeoloji Haritaları, No.11-17, Maden Tetkik ve Arama, Ankara.
- Görmüş, S.,** 1982. Yığılca (Bolu KB) yöresinin stratigrafisi. Yerbilimleri, 9,91-110.
- Günay, K.,** 1996. Zemin Sondajlarındaki Basınçlı Su Deneylerinde Dikkat Edilecek Noktalar ve Lugeon Deneyi, Sondaj Sempozyumu '96, İzmir-1996, DSİ II-2 Sondaj Şube Müdürlüğü, İzmir. .
- İlgar, A.,** 1996. Gümüşova (Adapazarı doğusu) yöresindeki Paleojen Yaşlı volkaniklastik ve epiklastik kayaların sedimentolojik incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi, 90 s.

- İlgar, A., ve Şahbaz, A.,** 1997. Kusuri Formasyonu'nun fasiyes toplulukları (Batı Pontidler; Paleojen, Türkiye). *Yerbilimleri*, 19, 1-15.
- İlgar, A., Şahbaz, A.,** 2000. Fırtına etkili bir şelfte karışık sediman çökelişi: Adapazarı Doğusu, Türkiye, *Yer bilimleri* 22(2000),193,203, Hacettepe Üniversitesi Yer bilimleri ,Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Ankara.
- ISRM, 1981.** ISRM Suggested Methods: Rock Characterization, Testing and Monitoring. E.T. Brown (ed.), Pergamon Press, London, 211 p.
- İTÜ,** 2009.Büyük Melen Barajı, HES ve Malzeme Ocakları ÇED Raporu,İstanbul.
- Kaya, O. ve Dizer, A.,** 1982. Bolu kuzeyi Üst Kretase ve Paleojen kayalarının stratigrafisi ve yapısı. *M.T.A. Dergisi*, 97/98, 57-77.
- Kaya, Z., Erken, A.,** 1999 Kocaeli depreminde Adapazarı zeminlerinin dinamik davranışı.
- Ketin, İ. ve Gümü, A.,** 1963. Sinop-Ayancık güneyinde üçüncü bölgeye dahil sahaların jeolojisi, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Rapor No.288, Ankara.
- Komazawa ve diğ.,** 2002. "Bedrock Structure In Adapazarı, Turkey- A Possible Cause of Severe Damage by the 1999 Kocaeli Earthquake", *Journal SDDE*, v.22, p. 829-836, Philadelphia.
- MTA,** 1998. Sakarya ilinin çevre jeolojisi ve doğal kaynakları, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- MTA Genel Müdürlüğü ve Ankara Üniversitesi (AU),** 1999. 17 Ağustos 1999 depremi sonrası Düzce (Bolu) ilçesi alternatif yerleşim alanlarının jeolojik incelenmesi, TUBİTAK Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu Raporu, 59s.
- MTA,** 2004. Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri, Stratigrafi Birimleri Serisi 1, Ankara.
- Sert, S., Özocak, A., Ural, N.,**2006. Adapazarı'nda coğrafi bilgi sistemlerinin geoteknik amaçlı kullanımı, 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişimleri Günleri, 13-16 Eylül2006, Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- Tarhan, F.,** 1976. Tokat-Zile Alsancak Baraj yeri ve göl alanının mühendislik jeolojisi, Doktora Tezi, İTÜ, Maden Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası.
- Tarhan, F.,** 1989. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, İTÜ, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Genel Yayın No:145, Fakülte Yayın No: 41, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi Trabzon.
- Özcan, Z.,** 2010. İstanbul-Karadeniz sahil şeridi ile Bursa arasındaki Üst Kretase-Eosen birimlerinin stratigrafik gelişimi ve korelasyonu, Doktora Tezi, İTÜ, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özer, S.,** 1988. Orta-Doğu-Güneydoğu Anadolu ve Kocaeli yarımadası'nda Pironaea (Rudist) türlerinin paleontolojisi ve biyocoğrafyası, Türkiye Jeoloji Bülteni, 31, 47-58.

- Özer, S., Tansel, İ., ve Meriç, E.,** 1990. Hereke-Kocaeli dolayında Üst Kretase-Paleosen istifinin biyostratigrafisi (Rudist, Foraminifer), Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 1-2, 29-40.
- Özmen, B.,** 2000. Düzce-Bolu bölgesinin jeolojisi, diri fayları ve hasar yapan depremleri s:1-14, 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Raporu, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara..
- Şekercioğlu, E.,** 2007. Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi, Genişletilmiş 4.baskı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara.
- Ulusay, R., Gökçeoğlu, C., Binal, A.,** 2005. Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri, Yenilenmiş 2. Baskı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları:58, Ankara.
- Ulusay, R., Sönmez, H.,** 2007. Kaya Kütlelerinin Mühendislik Özellikleri, Güncellenmiş-Genişletilmiş 2.Baskı , TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası.
- Tansel, İ.,** 1989. Ağva (İstanbul) yöresinde Geç Kretase-Paleosen Sınırı ve Paleosen biyostratigrafisi, Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, Cilt1, Sayı 3, 211-228.
- Vardar, M.,** 2005. Time dependent stability problems in tunnels and time-dependent behaviour of the rock mass. ITA/AITES- Training Course Tunnel Engineering, İstanbul, 42 s.
- Vardar, M., Mahmutoglu, Y.,** 2009-2010. Jeomekanik Bahar Dönemi Ders Notları.
- Yazman, M. ve Çokuğraş, R.,** 1983. Adapazarı, Kandıra, Düzce ve Akçakoca yerleşme merkezleri ile sınırlı alanın jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. TPAO Rapor No: 1747 (yayımlanmamış).
- Yılmaz, M. T., Pekcan, O. ve Bakır, B. S.,** 2004. Undrained cyclic shear and deformation behavior of silt-clay mixtures of Adapazarı, Turkey, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 24, 497-507.

EKLER

EK A: Sondaj Kuyularının Emilme Katsayısı-Basınç Grafikleri

EK A.1: YSK-1 Sondaj kuyusunun emilme grafikleri.

EK A.2: BSK-2 sondaj kuyusunun emilme grafikleri.

EK A.3: BSK-3 sondaj kuyusunun emilme grafikleri.

EK A.4: BSK-5 sondaj kuyusunun emilme grafikleri.

EK A.5: BSK-9 sondaj kuyusunun emilme grafikleri.

EK A.6: ÇSK-1 sondaj kuyusunun emilme grafikleri.

EK A. 7: DSK-1 sondaj kuyusunun emilme grafikleri.

EK B: Baraj Yerine Ait Haritalar

EK B.1: Büyük Melen Barajı 1/25000'lik göl alanı haritası.

EK B.2: Büyük Melen Barajı 1/25000'lik göl alanı A-A' jeolojik kesiti.

EK B.3: Büyük Melen Barajı 1/1000'lik mühendislik jeolojisi haritası.

EK B.4: Büyük Melen Barajı Aks yeri 1/1000'lik mühendislik jeolojisi kesiti.

EK C: Sondaj logları

EK C.1: YSK-1 sondaj logu

EK C.2: YSK-1 sondaj logu

EK C.3: YSK-1 sondaj logu

EK C.4: YSK-1 sondaj logu

EK C.5: YSK-1 sondaj logu

EK C.6: YSK-1 sondaj logu

EK C.7: BSK-2 sondaj logu

EK C.8: BSK-2 sondaj logu

EK C.9: BSK-2 sondaj logu

EK C.10: BSK-2 sondaj logu

EK C.11: BSK-3 sondaj logu

EK C.12: BSK-3 sondaj logu

EK C.13: BSK-3 sondaj logu

EK C.14: BSK-5 sondaj logu

EK C.15: BSK-5 sondaj logu

EK C.16: BSK-5 sondaj logu

EK C.17: BSK-9 sondaj logu

EK C.18: BSK-9 sondaj logu

EK C.19: BSK-9 sondaj logu

EK C.20: ÇSK-1 sondaj logu

EK C.21: ÇSK-1 sondaj logu

EK C.22: ÇSK-1 sondaj logu

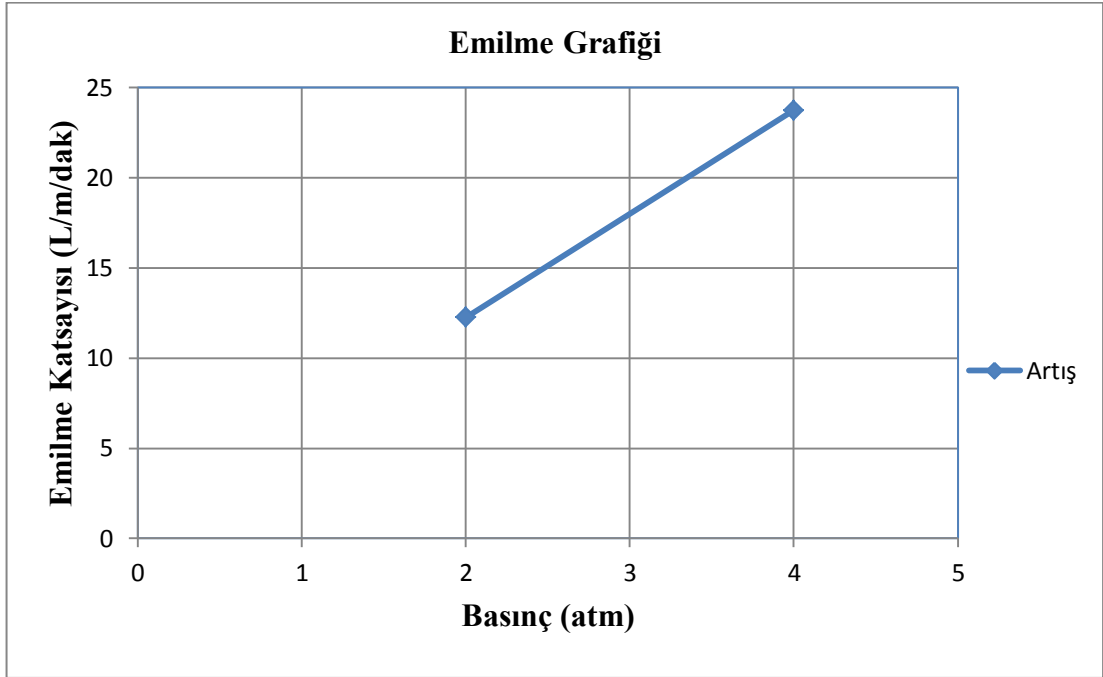
EK C.23: DSK-1 sondaj logu

EK C.24: DSK-1 sondaj logu

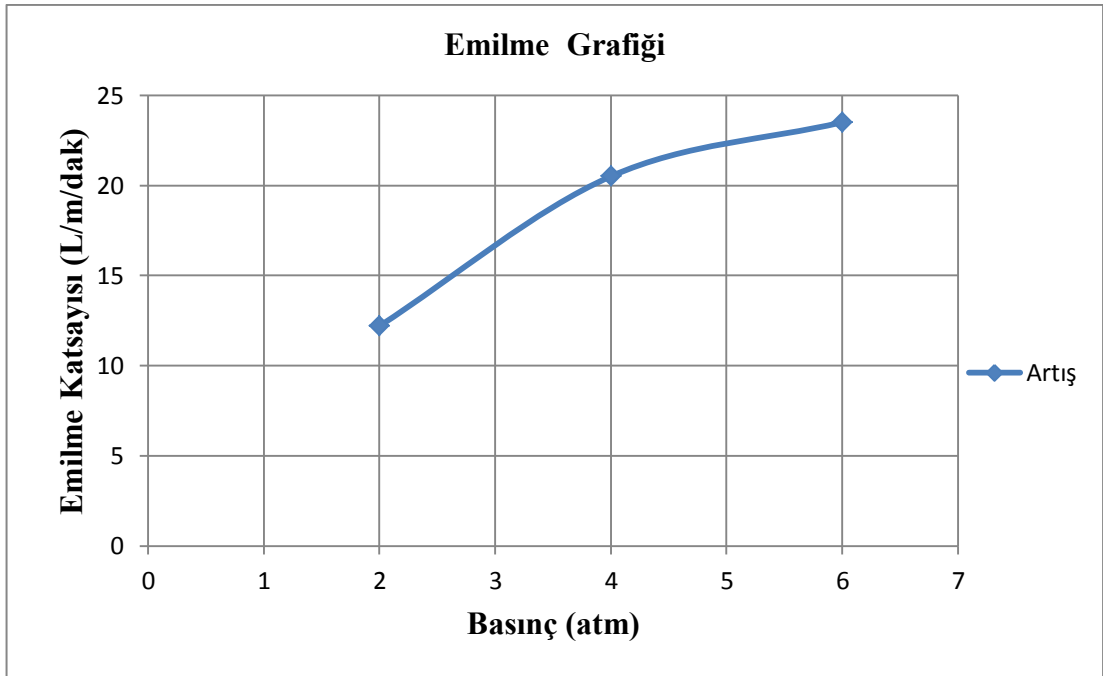
EK C.25: DSK-1 sondaj logu

EK A: Sondaj Kuyularının Emilme Katsayısı-Basınç Grafikleri

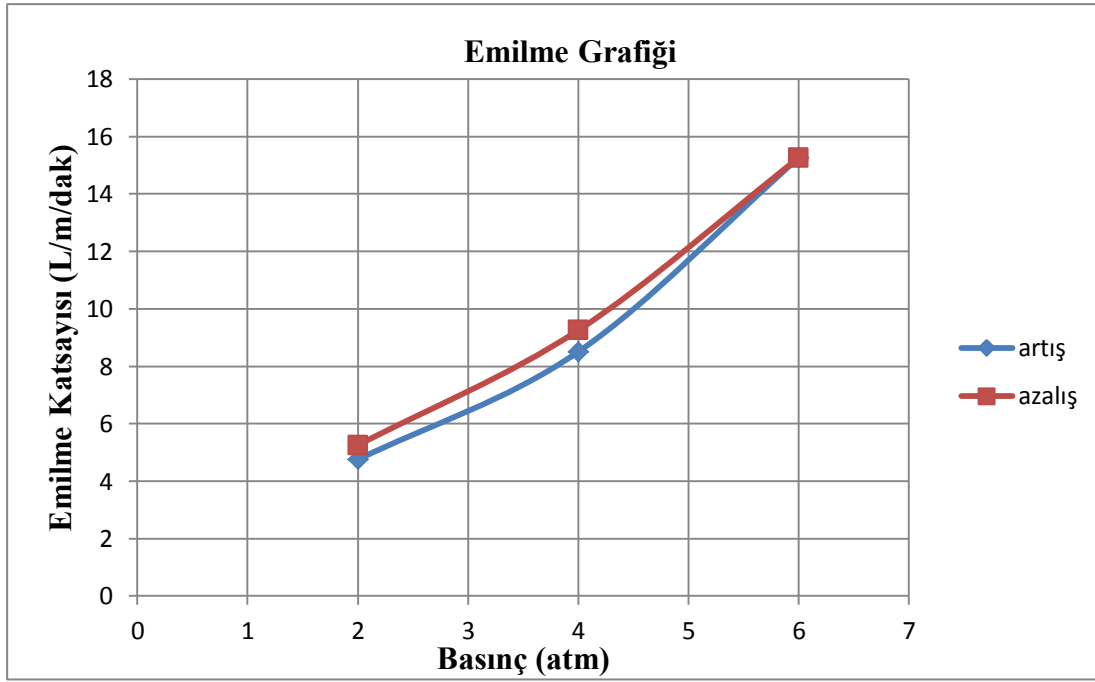
EK A.1



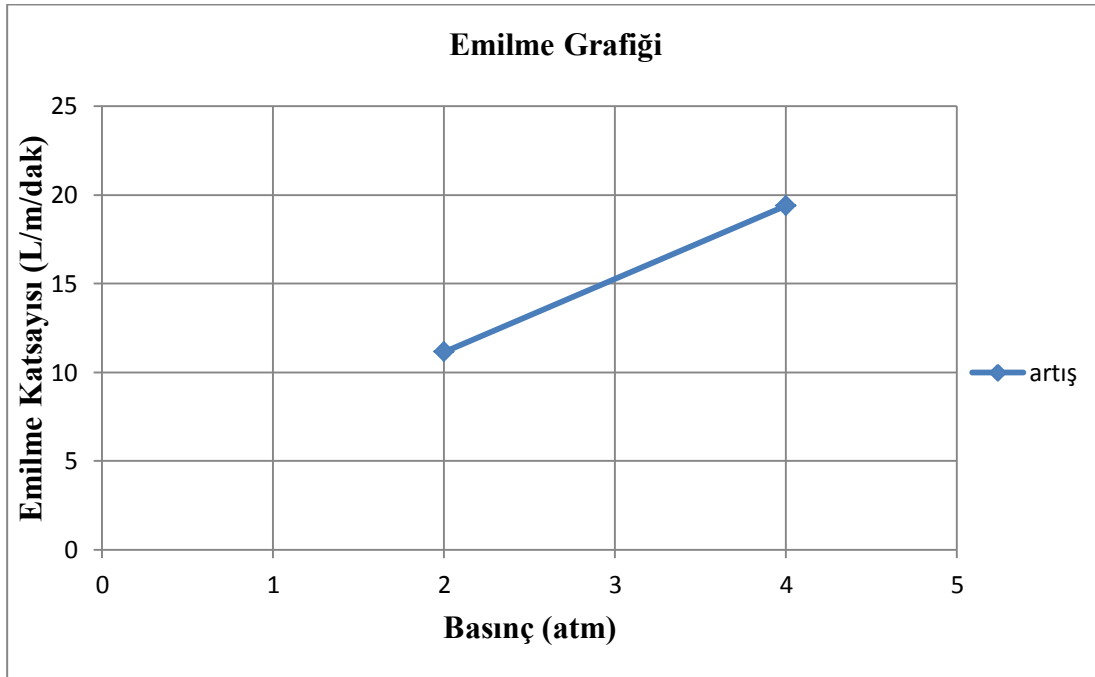
Şekil A.1 : YSK-1 sondaj kuyusunun 14-16 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



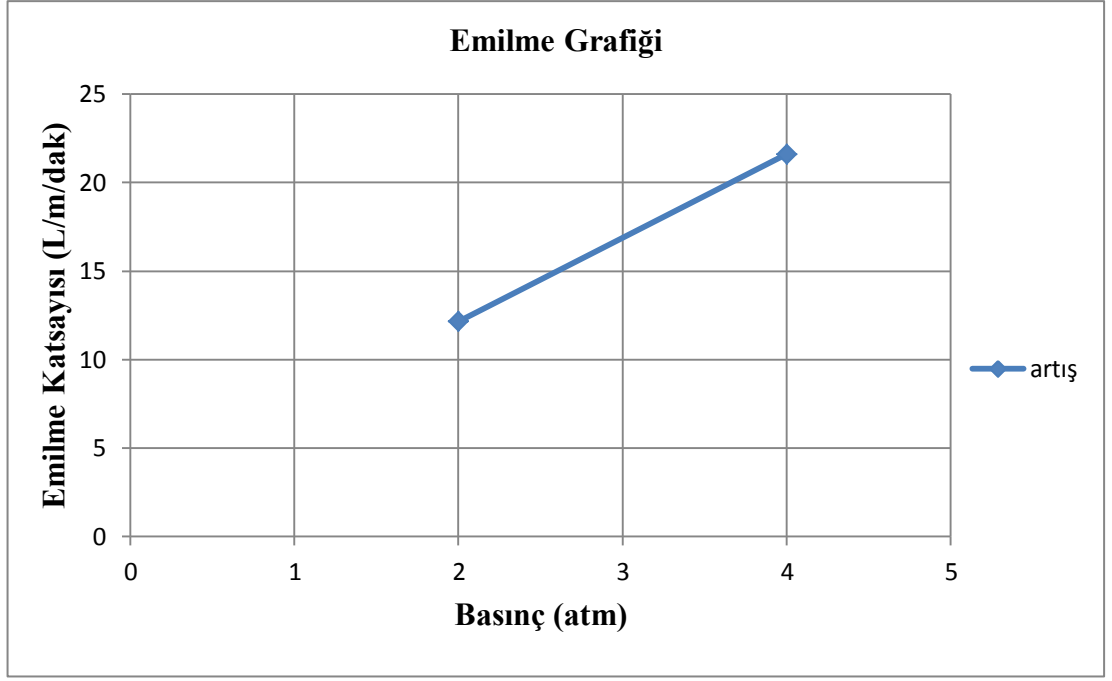
Şekil A.2 : YSK-1 sondaj kuyusunun 16-18 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



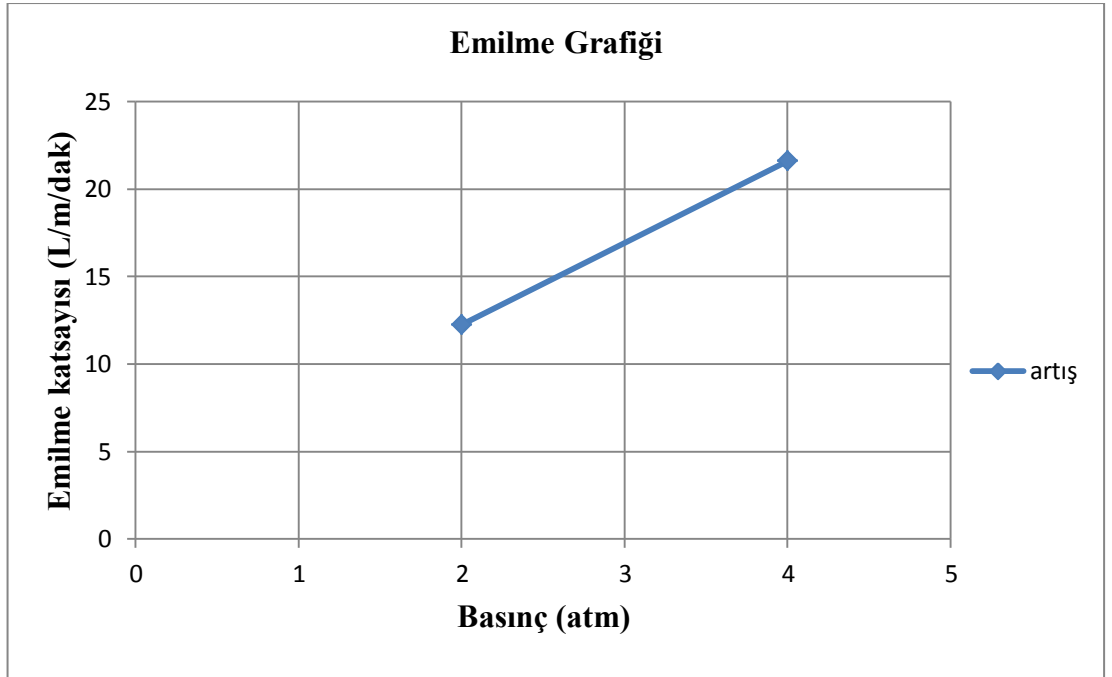
Şekil A.3 : YSK-1 sondaj kuyusunun 18-20 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



Şekil A.4 : YSK-1 Nolu sondaj kuyusunun 20-22 m Arası emilme katsayısı-basınç grafiği



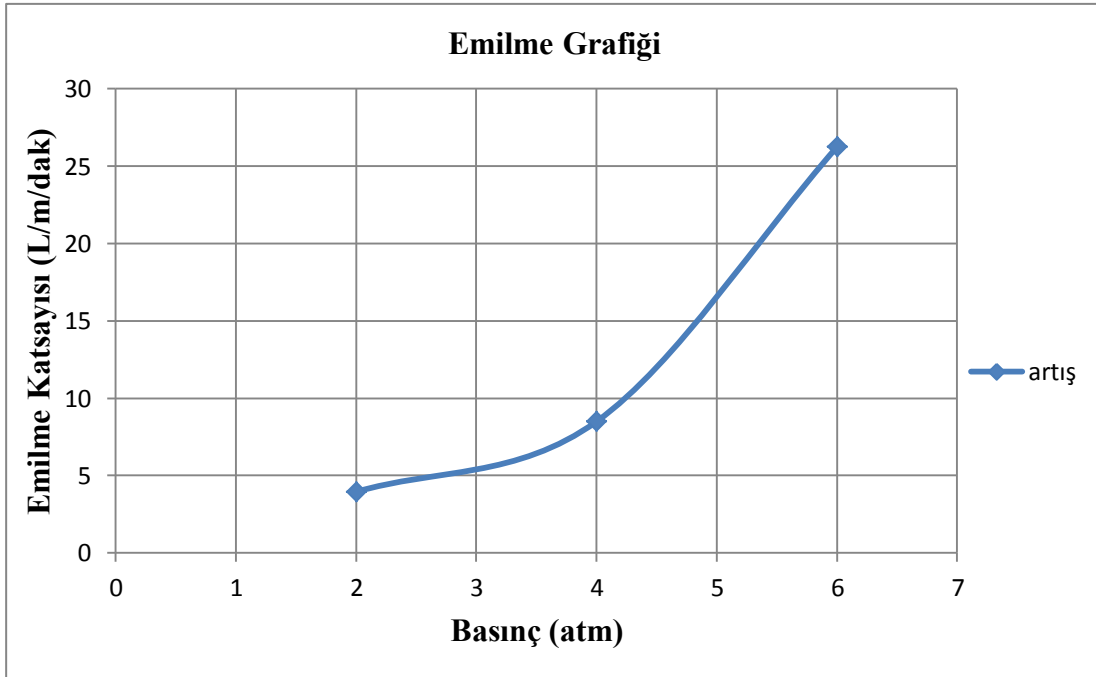
Şekil A.5 : YSK-1 sondaj kuyusunun 22-24 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



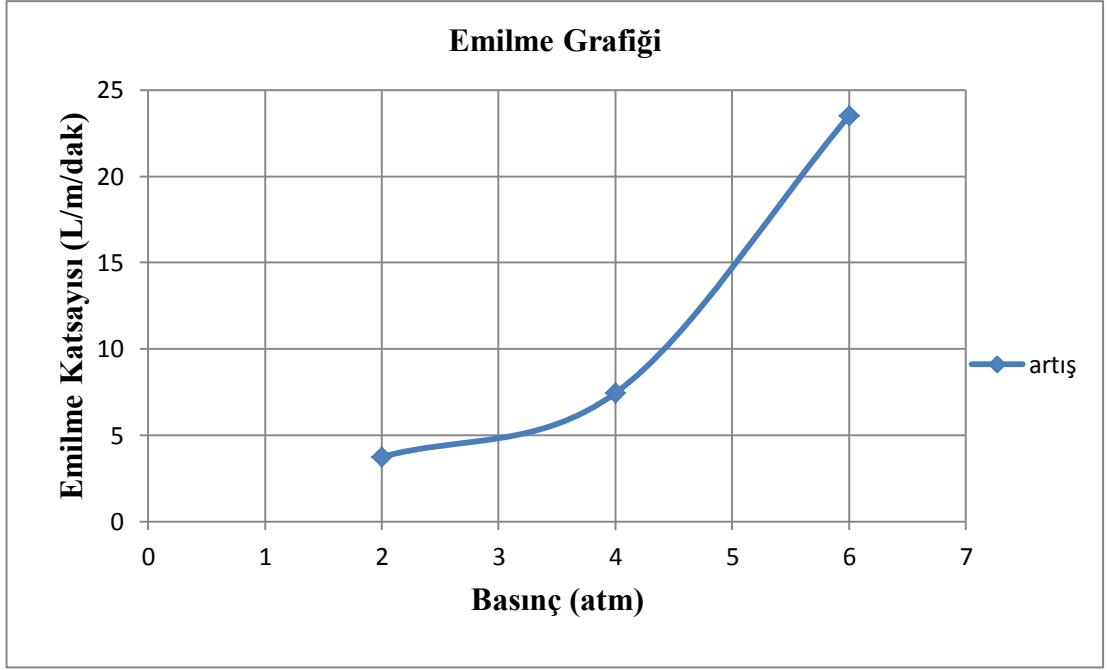
Şekil A.6 : YSK-1 sondaj kuyusunun 24-26 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



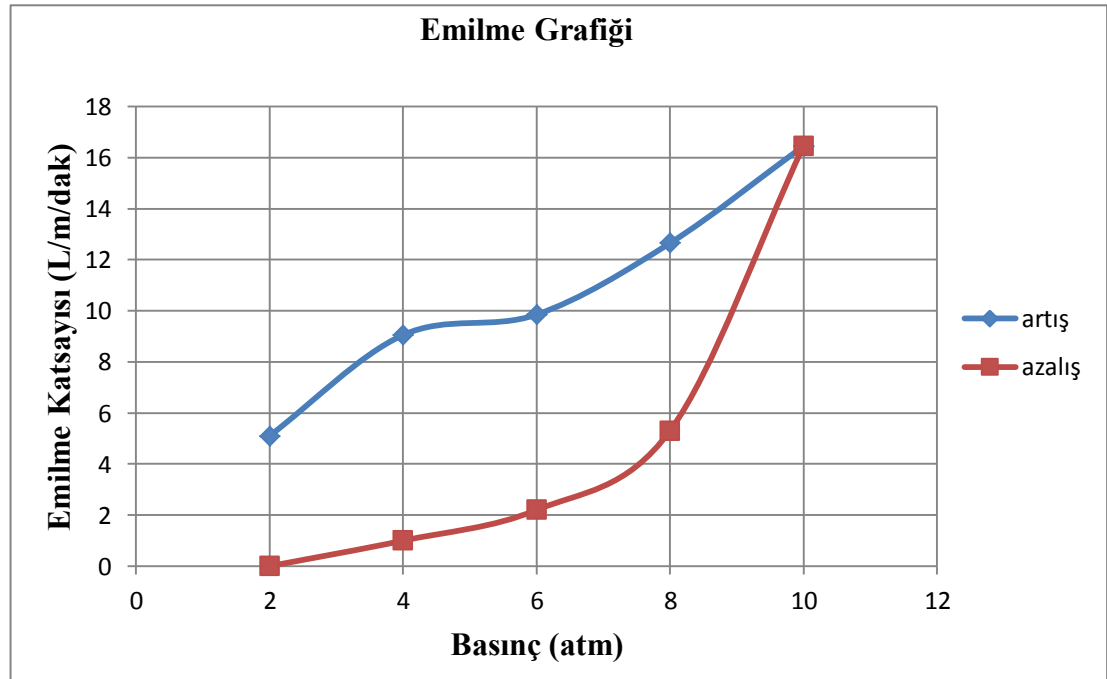
Şekil A.7 : YSK-1 sondaj kuyusunun 16-18 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



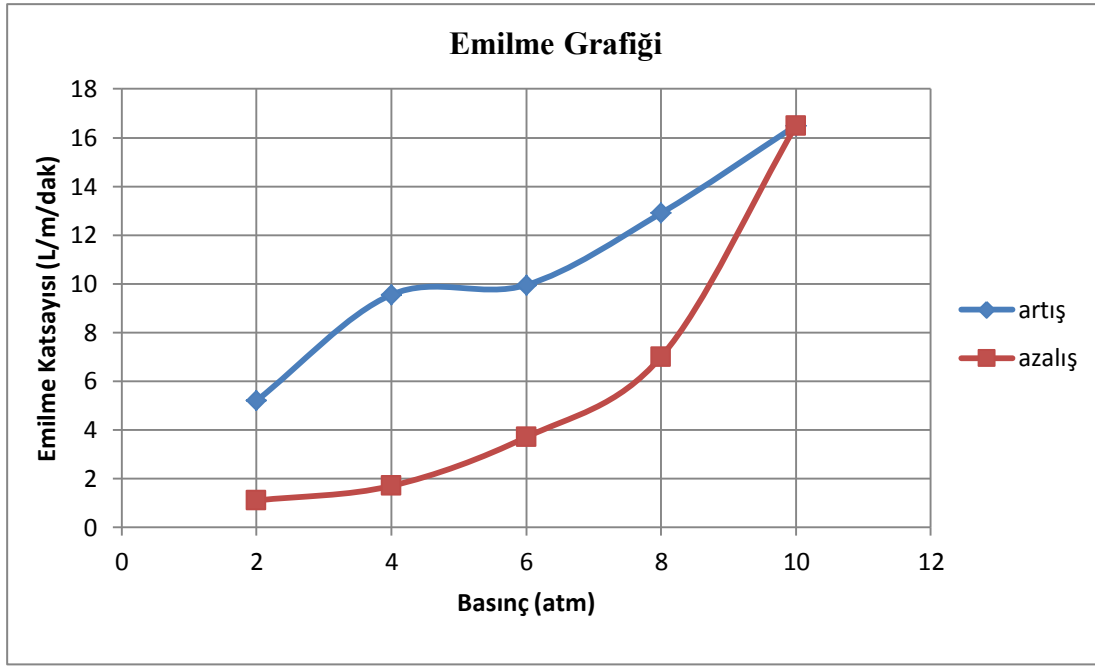
Şekil A.8 : YSK-1 sondaj kuyusunun 32-34 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



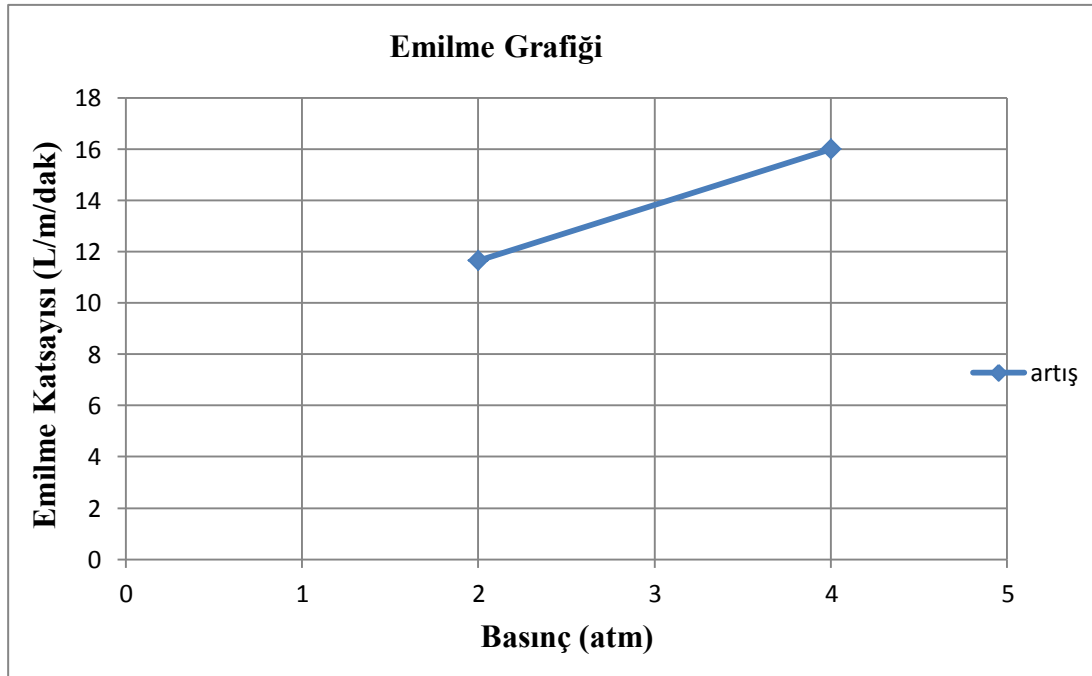
Şekil A.9 : YSK-1 sondaj kuyusunun 34-36 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



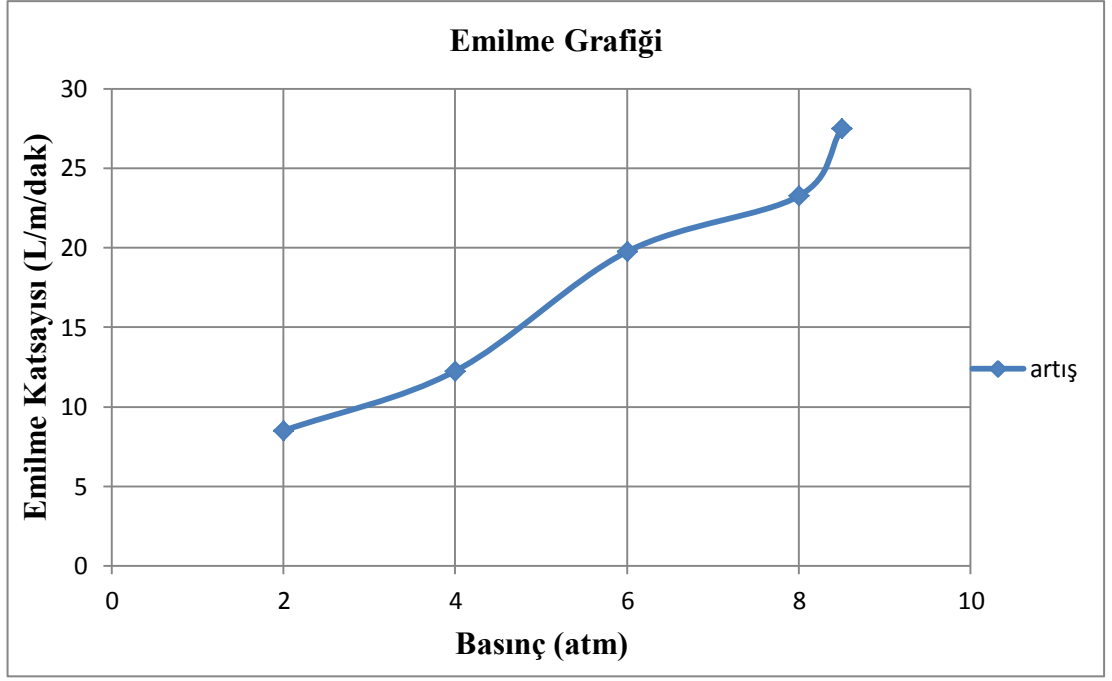
Şekil A.10 : YSK-1 sondaj kuyusunun 38-40 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



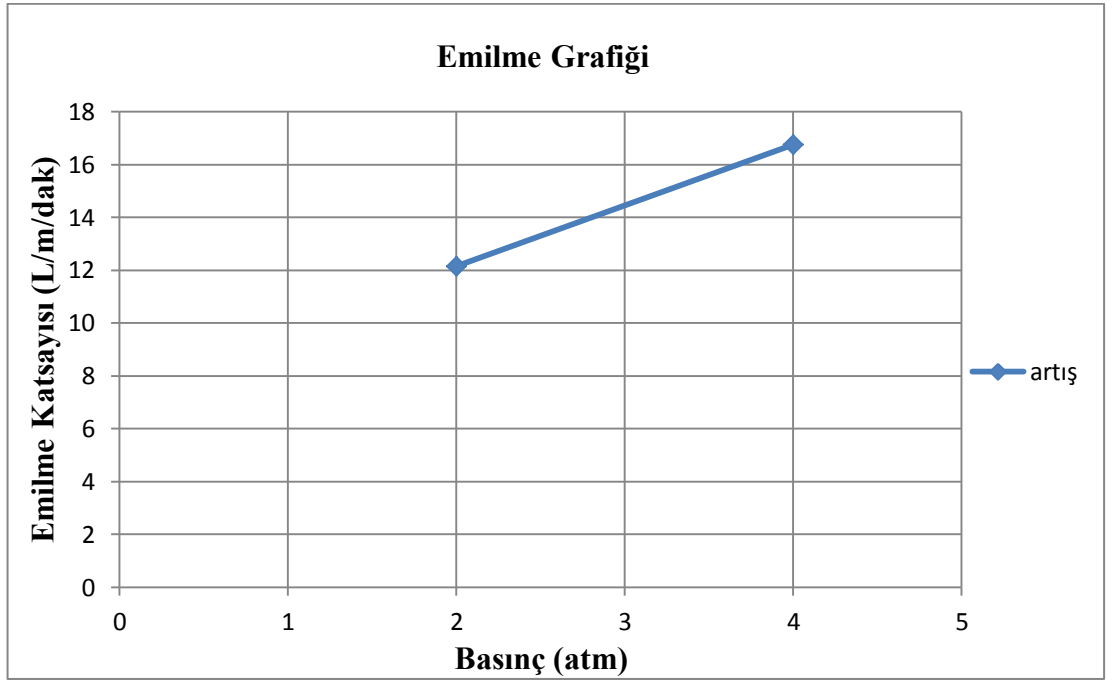
Şekil A.11 : YSK-1 sondaj kuyusunun 40-42 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



Şekil A.12 : YSK-1 sondaj kuyusunun 52-54 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



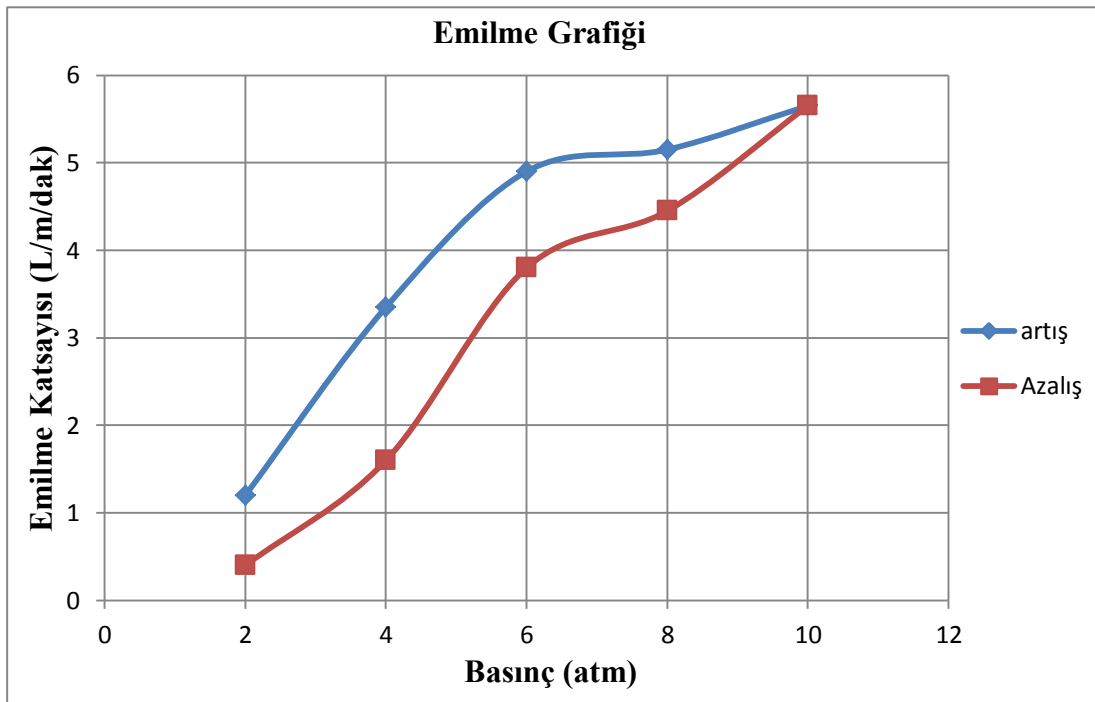
Şekil A.13 : YSK-1 sondaj kuyusunun 54-56 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



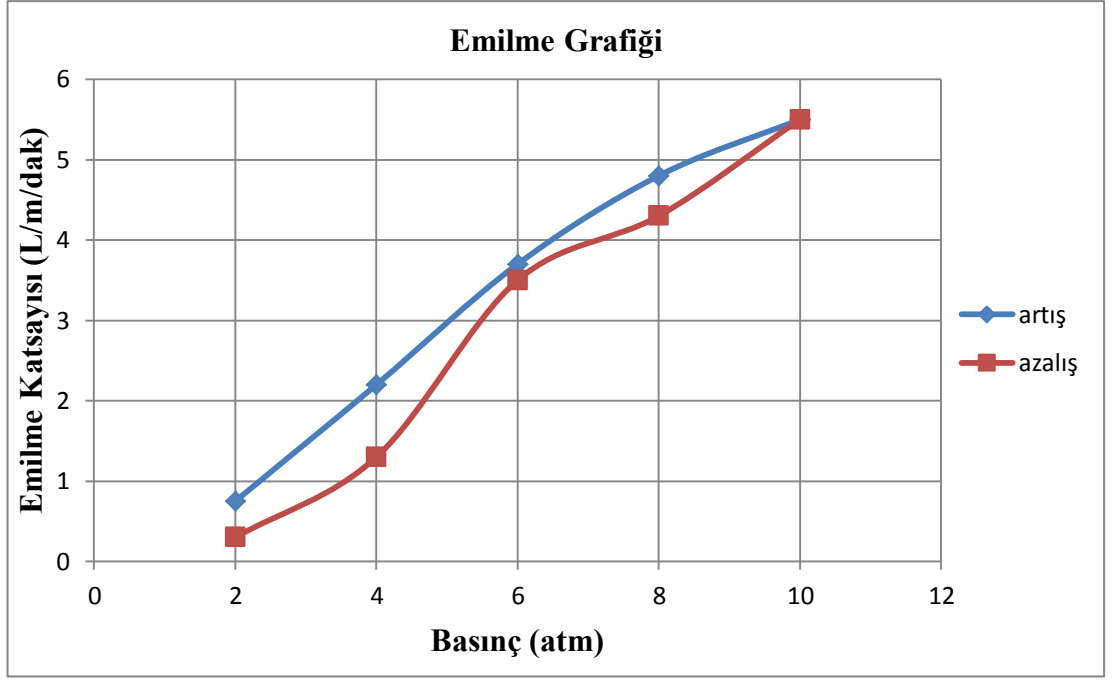
Şekil A.14 : YSK-1 sondaj kuyusunun 56-58 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



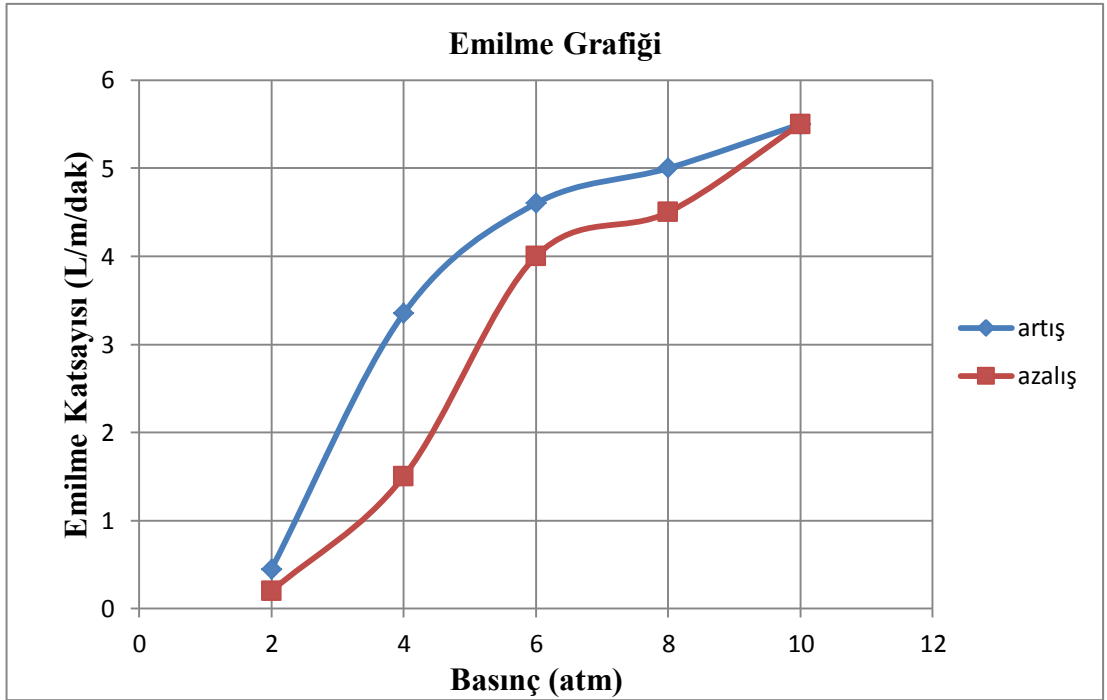
Şekil A.15 : YSK-1 sondaj kuyusunun 58-60 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



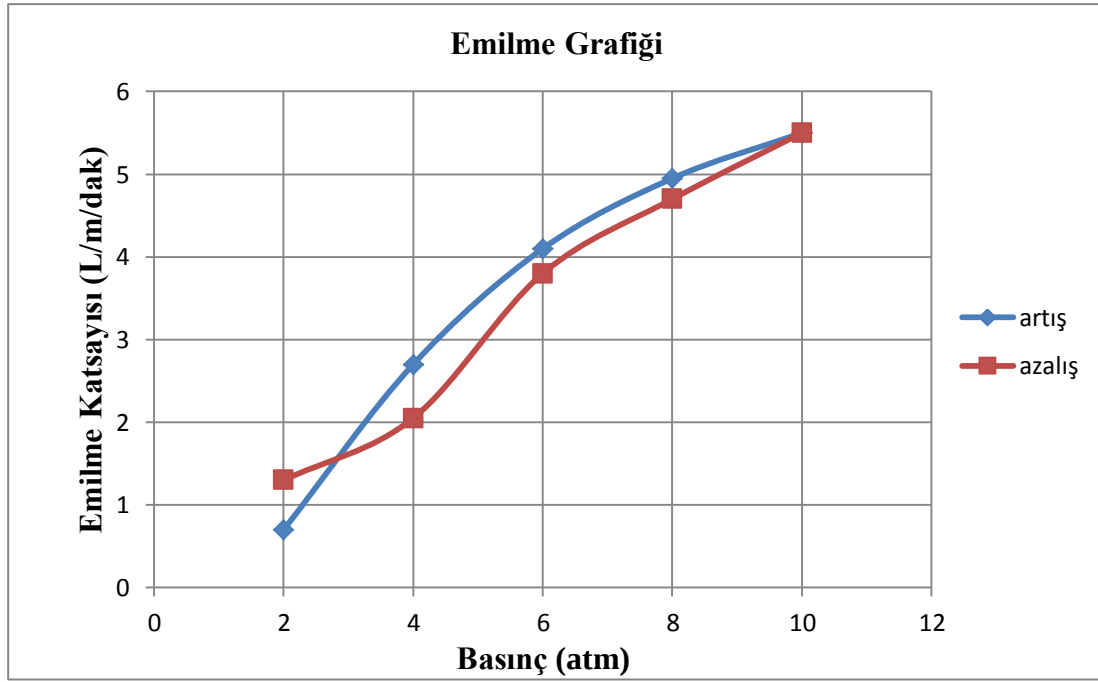
Şekil A.16 : YSK-1 sondaj kuyusunun 64-66 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



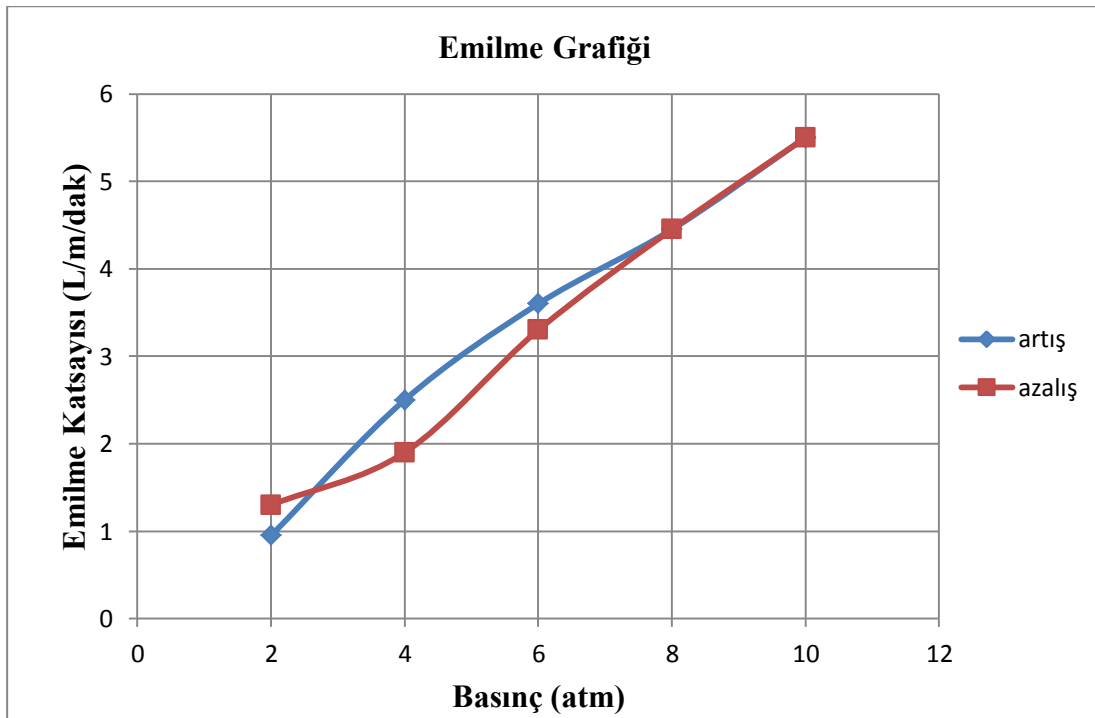
Şekil A.17 : YSK-1 sondaj kuyusunun 66-68 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



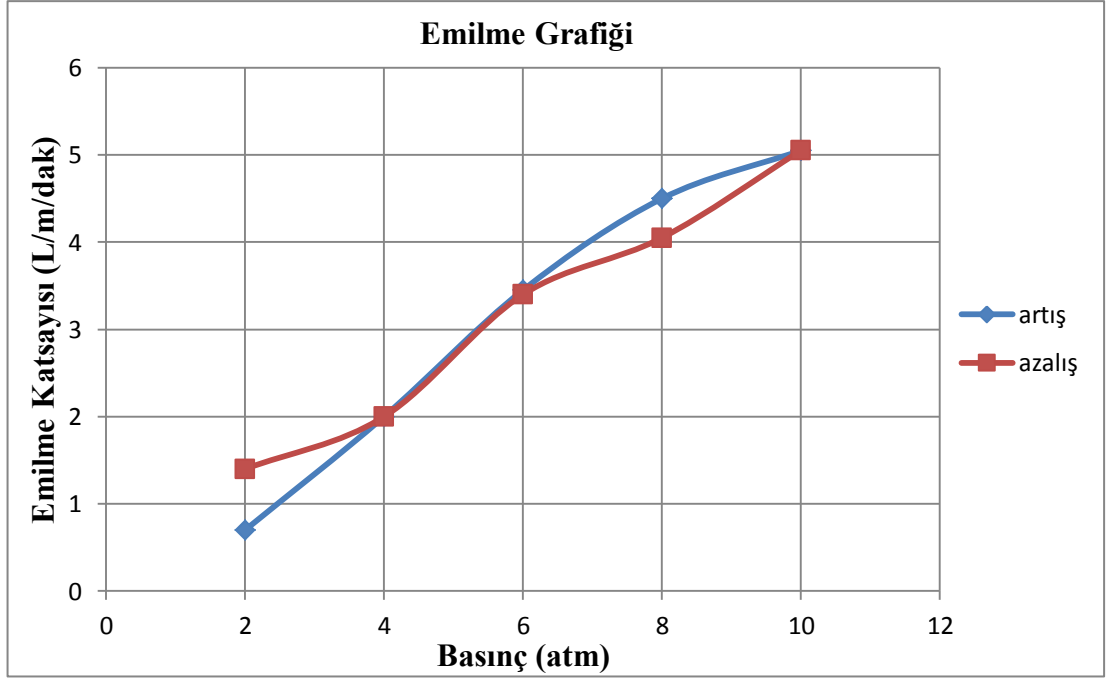
Şekil A.18 : YSK-1 sondaj kuyusunun 68-70 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



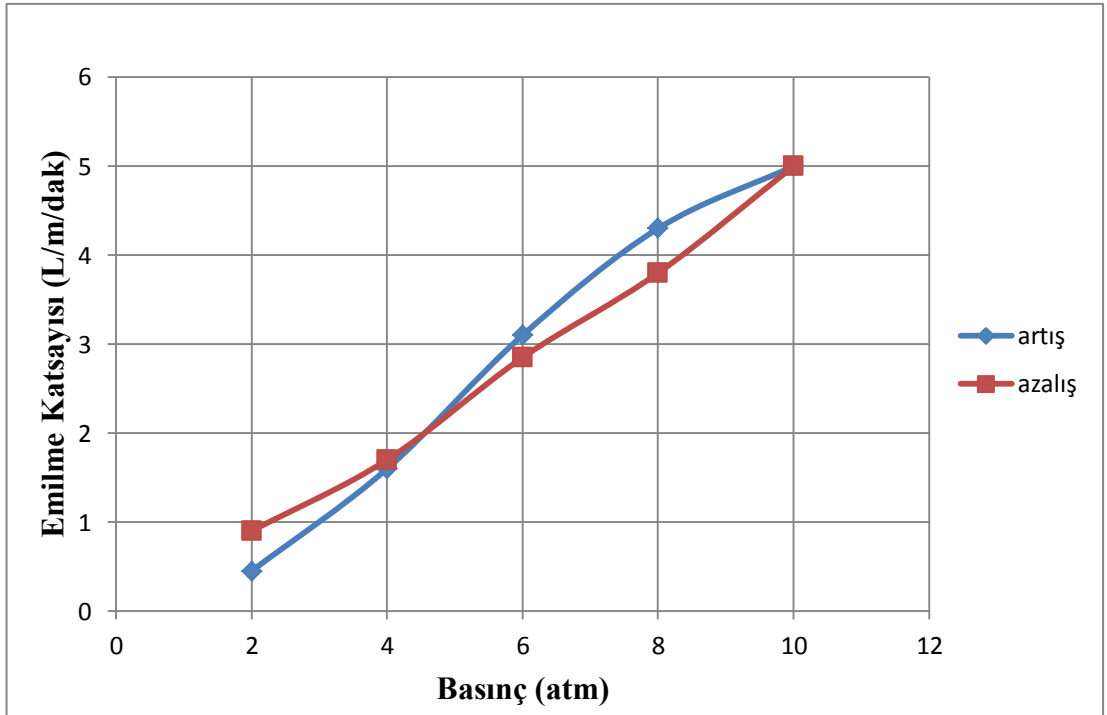
Şekil A.19 : YSK-1 sondaj kuyusunun 70-72 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



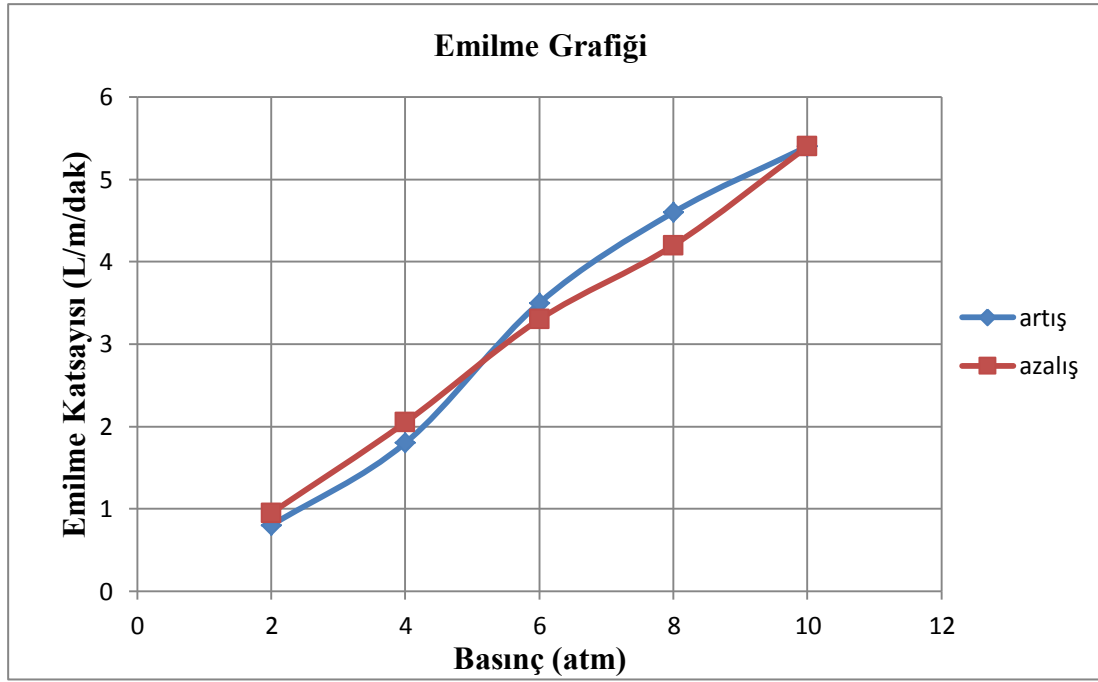
Şekil A.20 : YSK-1 sondaj kuyusunun 72-74 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



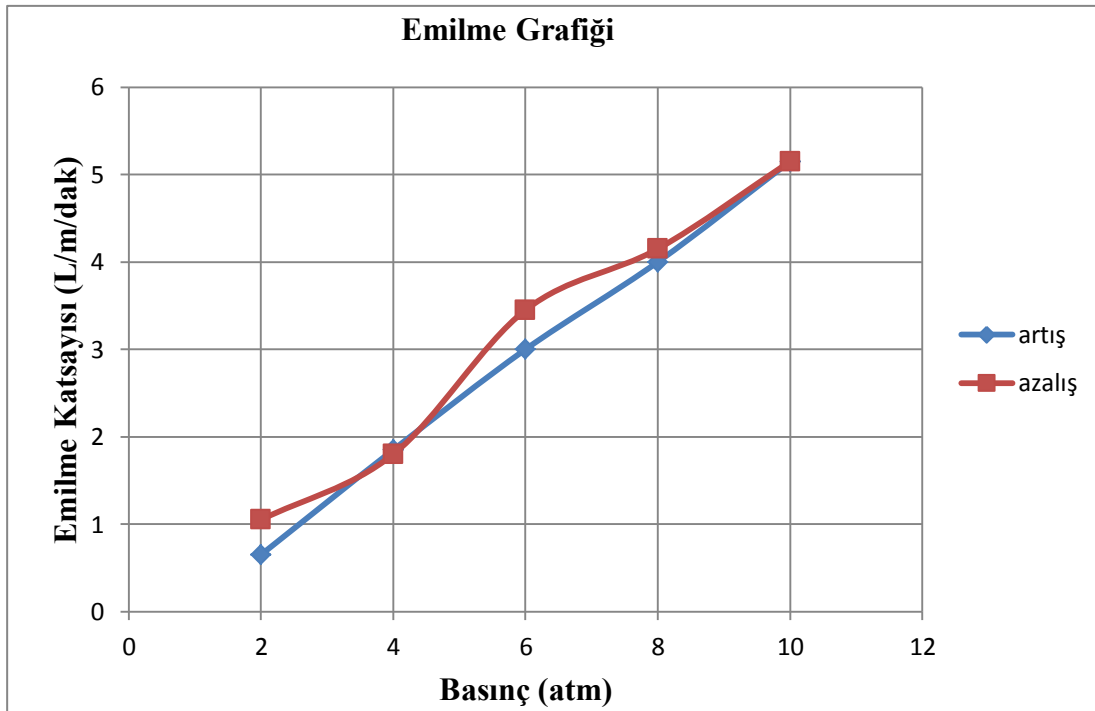
Şekil A.21 : YSK-1 sondaj kuyusunun 74-76 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



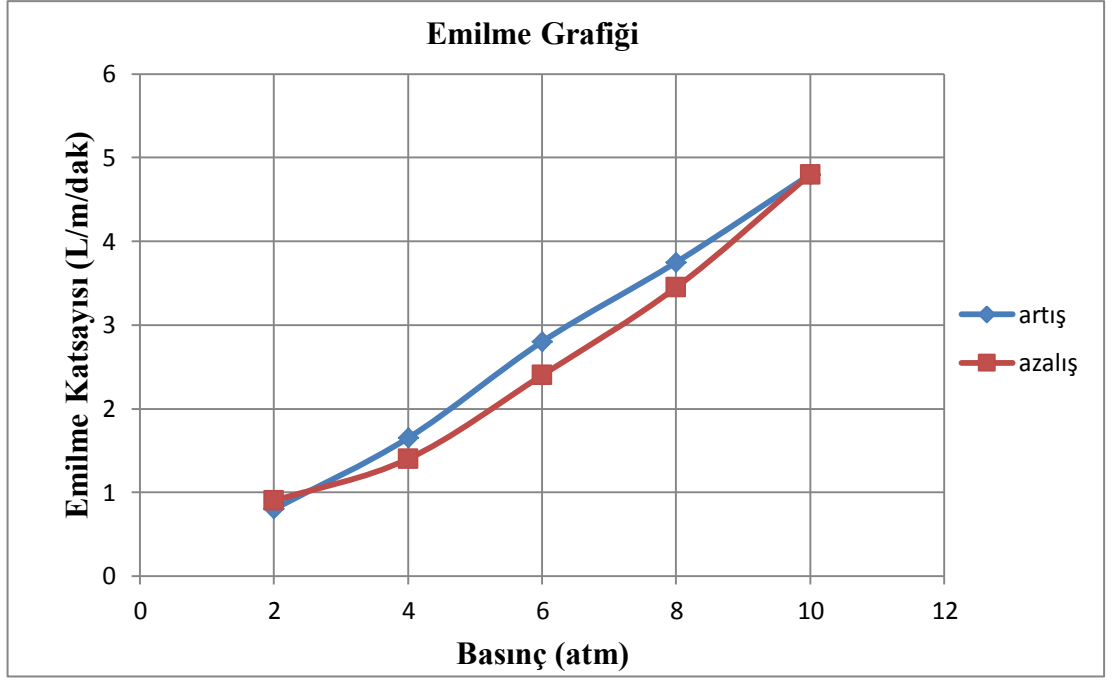
Şekil A.22 : YSK-1 sondaj kuyusunun 76-78 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



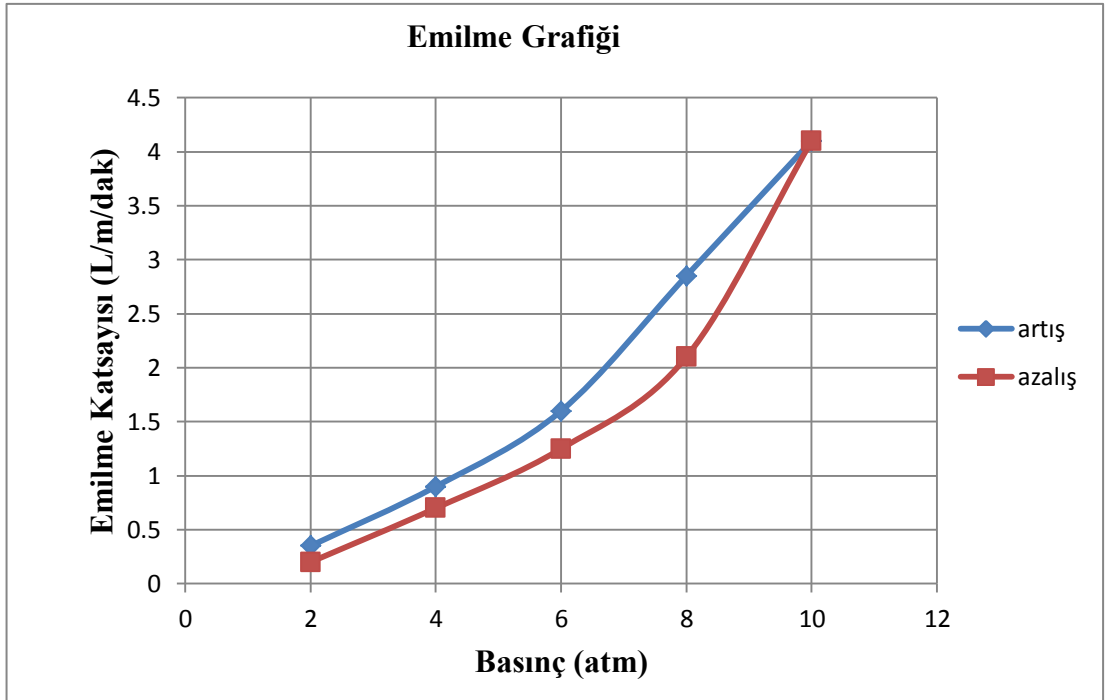
Şekil A.23 : YSK-1 sondaj kuyusunun 78-80 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



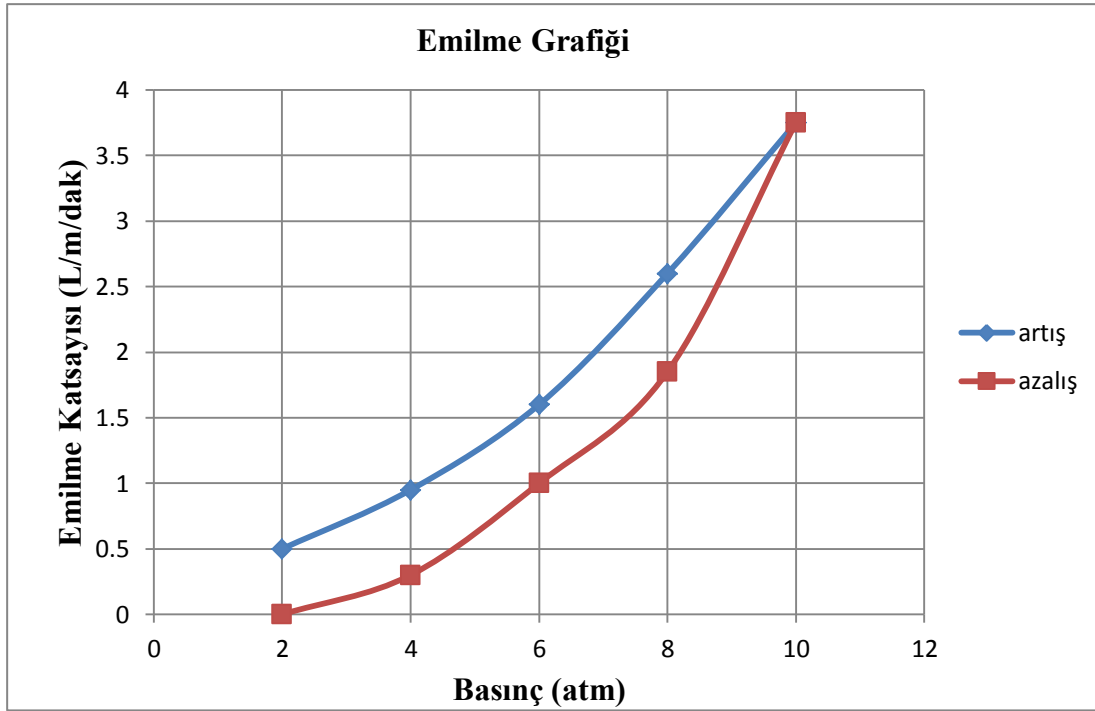
Şekil A.24 : YSK-1 sondaj kuyusunun 80-82 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



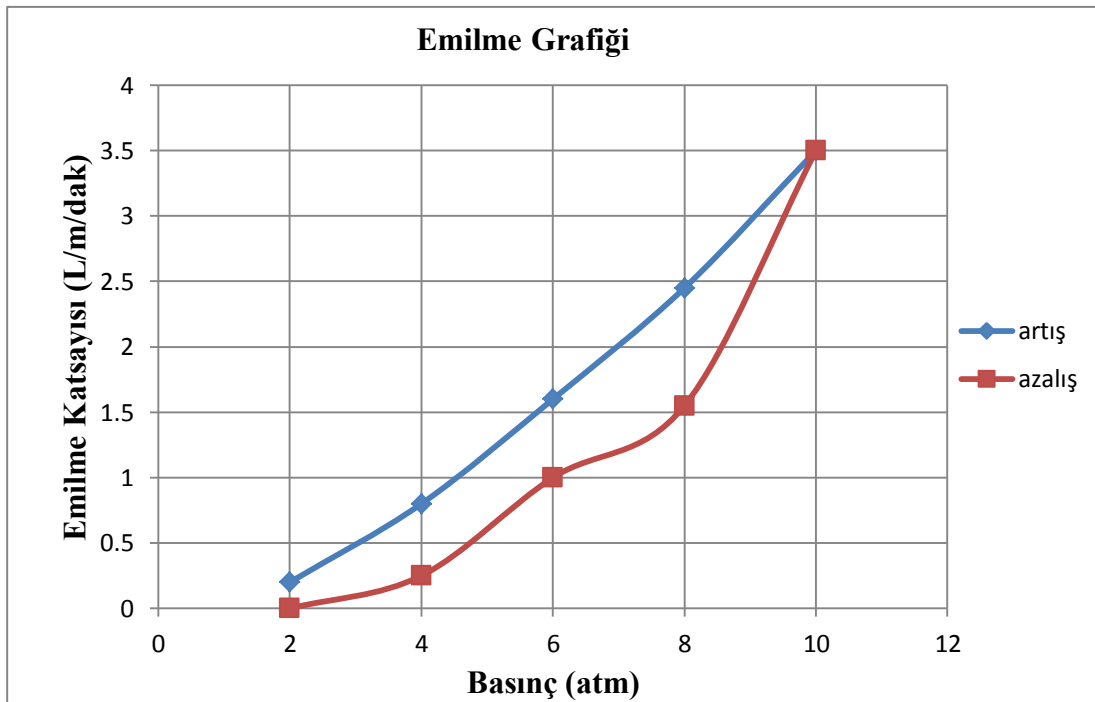
Şekil A.25 : YSK-1 sondaj kuyusunun 82-84 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



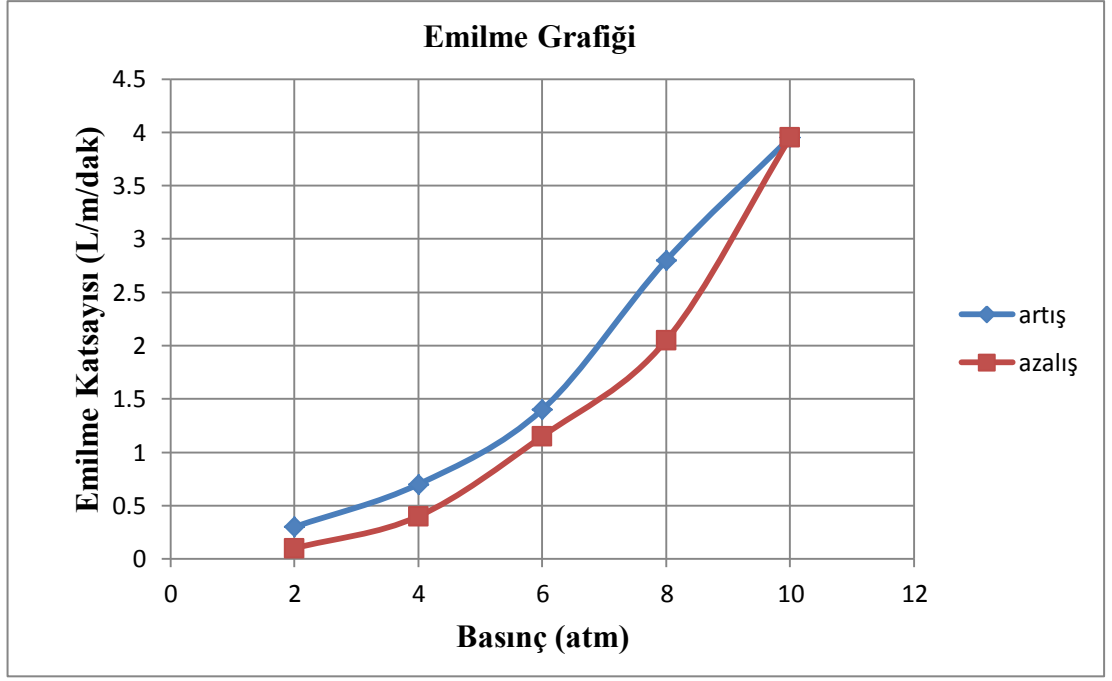
Şekil A.26 : YSK-1 sondaj kuyusunun 84-86 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



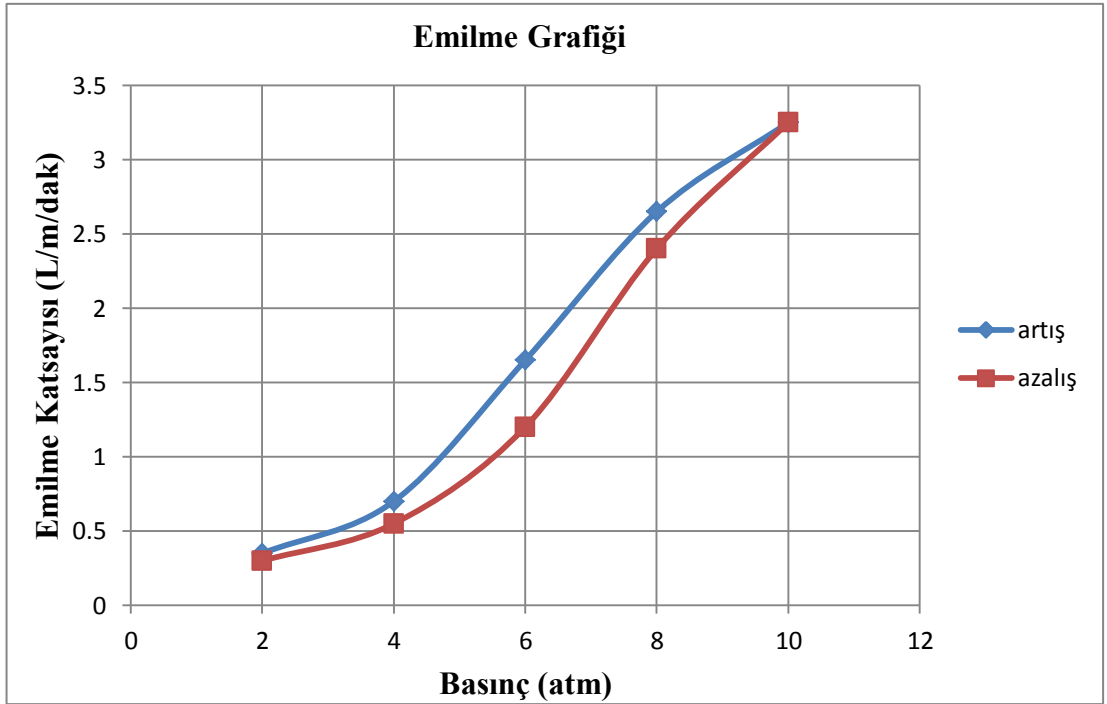
Şekil A.27 : YSK-1 sondaj kuyusunun 86-88 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



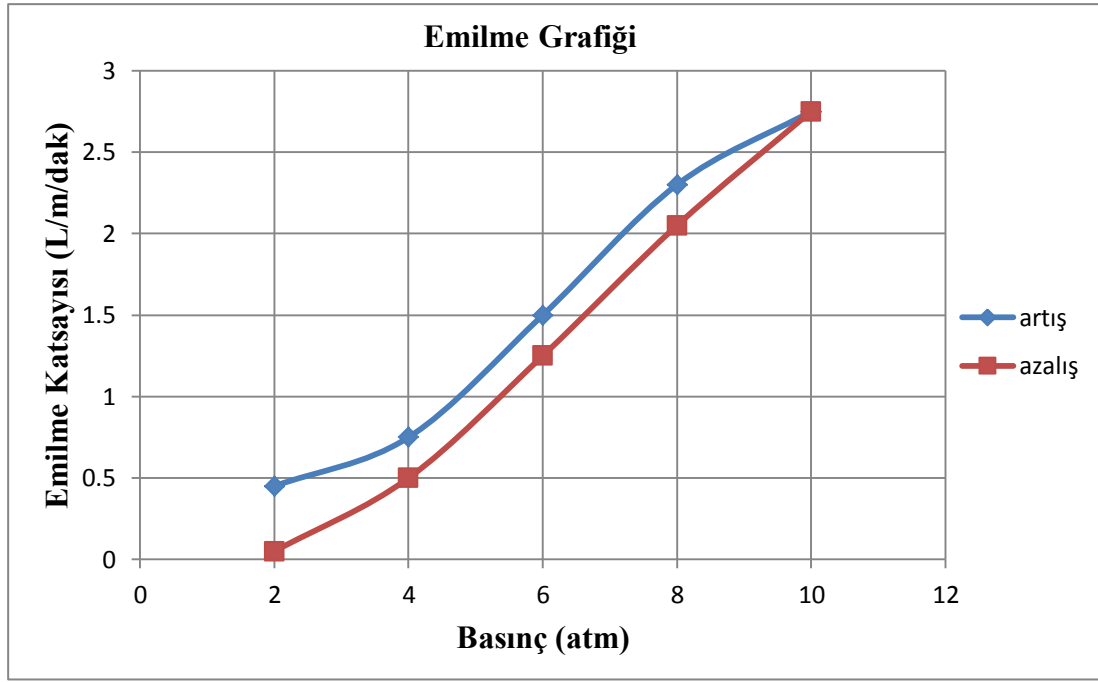
Şekil A.28 : YSK-1 sondaj kuyusunun 88-90 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



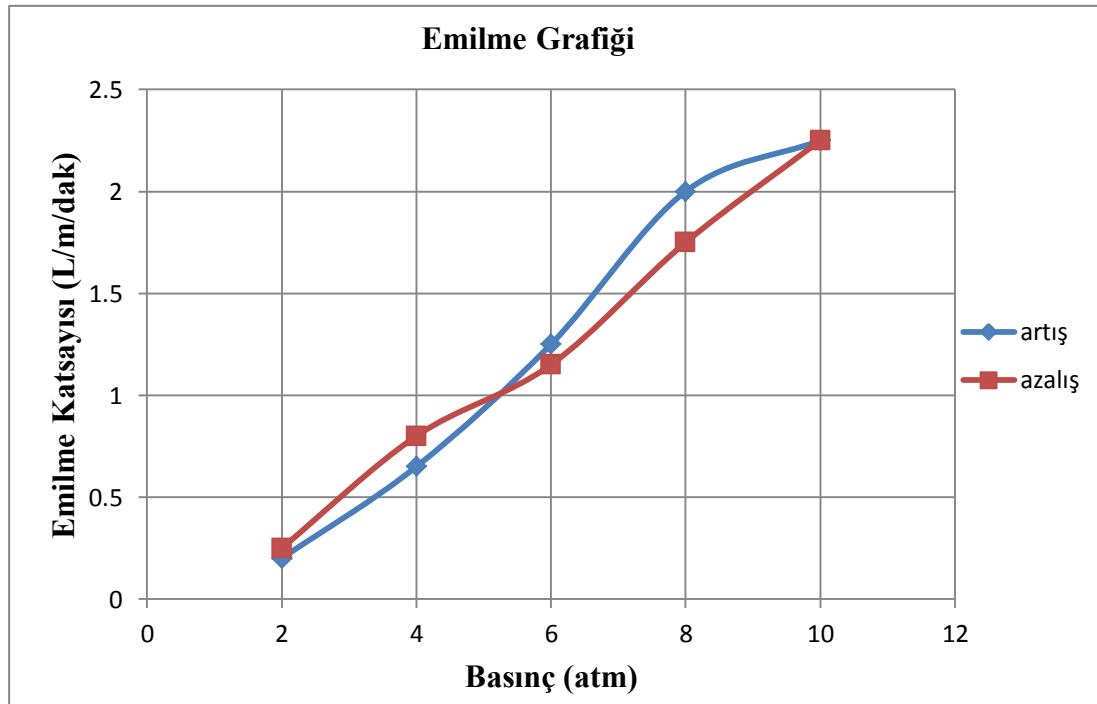
Şekil A.29 : YSK-1 sondaj kuyusunun 90-92 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



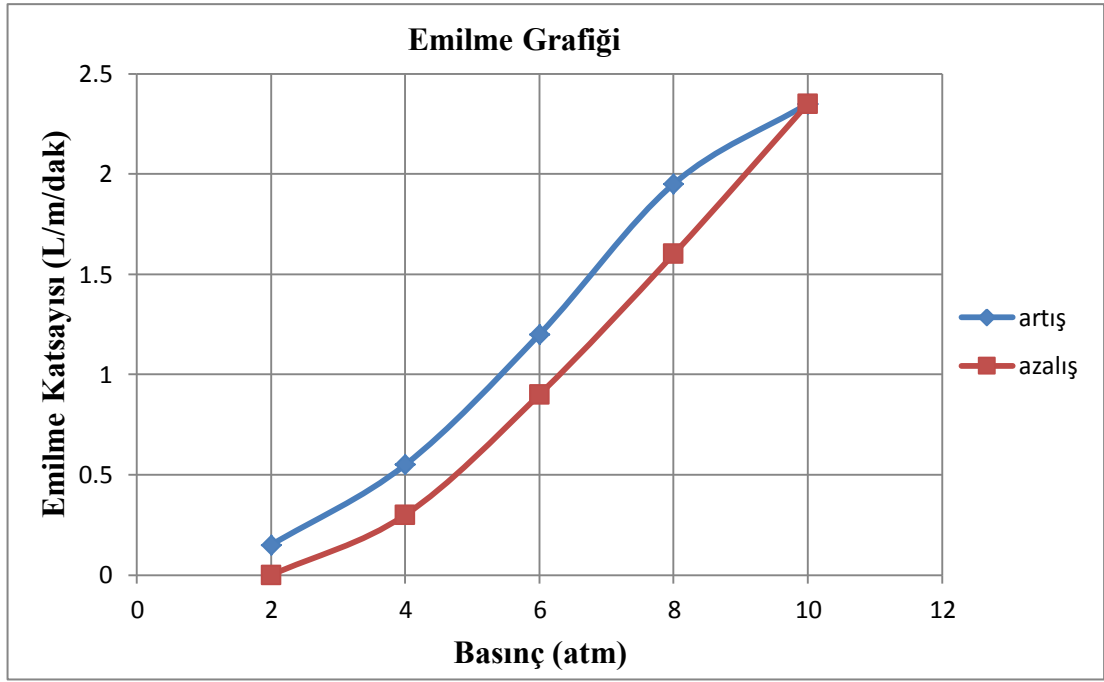
Şekil A.30 : YSK-1 sondaj kuyusunun 92-94 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



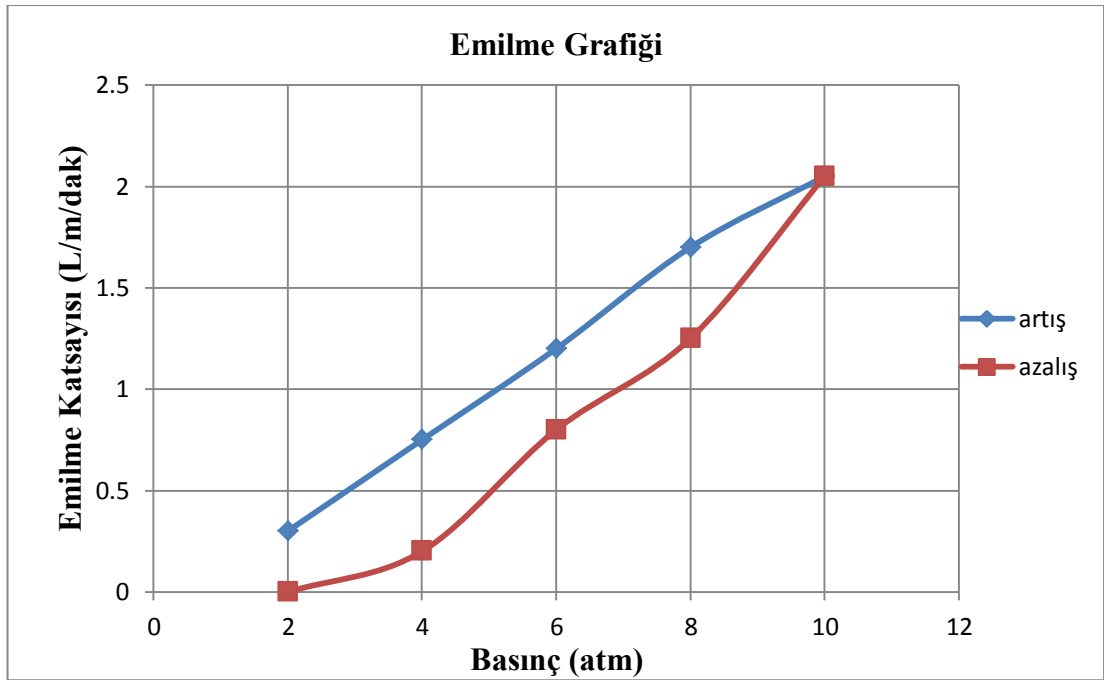
Şekil A.31 : YSK-1 sondaj kuyusunun 94-96 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



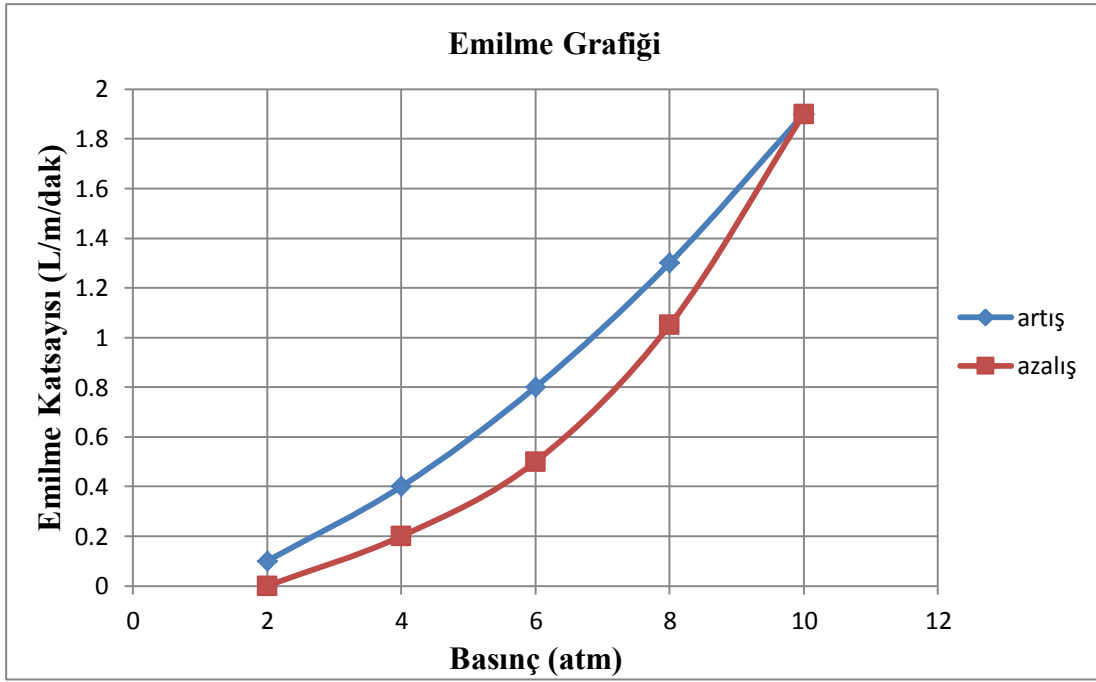
Şekil A.32 : YSK-1 sondaj kuyusunun 96-98 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



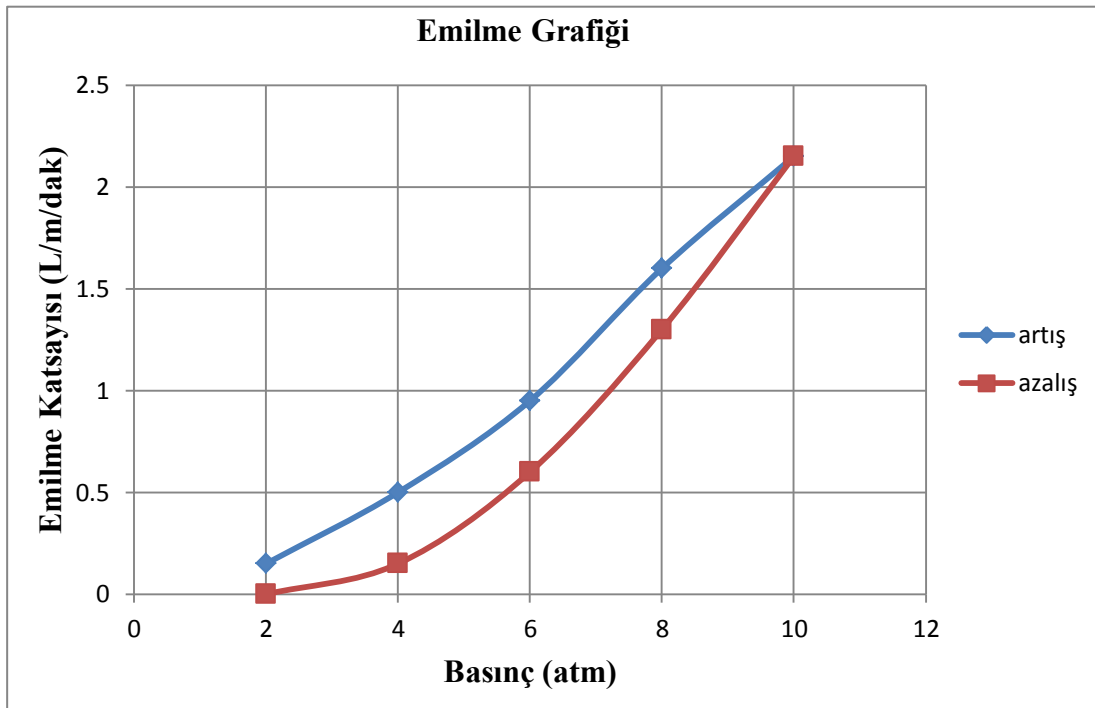
Şekil A.33 : YSK-1 sondaj kuyusunun 98-100 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



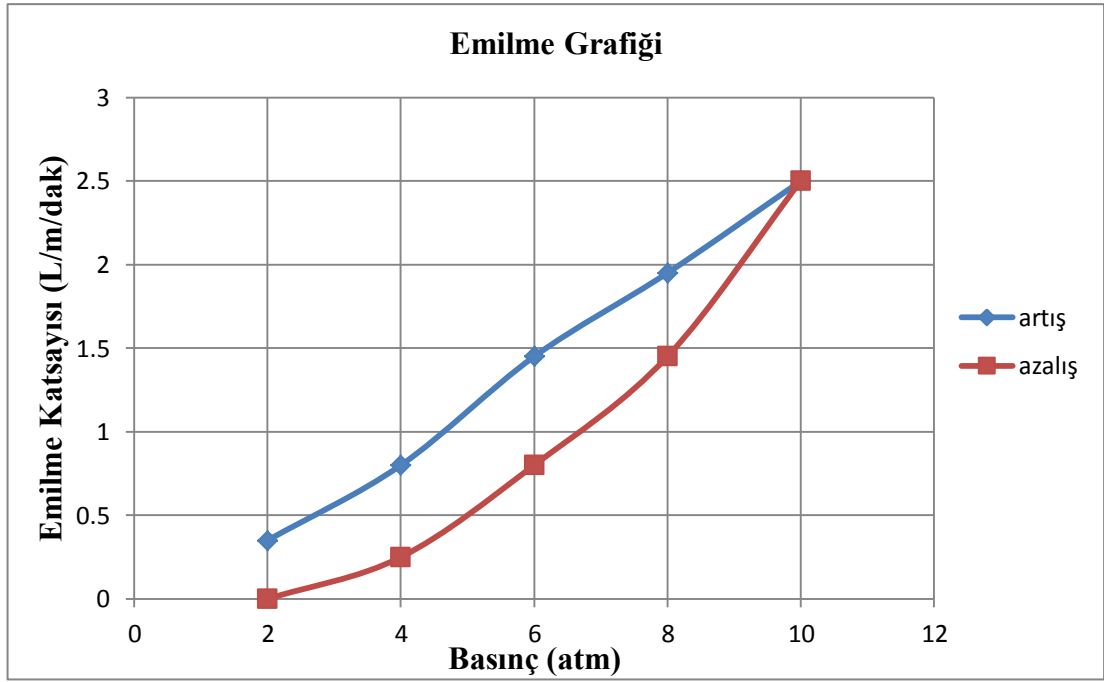
Şekil A.34 : YSK-1 sondaj kuyusunun 100-102 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



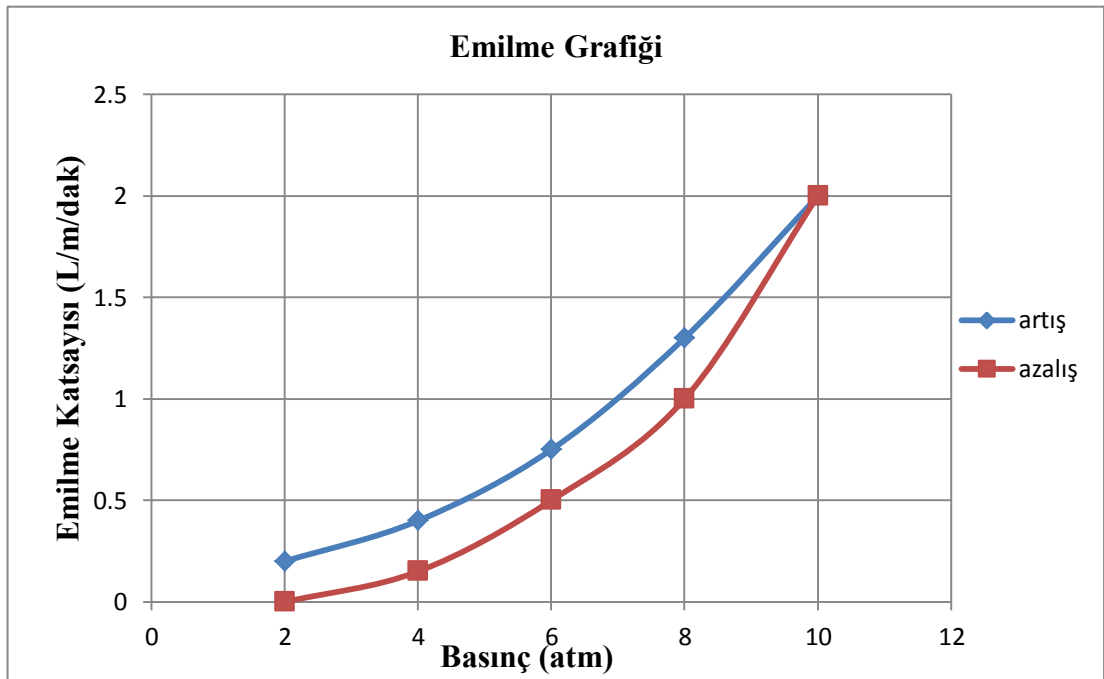
Şekil A.35 : YSK-1 sondaj kuyusunun 102-104 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



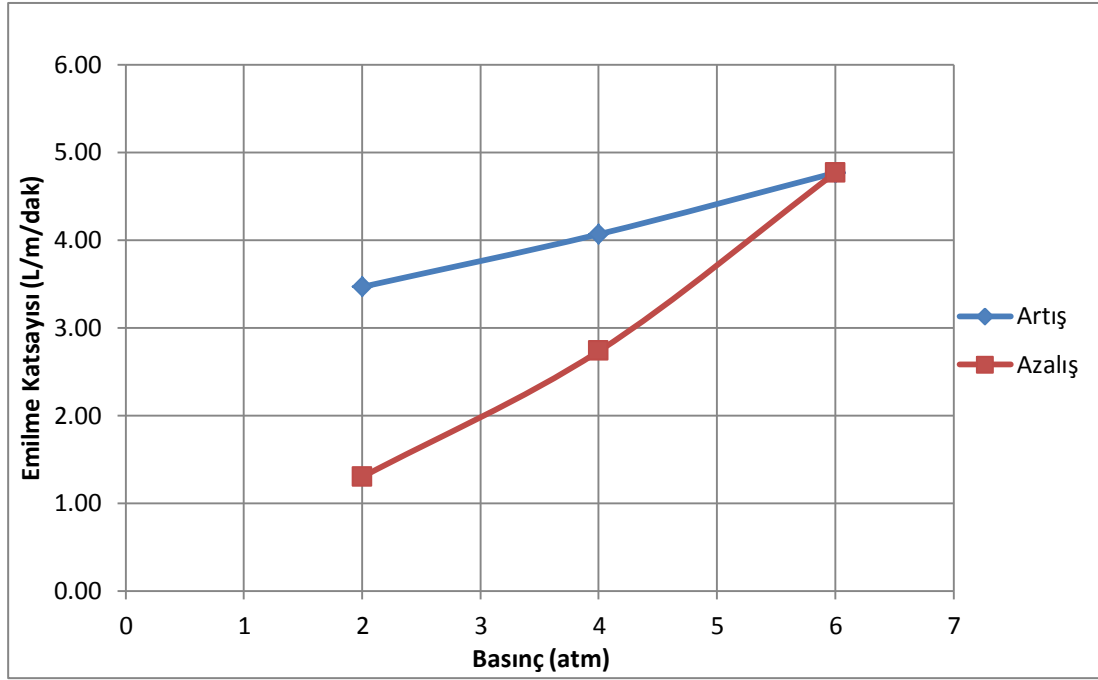
Şekil A.36 : YSK-1 sondaj kuyusunun 104-106 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



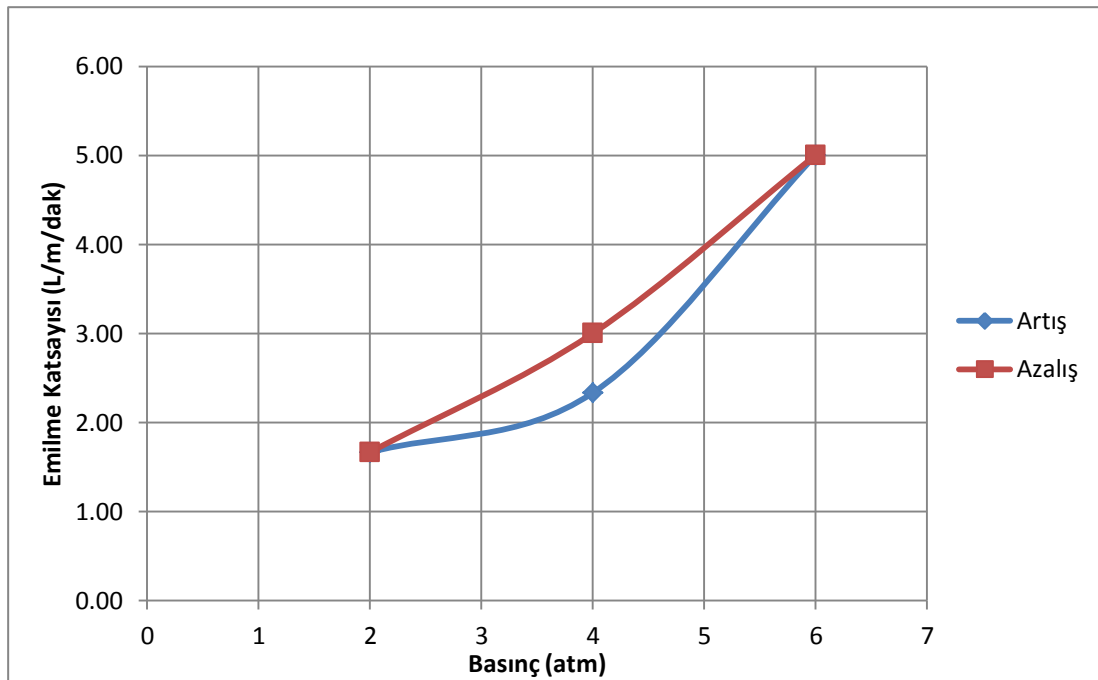
Şekil A.37 : YSK-1 sondaj kuyusunun 106-108 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



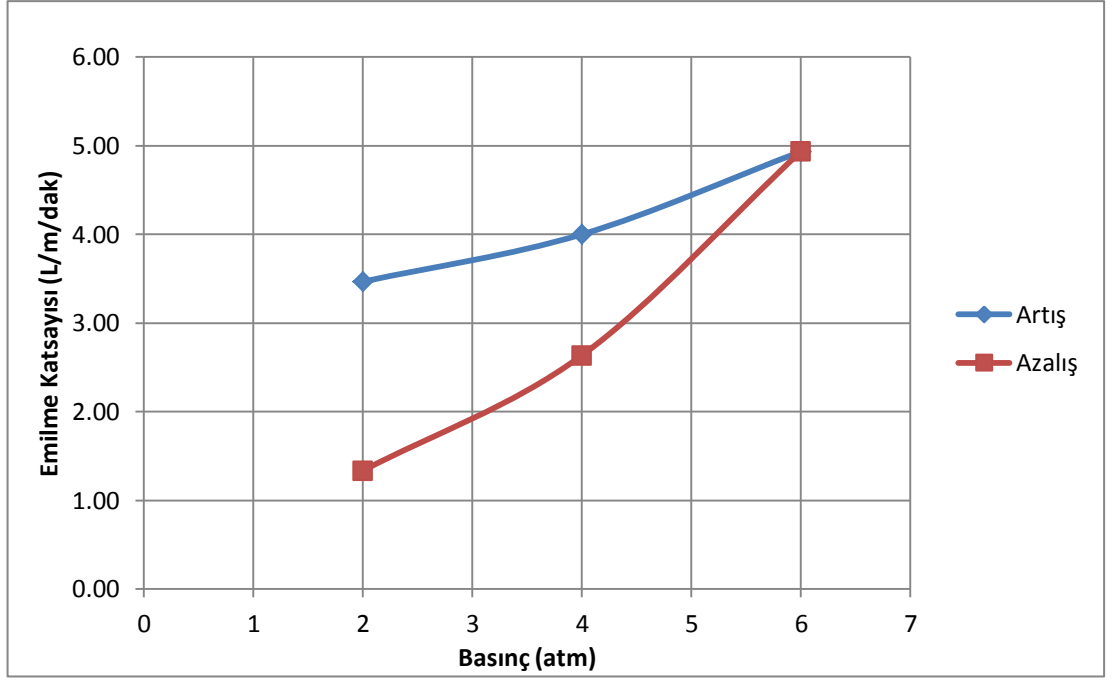
Şekil A.38 : YSK-1 sondaj kuyusunun 108-110 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



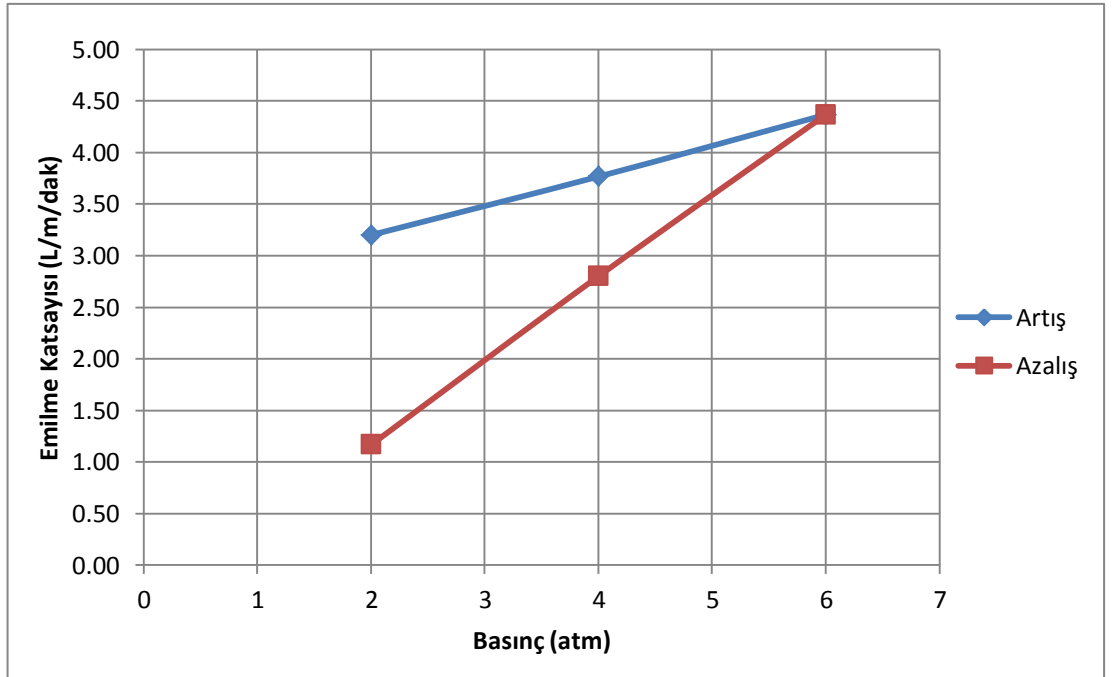
Şekil A.39 : BSK-2 sondaj kuyusunun 6-9 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



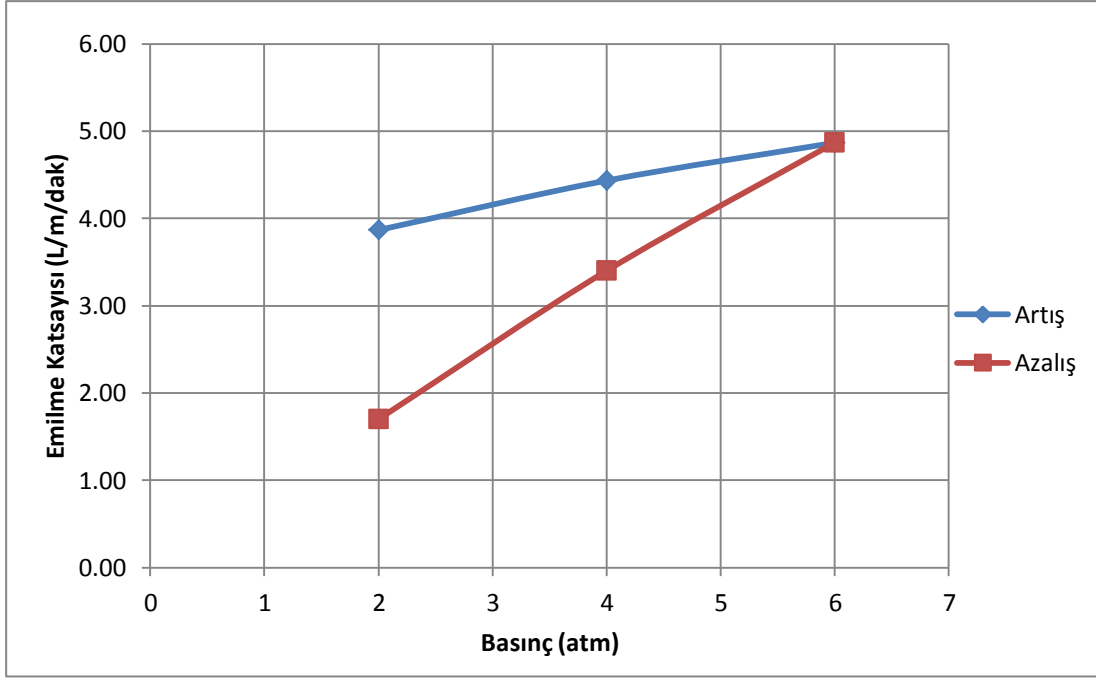
Şekil A.40 : BSK-2 sondaj kuyusunun 9-12 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



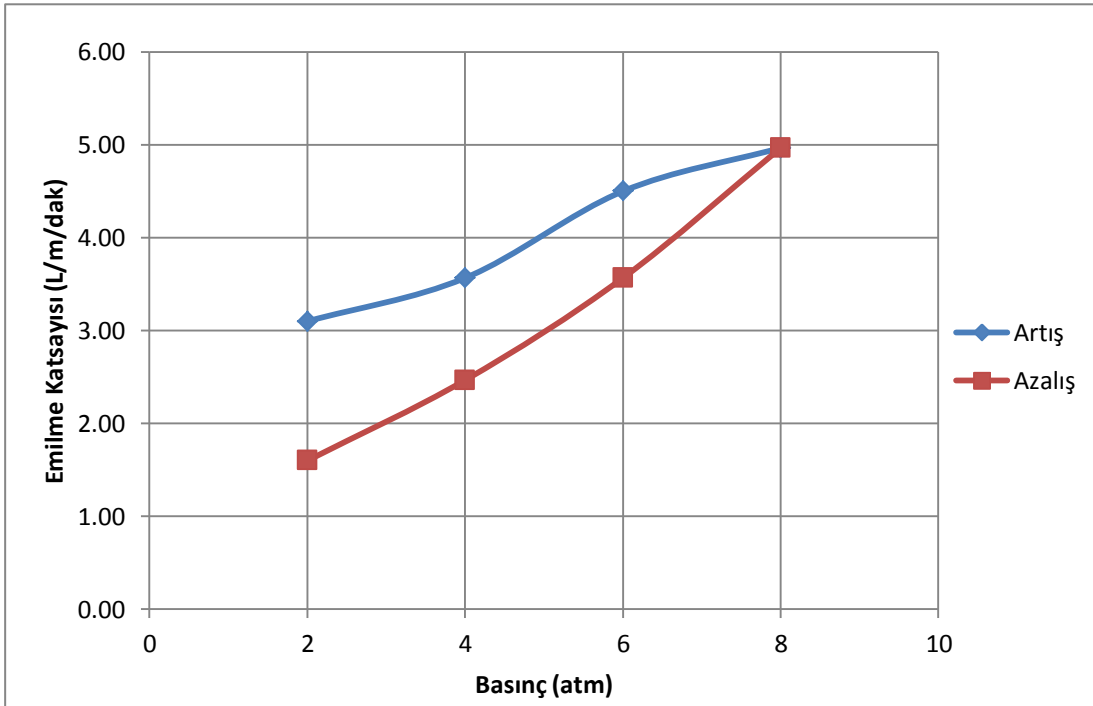
Şekil A.41 : BSK-2 sondaj kuyusunun 12-15 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



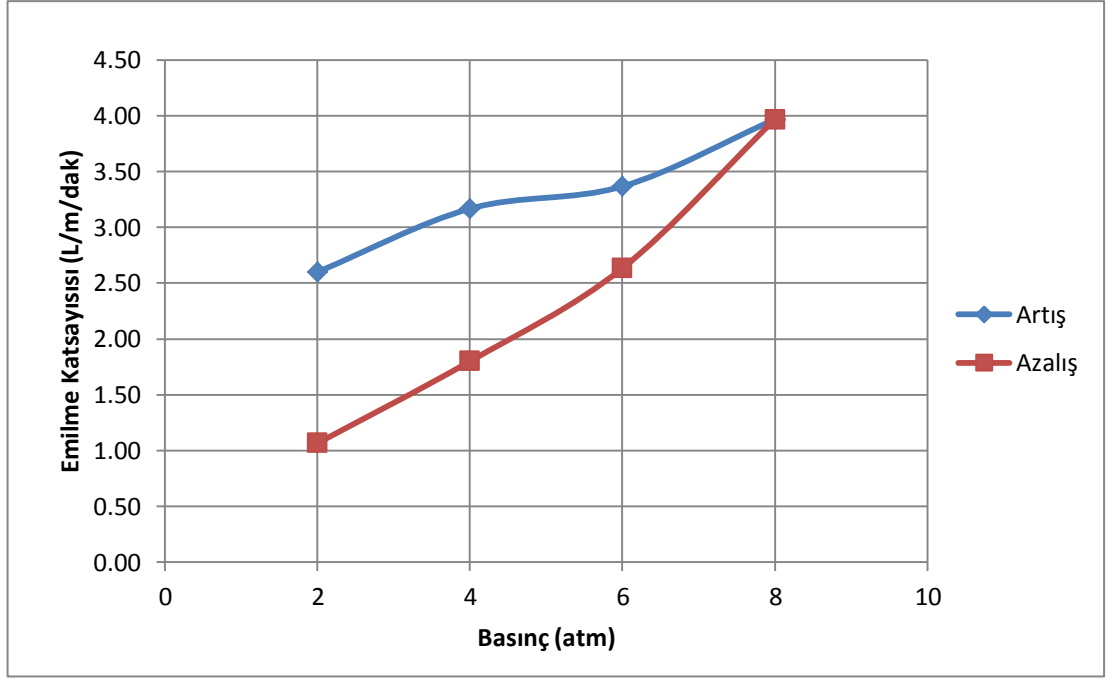
Şekil A.42 : BSK-2 sondaj kuyusunun 15-18 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



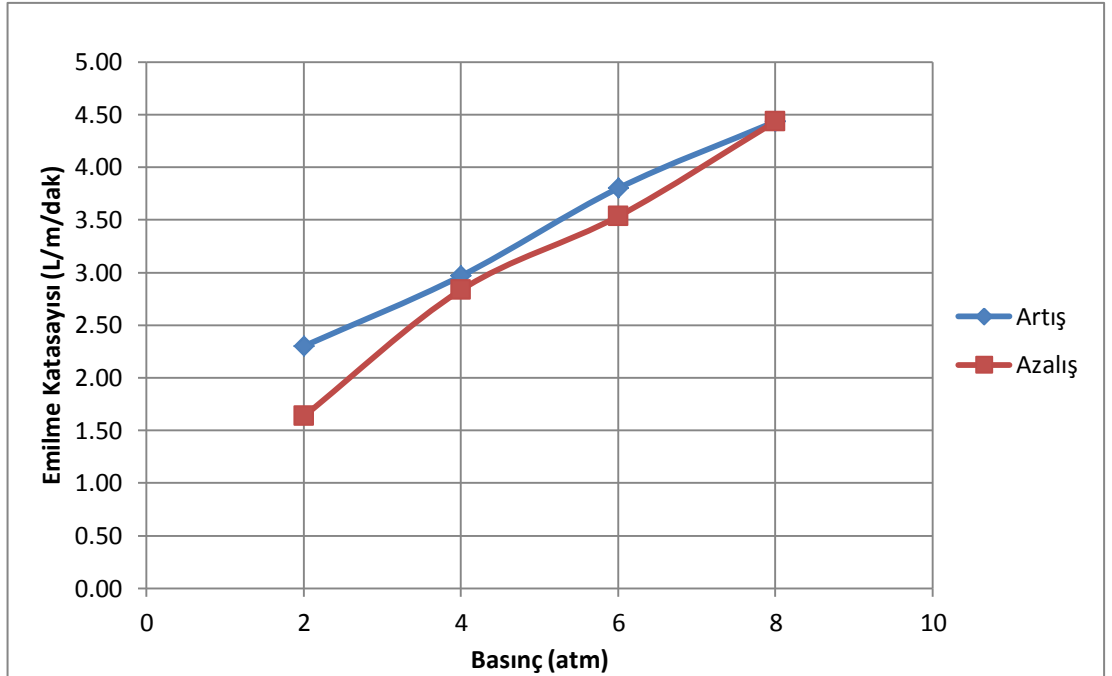
Şekil A.43 : BSK-2 sondaj kuyusunun 18-21 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



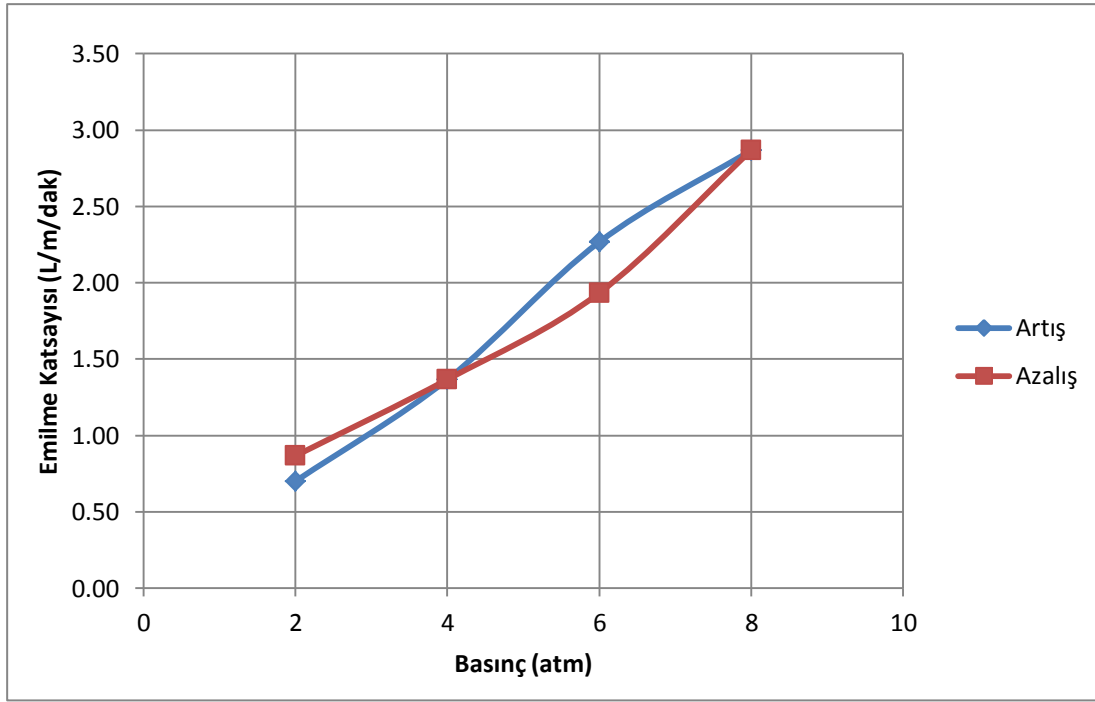
Şekil A.44 : BSK-2 sondaj kuyusunun 21-24 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



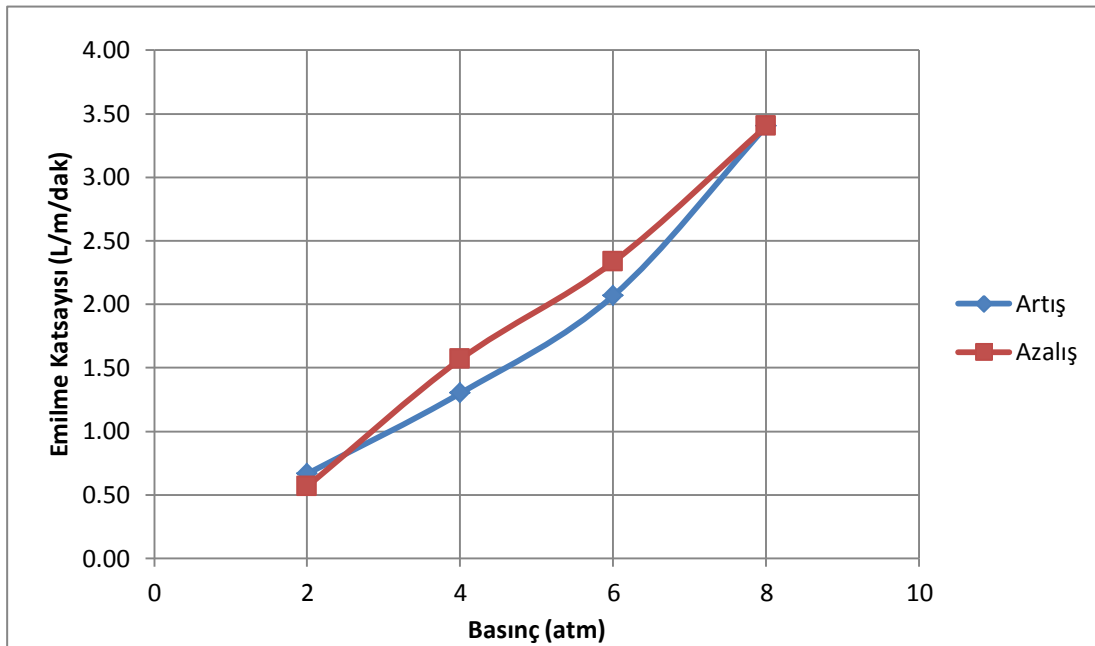
Şekil A.45 : BSK-2 sondaj kuyusunun 24-27 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



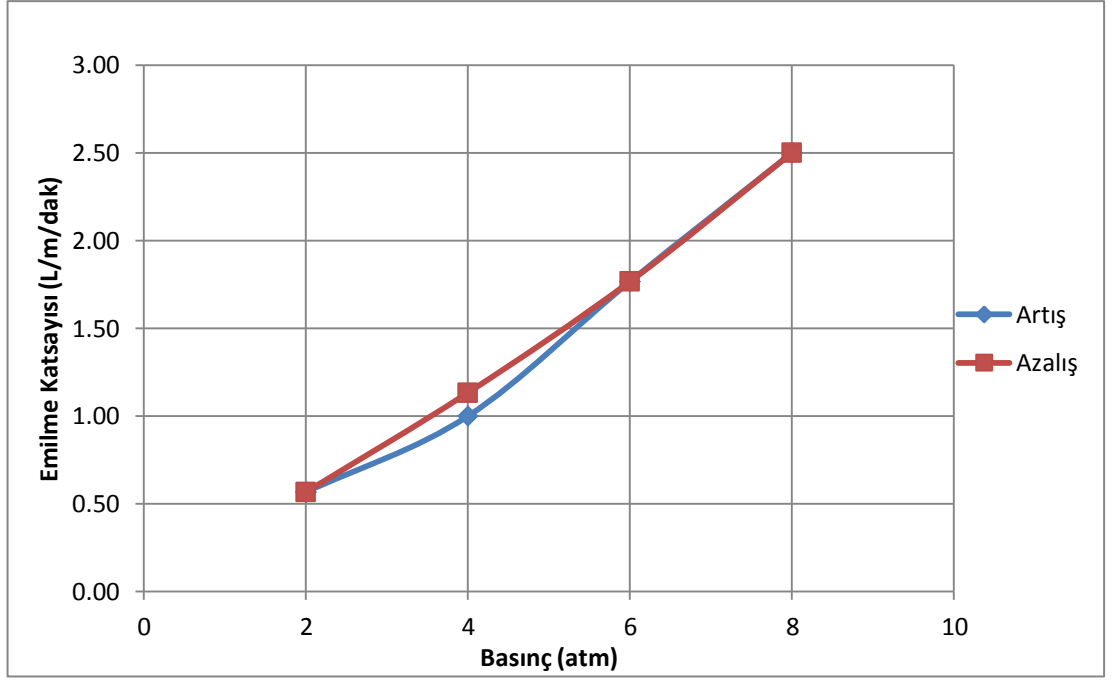
Şekil A.46 : BSK-2 sondaj kuyusunun 27-30 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



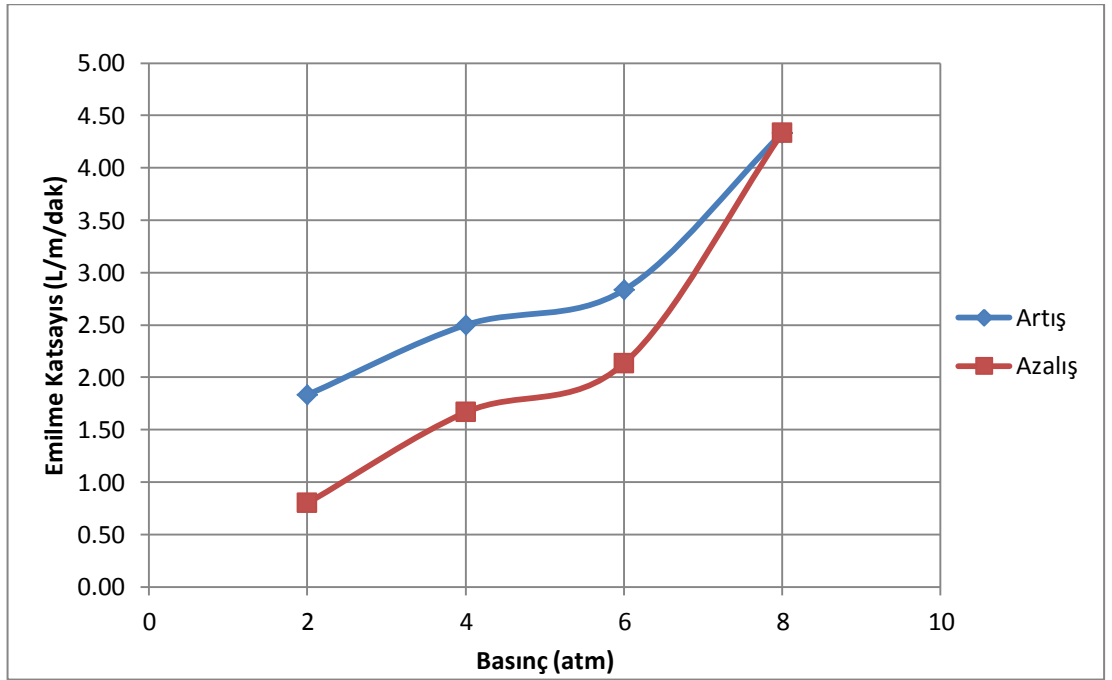
Şekil A.47 : BSK-2 sondaj kuyusunun 30-33 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



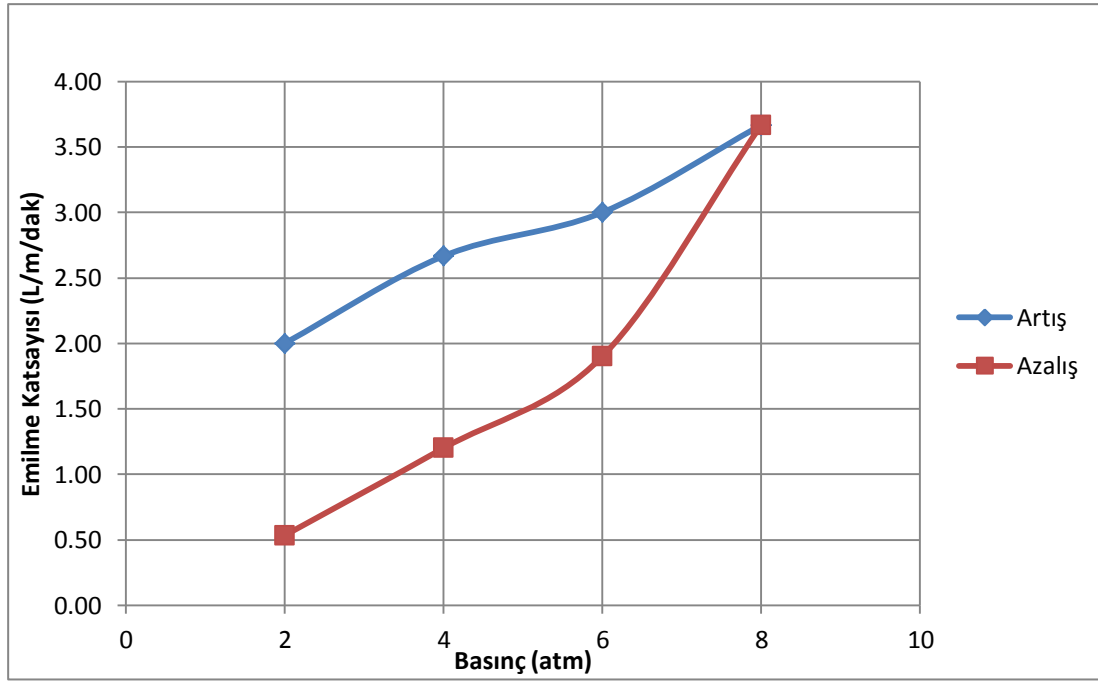
Şekil A.48 : BSK-2 sondaj kuyusunun 33-36 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



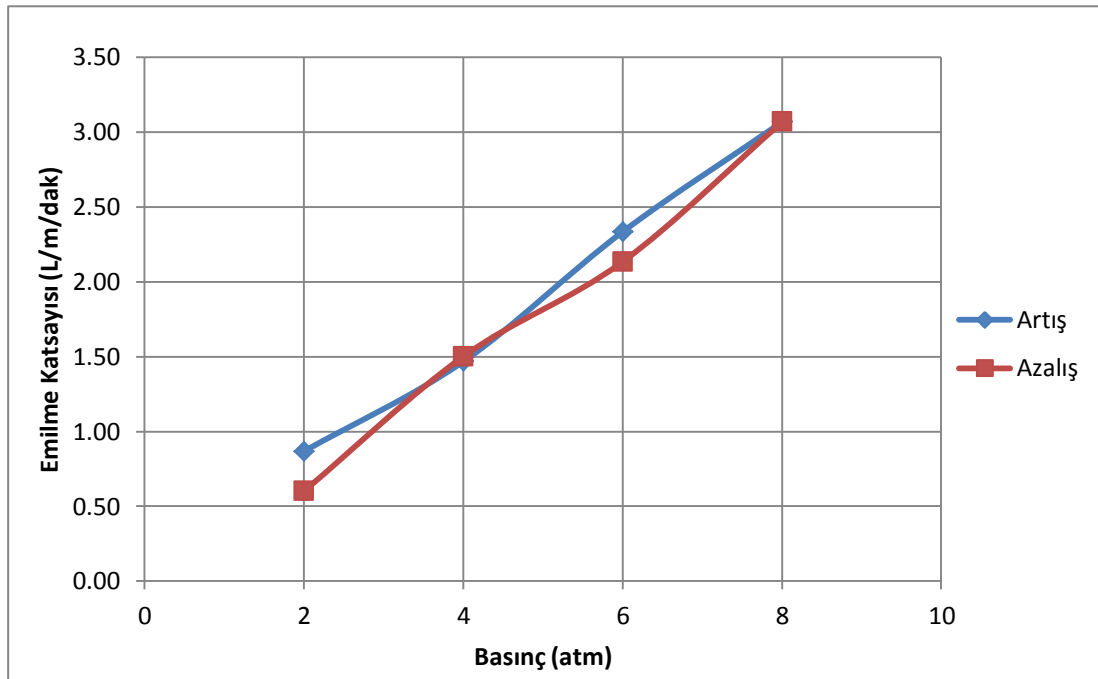
Şekil A.49 : BSK-2 sondaj kuyusunun 36-39 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



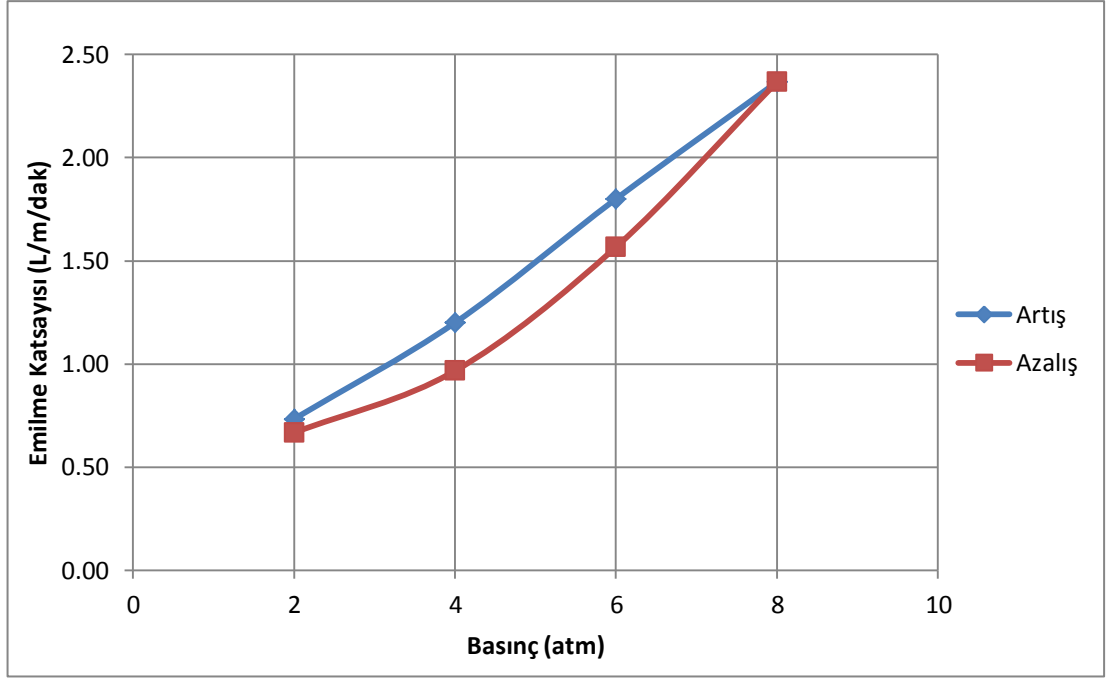
Şekil A.50 : BSK-2 sondaj kuyusunun 39-42 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



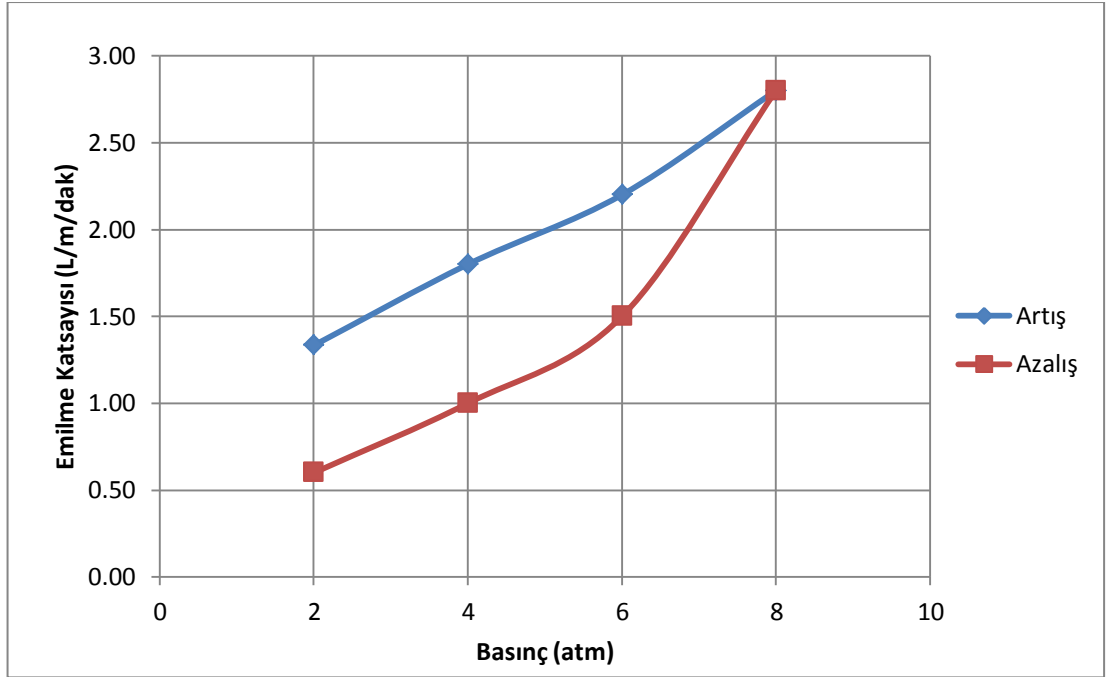
Şekil A.51 : BSK-2 sondaj kuyusunun 42-45 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



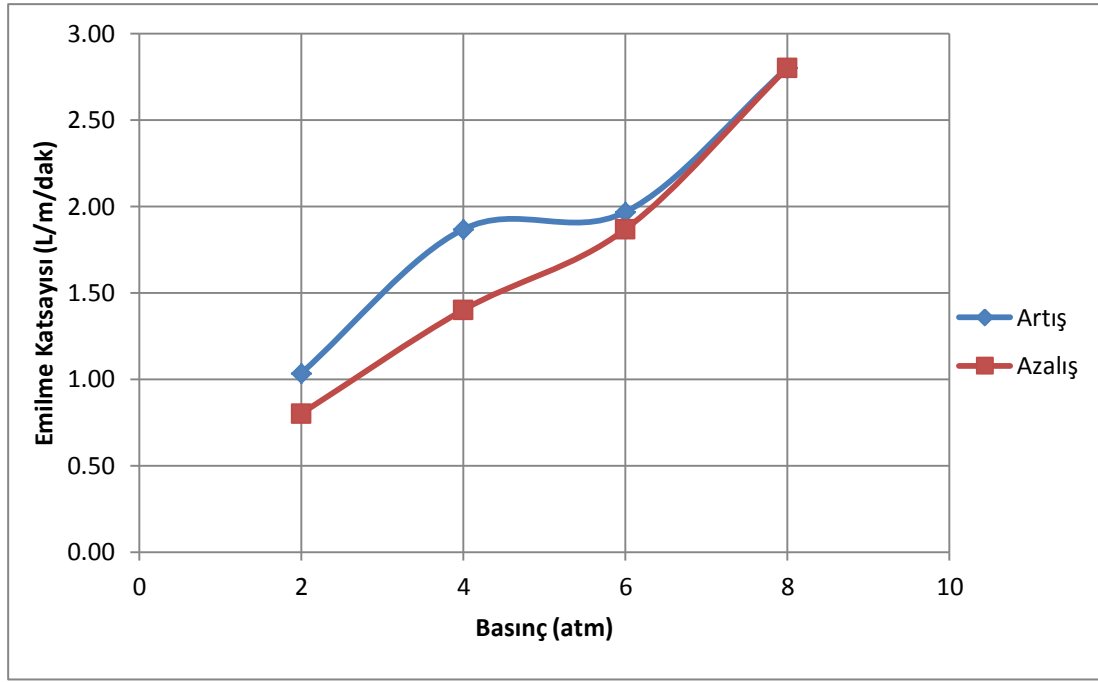
Şekil A.52 : BSK-2 sondaj kuyusunun 45-48 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



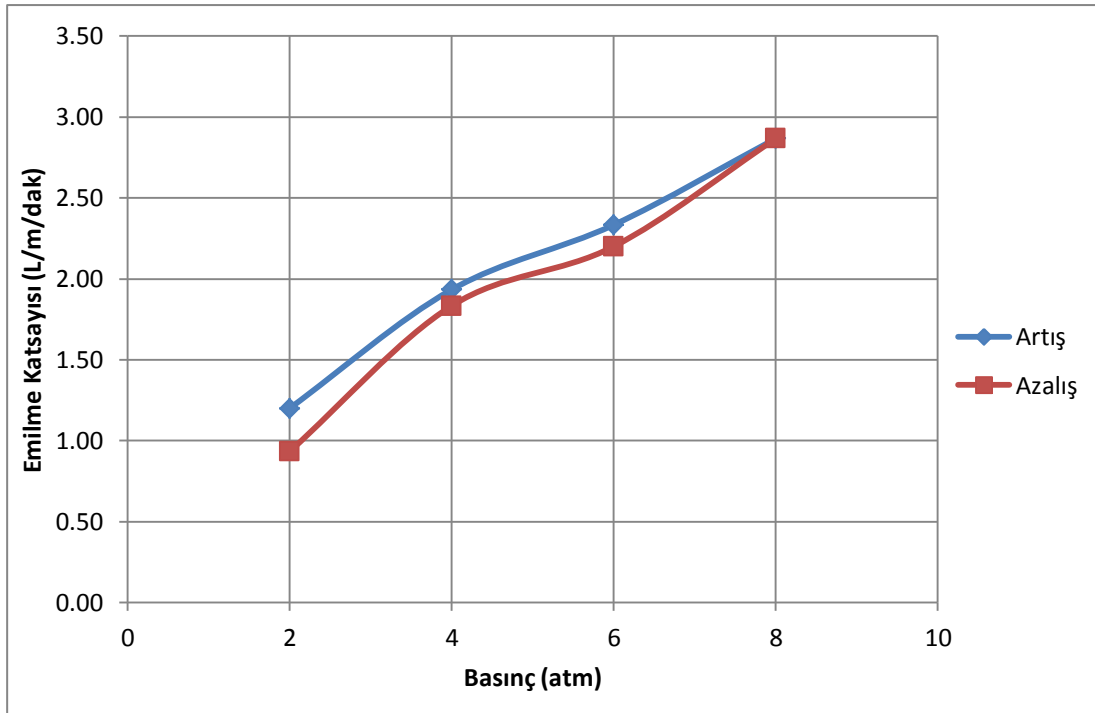
Şekil A.53 : BSK-2 sondaj kuyusunun 48-51 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



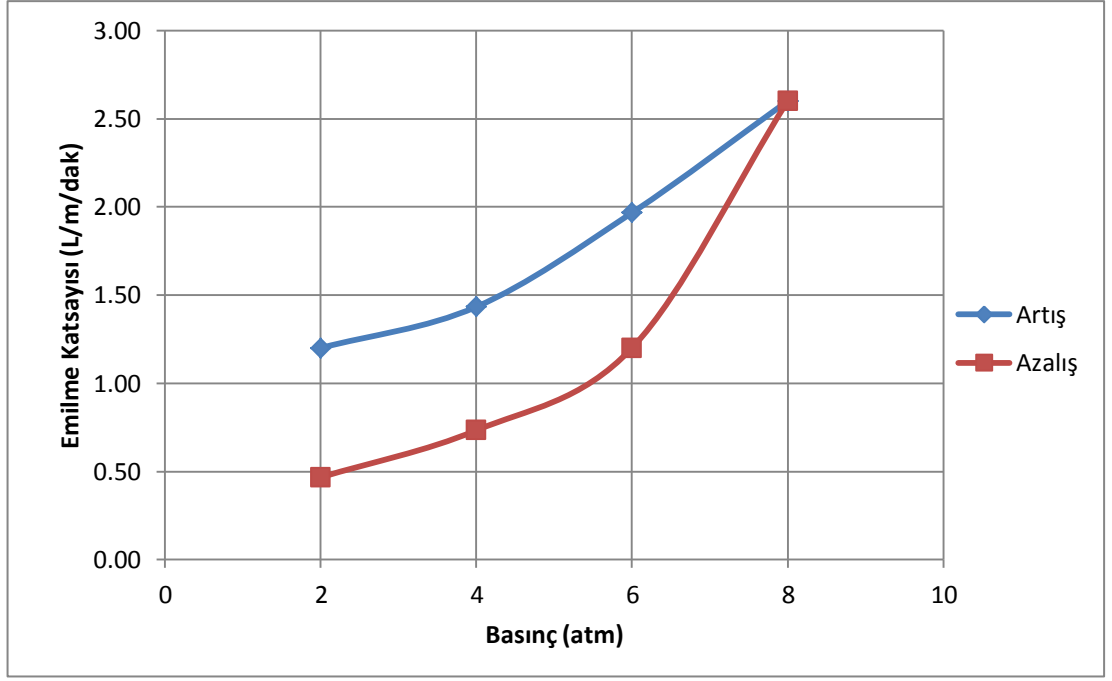
Şekil A.54 : BSK-2 sondaj kuyusunun 51-54 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



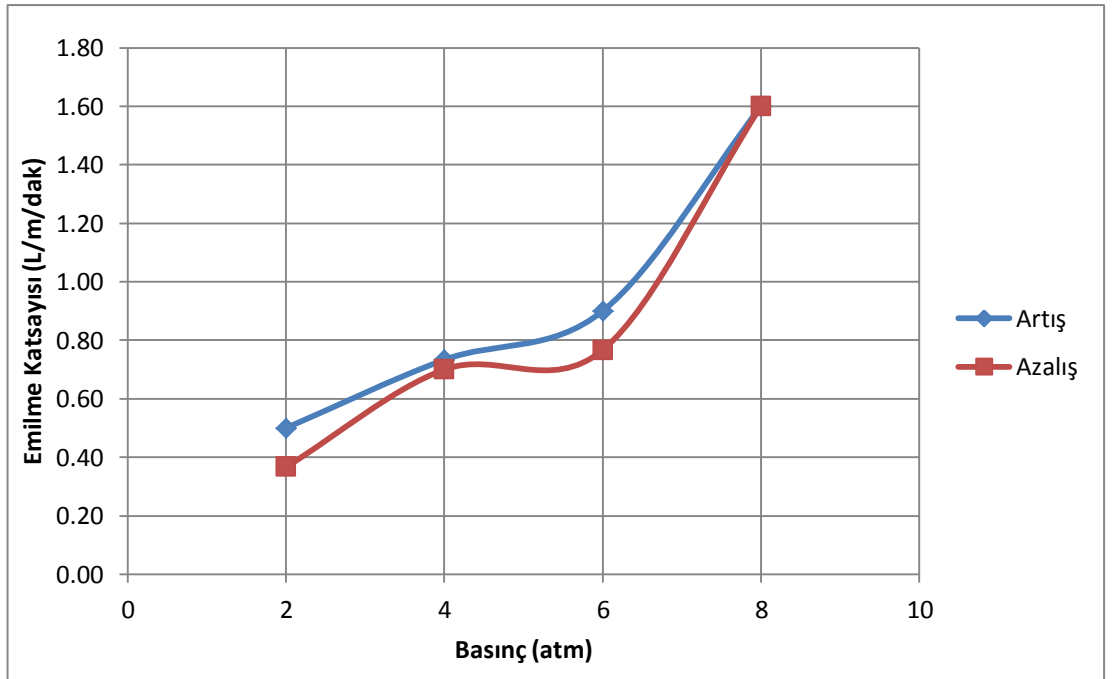
Şekil A.55 : BSK-2 sondaj kuyusunun 54-57 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



Şekil A.56 : BSK-2 sondaj kuyusunun 57-60 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

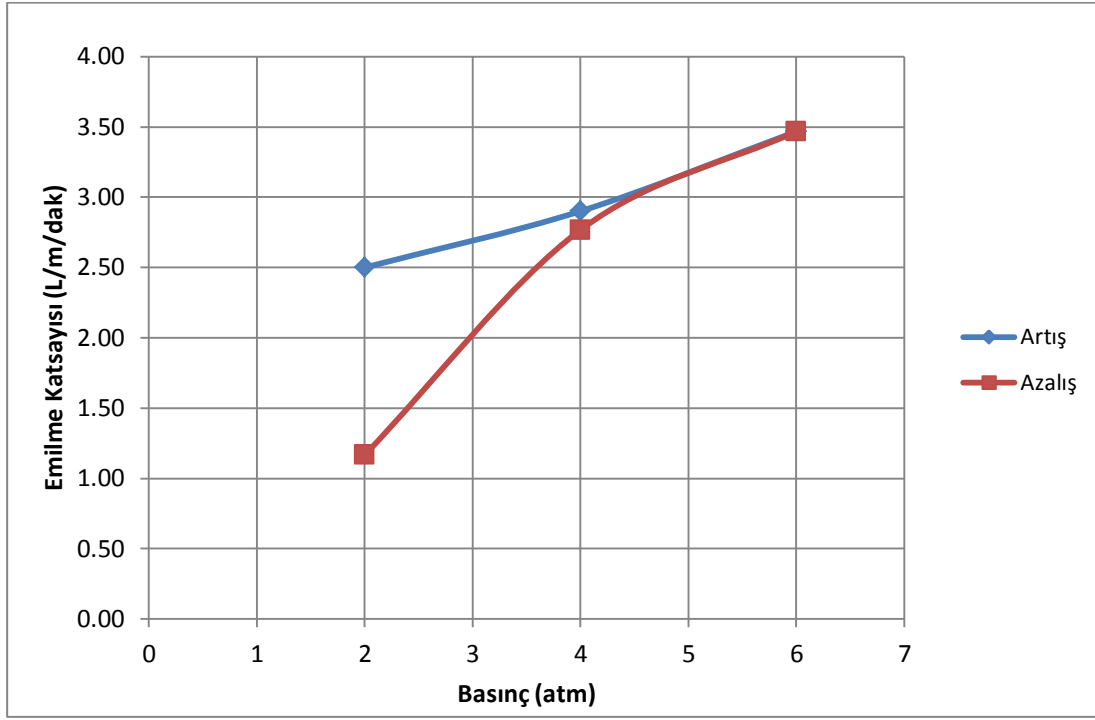


Şekil A.57 : BSK-2 sondaj kuyusunun 60-63 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

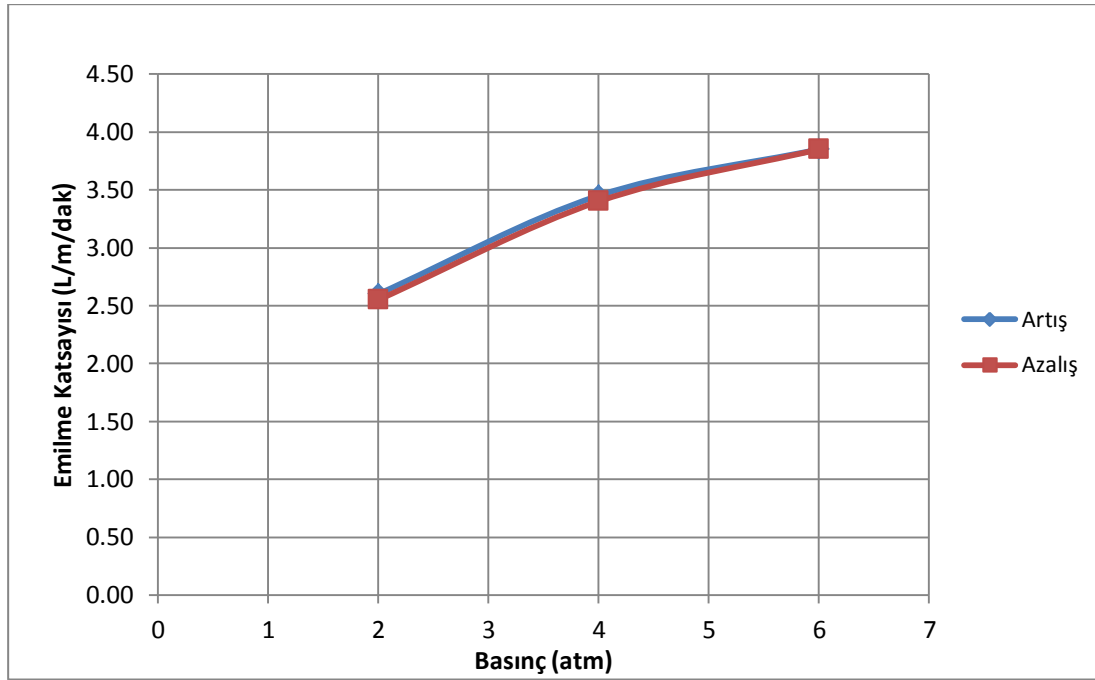


Şekil A.58 : BSK-2 sondaj kuyusunun 63-65 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

EK A.3

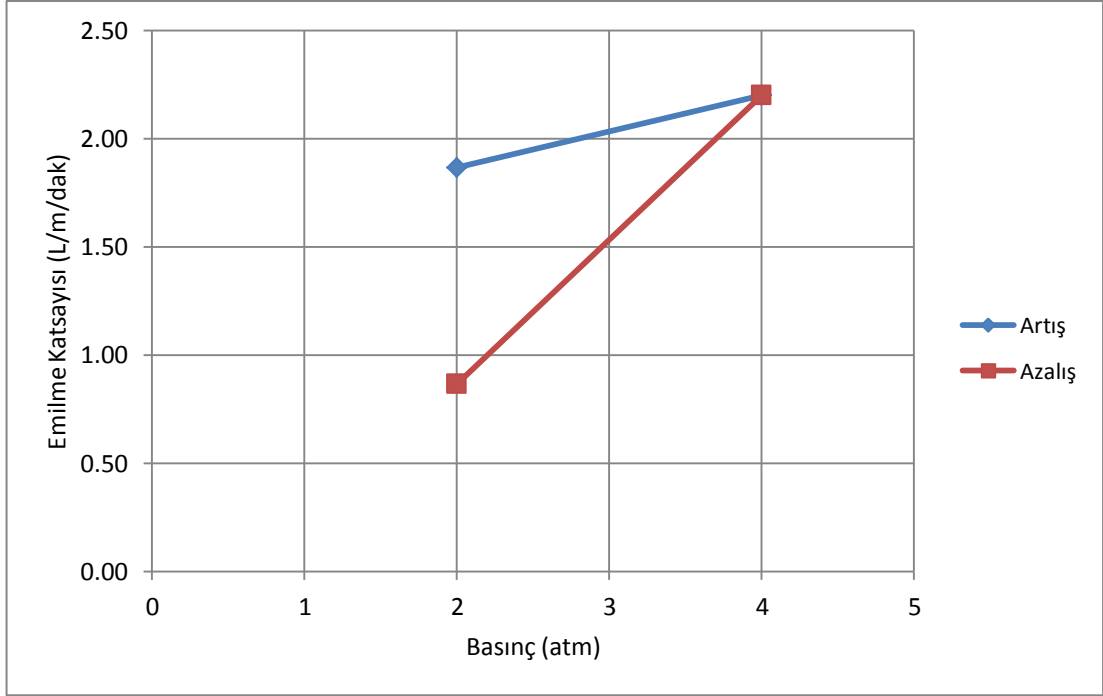


Şekil A.59 : BSK-3 sondaj kuyusunun 35-38 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği

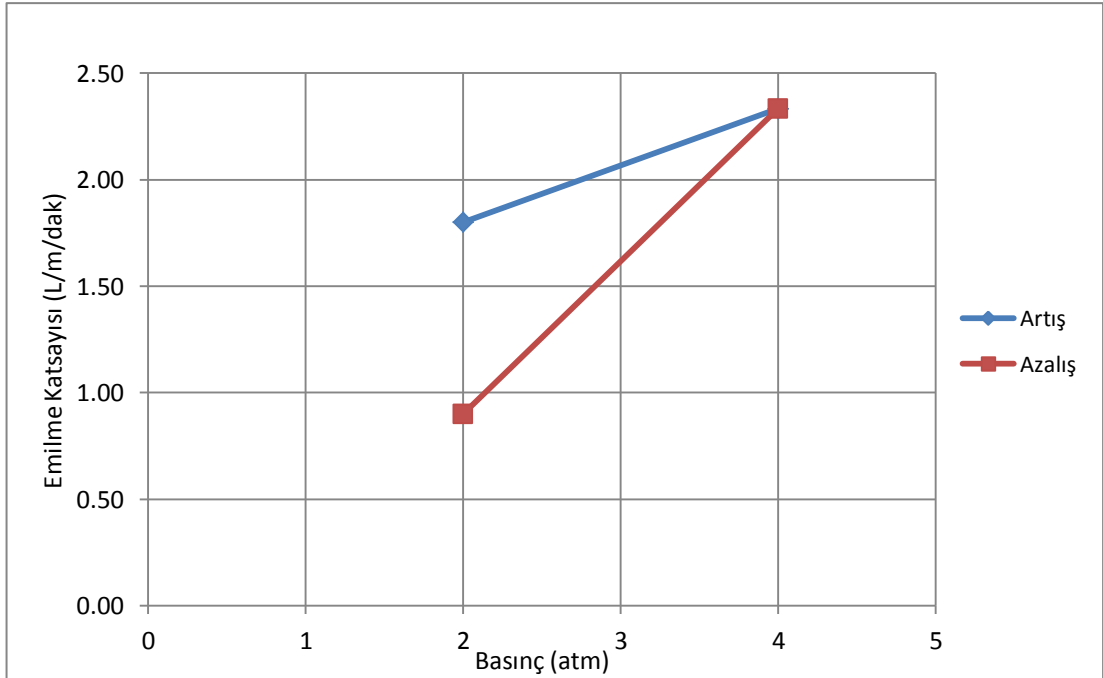


Şekil A.60 : BSK-3 sondaj kuyusunun 38-40 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği

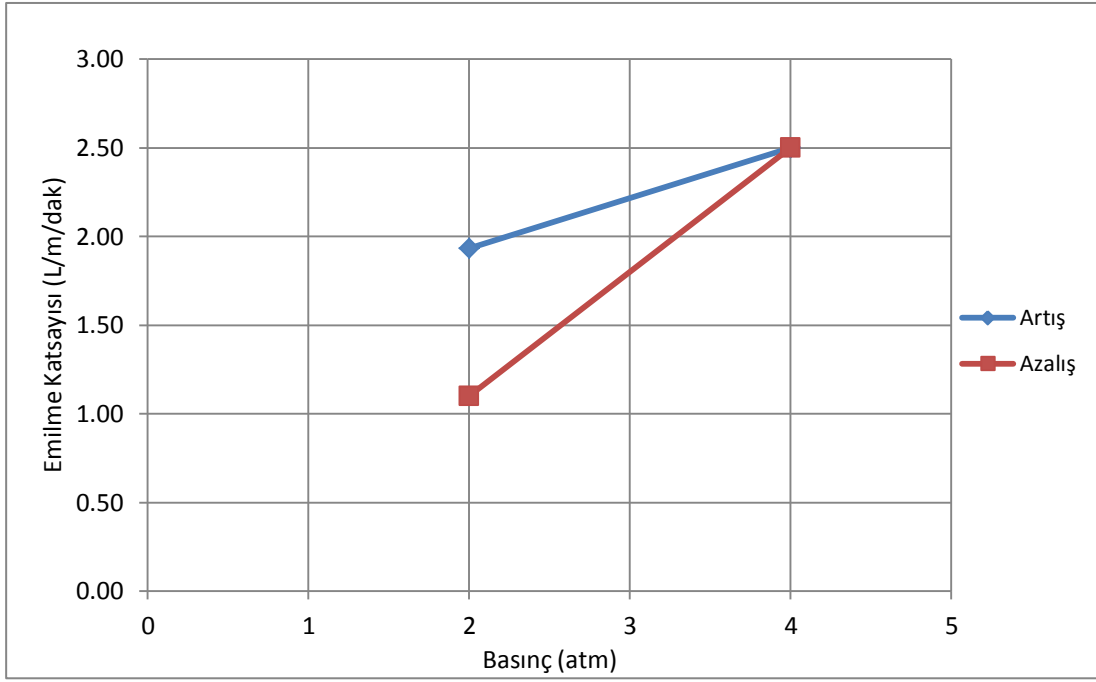
EK A.4



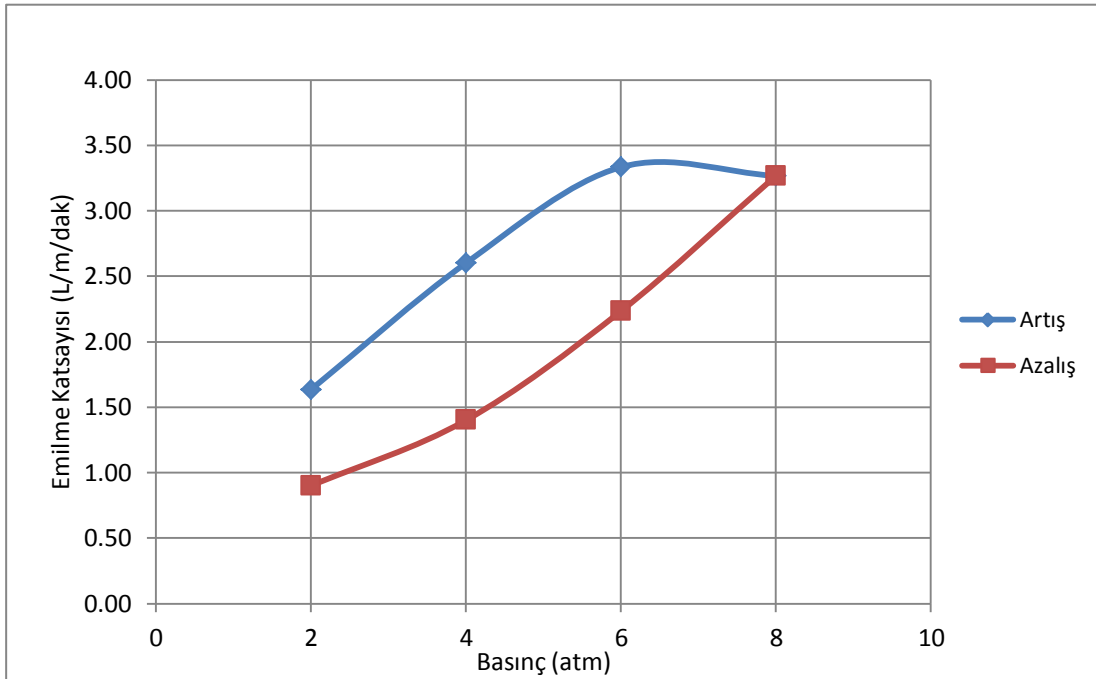
Şekil A.61 : BSK-5 sondaj kuyusunun 5-8 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



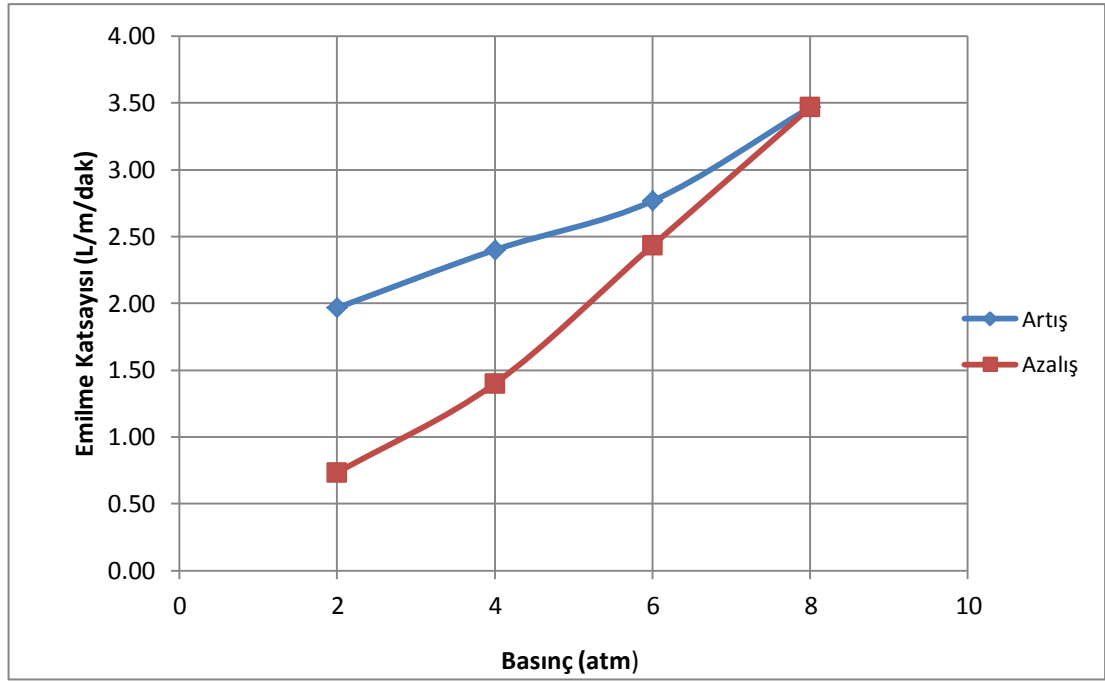
Şekil A.62 : BSK-5 sondaj kuyusunun 8-11 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



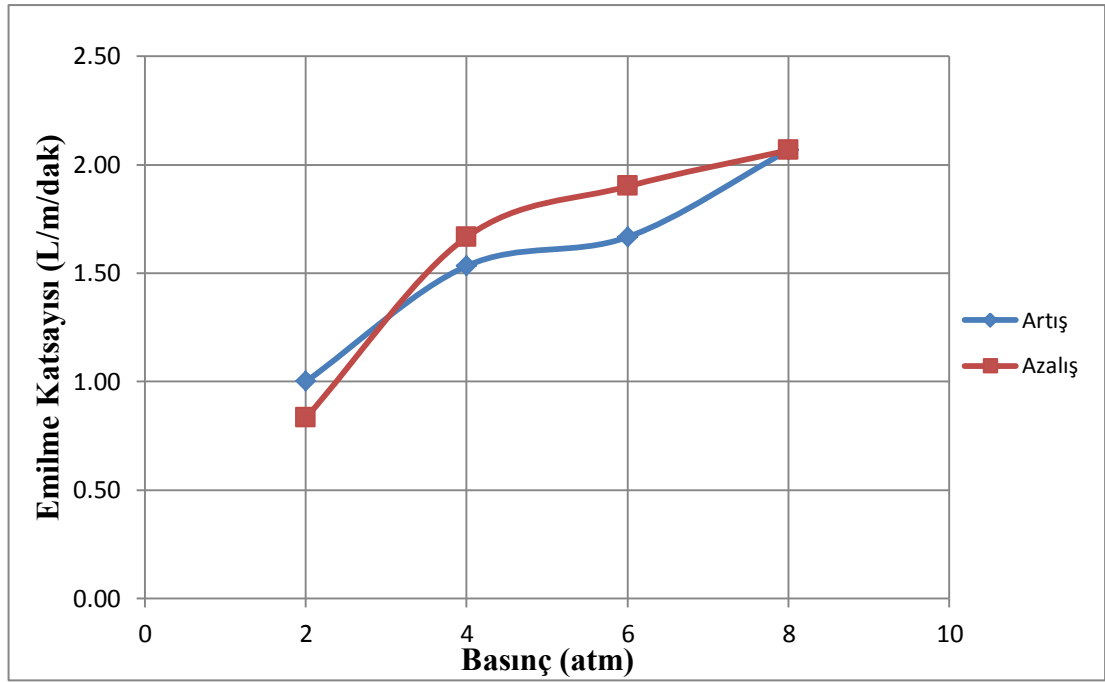
Şekil A.63 : BSK-5 sondaj kuyusunun 11-14 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



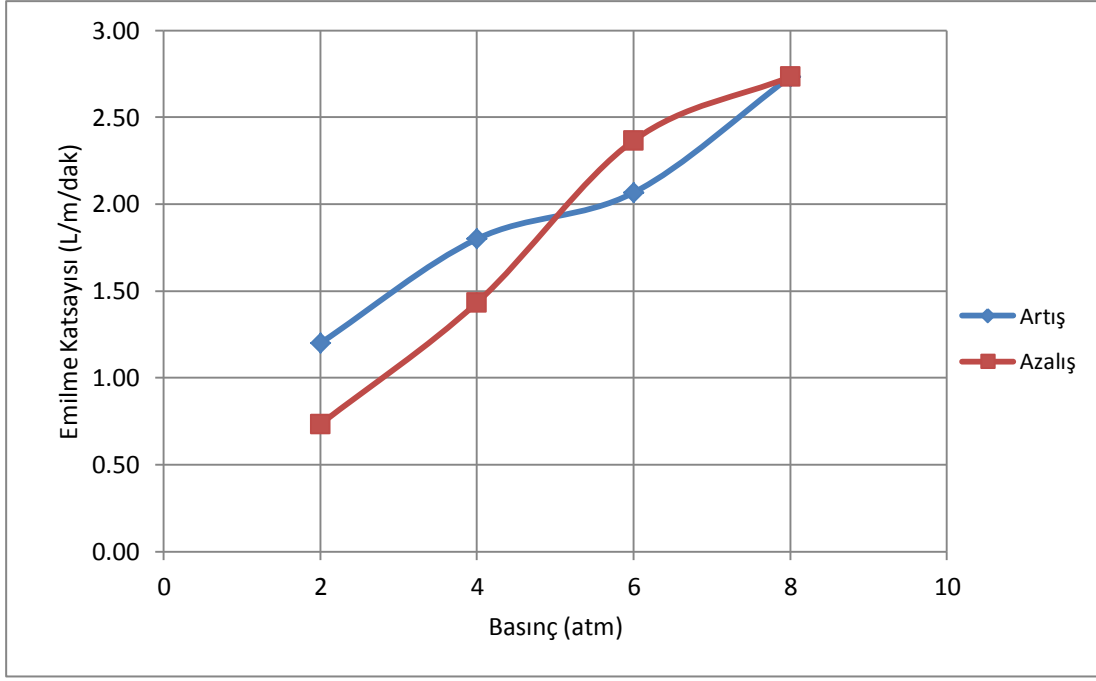
Şekil A.64 : BSK-5 sondaj kuyusunun 14-17 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



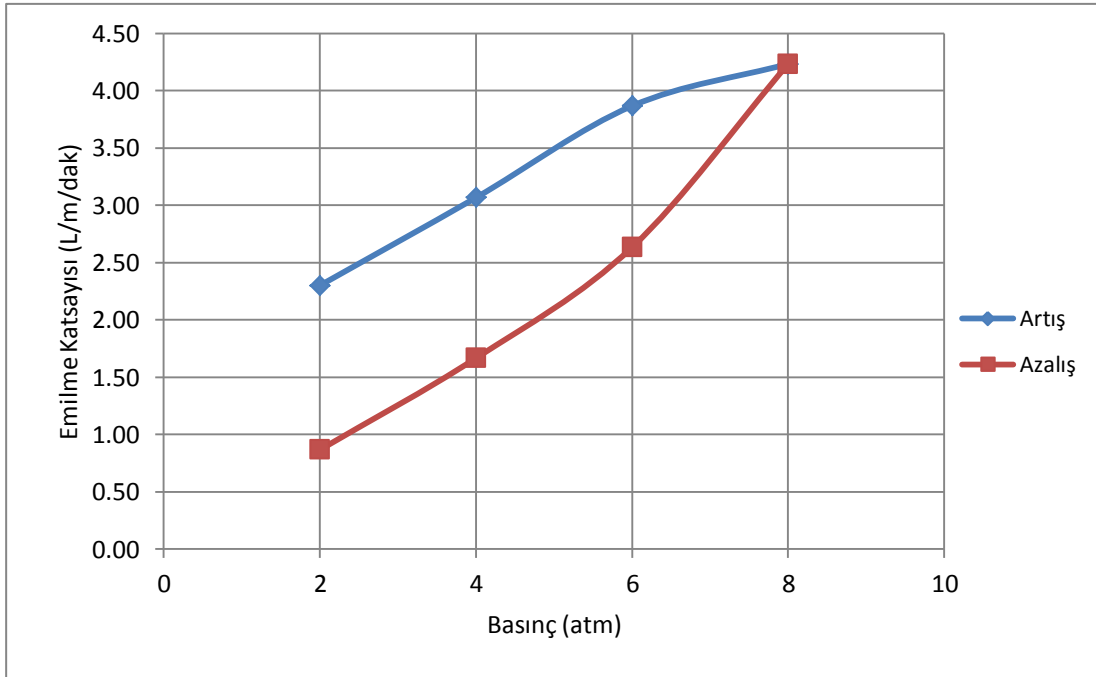
Şekil A.65 : BSK-5 sondaj kuyusunun 17-20 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



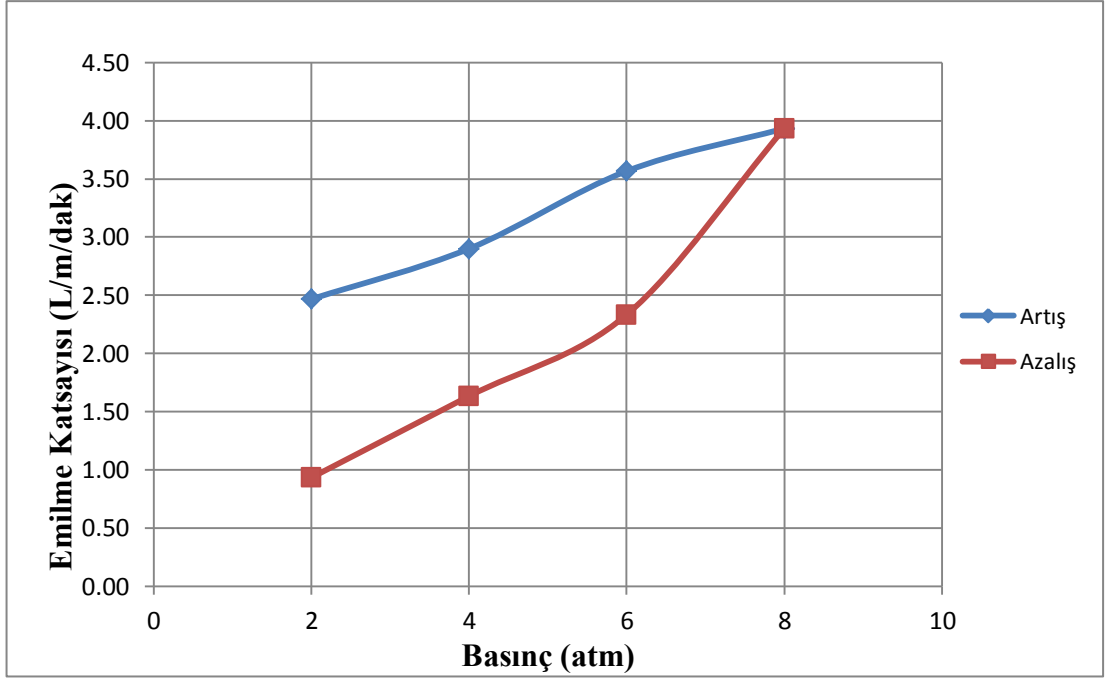
Şekil A.66 : BSK-5 sondaj kuyusunun 20-23 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



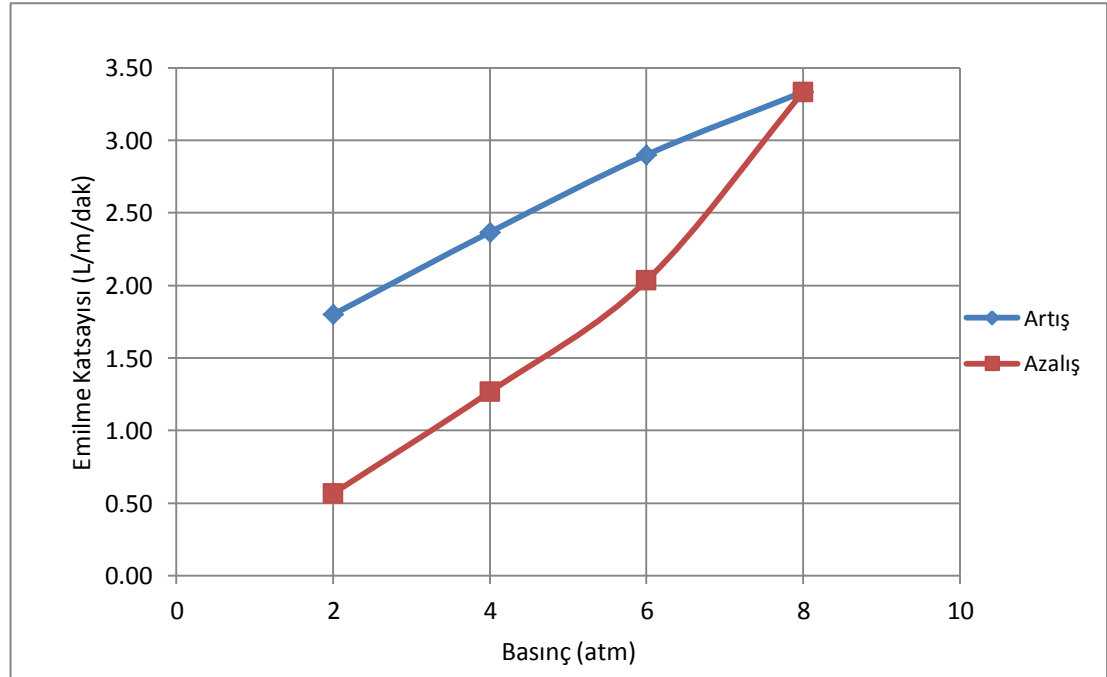
Şekil A.67 : BSK-5 sondaj kuyusunun 23-26 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



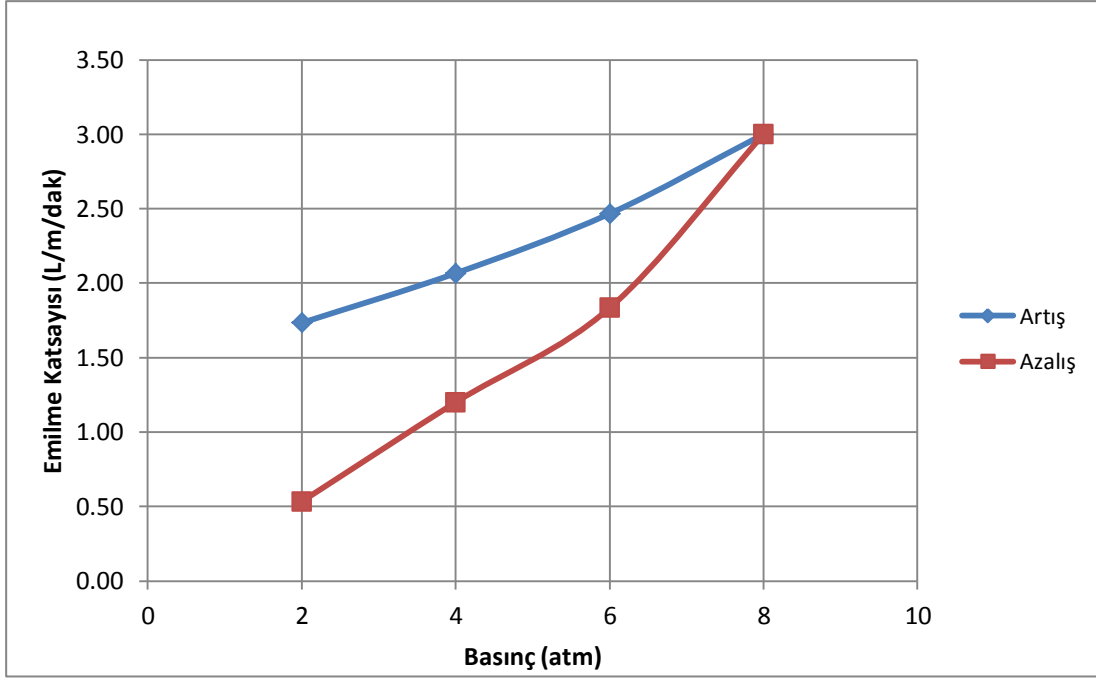
Şekil A.68 : BSK-5 sondaj kuyusunun 26-29 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



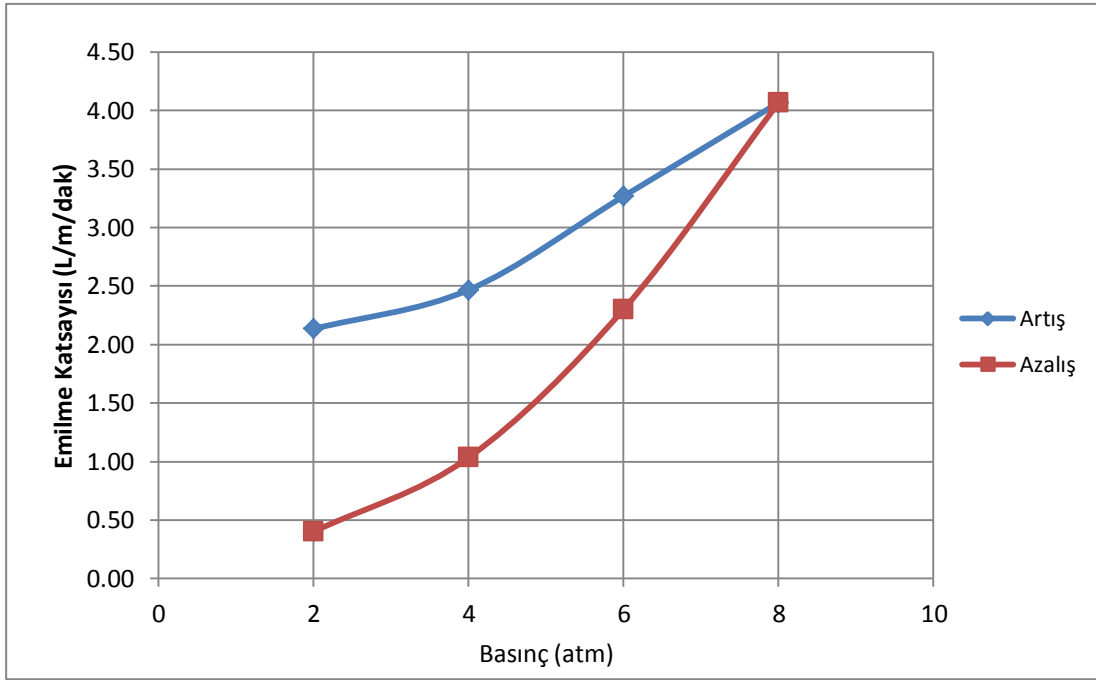
Şekil A.69 : BSK-5 sondaj kuyusunun 29-32 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



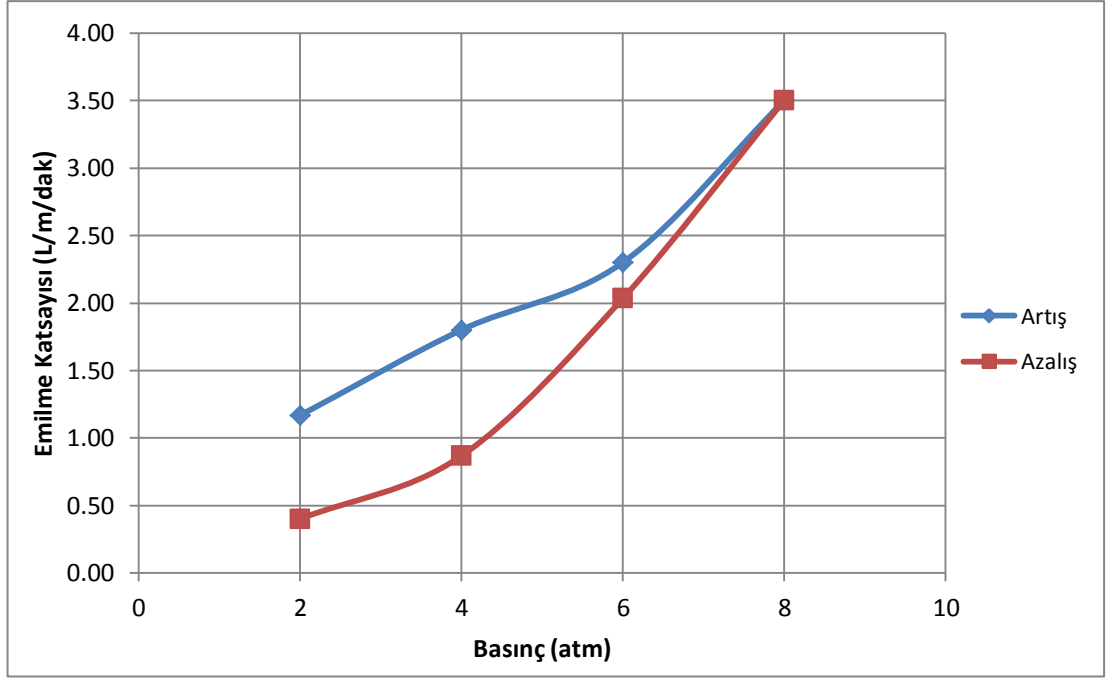
Şekil A.70 : BSK-5 sondaj kuyusunun 32-35 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



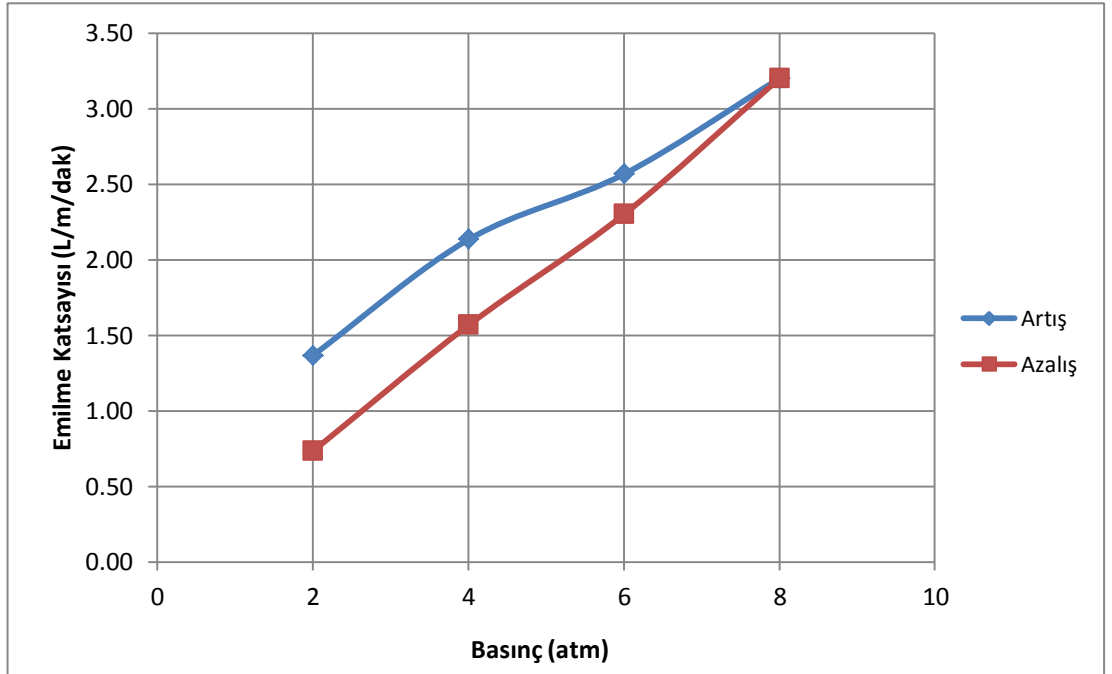
Şekil A.71 : BSK-5 sondaj kuyusunun 35-38 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



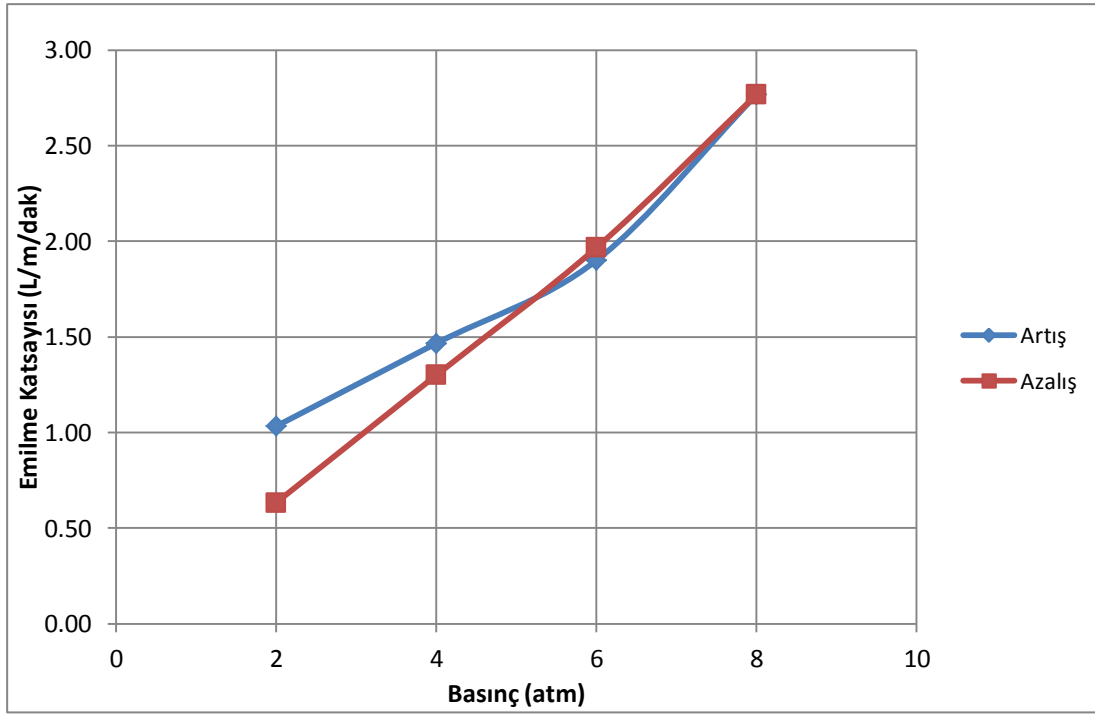
Şekil A.72 : BSK-5 sondaj kuyusunun 38-41 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



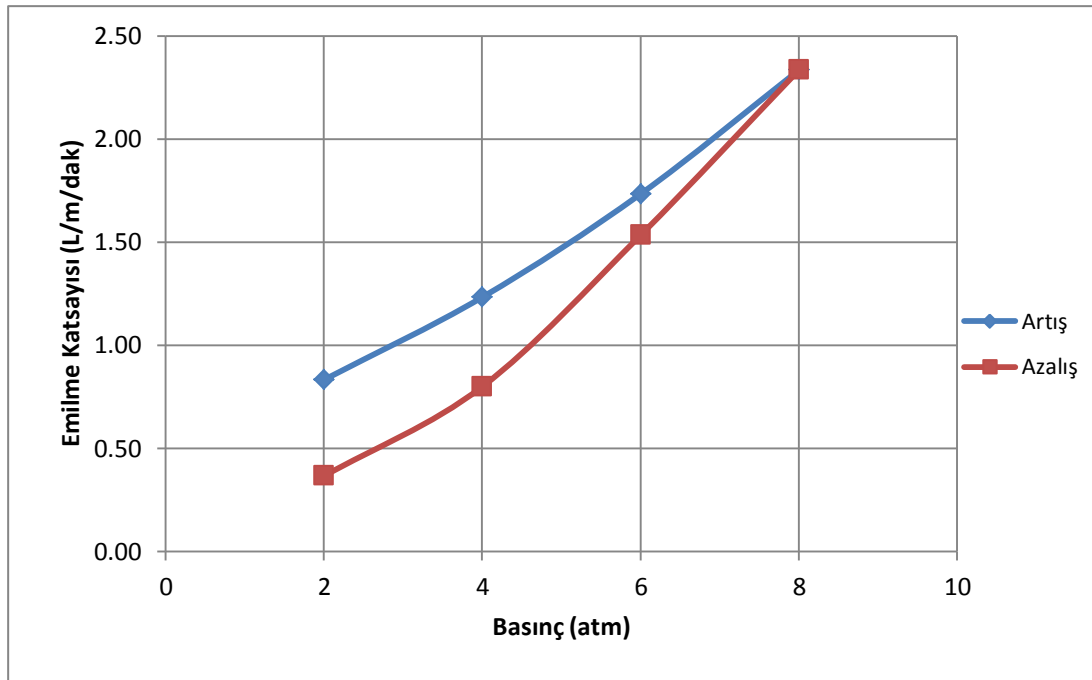
Şekil A.73 : BSK-5 sondaj kuyusunun 41-44 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



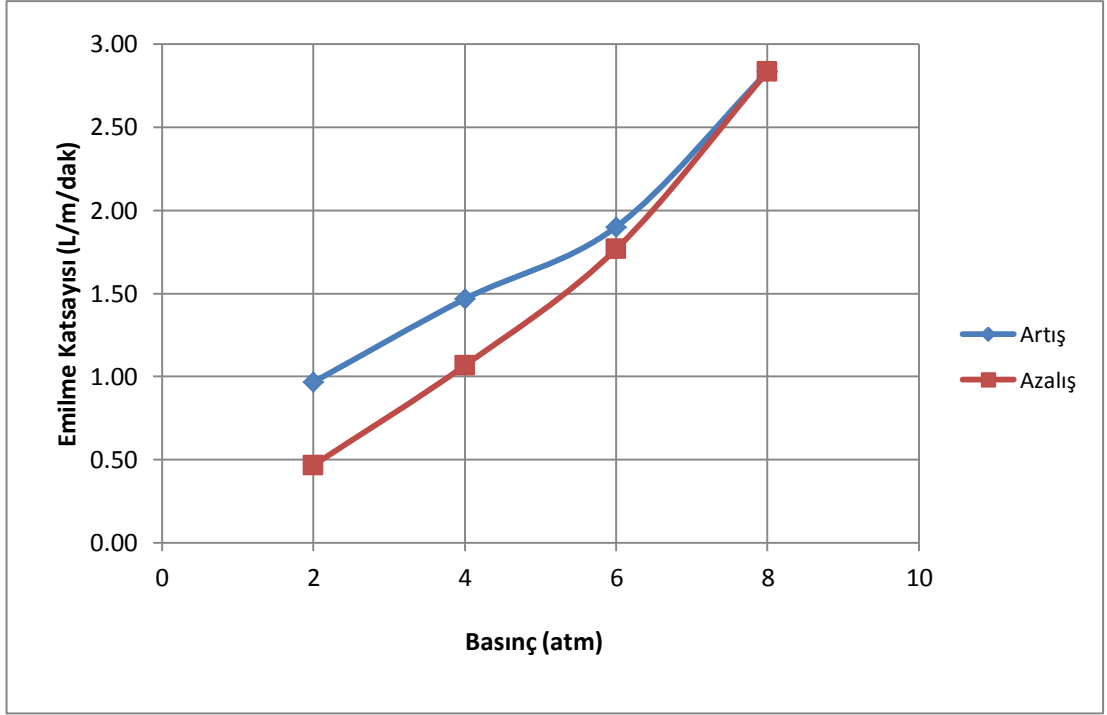
Şekil A.74 : BSK-5 sondaj kuyusunun 44-47 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



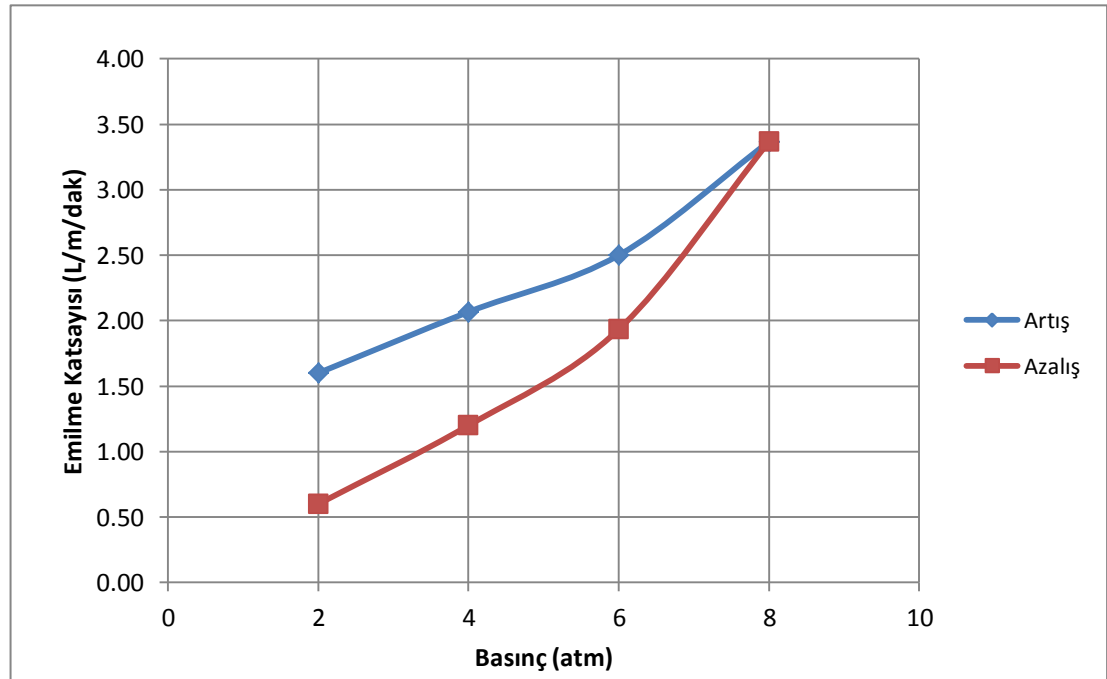
Şekil A.75 : BSK-5 sondaj kuyusunun 47-50 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



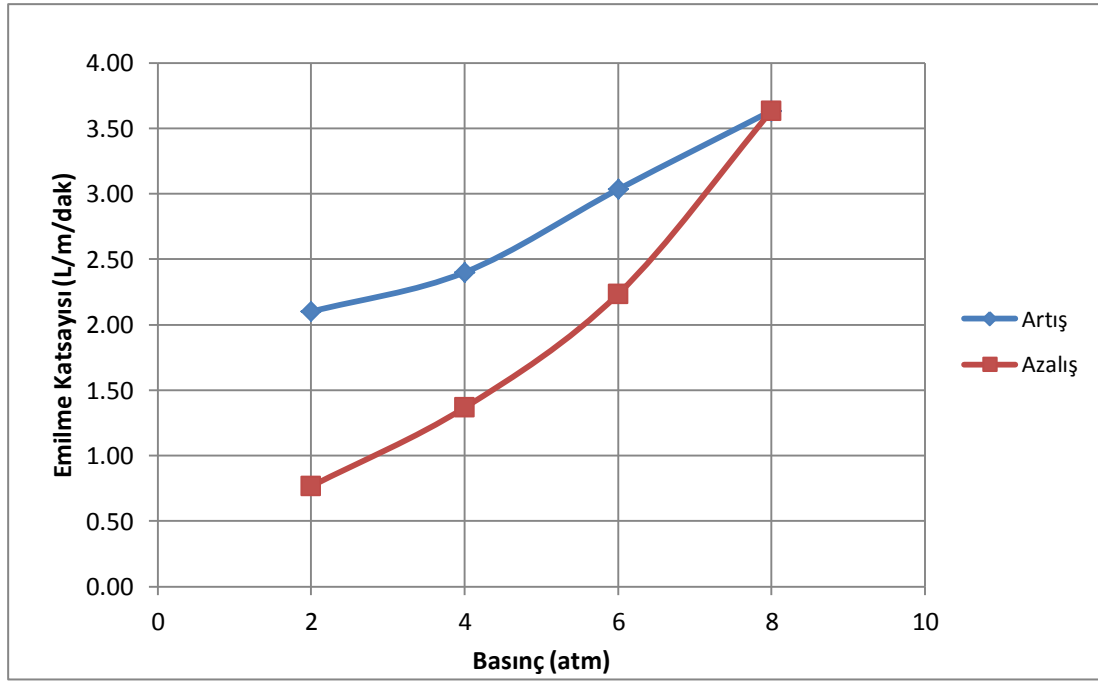
Şekil A.76 : BSK-5 sondaj kuyusunun 50-53 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



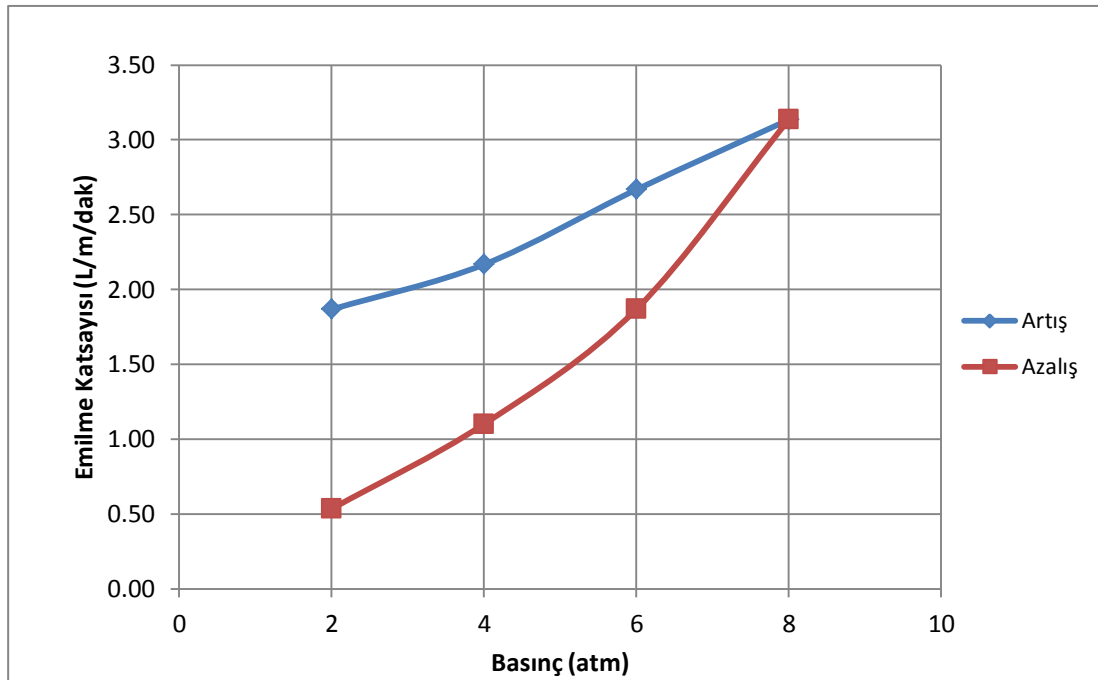
Şekil A.77 : BSK-5 sondaj kuyusunun 53-56 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



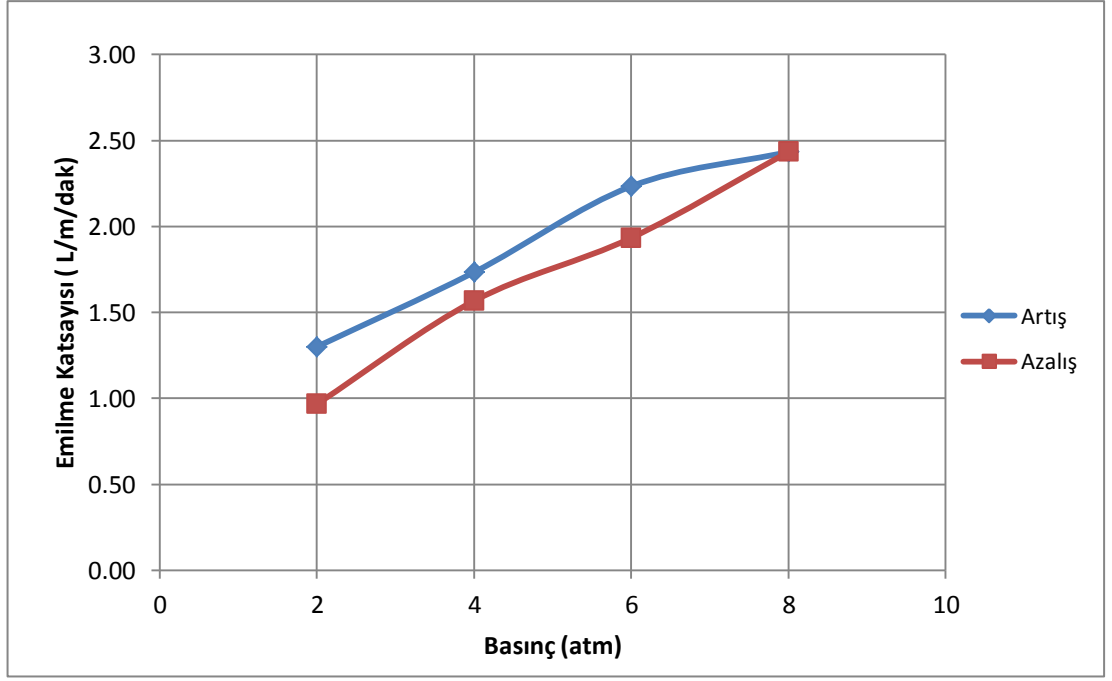
Şekil A.78 : BSK-5 sondaj kuyusunun 56-59 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



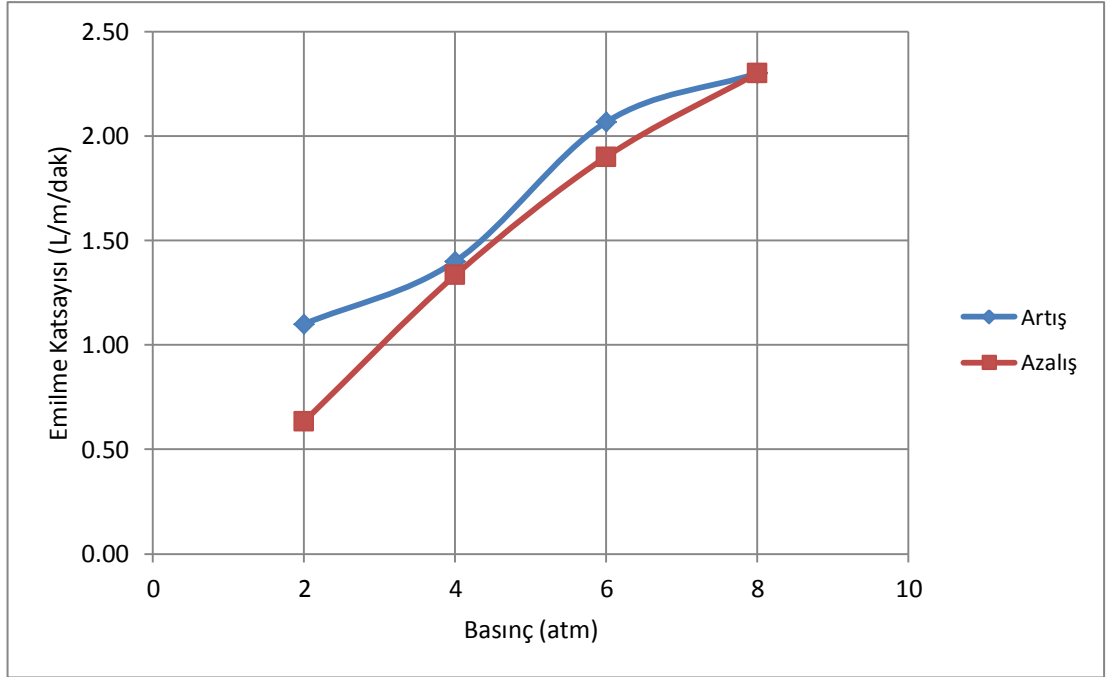
Şekil A.79 : BSK-5 sondaj kuyusunun 59-62 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



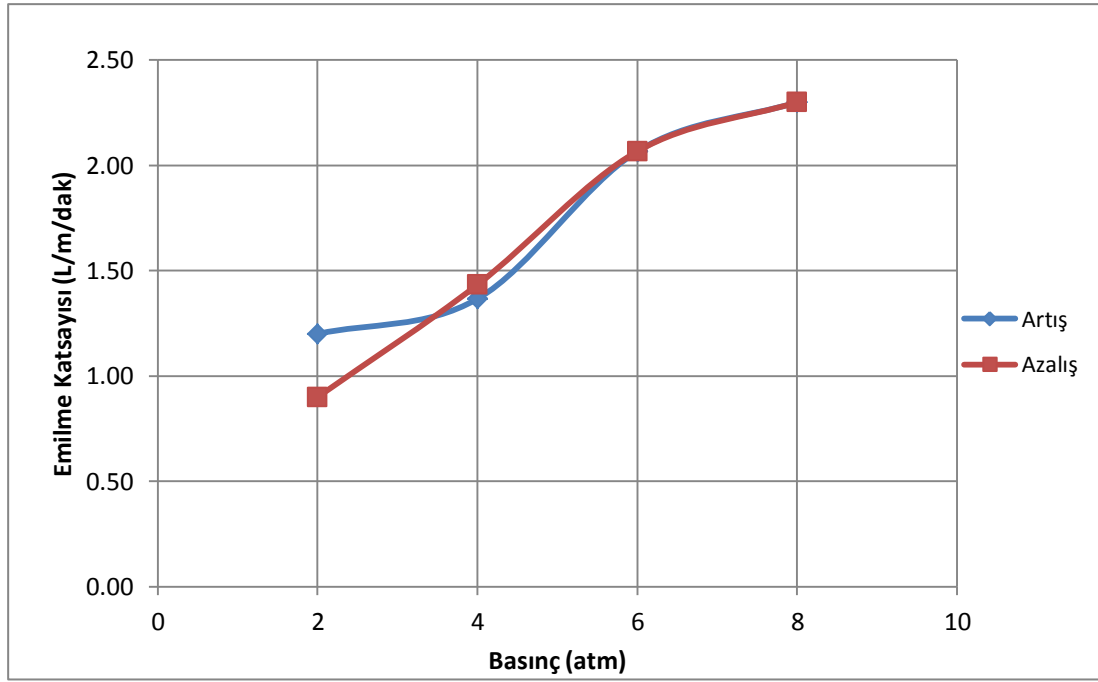
Şekil A.80 : BSK-5 sondaj kuyusunun 62-65 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



Şekil A.81 : BSK-5 sondaj kuyusunun 65-68 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği

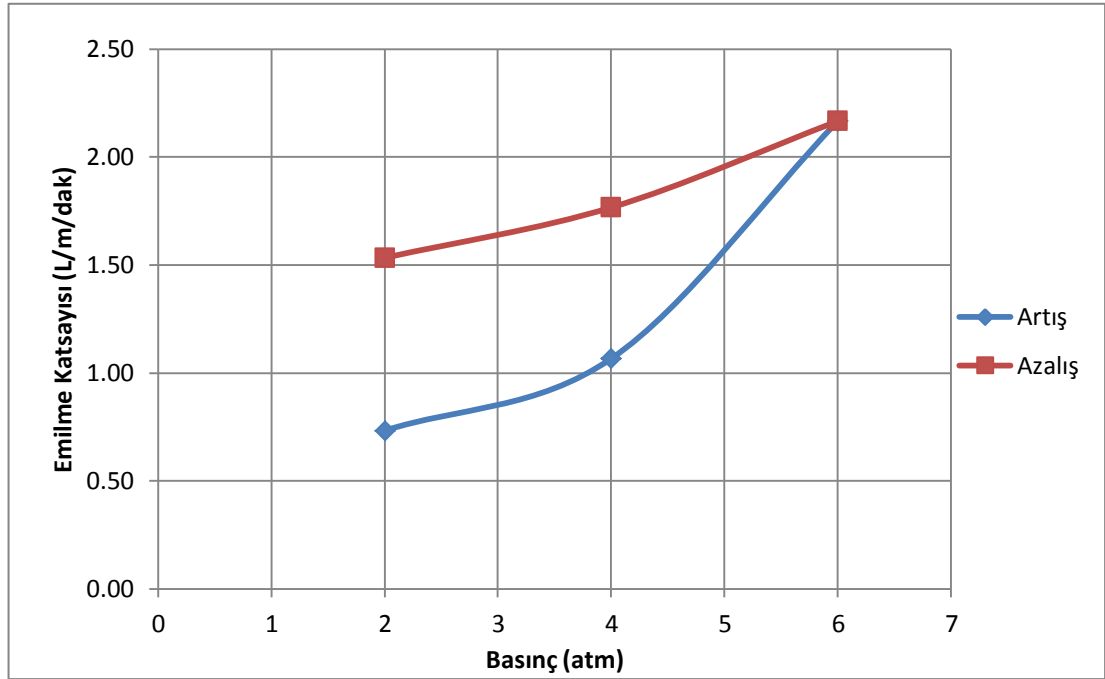


Şekil A.82 : BSK-5 sondaj kuyusunun 68-71 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği

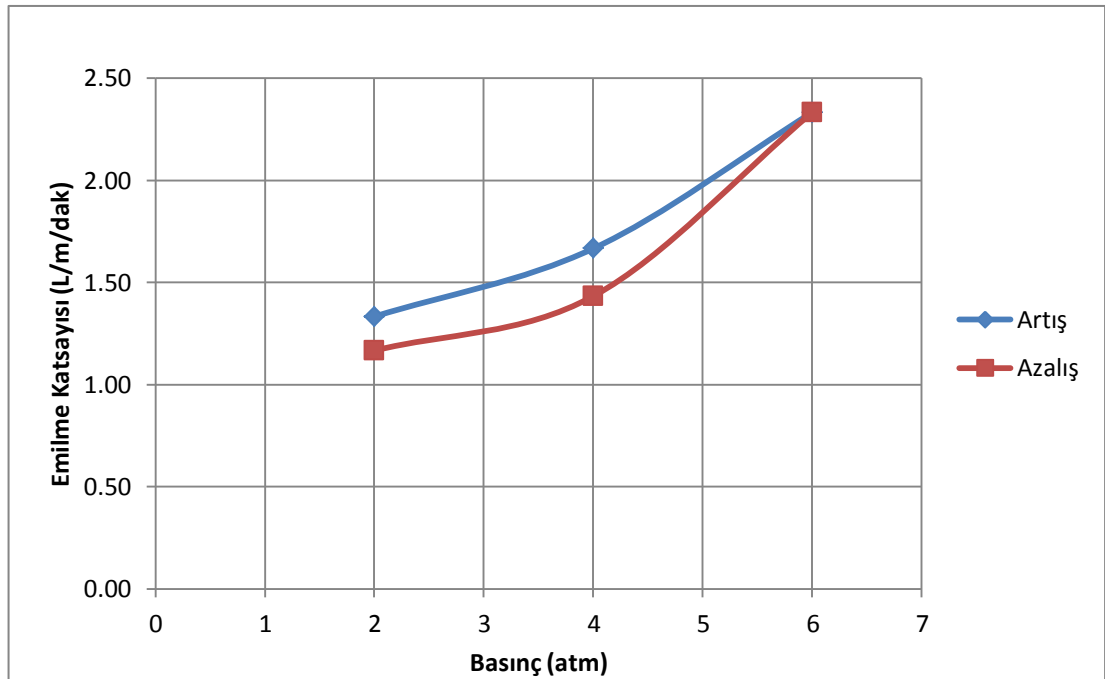


Şekil A.83 : BSK-5 sondaj kuyusunun 71-75 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

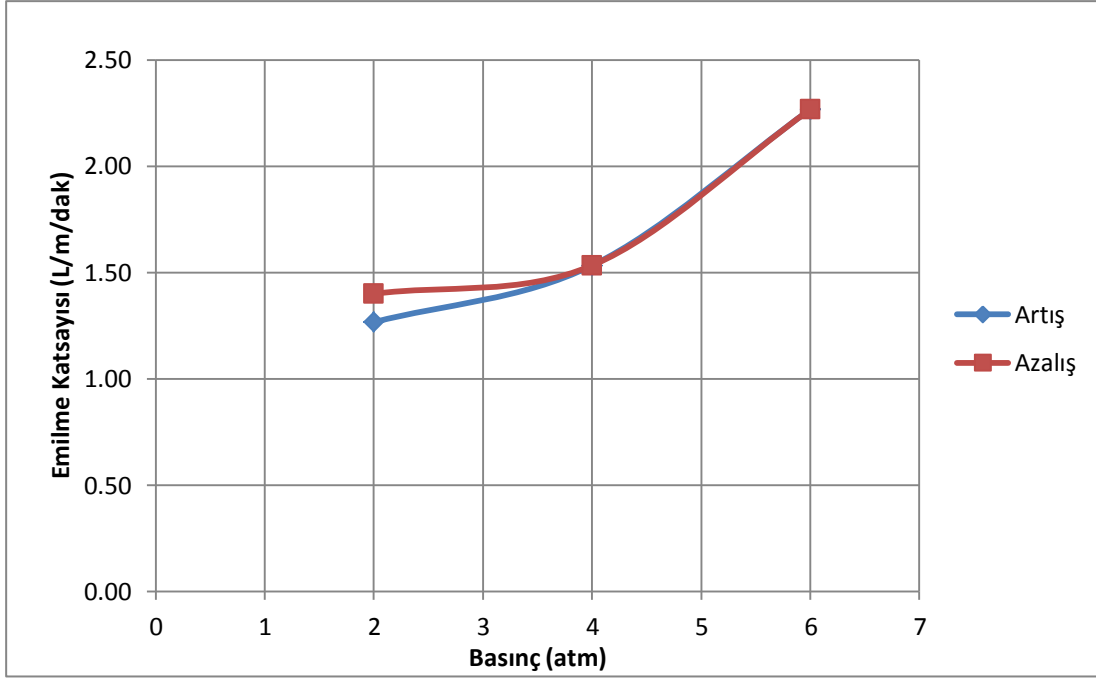
EK A.5



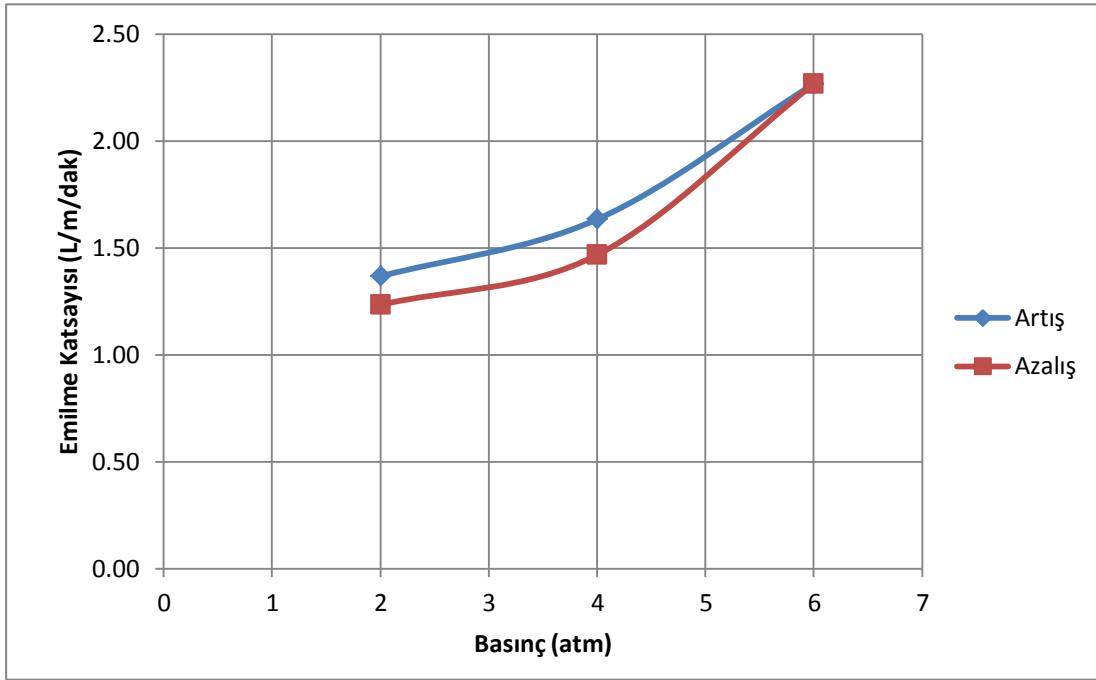
Şekil A.84 : BSK-9 sondaj kuyusunun 0-3 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



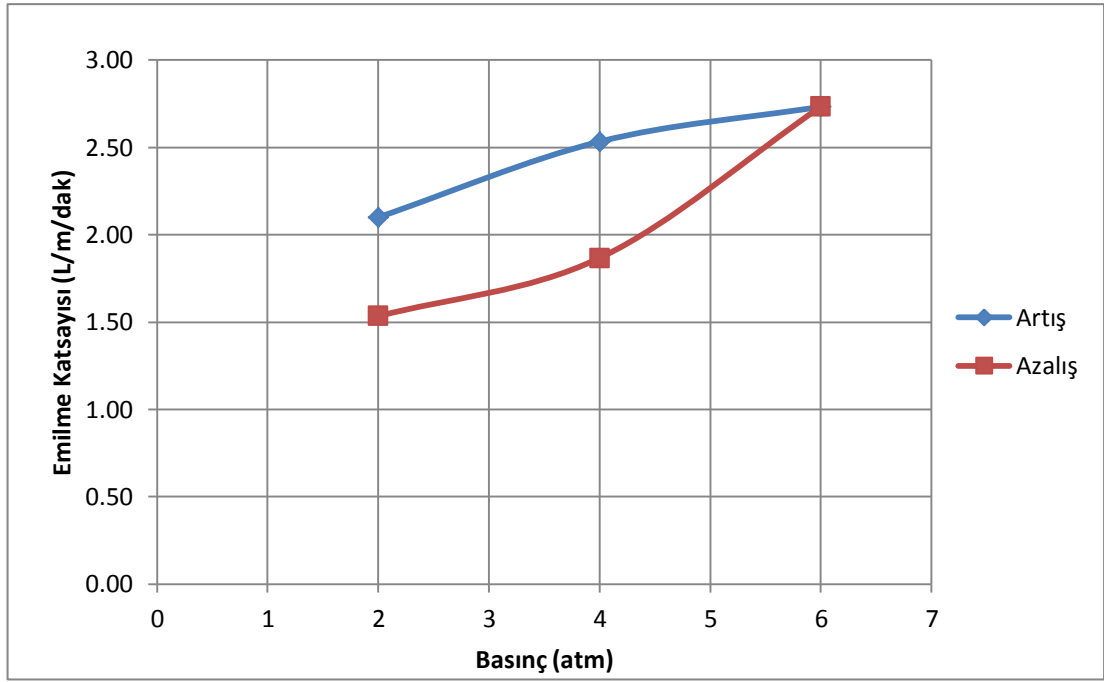
Şekil A.85 : BSK-9 sondaj kuyusunun 3-6 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



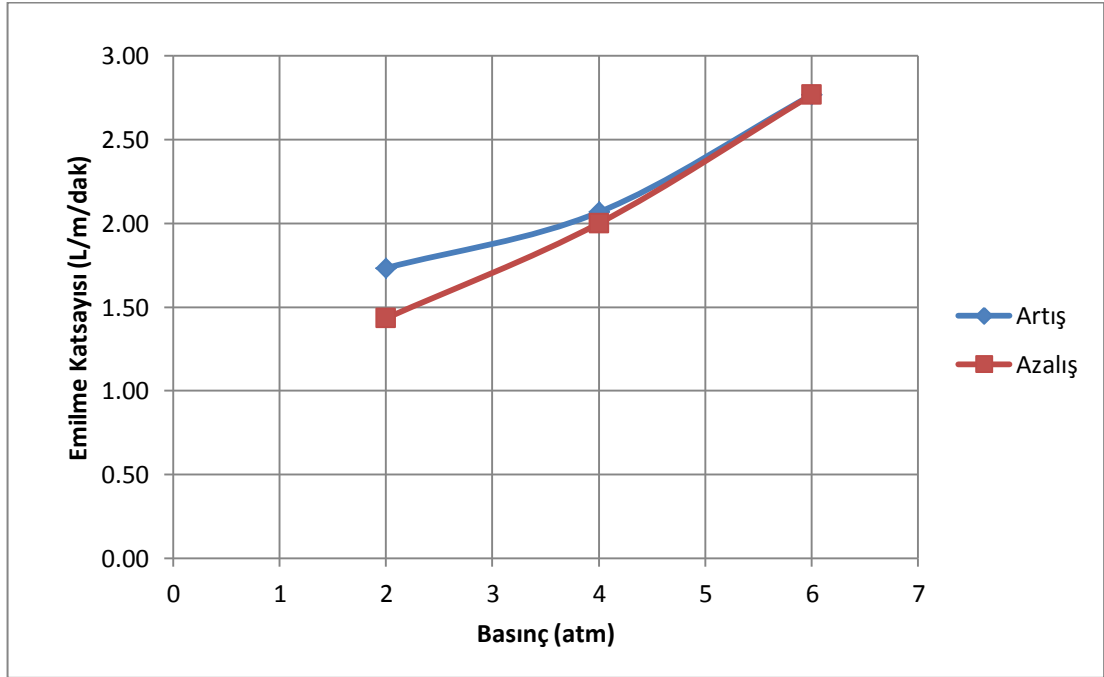
Şekil A.86 : BSK-9 sondaj kuyusunun 6-9 arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



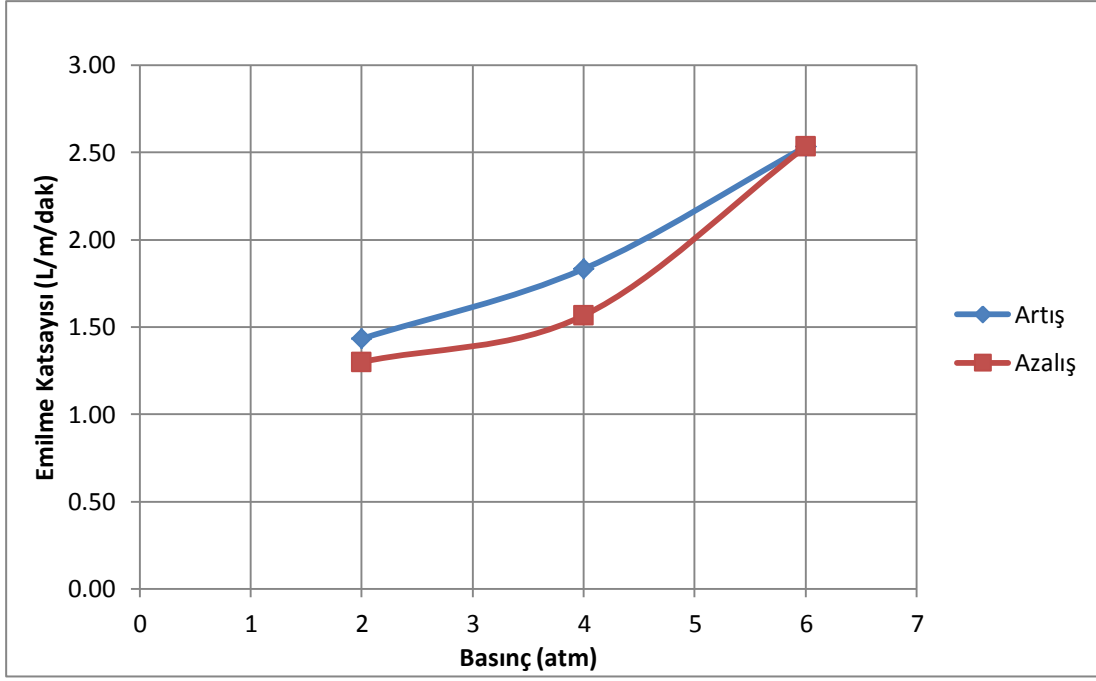
Şekil A.87 : BSK-9 sondaj kuyusunun 9-12 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



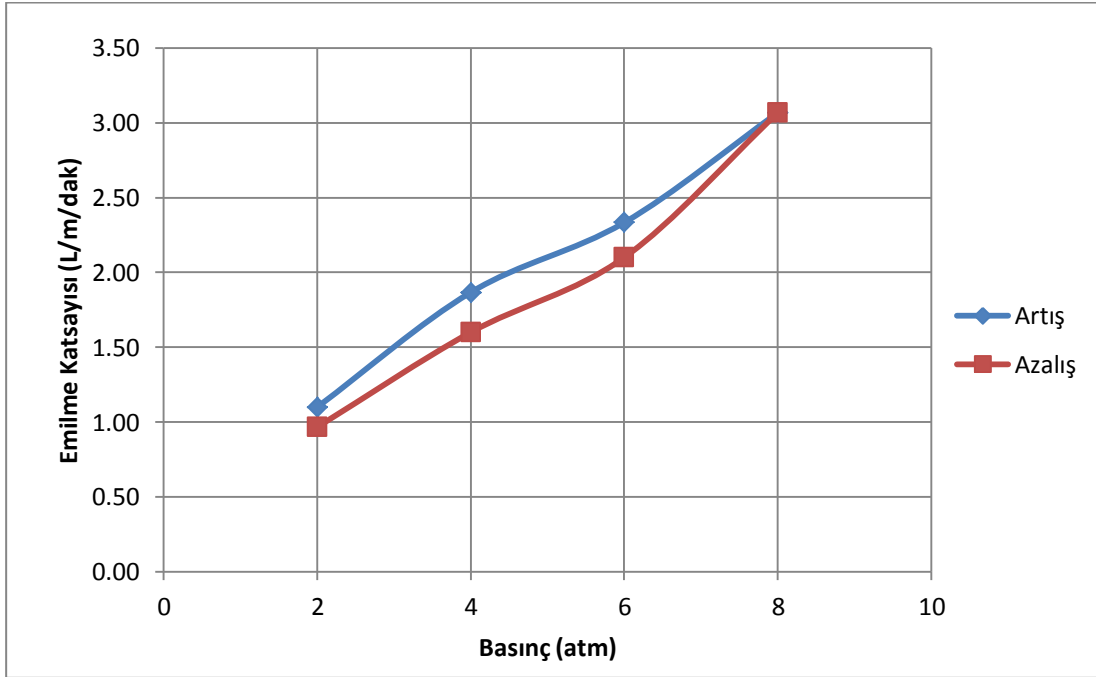
Şekil A.88 : BSK-9 sondaj kuyusunun 12-15 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



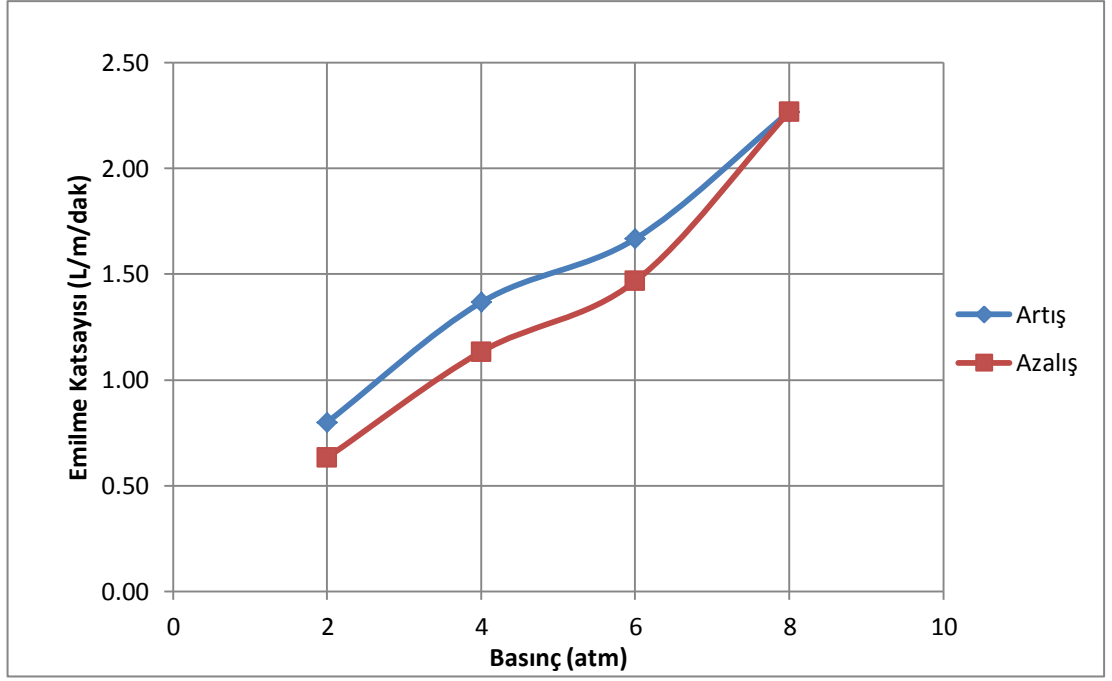
Şekil A.89 : BSK-9 sondaj kuyusunun 15-18 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



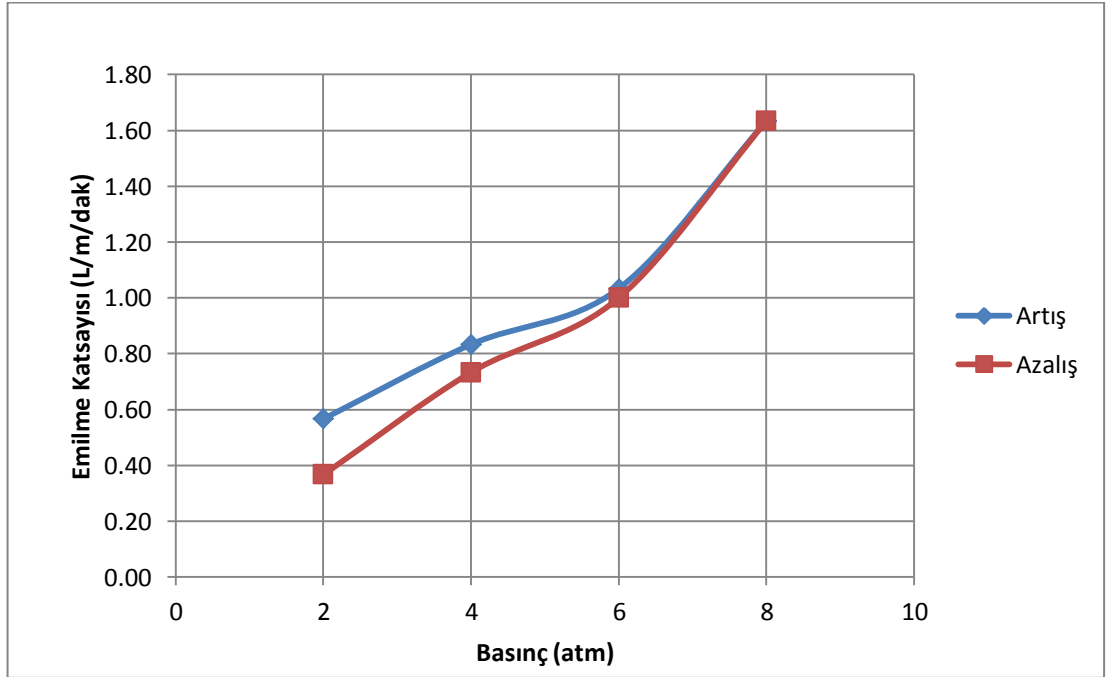
Şekil A.90 : BSK-9 sondaj kuyusunun 18-21 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



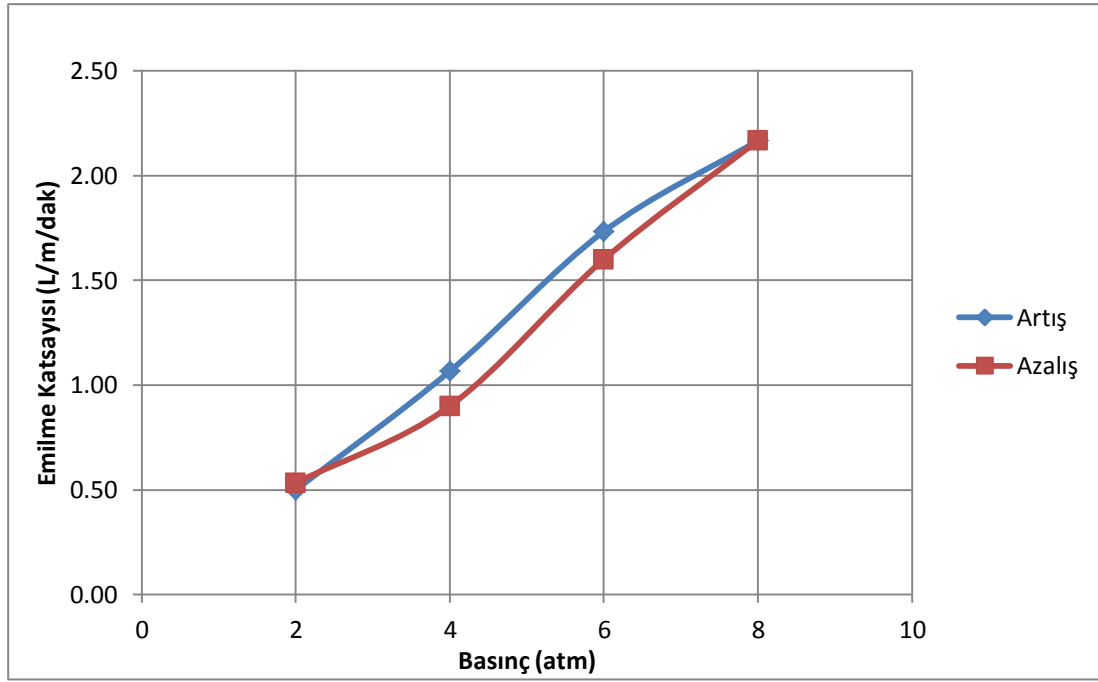
Şekil A.91 : BSK-9 sondaj kuyusunun 21-24 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



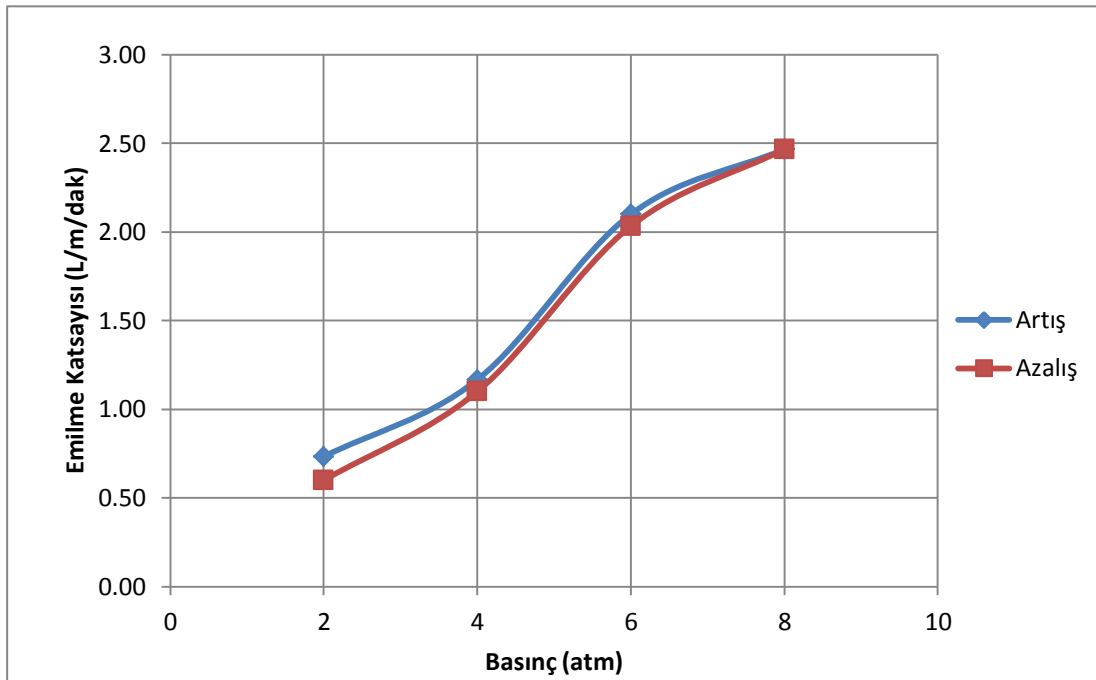
Şekil A.92 : BSK-9 sondaj kuyusunun 24-27 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



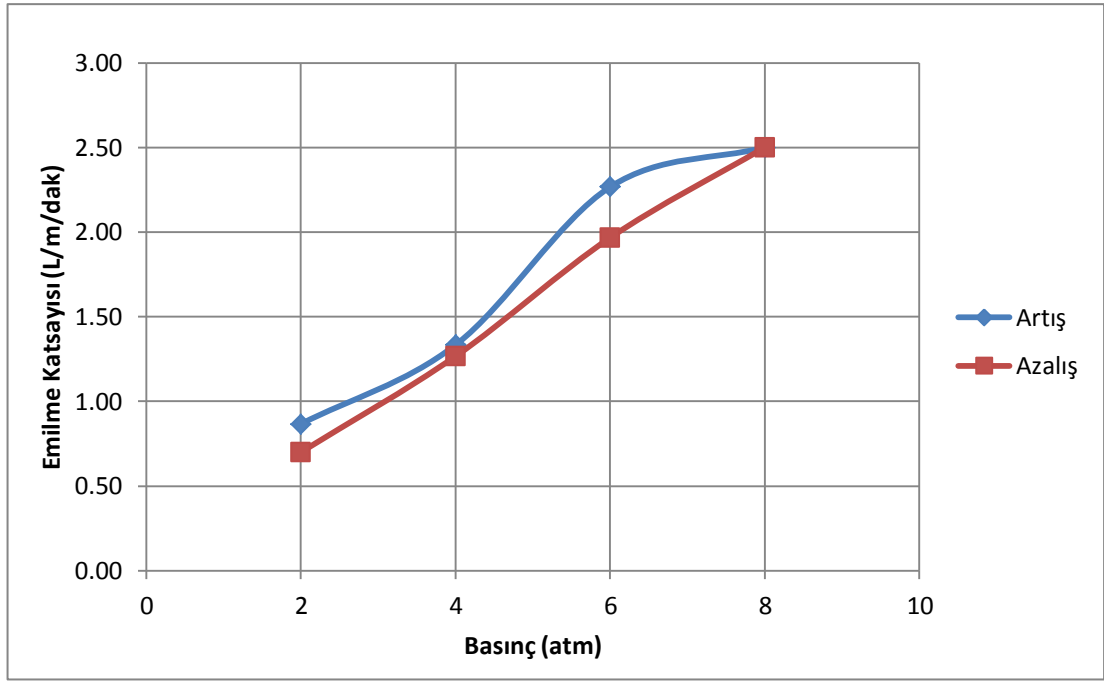
Şekil A.93 : BSK-9 sondaj kuyusunun 27-30 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



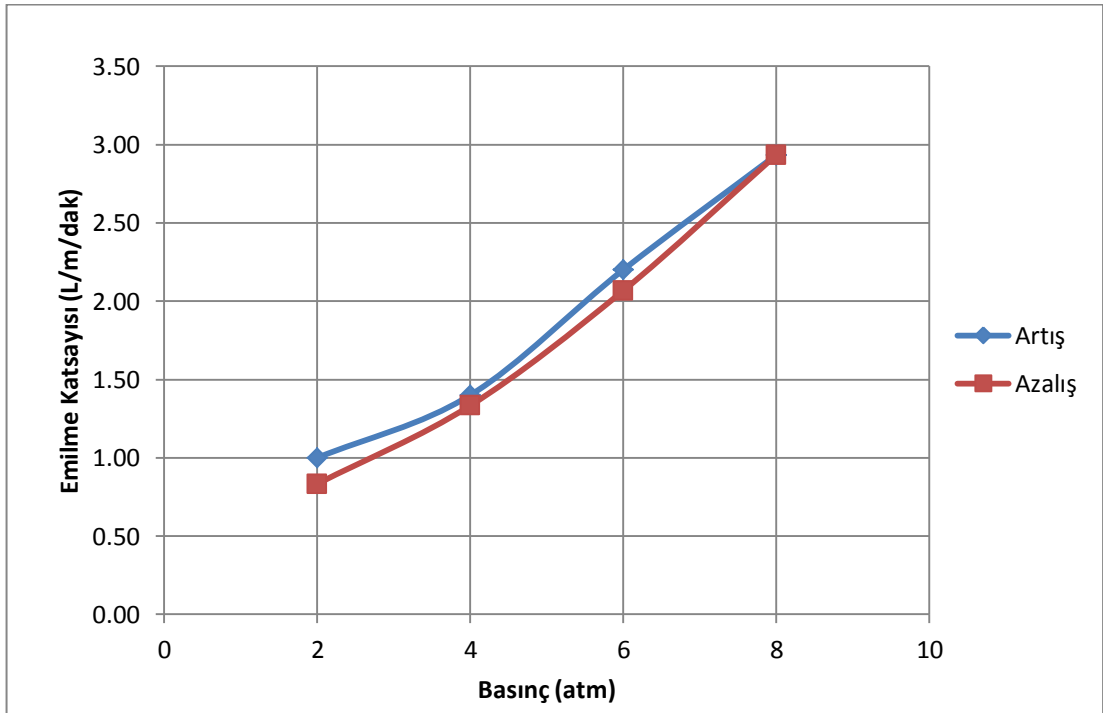
Şekil A.94 : BSK-9 sondaj kuyusunun 30-33 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



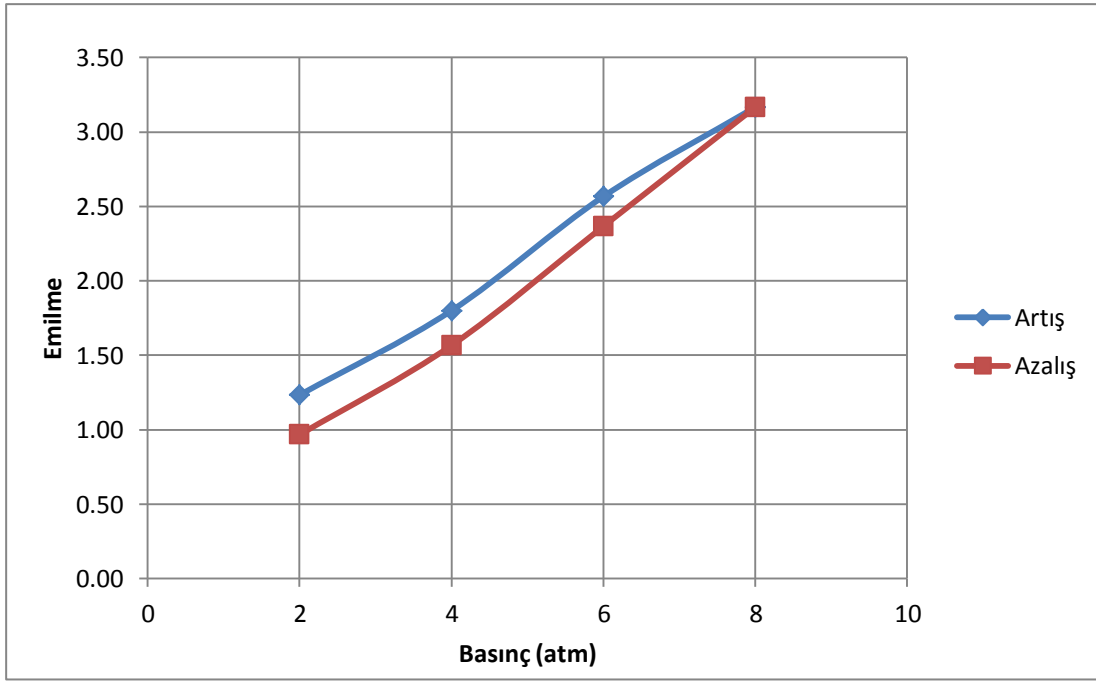
Şekil A.95 : BSK-9 sondaj kuyusunun 33-36 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



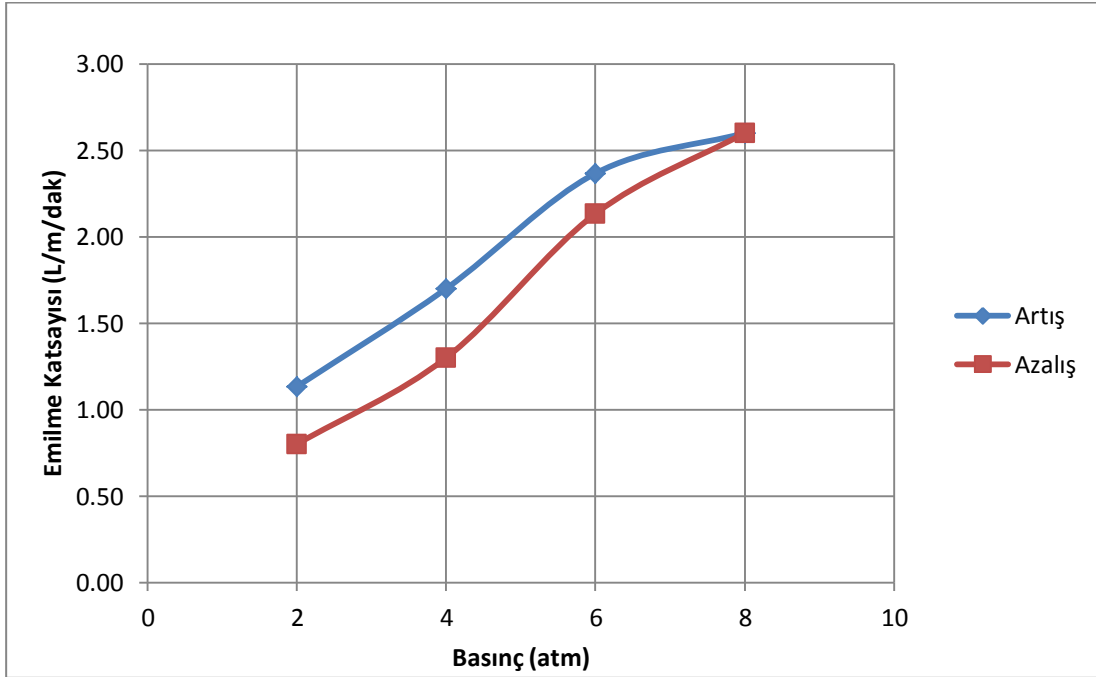
Şekil A.96 : BSK-9 sondaj kuyusunun 36-39 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



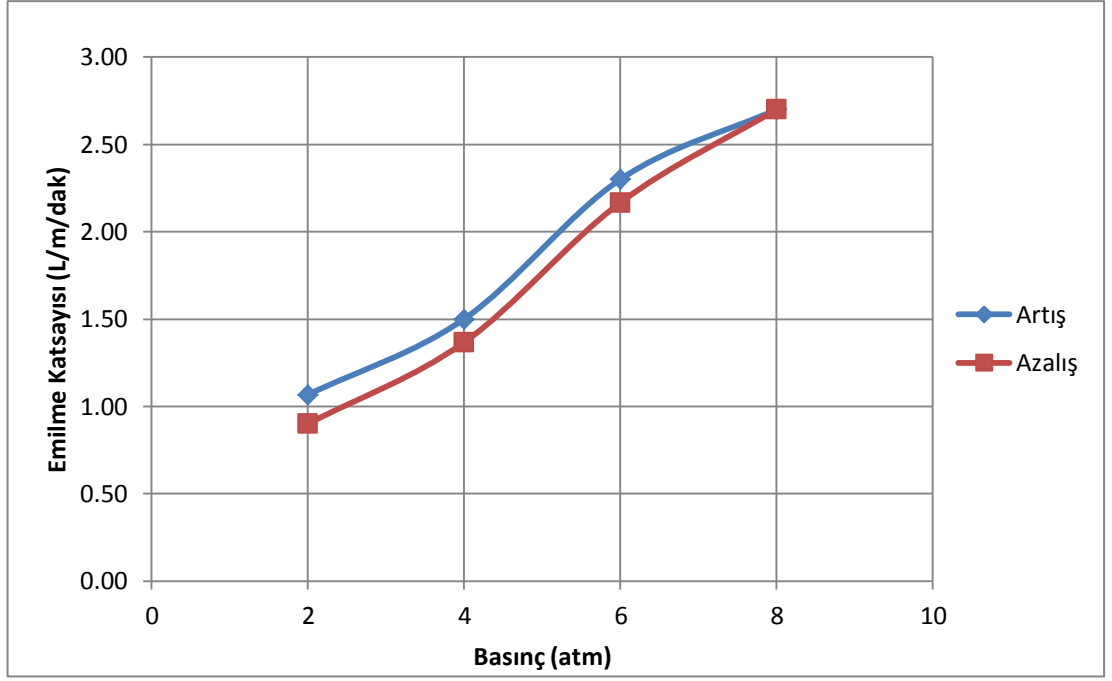
Şekil A.97 : BSK-9 sondaj kuyusunun 39-42 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



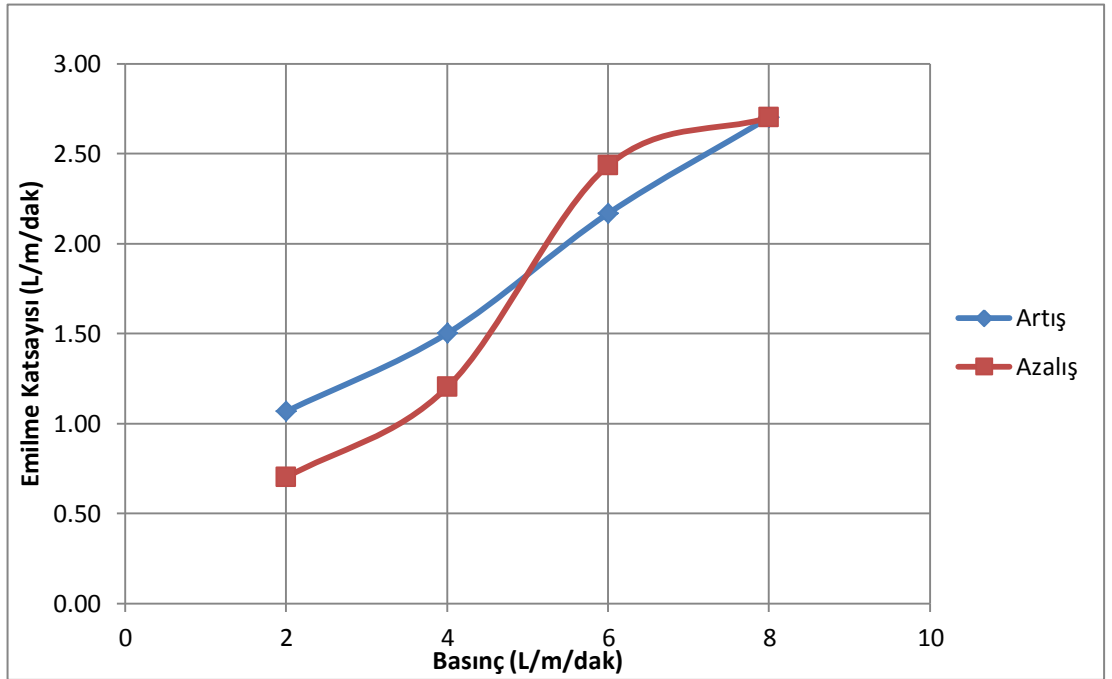
Şekil A.98 : BSK-9 sondaj kuyusunun 42-45 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



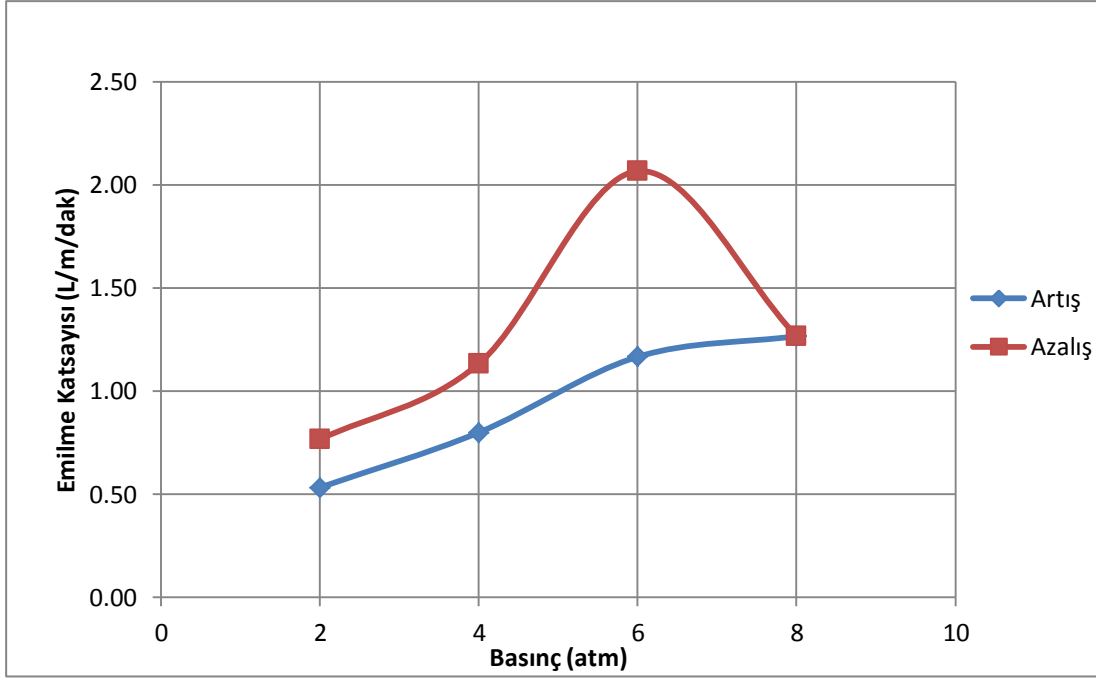
Şekil A.99 : BSK-9 sondaj kuyusunun 45-48 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



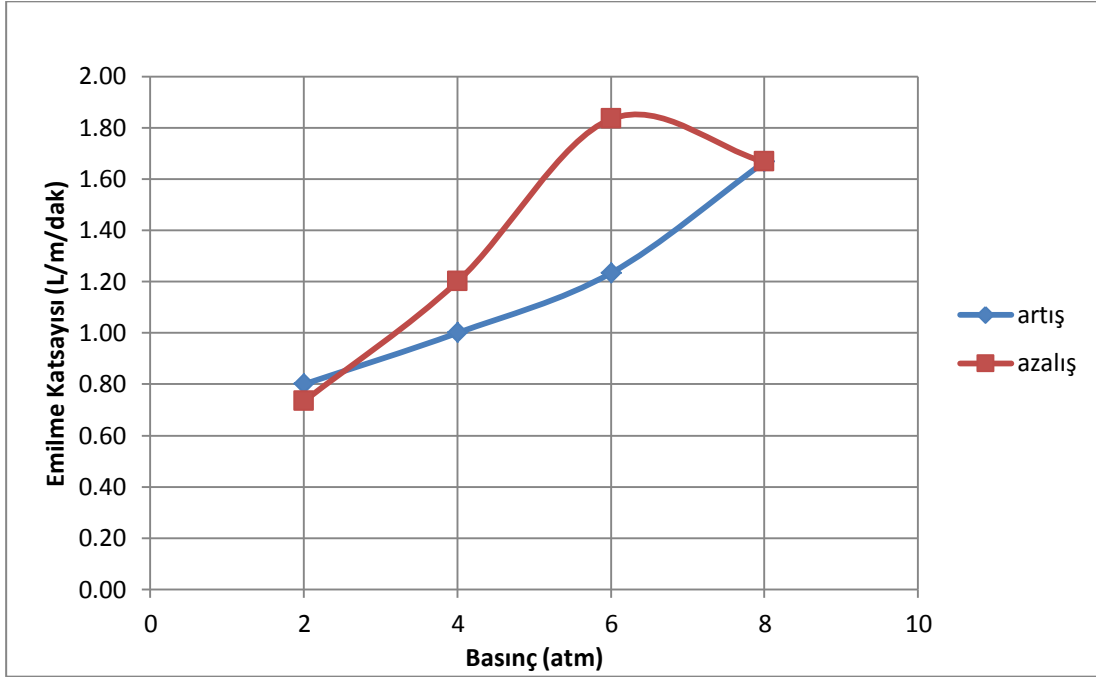
Şekil A.100 : BSK-9 sondaj kuyusunun 48-51 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



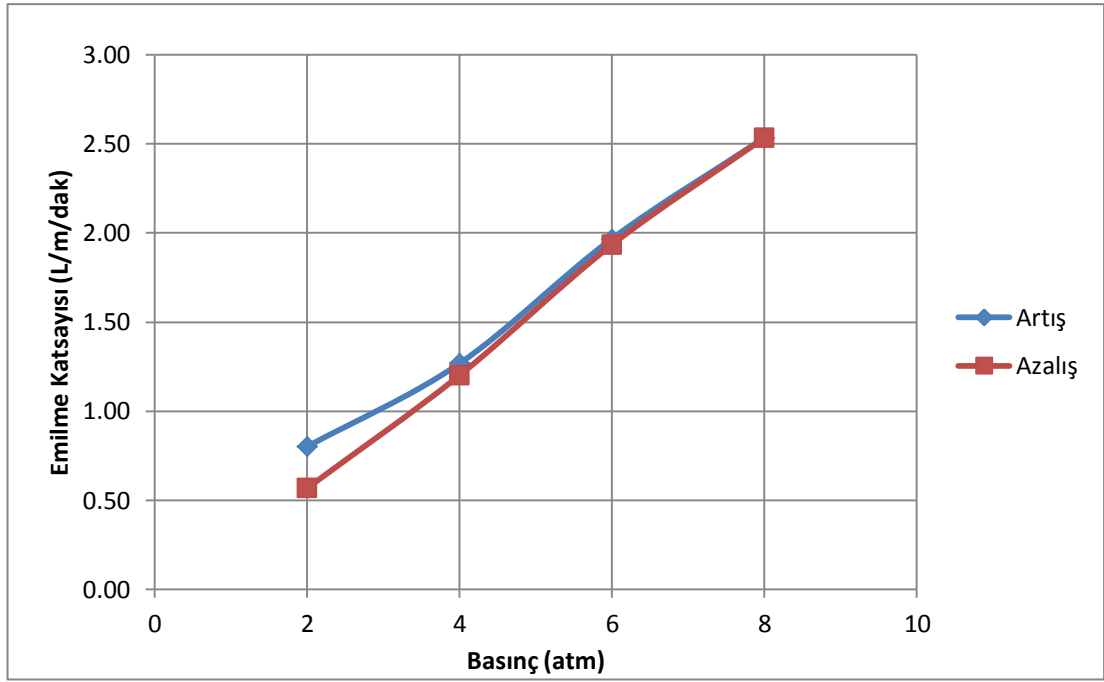
Şekil A.101 : BSK-9 sondaj kuyusunun 51-54 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



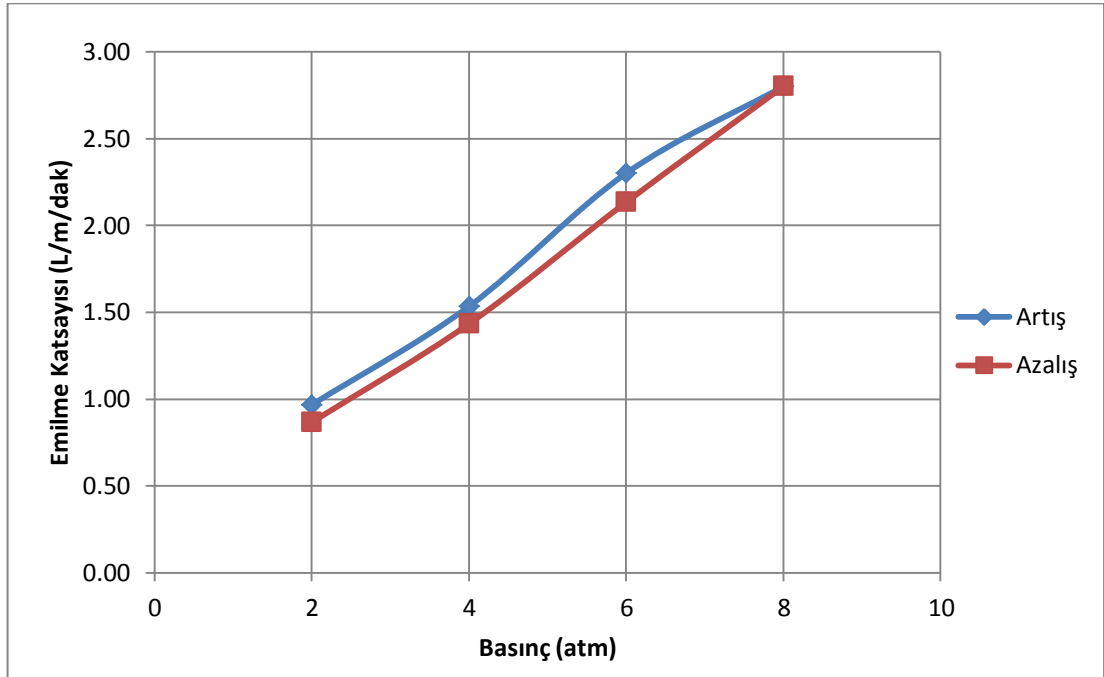
Şekil A.102 : BSK-9 sondaj kuyusunun 54-57 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



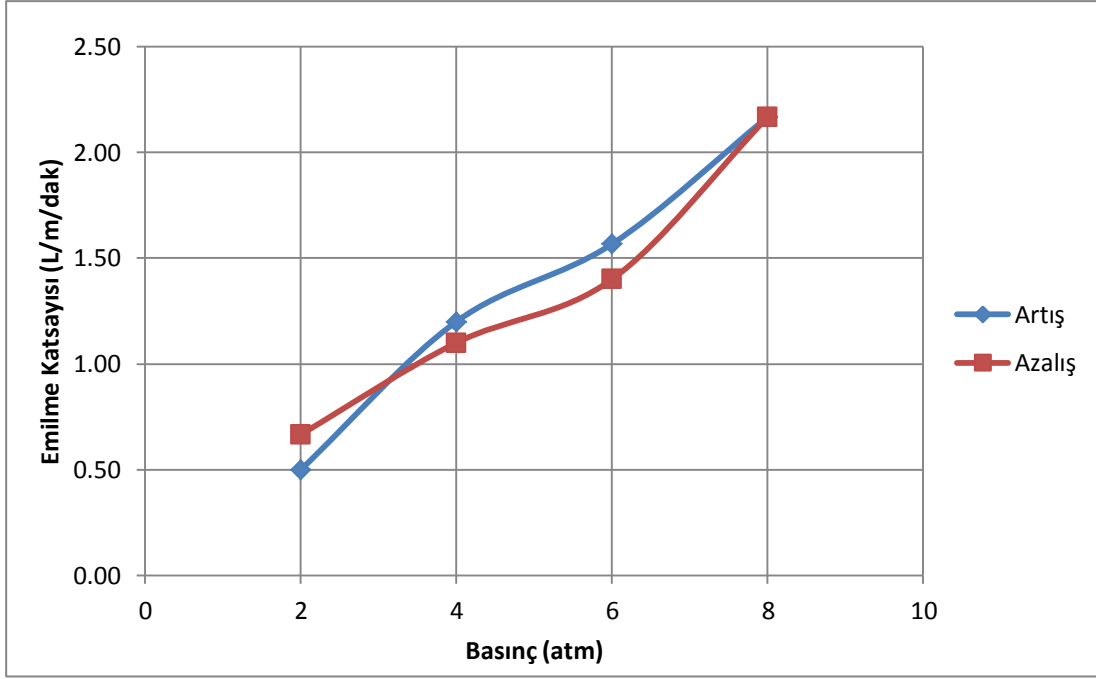
Şekil A.103 : BSK-9 sondaj kuyusunun 57-60 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



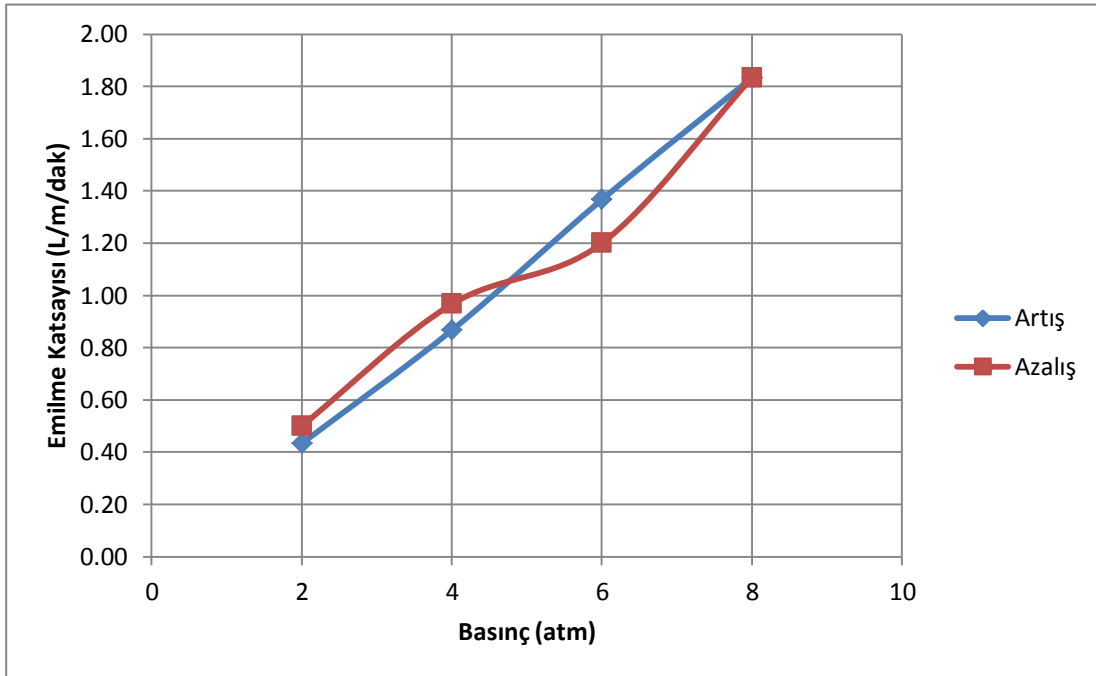
Şekil A.104 : BSK-9 sondaj kuyusunun 60-63 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



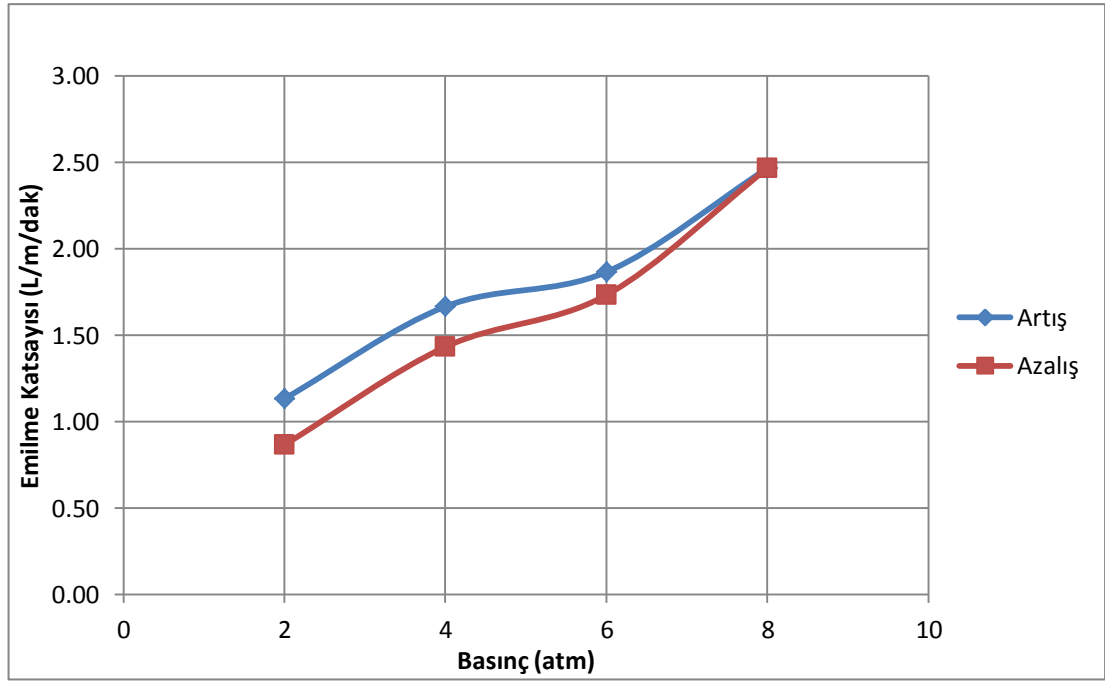
Şekil A.105 : BSK-9 sondaj kuyusunun 63-66 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



Şekil A.106 : BSK-9 sondaj kuyusunun 66-69 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

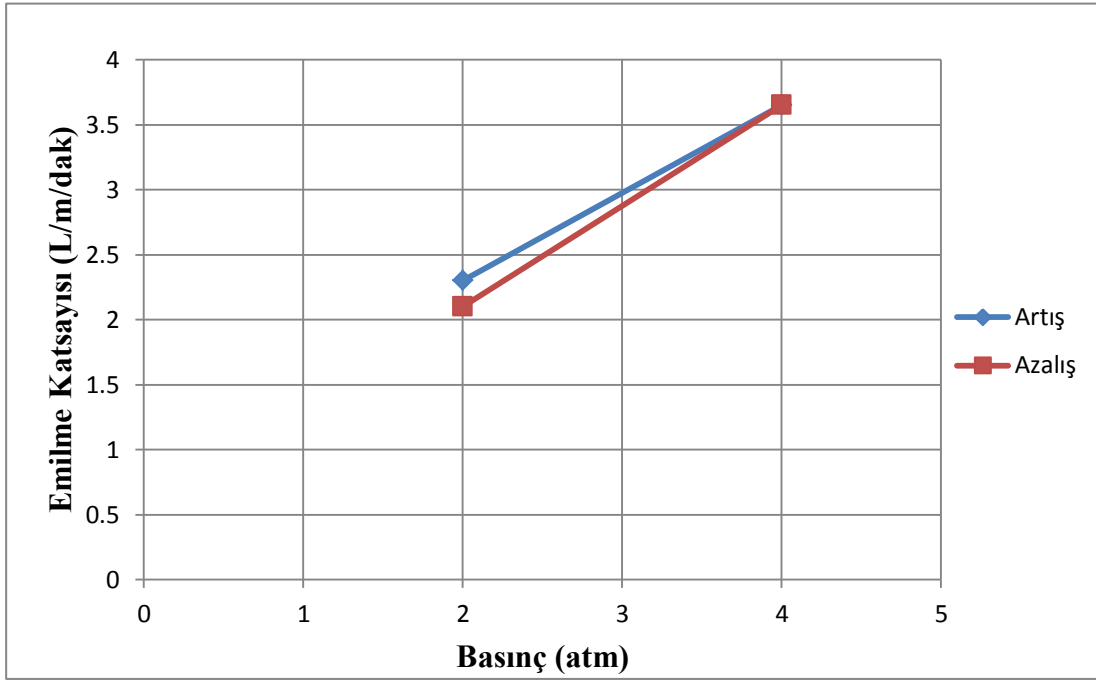


Şekil A.107 : BSK-9 sondaj kuyusunun 69-72 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

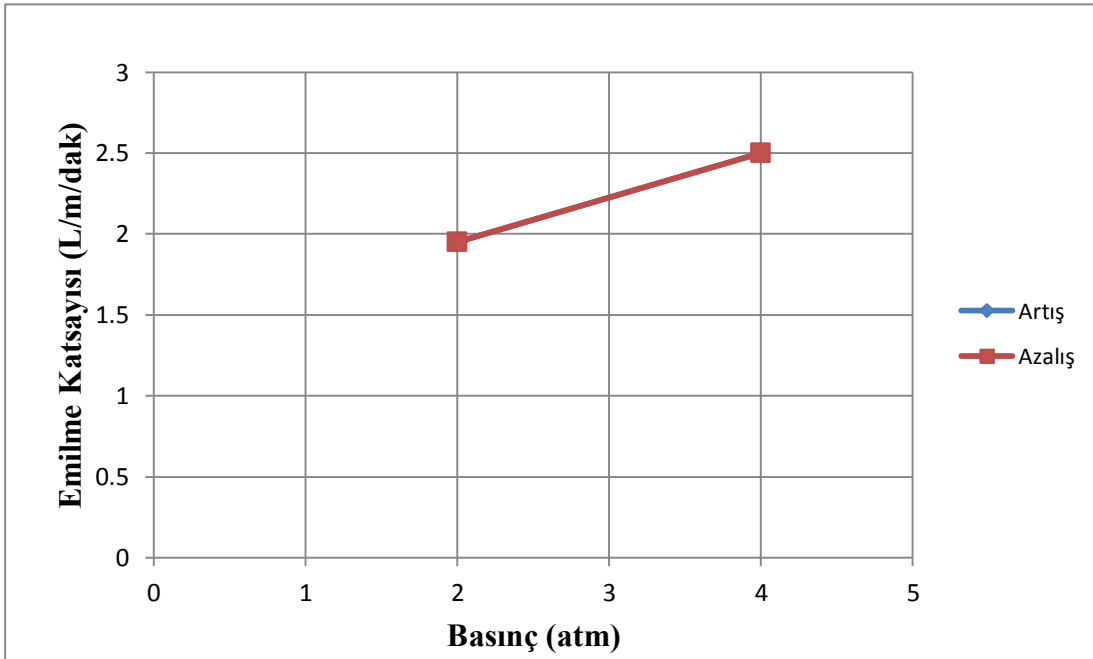


Şekil A.108 : BSK-9 sondaj kuyusunun 72-74 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

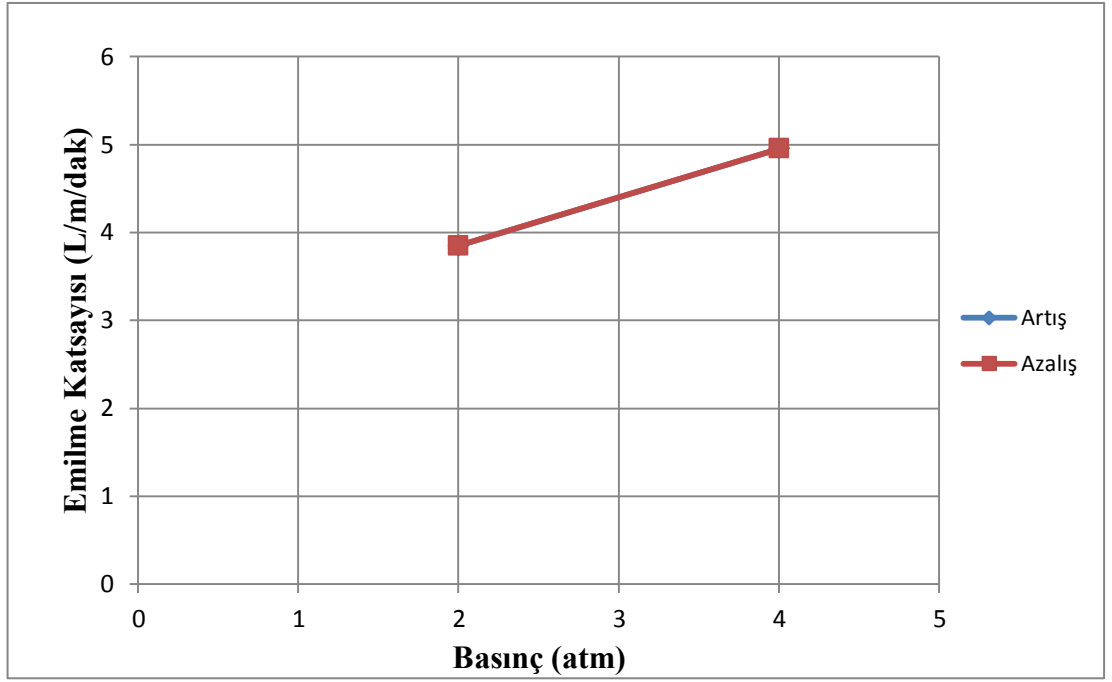
EK A.6



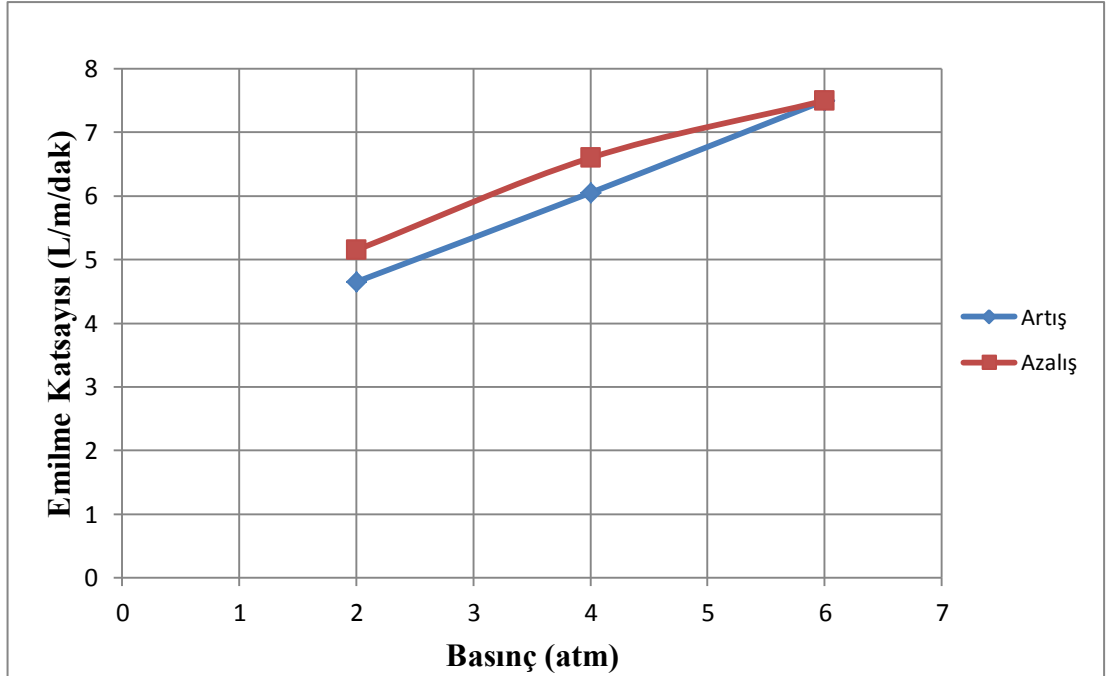
Şekil A.109 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 4-6 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



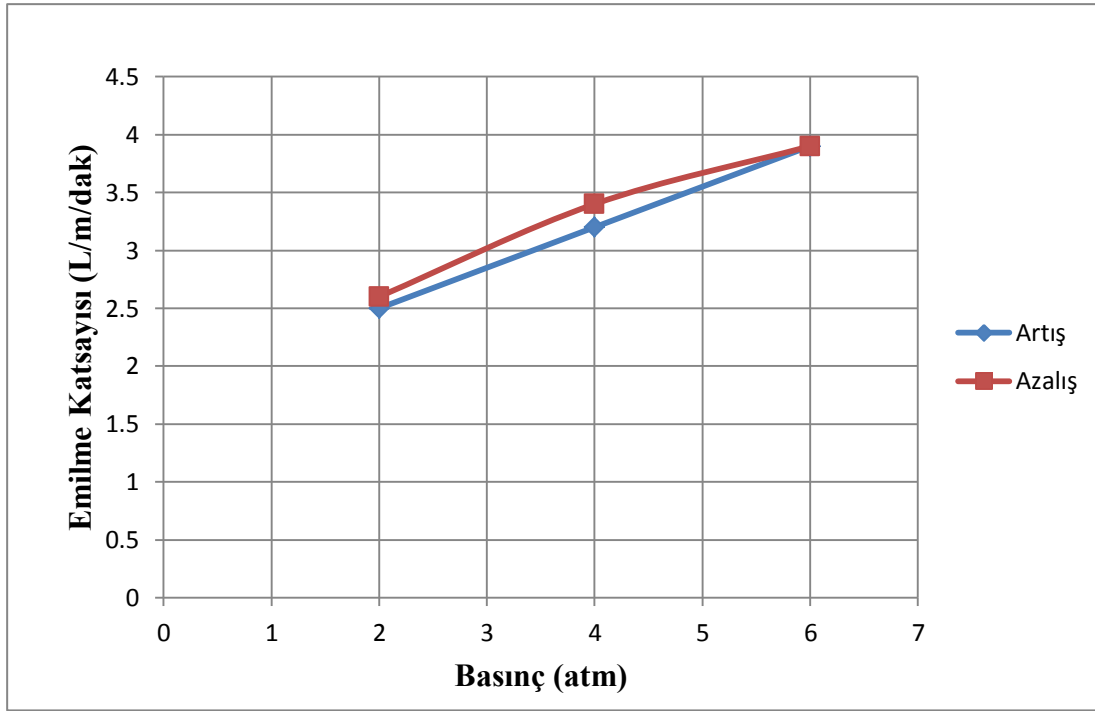
Şekil A.110 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 6-8 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



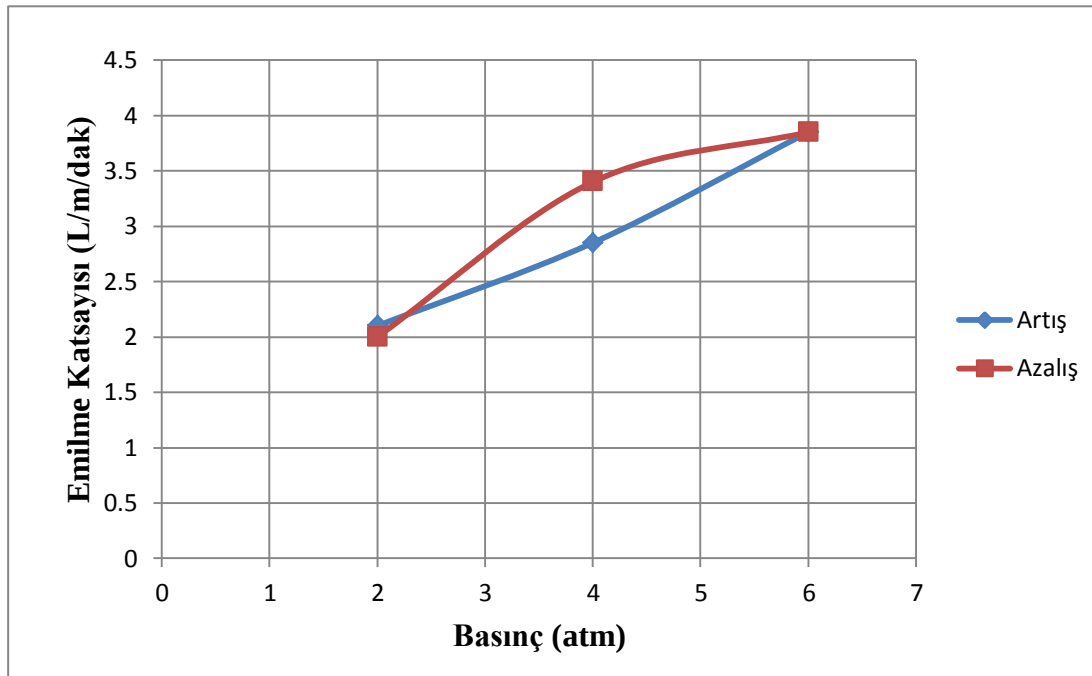
Şekil A.111 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 8-10 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



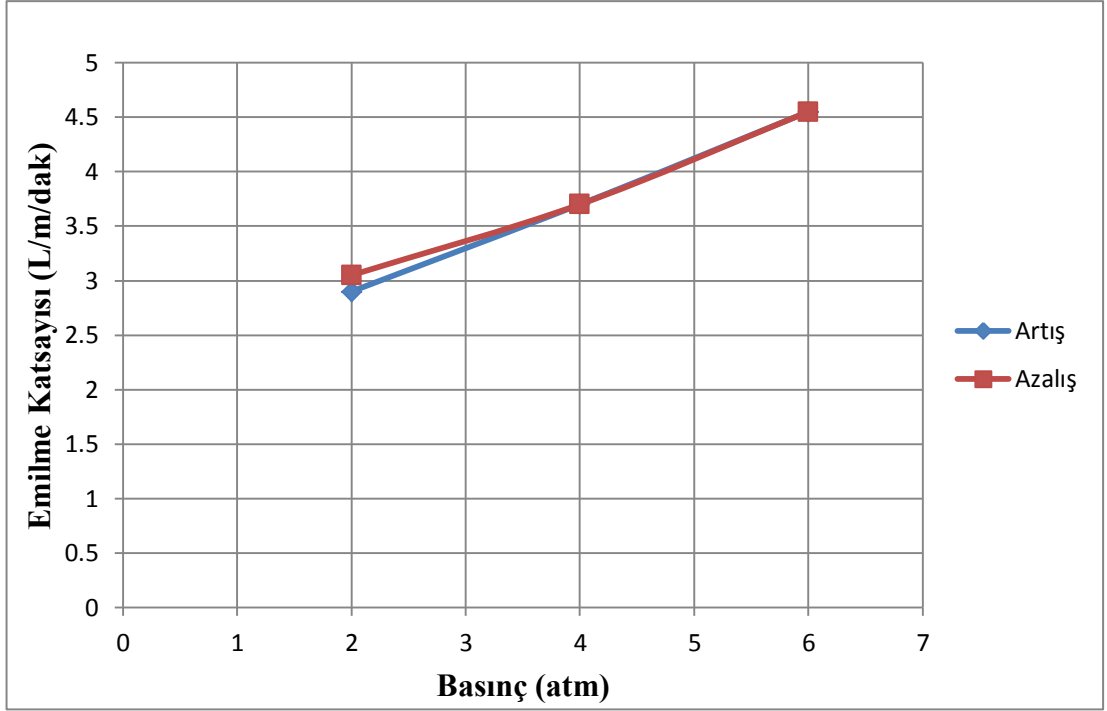
Şekil A.112 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 10-12 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



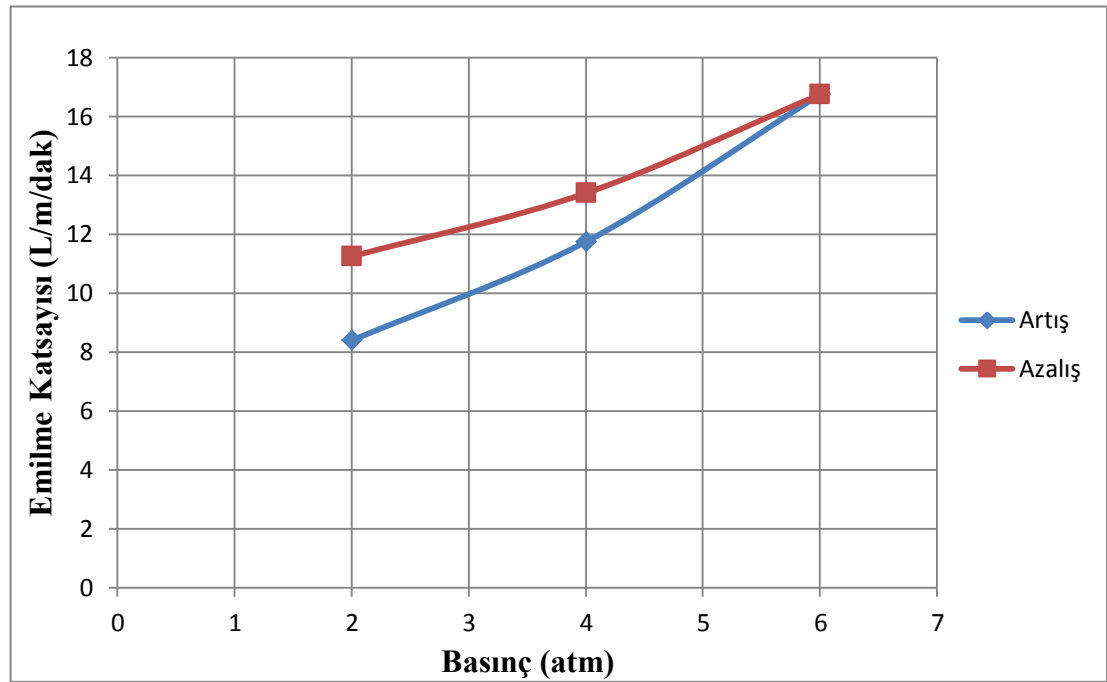
Şekil A.113 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 12-14 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



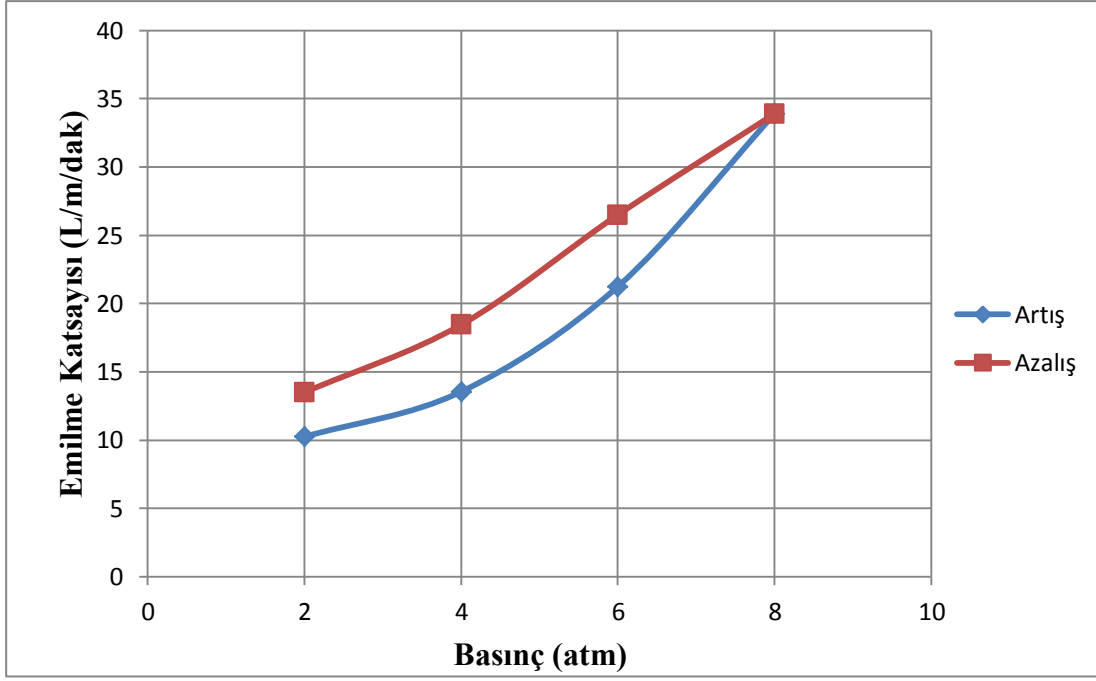
Şekil A.114 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 14-16 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



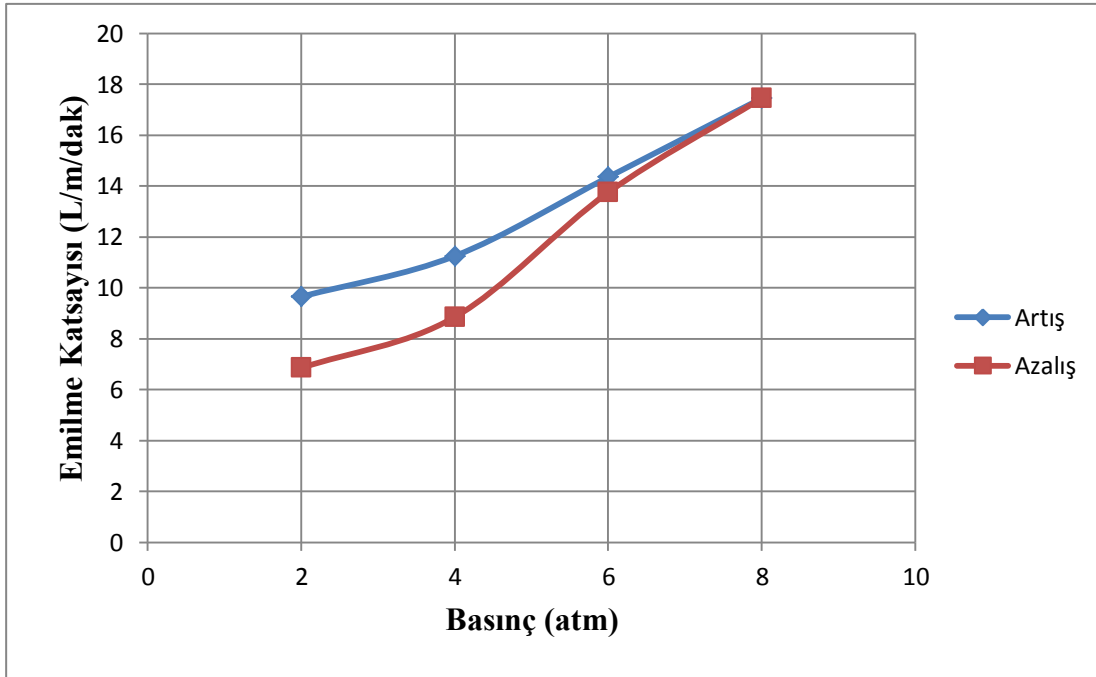
Şekil A.115 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 16-18 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



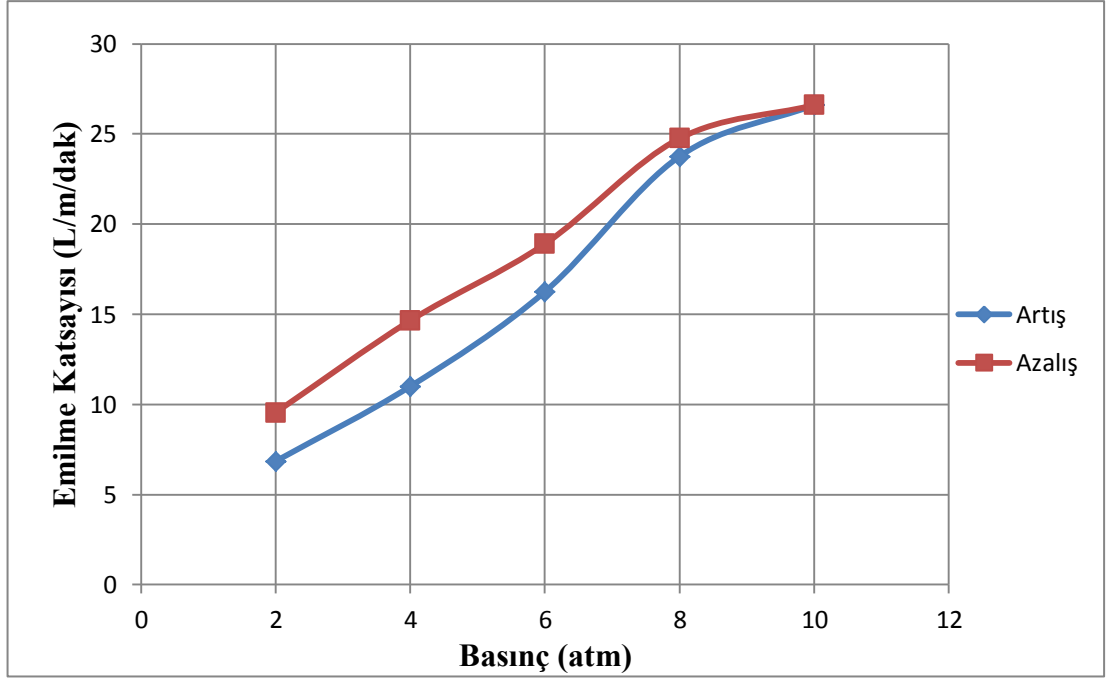
Şekil A.116 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 18-20 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



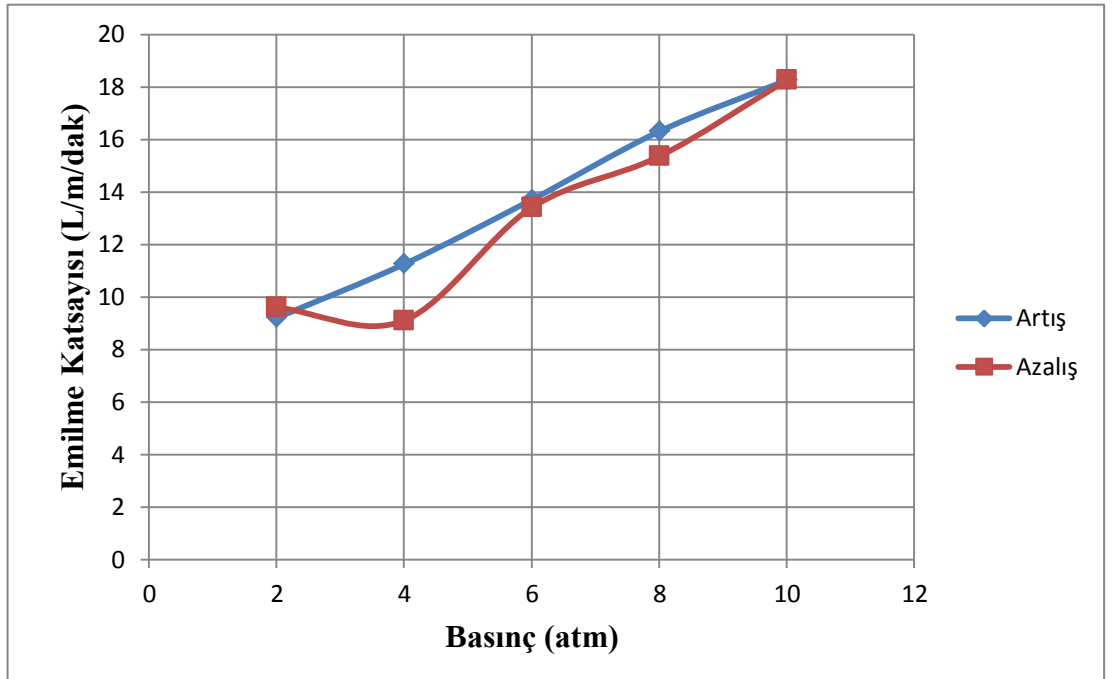
Şekil A.117 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 20-22 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



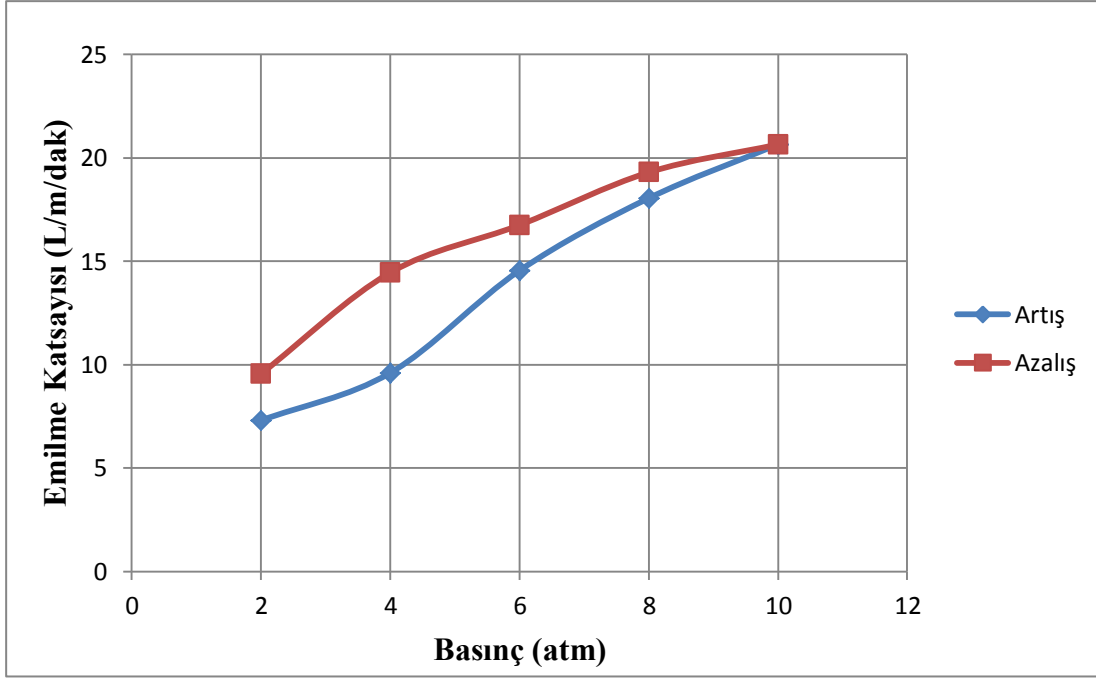
Şekil A.118 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 28-30 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



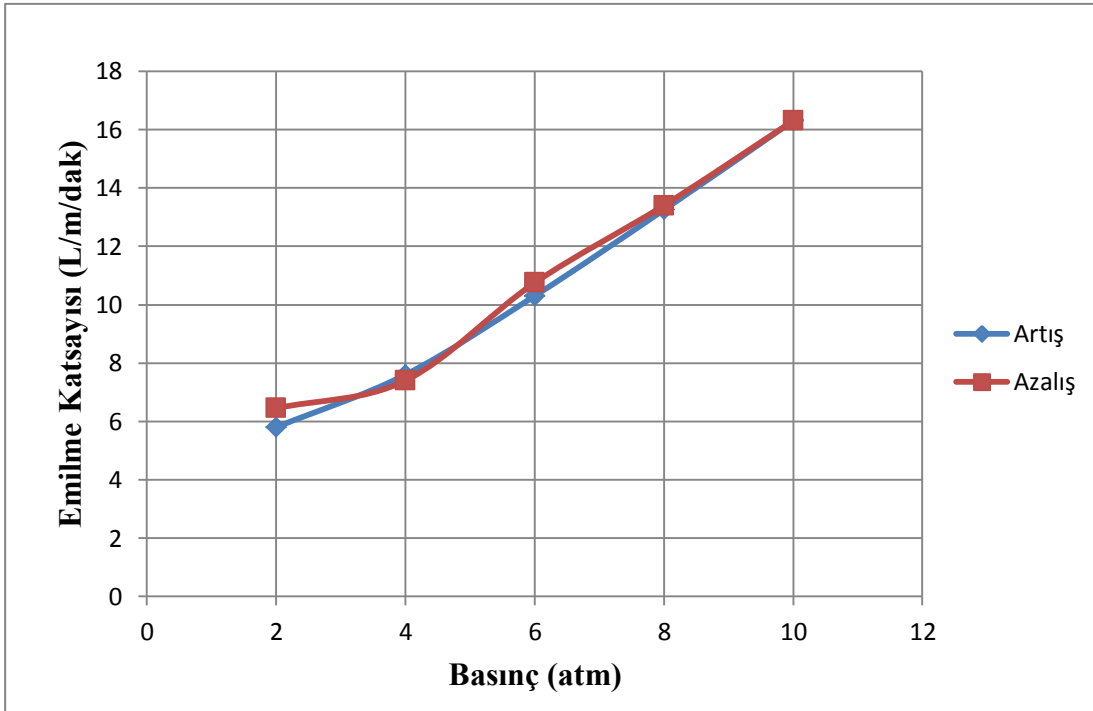
Şekil A.119 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 38-40 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



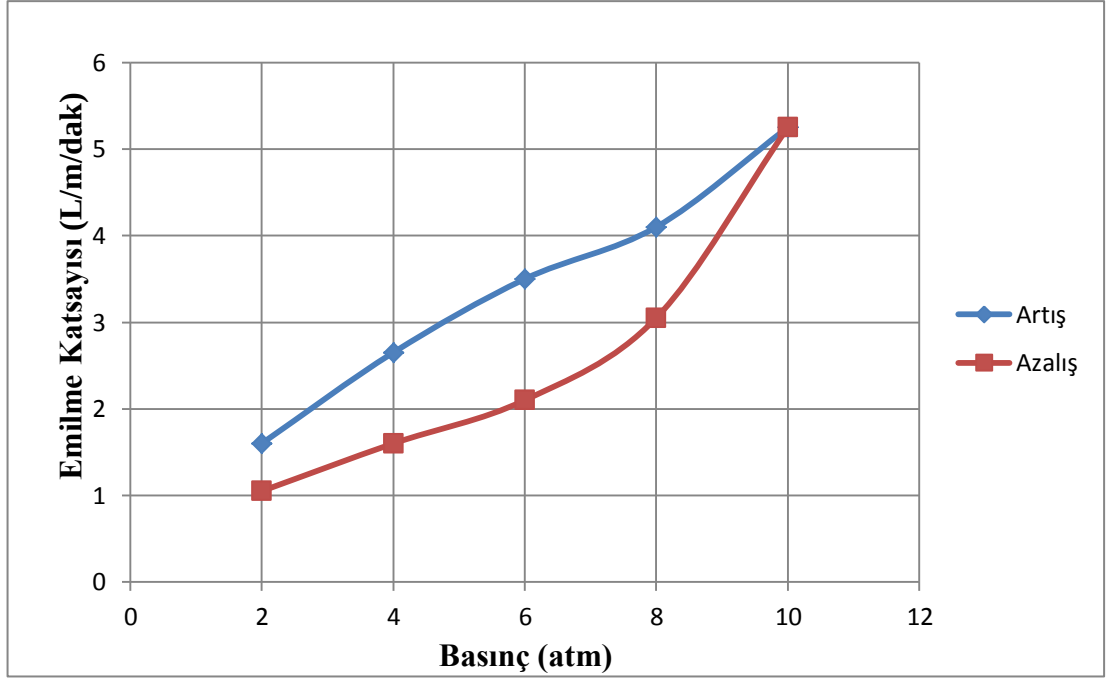
Şekil A.120 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 40-42 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



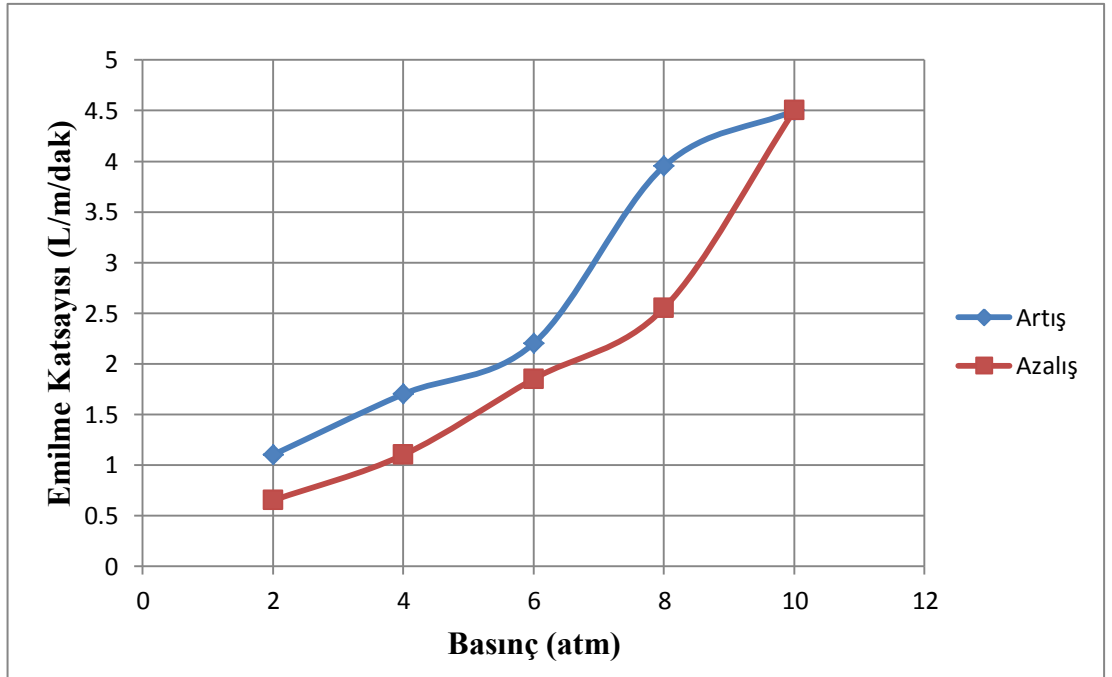
Şekil A.121 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 42-44 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



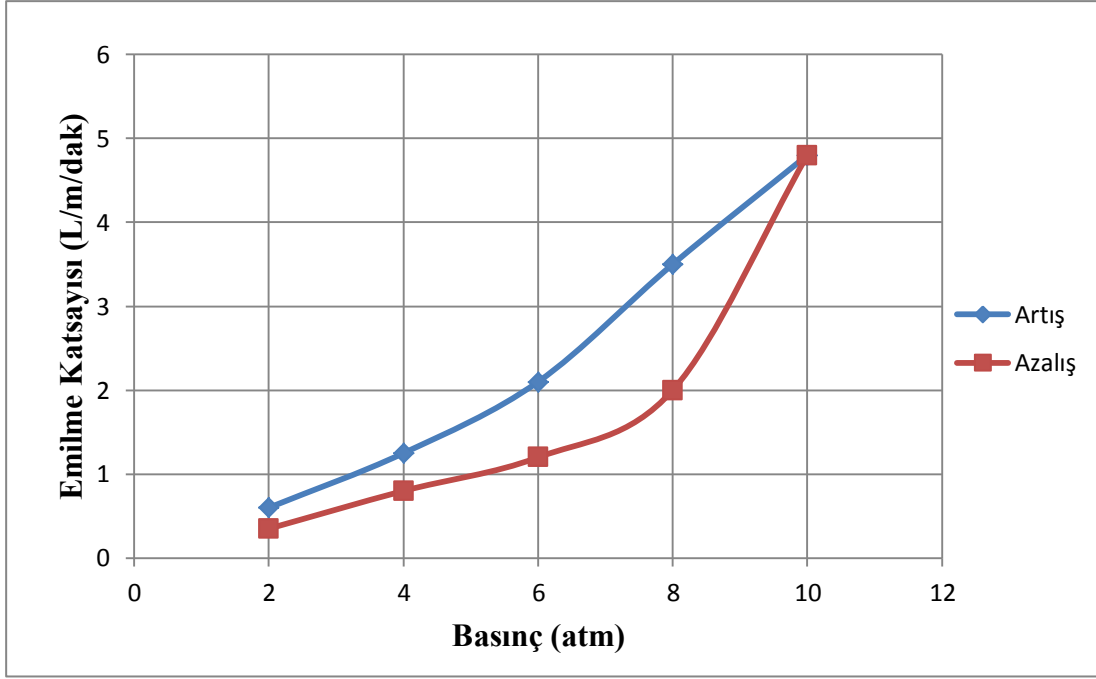
Şekil A.122 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 44-46 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



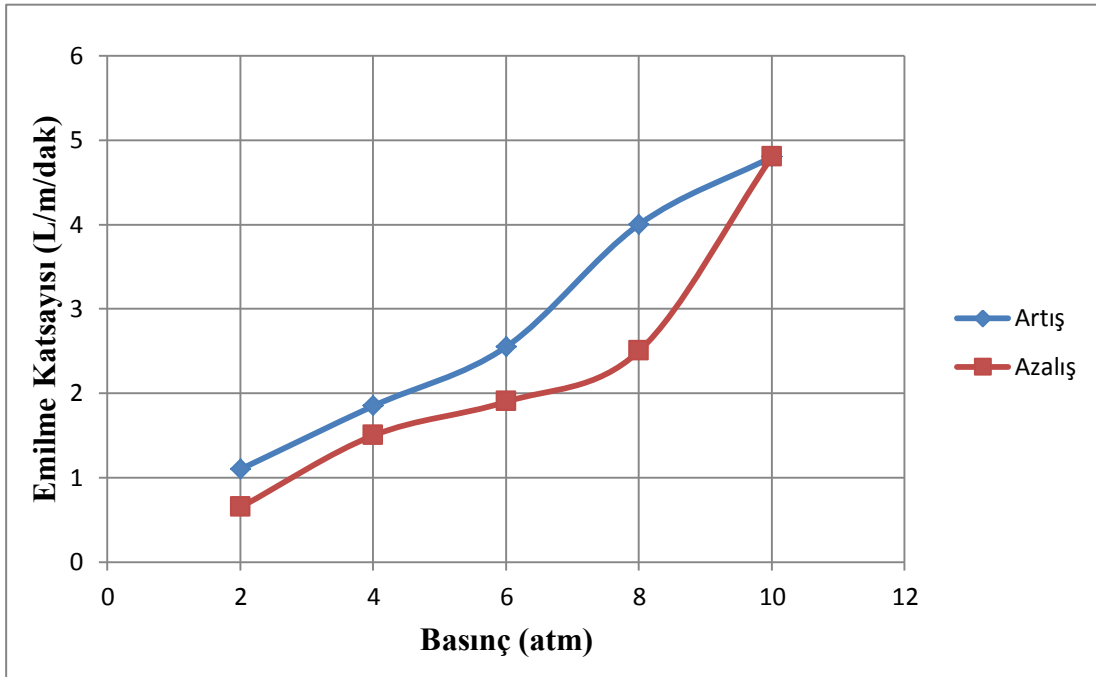
Şekil A.123 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 46-48 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



Şekil A.124 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 48-50 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

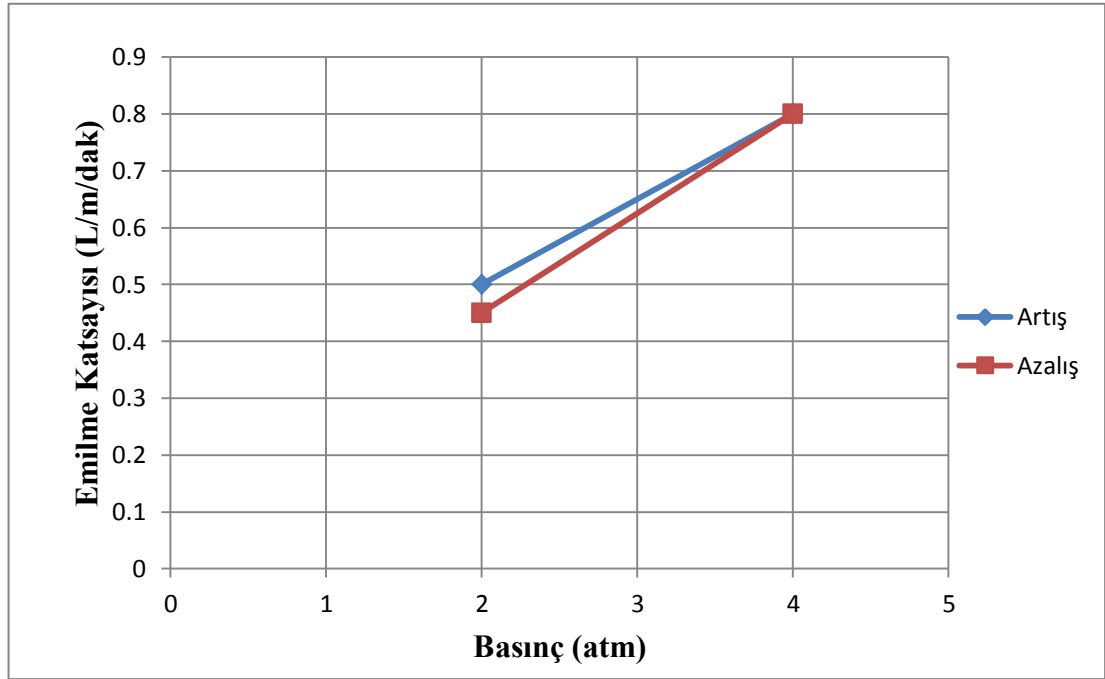


Şekil A.125 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 50-52 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

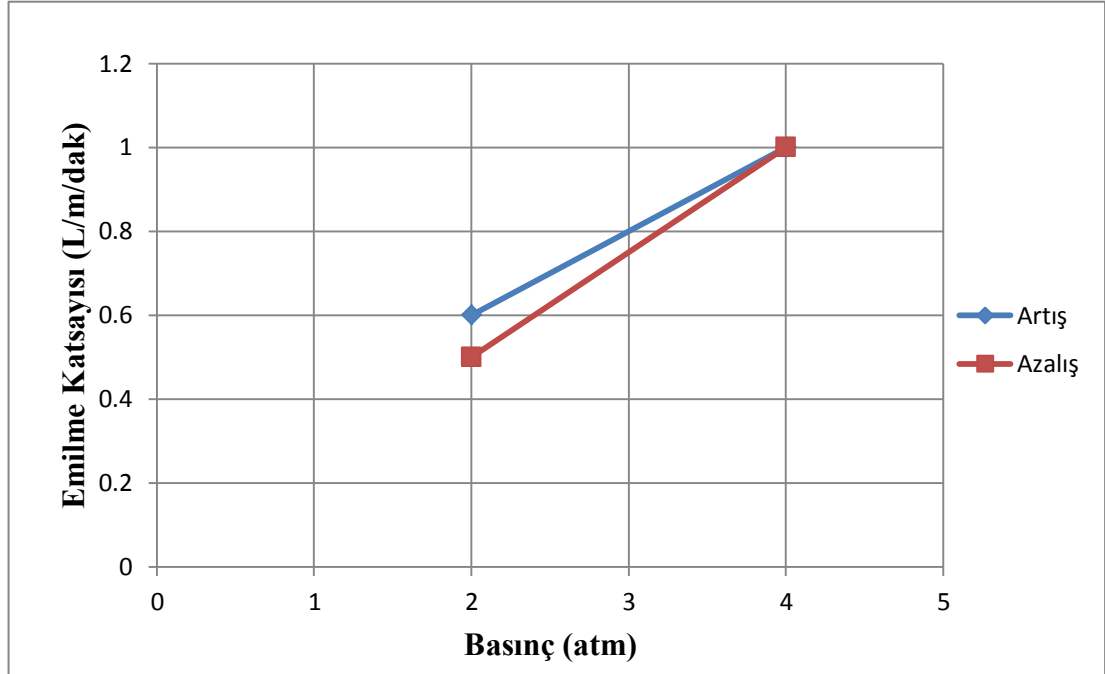


Şekil A.126 : ÇSK-1 sondaj kuyusunun 52-54 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

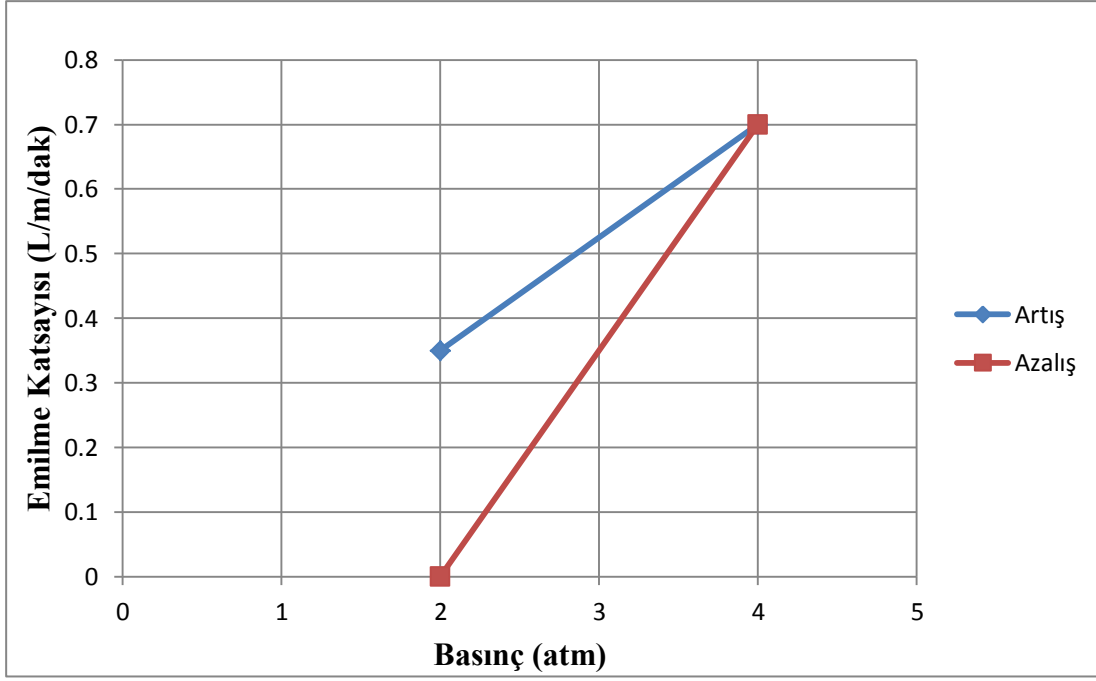
EK A.7



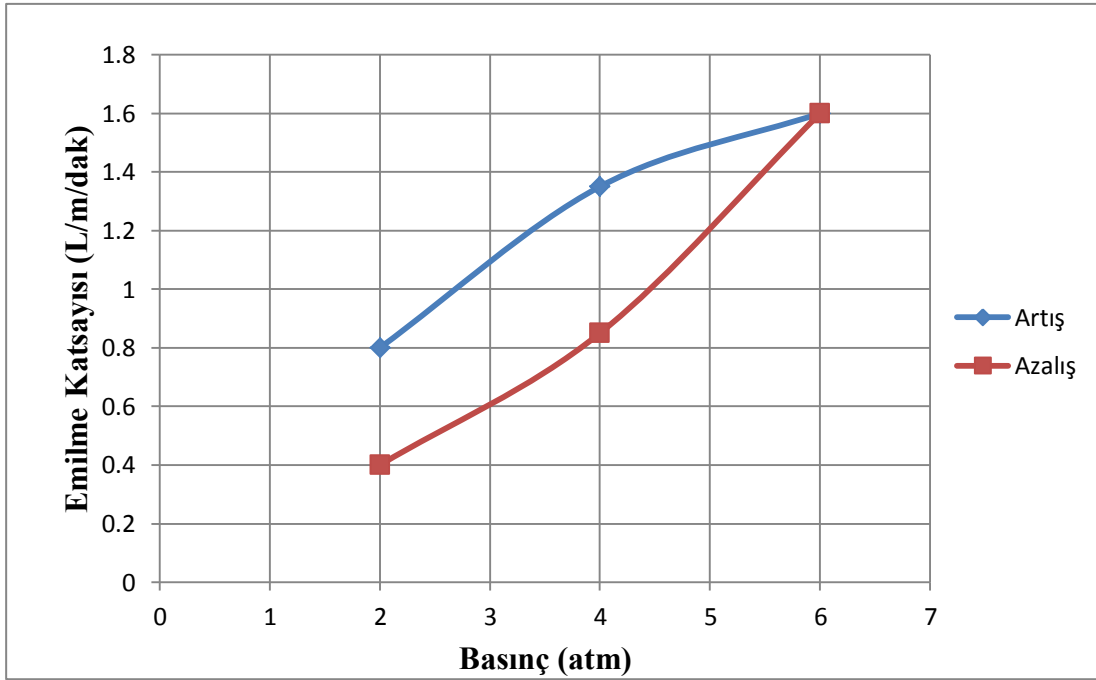
Şekil A.127 : DSK-1 sondaj kuyusunun 4-6 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



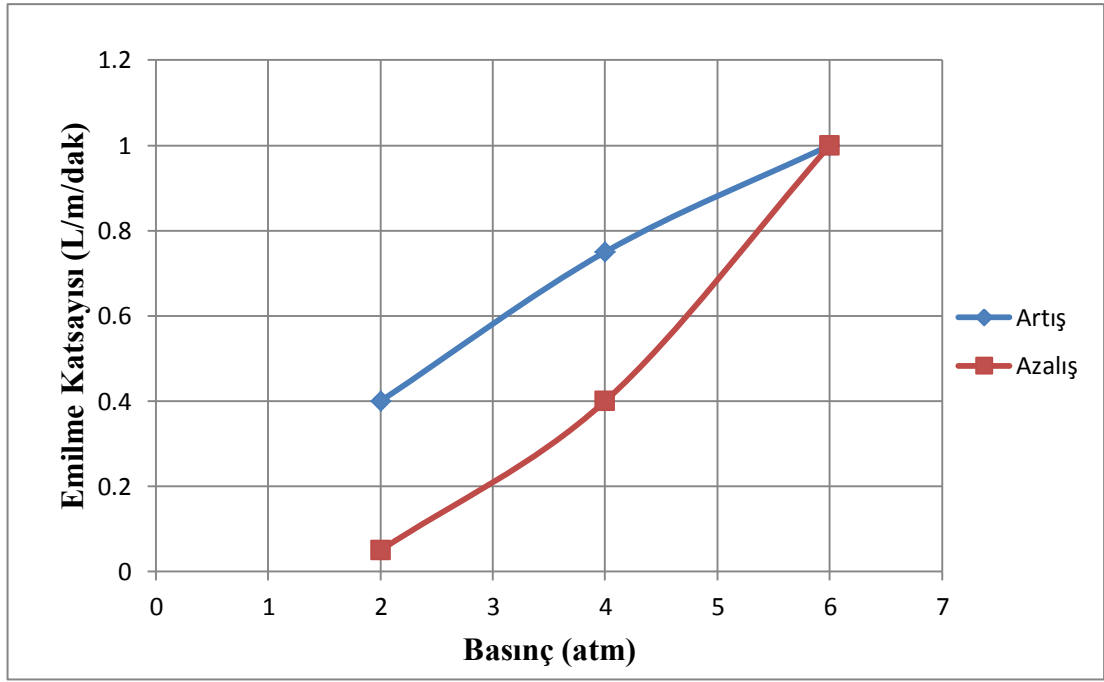
Şekil A.128 : DSK-1 sondaj kuyusunun 6-8 m arası emilme katsayısı-basınç grafiği



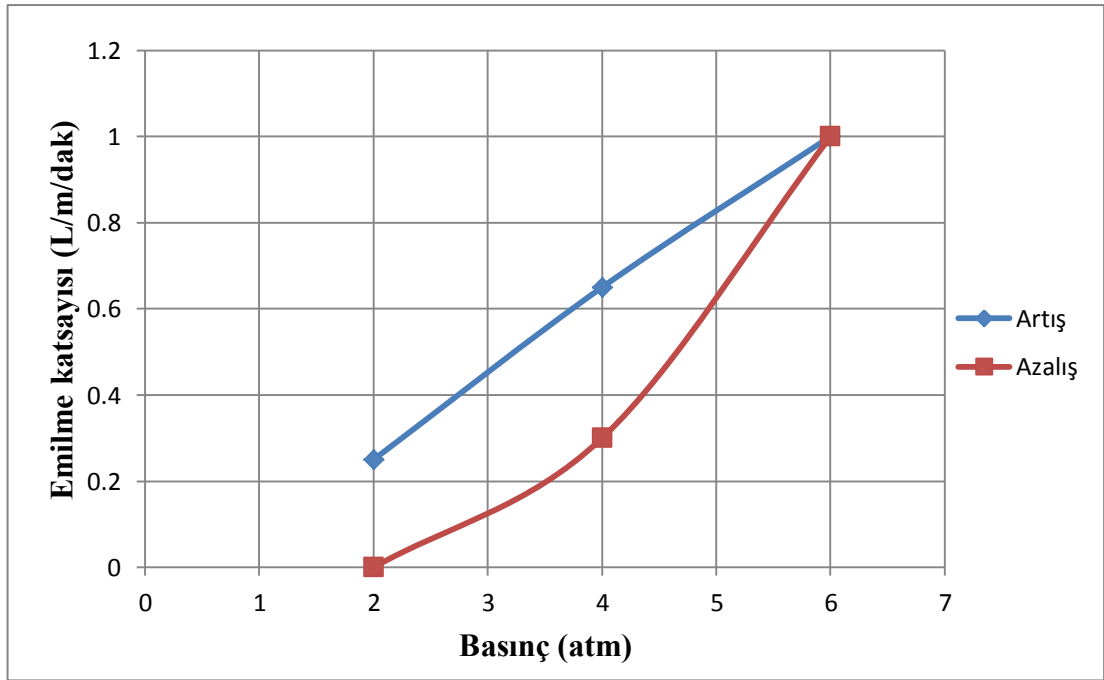
Şekil A.129 : DSK-1 sondaj kuyusunun 8-10 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



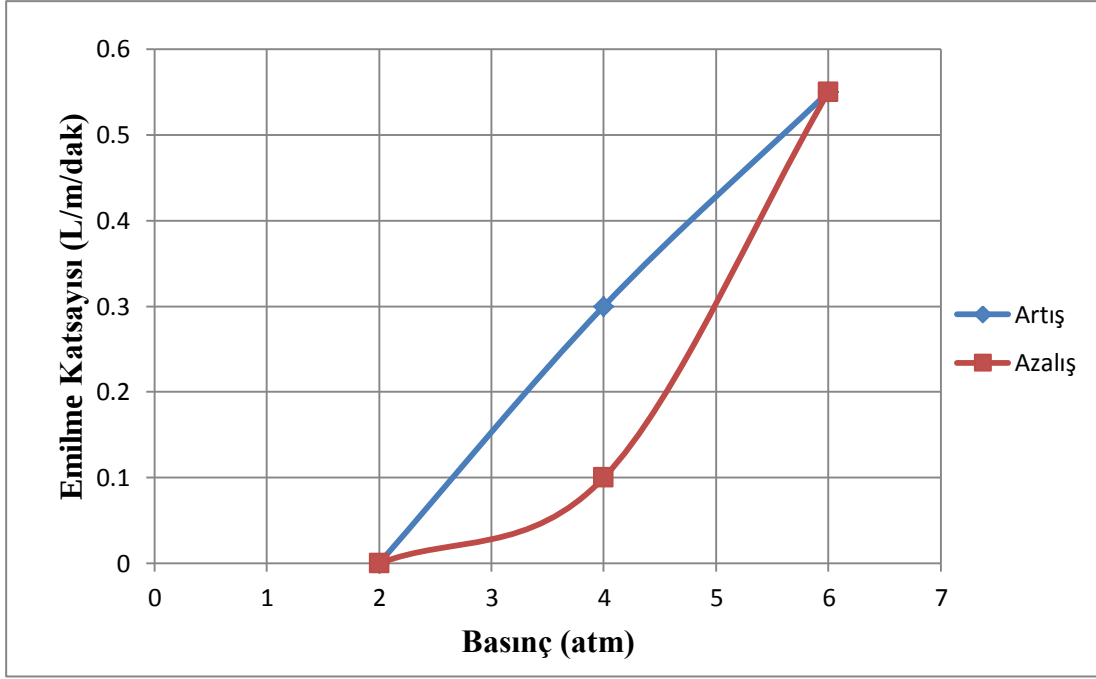
Şekil A.130 : DSK-1 sondaj kuyusunun 10-12 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



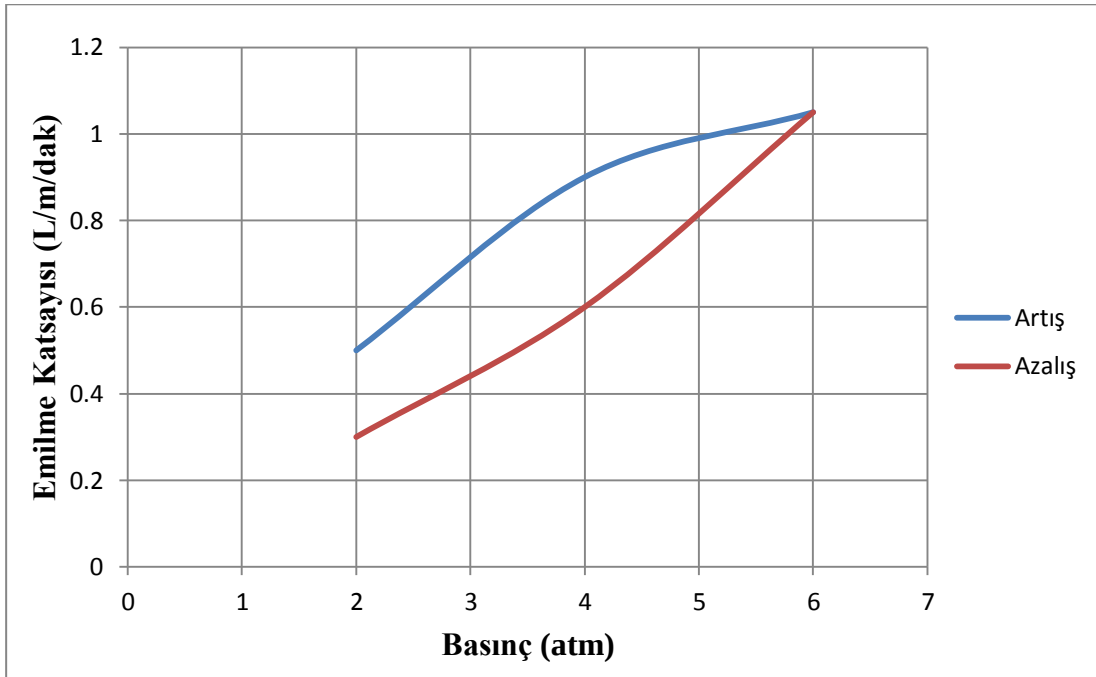
Şekil A.131 : DSK-1 sondaj kuyusunun 12-14 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



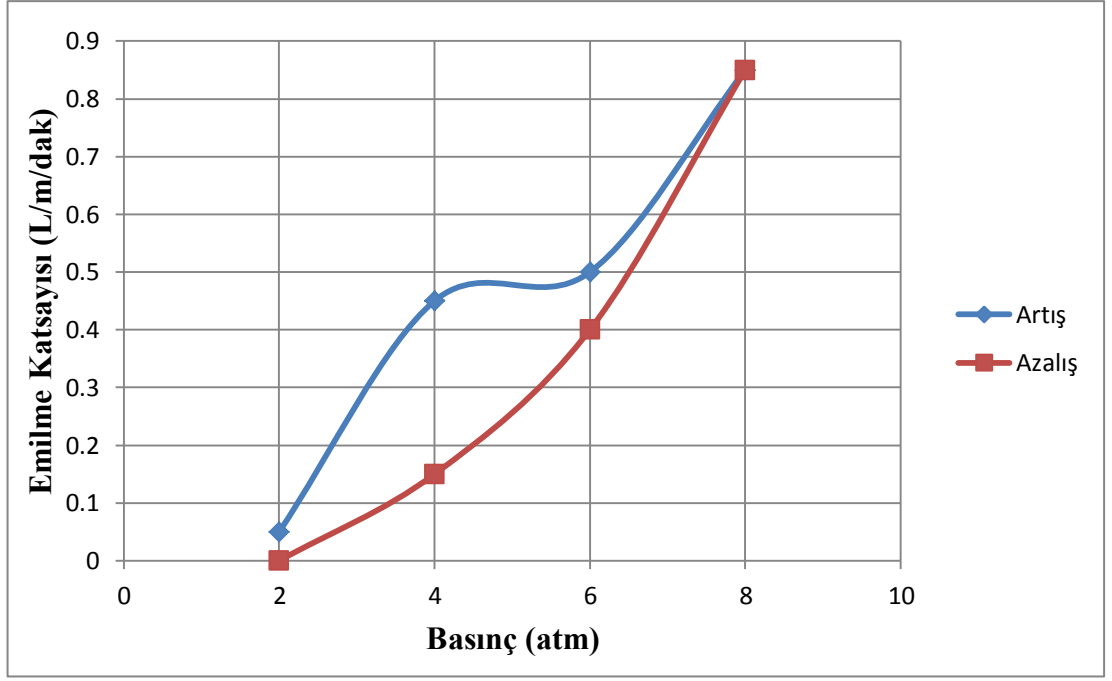
Şekil A.132 : DSK-1 sondaj kuyusunun 14-16 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



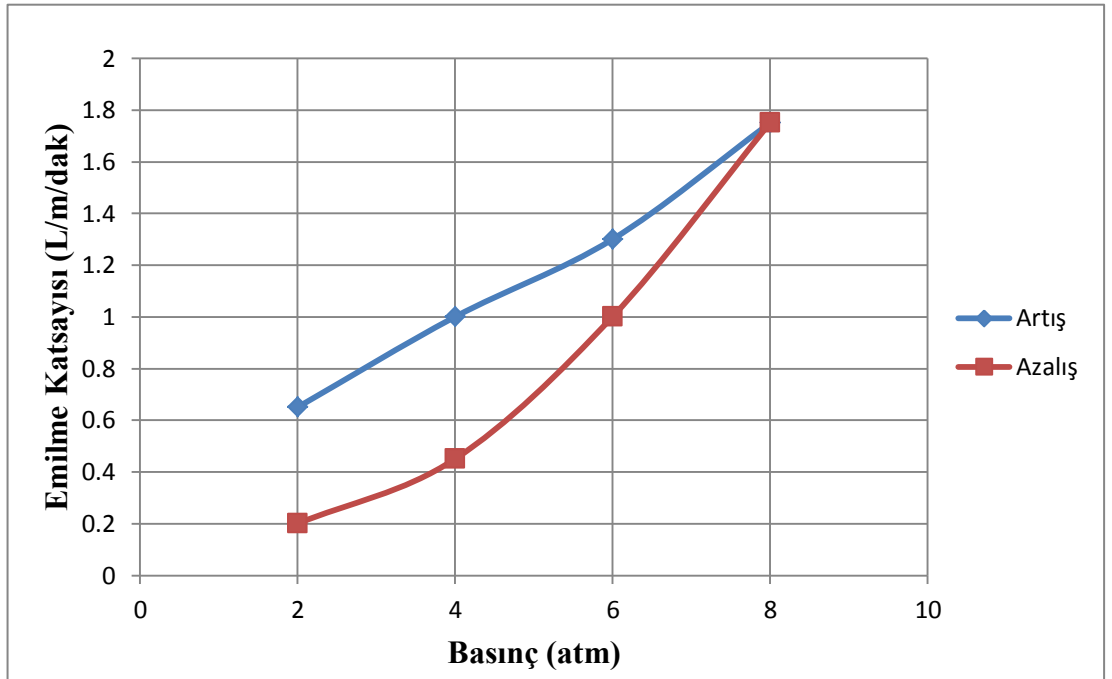
Şekil A.133 : DSK-1 sondaj kuyusunun 16-18 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



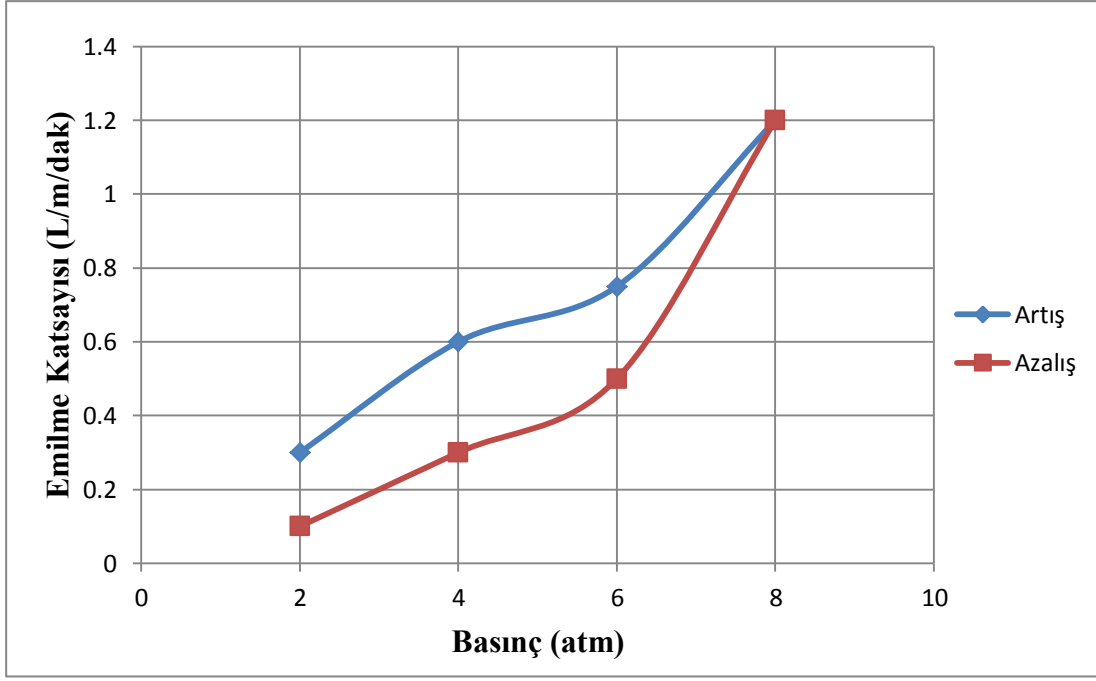
Şekil A.134 : DSK-1 sondaj kuyusunun 18-20 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



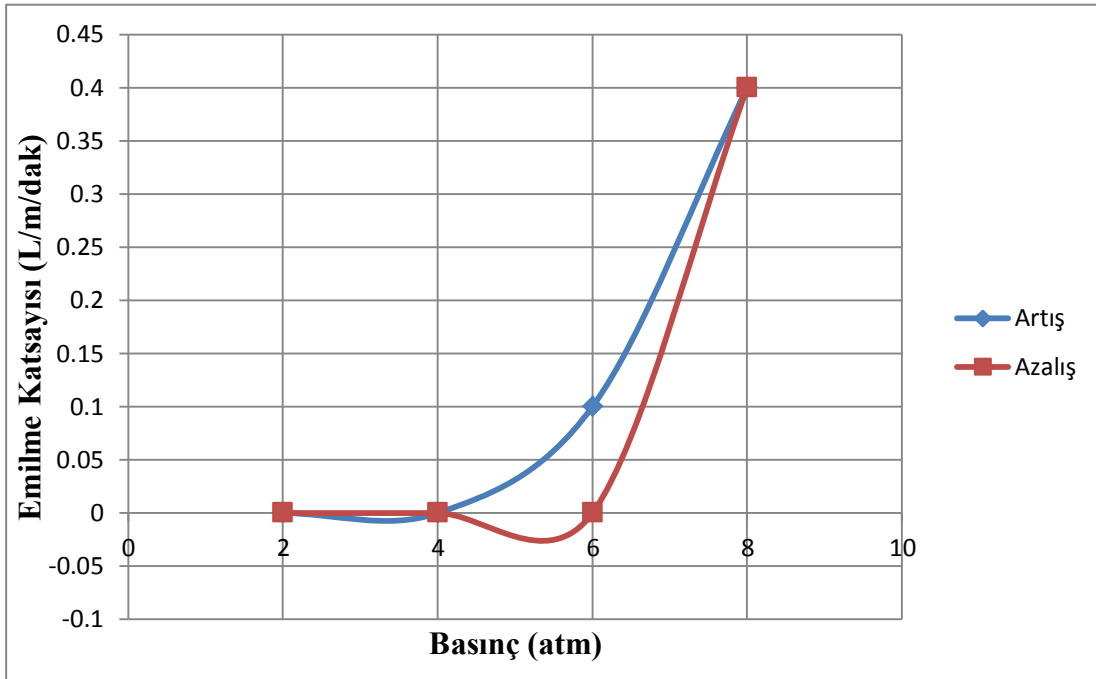
Şekil A.135 : DSK-1 sondaj kuyusunun 20-22 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



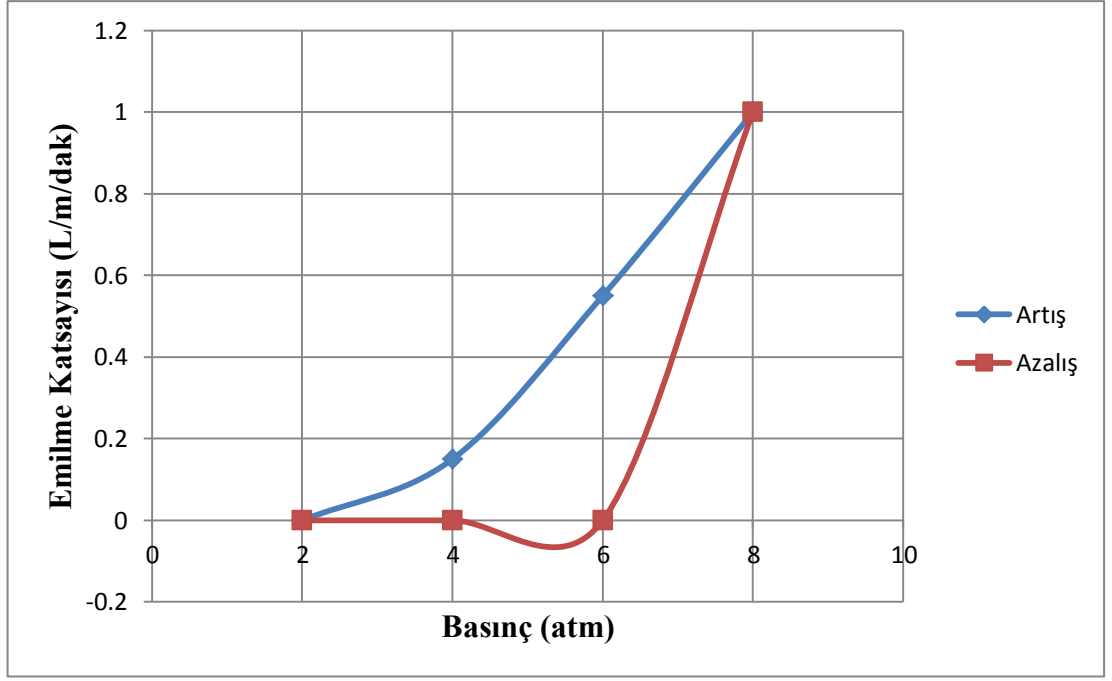
Şekil A.136 : DSK-1 sondaj kuyusunun 22-24 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



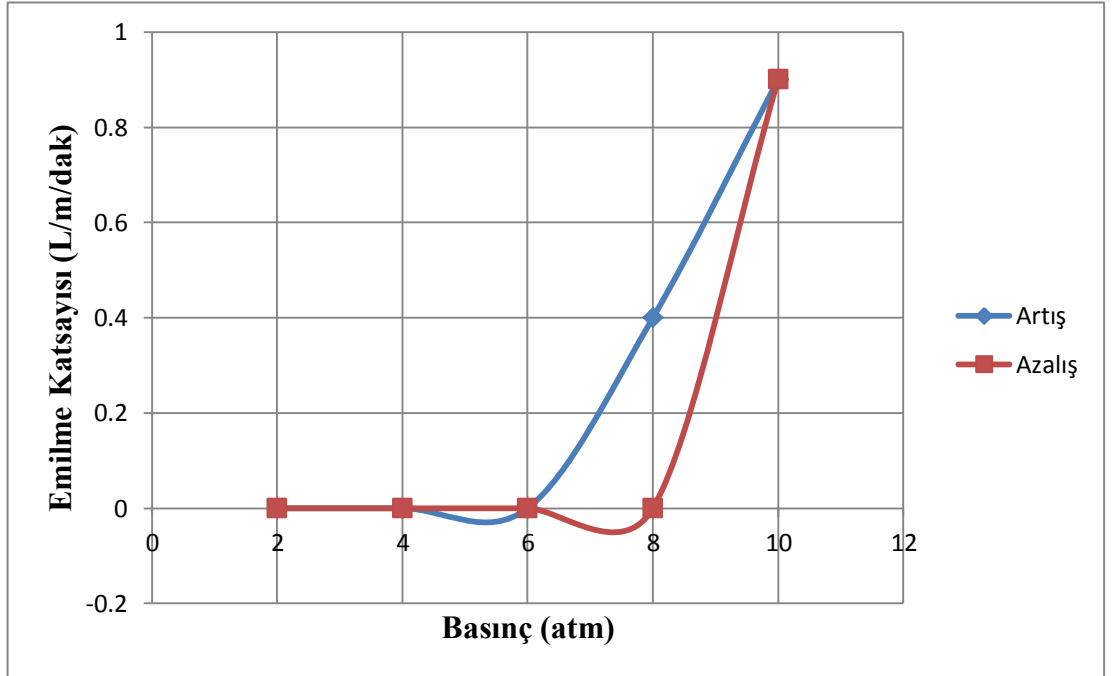
Şekil A.137 : DSK-1 sondaj kuyusunun 24-26 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



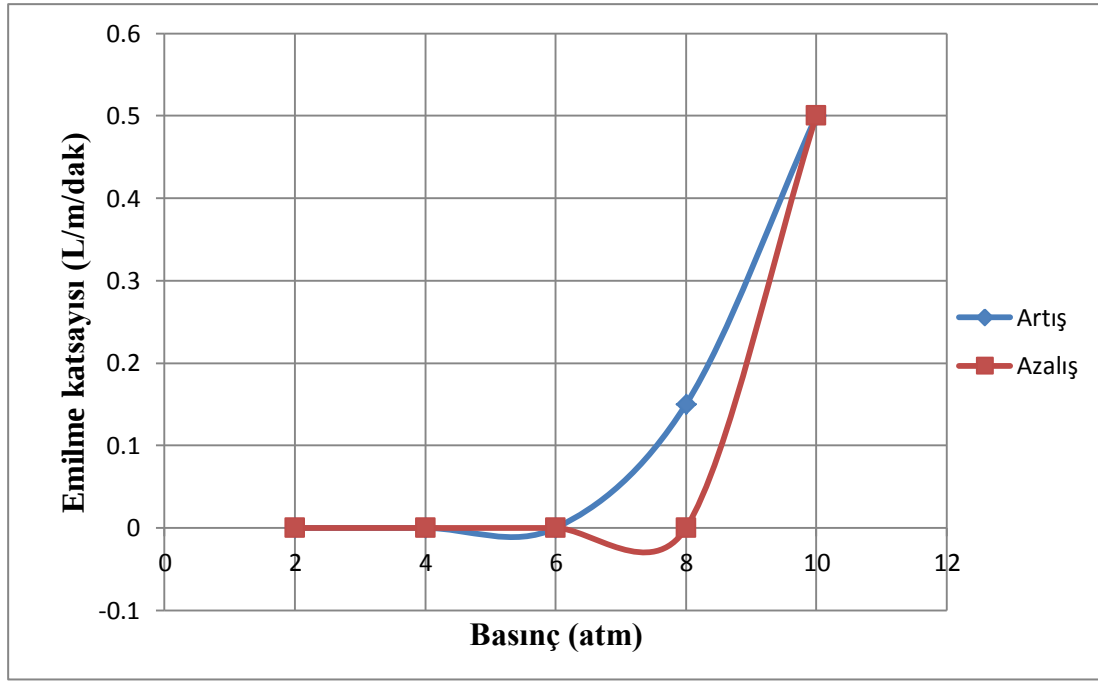
Şekil A.138 : DSK-1 sondaj kuyusunun 26-28 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



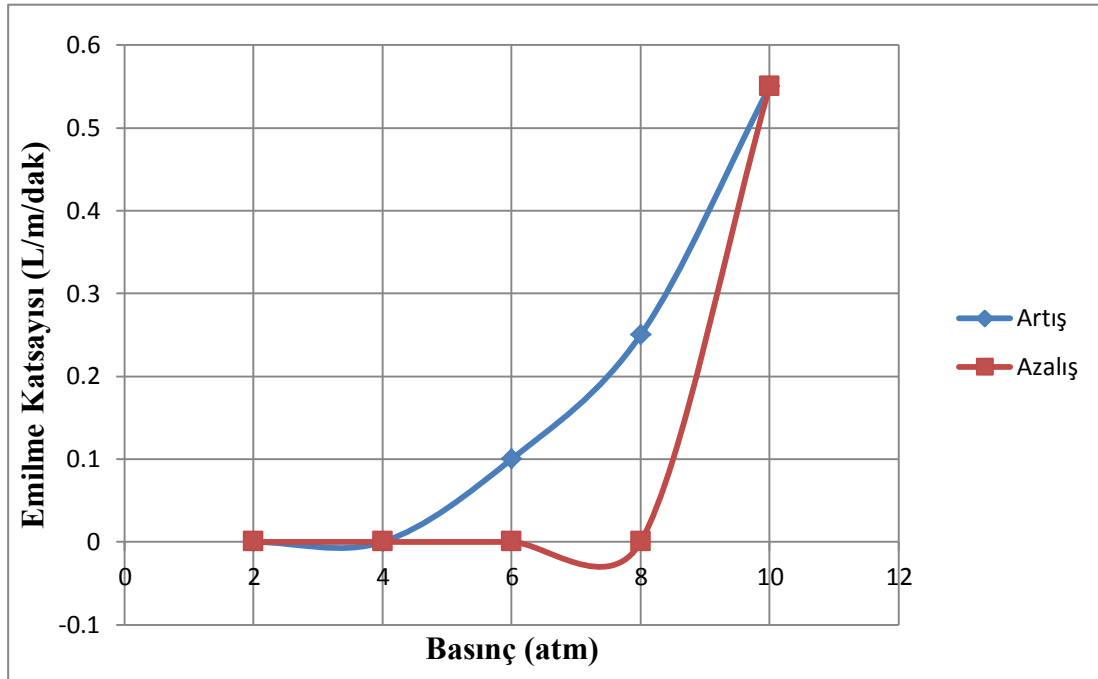
Şekil A.139 : DSK-1 sondaj kuyusunun 28-30 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



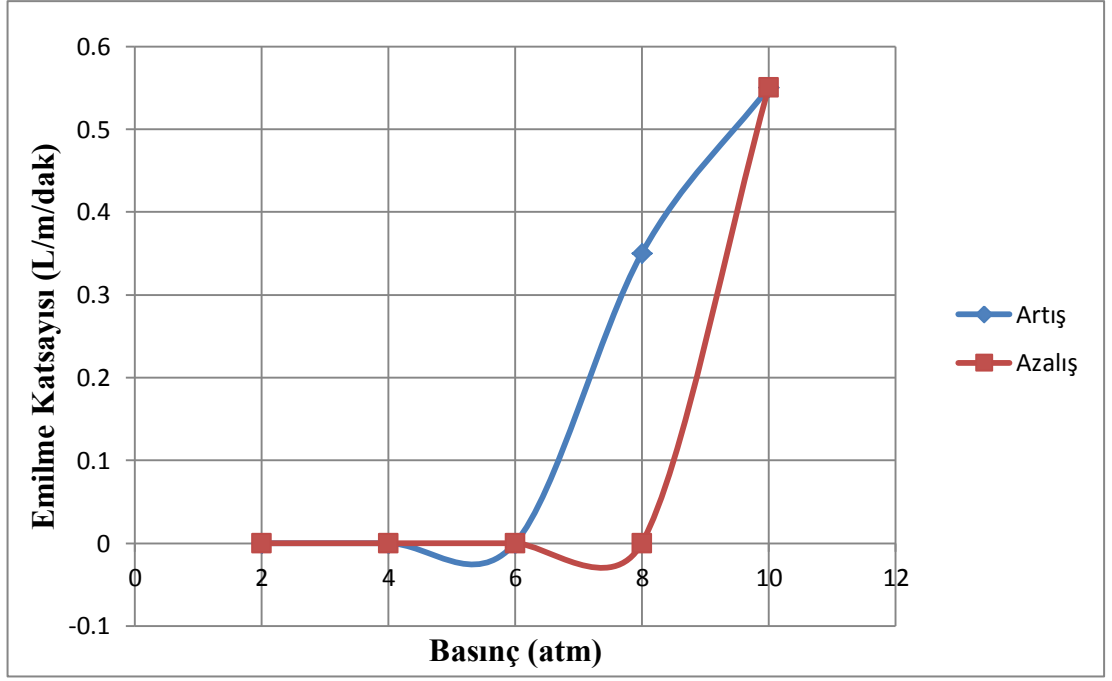
Şekil A.140 : DSK-1 sondaj kuyusunun 30-32 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



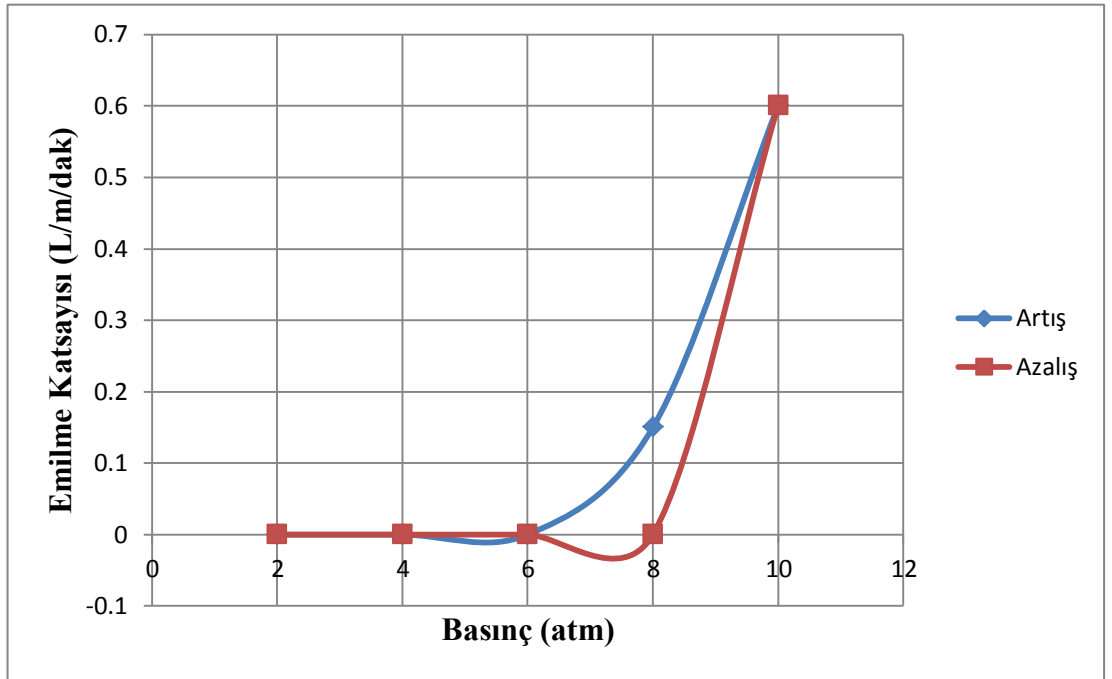
Şekil A.141 : DSK-1 sondaj kuyusunun 32-34 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



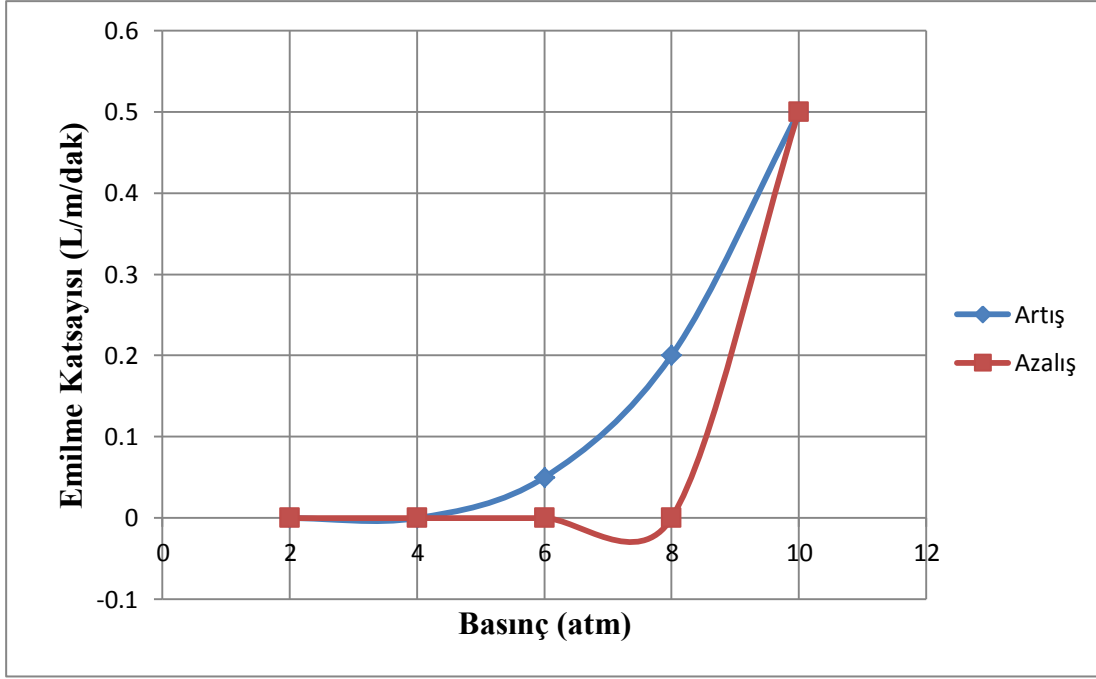
Şekil A.142 : DSK-1 sondaj kuyusunun 34-36 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



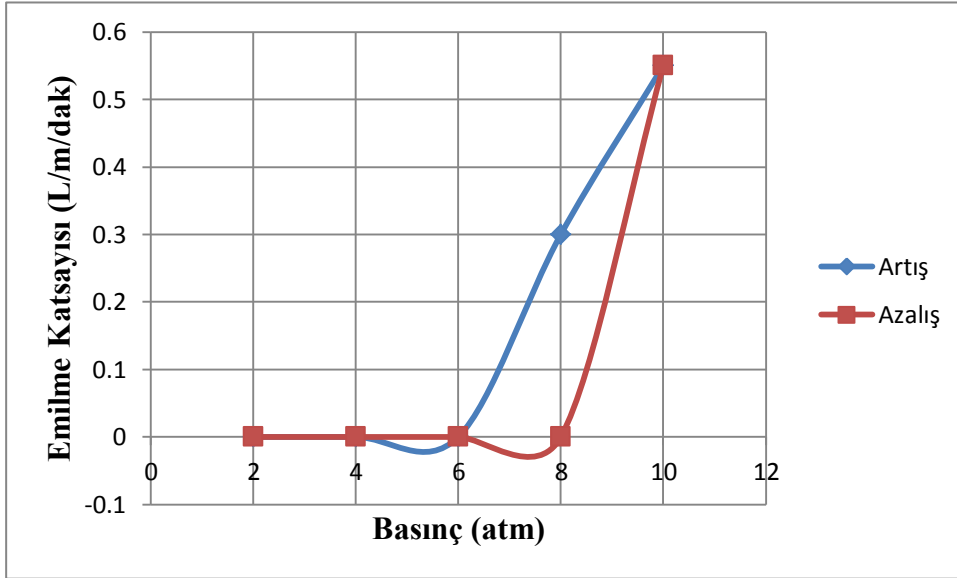
Şekil A.143 : DSK-1 sondaj kuyusunun 36-38 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



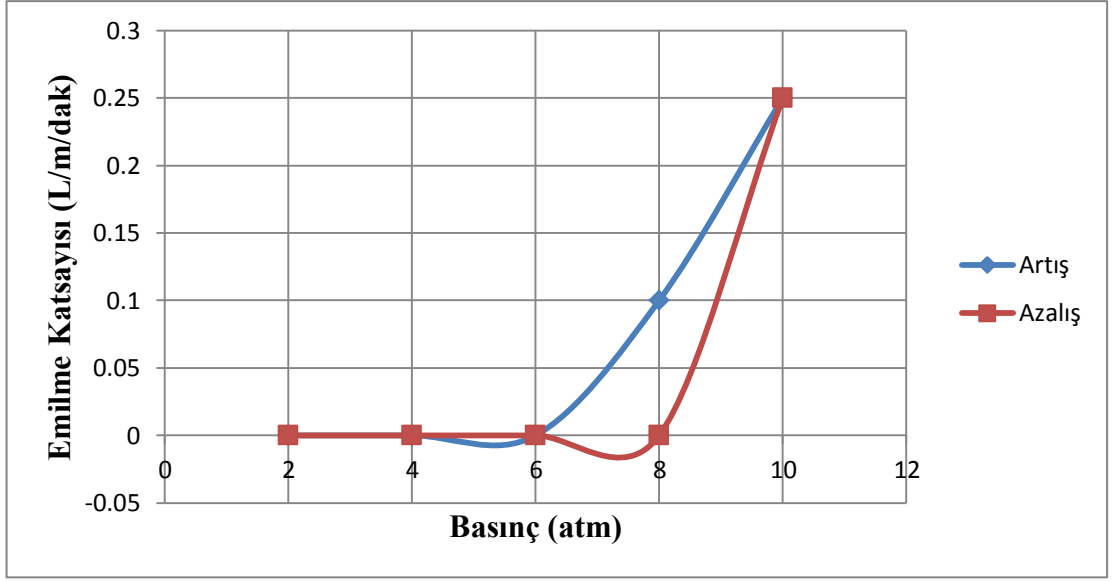
Şekil A.144 : DSK-1 sondaj kuyusunun 38-40 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



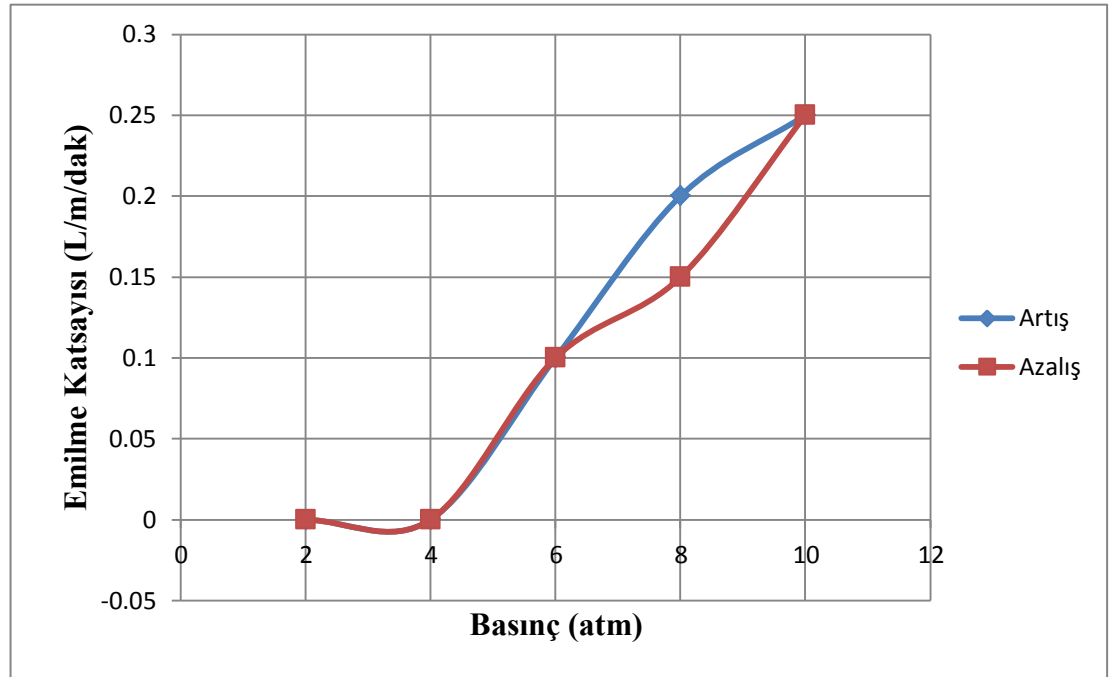
Şekil A.145 : DSK-1 sondaj kuyusunun 40-42 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



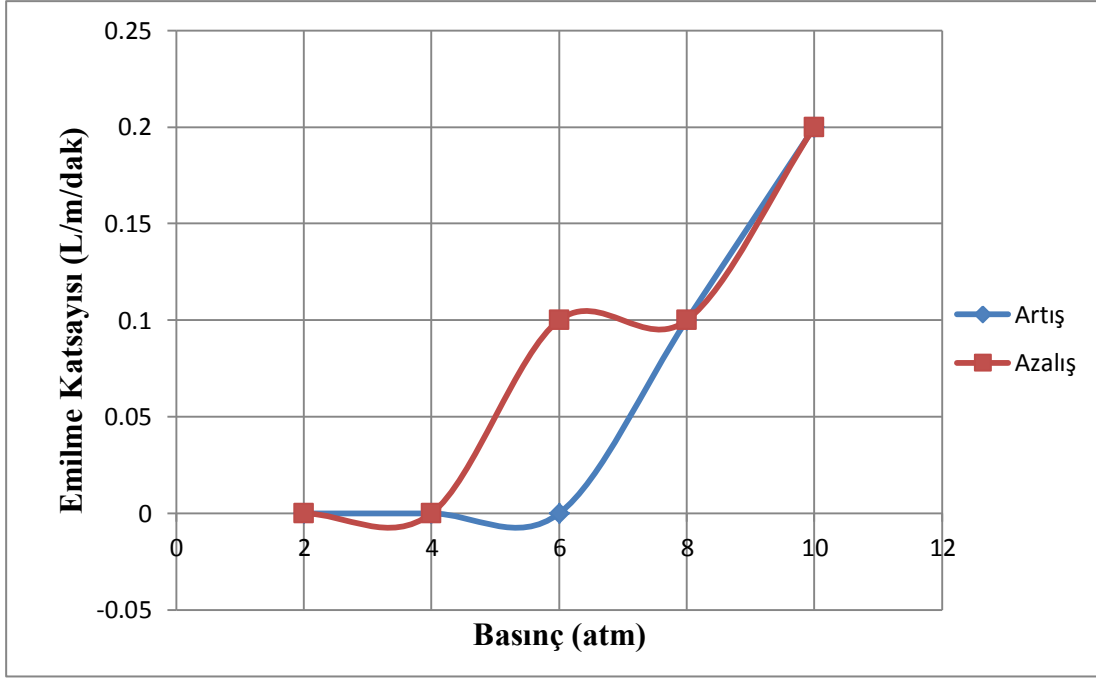
Şekil A.146 : DSK-1 sondaj kuyusunun 42-44 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



Şekil A.147 : DSK-1 sondaj kuyusunun 44-46 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



Şekil A.148 : DSK-1 sondaj kuyusunun 46-48 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği



Şekil A.149 : DSK-1 sondaj kuyusunun 48-50 m arası Emilme katsayısı-basınç grafiği

EK C. ARAŞTIRMA SONDAJ KUYUSU LOGLARI



OM - 124.08.003/96

167



D S İ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU

DSİ III. BÖLGE 14. SONDAJ ŞUBE MD.

PROJE : MELEN BARAJI MEMBA AKSI

İL : SAKARYA

Derinlik (m)	Günlük Durum		kesici ve çinsi	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (renk ve %)	Basınçlı	Basıncsız	SPT	Kaya		JEOLOJİK KESİT	TANIMLAMA						
	Su Deneyi					Su Deneyi	Özellikleri											
	Basınç (kg/cm ²)	5 dak kayıp (l)				6 dak kayıp (l)	Toplam kayıp (l)	Lugeon	Su kaybı (l)	K (cm/s)			1. 15 cm için	2. 15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşıma gücü (kg/cm ²)	Karot yüzdesi (%)
17						2 120 124 244								25	0	35		
18						4 200 210 410												
19						6 230 240 470												
20						Basınç 6,5 Atm'den fazla yük. 10 dk'da 510 litre su kaçtı.												
21						2 45 50 95												
22						4 85 85 170												
23						6 150 155 305												
24						4 90 95 185												
25						2 55 50 105												
26						2 108 115 223												
27						4 193 195 388												
28						Basınç 5 Atm'den fazla yükselmedi. 10 dk'da 498 litre su kaçtı.												
29						2 120 123 243												
30						4 210 222 432												
31						Basınç 4,5 Atm'den fazla yükselmedi. 10 dk'da 544 litre su kaçtı.												
32						2 125 120 245												
33						4 215 217 432												
34						Basınç 5 Atm'den fazla yükselmedi. 10 dk'da 560 litre su kaçtı.												
35						2 75 70 145												
36						4 220 225 445												
37						Basınç 1,5 Atm'den fazla yükselmedi. 30 dk'da 1830 litre su kaçtı.												
38						2 39 40 79												
39						4 85 85 170												
40						6 260 265 525												
41						Basınç 6,5 Atm'den fazla yükselmedi. 10 dk'da 535 litre su kaçtı.												
42						2 35 40 75												
43						4 74 75 149												
44						6 230 240 470												
45						Basınç 6,5 Atm'den fazla yükselmedi. 10 dk'da 520 litre su kaçtı.												

11,00 - 110,00 m

FLİŞ

KİLTAŞI - KUMTAŞI

ARDALANMASI

11,00 - 39,00 m

KUMTAŞI

Sarımsı kahve renkte siltli, killi kumtaşı parçalı bloku siltli, killi seviyeler dağılmış, yer yer sondaj suyu ile yıkanmış erimiş halde.

DSİ İŞNO : II.5/65-96

OM - 124.08.003/96

Şekil C. 2 :YSK-1 sondaj logu.

PSİ		DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU																									
DSİ III. BÖLGE 14. SONDAJ ŞUBE MD.										PROJE :				MELEN BARAJI MEMBA AKSI				İL : SAKARYA									
Derinlik (m)	Günlük Durum	İlerleme (m)	Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesiti	Mühafaza borusu ve uç cinsi	Mühafazatolama	Sondaj suyu (renk ve %)	Basınçlı Su Deneyi				Basıncsız Su Deneyi		SPT			Kaya Özellikleri			JEOLOJİK KESİT	TANIMLAMA						
								Basınç (kg/cm ²)	5 dak kayıp (l)	5 dak kayıp (l)	Toplam kayıp (l)	Lugeon	Su kaybı (l)	K (cm/s)	1. 15 cm için	2. 15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşıma gücü (kg/cm ²)			Karat yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (# m)	Ayrışma derecesi		
37								Basınç 1,5 Atm'den fazla yükselmedi. 40 dk'da 2600 litre su kaçtı.														11,00 - 39,00 m KUMTAŞI					
38								2 50 52 102	4 91 90 181	6 98 99 197	8 125 128 253	10 162 167 329	2 54 50 104	4 95 96 191	6 100 99 199	8 127 131 258	10 165 165 330	2 12 10 22						39,00 - 40,00 m KİLTAŞI			
39								8 55 51 106	6 24 20 44	4 11 9 20	2 0 0 0	10.01								75	15	25			Sarımsı gri renkli altere olmuş kıltaşı, çok parçalı		
40								2 54 50 104	4 95 96 191	6 100 99 199	8 127 131 258	10 165 165 330	2 54 50 104	4 95 96 191	6 100 99 199	8 127 131 258	10 165 165 330	2 12 10 22									
41								2 85 88 173					9.95							100	40	30					
42		19.04.2000	34,00 m					Basınç 6,5 Atm'den fazla yükselmedi. 10 dk'da 520 litre su kaçtı.												100	0	35				11,00 - 110,00 m FLİŞ	
43								Basınç 0 Atm'den fazla yükselmedi. 50 dk'da 3150 litre su kaçtı.												100	50	40				KİLTAŞI - KUMTAŞI	
44								Basınç 0 Atm'den fazla yükselmedi. 50 dk'da 3100 litre su kaçtı.												75	0	30				40,00 - 64,00 m KUMTAŞI	
45								Basınç 0 Atm'den fazla yükselmedi. 50 dk'da 3200 litre su kaçtı.												100	75	25				Sarımsı kahve ve gri renkli, az çatlaklı killi - siltli kumtaşı	
46								Basınç 0 Atm'den fazla yükselmedi. 50 dk'da 3200 litre su kaçtı.												100	75	30					
47								Basınç 4,5 Atm'den fazla yükselmedi. 30 dk'da 1080 litre su kaçtı.												100	75	35					
48								2 115 118 233	4 160 160 320				17.05							100	75	40					
49		20.04.2000	49,50 m					2 85 85 170	4 120 125 245	6 195 200 395	8 220 245 465	8,5 275 275 550	17.05							100	75	40					
50																											
51																											
52																											
53																											
54																											
55		21.04.2000	55,50 m																								
56																											

DSİ İŞNO : 11.5/65-96

OM - 124.08.003/96

DSİ İŞNO : II.5/65-96

OM - 124.08.003/96

Şekil C. 3 : YSK-1 sondaj logu



DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU

DSİ III. BÖLGE 14. SONDAJ ŞUBE MD.

PROJE : MELEN BARAJI MEMBA AKSI

İL: SAKARYA

[illegible]

DSİ İŞNO : II.5/65-96

OM - 124.08.003/96

Şekil C. 4 :YSK-1 sondaj logu



DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU

DSİ III. BÖLGE 14. SONDAJ ŞUBE MD.

PROJE :

MELEN BARAJI MEMBA AKSI

İL : SAKARYA

Derinlik (m)	Günlük Durum	İlerleme (m)	Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesici uç çinsi	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (renk ve %)	Su Deneyi				Su Deneyi		SPT		Kaya Özellikleri				JEOLOJİK KESİT	TANIMLAMA					
							Basınç (kg/cm ²)	5 dak kayıp (l)	5 dak kayıp (l)	Toplam kayıp (l)	Lugeon	Su kaybı (l)	K (cm/s)	Darbe Sayısı	1. 15 cm için	2. 15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)			Taşıma gücü (kg/cm ²)	Karot yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (# m)	Ayrışma derecesi
77							2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18											73,00 - 78,00 m KİLTAŞI Gri renkli, çok parçalı			
78							2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
79		28.04.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
80		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
81		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
82		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
83		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
84		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
85		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
86		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
87		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
88		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
89		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
90		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
91		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
92		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
93		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
94		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
95		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														
96		02.05.2000	56,00 m				2 5 4 9	4 16 32 62	43 43 100 86	38 38 76 57 34	17 17 34 18														

DSİ İŞNO : 11.5/65-96

OM - 124.08.003/96

Şekil C. 5 :YSK-1 sondaj logu

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU														
DSİ III. BÖLGE 14. SONDAJ ŞUBE MD.														
PROJE : MELEN BARAJI MEMBA AKSI İL : SAKARYA														
Derinlik (m)	Günlük Durum		Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesici türü	Mühafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (renk ve %)	Basıncılı Su Deneyi			Basıncısız Su Deneyi		SPT		
	İlerleme (m)	Kuyu çapı ve kesici türü					Basınç (kg/cm ²)	6 dak kayıp (l)	6 dak kayıp (l)	Toplam kayıp (l)	Lugeon	Su kaybı (l)	K (cm/s)	Kaya Özellikleri
97														
98														
99														
100														
101														
102														
103														
104														
105														
106														
107														
108														
109														
110														
111														
112														
113														
114														
115														
116														

DSİ İŞNO : II.5/65-96

OM - 124.08.003/96

Şekil C. 6 :YSK-1 sondaj logu

DSİ XIV BÖLGE MD.

Proje : BÜYÜK İSTANBUL İÇME SUYU II. MERHALE PROJESİ MELEN SİSTEMİ BÜYÜK MELEN BARAJI

İL :SAKARYA

YERİ : Sağ Sahil

KONUMU : DÜŞEY

DERİNLİĞİ : 65.00 m.

KOTU (Z) : 26.00 m.

KOORDİNATLARI X : 4 541 882.00

Y : 580 875.00

BAŞLANGIÇ TARİHİ : 11.11.2006

BİTİŞ TARİHİ : 21.11.2006

MAKİNA TİPİ : CRELIUS -D-500

SONDÖR : METİN KOÇAK

SONDAJ MÜHENDİSİ : Jeoloji Müh. M.Besim HANEDAR

LOGU HAZIRLAYANLAR : Jeoloji Müh. M.Besim HANEDAR

Jeoloji Müh.

YER ALTı SUYU DURUMU: 13.00 m.

PAFTA NO: EREĞLİ F25 C3

Jeo. Hiz. Ve YAS Şb. Md. : H.DURUKAN

PROJE İLGİLİ MÜH. : SERKAN DAĞLIOĞLU

Jeoloji Müh.

Jeoloji Yök. Müh.

Tarih

Derinlik

Açıklama

16.12.2006

13.00 m.

20.12.2006

13.00 m.

Derinlik (m)	Günlük Durum		Su seviyesi	Kuyu çapı ve keşiği uç dinsi	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basıncılı Su Deneyi				Basıncısız Su Deneyi	SPT				Kaya Özellikleri				Tanımlama			
	İlerleme (m)						Basıncı (kg / cm ²)	5 dak.kayıp (L)	5 dak.kayıp (L)	Toplam kayıp (L)		Lugeon	Su kaybı (L)	K (cm/s)	1.15 cm için	2.15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşınma gücü (kg/cm ²)		Karot yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (m)
1								1	1	2		2							45	-			0.00 - 1.50 m. KİL: Açık sarımsı kahverenkli, az ince taneli kumlu siltli.
2								1	0.5	1.5		1.5		7	9	13			65	-			1.50 - 3.00 m. KUM: Açık gri , ince - orta taneli az siltli, kili.
3																							
4														4	6	9			75	-			3.00 - 5.00 m. KİL: Gri renkli az ince kumlu, siltli
5								1	0.5	1.5		1.5		11	17	29			85	27			
6																							5.00 - 9.00 m. KİLTAŞI : Gri renkte, 5.00 - 5.50m. Arası iyi çimentolu orta dayanımlı diğer yerler çok ayrılmış zayıf dirençli , çok ayrılmış
7																			60	-			
8								2	50	54	104		5.87	4	60	62	122						
								4	70	73	143			6	40	42	82						
								2	18	21	39								60	-			
9																							
10								2	20	30	50		8.80	4	40	30	70						9.00 - 27.00 m. KUMTAŞI : Açık kahverenkli, gri renkte ince - orta taneli, az-orta çimentolu, zayıf-orta dirençli, orta ayrılmış.Genel olarak az kırıklı kırıklı verev, düzensel, pürüzlü dalgalı olarak izlenmekte,
11								4	77	73	150			6	48	42	90						
								2	29	21	50			4	23	37	79						
								4	23	17	40		6.14	6	78	70	148						
								2	42	37	79			4	23	37	79						Y.A.S.S.
14																			77	37			
GEÇİRİMLİLİK (LUGION)							KAYA NİTELİĞİ % (RQD)					AYRIŞMA DERECESESİ (W)				ÇATLAK SIKLIĞI (m)							
< 1 GEÇİRİMSİZ							0-25 ÇOK ZAYIF					W 1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)				< 1 1.MASIF							
1-5 AZ GEÇİRİMLİ							25-50 ZAYIF					W 2 AZ AYRIŞMIŞ				1-3 2.AZ ÇATLAKLI - KIRIKLI							
5-25 GEÇİRİMLİ							50-75 ORTA					W 3 ORTA DERECEDE AYRIŞMIŞ				3-10 3.KIRIKLI							
> 25 ÇOK GEÇİRİMLİ							75-90 İYİ					W 4 ÇOK AYRIŞMIŞ				10-50 4.ÇOK ÇATLAKLI - KIRIKLI							
							90-100 ÇOK İYİ					W 5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ				> 50 5.PARÇALANMIŞ							

150m

T - 86 - ELMAS KESİCİ

0.00 - 1.50 m. KİL: Açık sarımsı kahverenkli, az ince taneli kumlu siltli.

1.50 - 3.00 m. KUM: Açık gri , ince - orta taneli az siltli, kili.

3.00 - 5.00 m. KİL: Gri renkli az ince kumlu, siltli

5.00 - 9.00 m. KİLTAŞI : Gri renkte, 5.00 - 5.50m. Arası iyi çimentolu orta dayanımlı diğer yerler çok ayrılmış zayıf dirençli , çok ayrılmış

9.00 - 27.00 m. KUMTAŞI : Açık kahverenkli, gri renkte ince - orta taneli, az-orta çimentolu, zayıf-orta dirençli, orta ayrılmış.Genel olarak az kırıklı kırıklı verev, düzensel, pürüzlü dalgalı olarak izlenmekte,

W5

W3

Y.A.S.S.

ÖLÇEK : 1 / 100

Şekil C. 7 BSK-2 sondaj logu

[illegible]

Şekil C. 8 :BSK-2 sondaj logu

DSİ XIV BÖLGE MD.										Proje :		İL :						
Derinlik (m)	Günlük Durum		Su seviyesi	Kuyu çapı ve keşif uç dinalı	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basınçlı Su Deneyi				Basıncsız Su Deneyi		SPT		Kaya Özellikleri		Tanımlama	
	İlerleme (m)	Su kaybı (L)					K (cm/s)	1.15 cm için	2.15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşıma gücü (kg/cm ²)	Karat yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (m)	Ayrışma derecesi		
																		Darbe Sayısı
35						2 4 6 8 6 4 2	11 19 32 53 38 26 10	9 20 30 49 32 21 7	20 39 62 102 70 47 17	3.80						100	90	29.50 - 60.00 m. KUMTAŞI : Açık kahverenkli, gri renklerde ince - orta taneli, orta -iyi çimentolu, orta dirençli, orta ayrışmış. Genel olarak az kırıklı kırıklı verev, düzlemsel, pürüzlü dalgalı olarak izlenmekte, yer yer ince tabakalı ve laminalı kilttaşı-silttaşı arabantları bulunmaktadır.
36						2 4 6 8 6 4 2	10 16 29 39 28 18 11	7 14 24 36 25 16 6	17 30 53 75 53 34 17	2.72						100	82	
37						2 4 6 8 6 4 2	25 40 38 50 33 28 13	30 35 47 80 31 22 11	55 75 85 130 64 50 24	4.78						100	77	
38						2 4 6 8 6 4 2	25 41 46 80 30 19 10	35 39 44 30 27 17 6	60 80 90 110 36 36 16	3.87						100	74	
39						2 4 6 8 6 4 2	14 23 36 48 33 25 10	12 21 34 44 31 20 8	26 44 70 92 64 45 18	3.29						100	87	
40						2 4 6 8 6 4 2	12 19 28 37 26 15 11	10 17 26 34 21 14 9	22 36 54 71 47 29 20	2.54						100	94	
41						2 4 6 8 6 4 2	23 24 30 52 23 16 10	20 30 36 32 22 14 8	40 54 66 84 45 30 18	2.98						100	70	
42																		
43																		
44																		
45																		
46																		
47																		
48																		
49																		
50																		
51																		
52																		
53																		
54																		

Şekil C. 9 :BSK-2 sondaj logu.

DSİ XIV BÖLGE MD.										Proje :		İL :										
Derinlik (m)	Günlük Durum		Kuyu çapı ve keşiş uç cinsi	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basınçlı Su Deneyi				Basıncsız Su Deneyi		SPT		Kaya Özellikleri				Tanımlama				
	İlerleme (m)	Su seviyesi				Basınç (kg / cm ²)	5 dak.kayıp (L)	5 dak.kayıp (L)	Toplam kayıp (L)	Lugeon	Su kaybı (L)	K (cm/s)	1.15 cm için	2.15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşınma gücü (kg/cm ²)		Karot yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (m)	Ayrışma derecesi
55					DEVREDİYOR	2 4 6 8 6 6 4 2	16 29 30 44 29 22 14	15 27 29 40 27 20 10	31 56 59 84 56 42 24	3.05						53	37				29.50 - 60.00 m. KUMTAŞI : Açık kahverenkli, gri renklerde ince - orta taneli, orta -iyi çimentolu, orta dirençli, orta ayrılmış.Genel olarak az kırıklı kırıklar verev, düzensiz, pürüzlü dalgalı olarak izlenmekte, yer yer ince tabakalı ve laminalı kıltaşı-silttaşı arabanlı bulunmaktadır.	
56						2 4 6 8 6 6 4 2	19 30 36 46 34 29 15	17 28 34 40 32 26 13	36 58 70 86 66 55 28	3.03						95	27					
57						2 4 6 8 6 4 2	20 25 30 40 19 12 8	16 18 29 38 17 10 6	36 43 59 78 36 22 14	2.79						75	20					60.00 - 61.00 m. KİLTAŞI : Açık Gri renkte, zayıf dirençli çok ayrılmış.
58						2 4 6 8 6 4 2	8 12 14 26 13 11 7	7 10 13 22 10 10 4	15 22 27 48 23 21 11	1.81						100	70					61.00 - 63.00 m. KUMTAŞI : Açık Gri renkte, ince - orta taneli, az çimentolu, zayıf dirençli az - orta ayrılmış.
59						2 4 6 8 6 4 2																63.00 - 63.50 m. KİLTAŞI : Açık Gri renkte, zayıf dirençli çok ayrılmış.
60																					63.50 - 65.00 m. KUMTAŞI : Açık Gri renkte, ince - orta taneli, zayıf dirençli orta ayrılmış.	
61																					KUYU TABANI (65.00 M.)	
62																						
63																						
64																						
65																						
66																						
67																						
68																						
69																						
70																						
71																						
72																						
73																						
74																						

Şekil C. 10 :BSK-2 sondaj logu.

[illegible]

Şekil C. 11 :BSK-3 sondaj logu.

DSİ XIV BÖLGE MD.				Proje : BÜYÜK İSTANBUL İÇME SUYU II. MERHALE PROJESİ MELEN SİSTEMİ BÜYÜK MELEN BARAJI										İL : SAKARYA							
Derinlik (m)	Günlük Durum	Su seviyesi	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basıncılı Su Deneyi				Basıncsız Su Deneyi		SPT				Kaya Özellikleri				Tanımlama	SONDAJ NO:BSK - 3	SAYFA NO:2
	İlerleme (m)				Kuyu çapı ve kesiği uç dinal	Basınç (kg / cm ²)	5 dak.kayıp (L)	5 dak.kayıp (L)	Toplam kayıp (L)	Lugeon	Su kaybı (L)	K (cm/s)	1.15 cm için	2.15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşıma gücü (kg/cm ²)	Karat yüzdesi (%)			
15					19.5	18	37.5		37.5			SPT-10 6	6		20	-					4.50 - 35.00 m. ALÜVYON: Açık Kahverenkli iri çakıl ve bloklu, çakıl ve bloklar kireçtaşı, kıltaşı, silttaşı,kumtaşı, kökenli genellikle yarı yuvarlak, köşeli max. Blok 12 cm.
16					22.5	21	43.5		43.5						15	-					
17					24	23.5	47.5		47.5			SPT-11 6	7		80	-					
18					27.5	26	53.5		53.5			SPT-12 4	7		25	-					
19					31	29	60.0		60.0			SPT-13 7	8		80	-					
20					36	33.5	69.5		69.5			SPT-14 6	7		10	-					
21					40.5	38	78.5		78.5			SPT-15 7	8		80	-					
22					45.5	43	88.5		88.5			SPT-16 8	8		30	-					
23					51	48	99.0		99.0			SPT-17 7	7		60	-					
24					56	53	109.0		109.0			SPT-18 8	9		20	-					
25					61.5	58	119.5		119.5			SPT-19 7	10		40	-					
26					62.5	60	122.5		122.5			SPT-20 8	9		60	-					
27					60	57.5	117.5		117.5			SPT-21 8	10		40	-					
28					58	55	113.0		113.0			SPT-22 9	11		33	-					
29															40	-					
30															90	-					
31															50	-					
32																					
33																					
34																					

Şekil C. 12 :BSK-3 sondaj logu.

10

10

DSİ XIV BÖLGE MD.

Proje : BÜYÜK İSTANBUL İÇME SUYU II. MERHALE PROJESİ MELEN SİSTEMİ BÜYÜK MELEN BARAJI

İL :SAKARYA

YERİ : SAĞ SAHİL

KONUMU : DÜŞEY

DERİNLİĞİ : 75.00 m.

KOTU (Z) : 106.00 m.

KOORDİNATLARI X : 4 541 178.00

Y : 581 423.00

BAŞLANGIÇ TARİHİ : 01.12.2006

BİTİŞ TARİHİ : 16.12.2006

MAKİNA TİPİ : CRELIUS -D -500

SONDÖR : YAŞAR AVAN

SONDAJ MÜHENDİSİ : Jeoloji Müh. M.Besim HANEDAR

LOGU HAZIRLAYANLAR : Jeoloji Müh. M.Besim HANEDAR

Jeoloji Müh.

PAFTA NO: EREĞLİ F25 C3

Geo. Hiz. Ve YAS Şb. Md. : H.DURUKAN

Jeoloji Müh.

PROJE İLGİLİ MÜH. : SERKAN DAĞLIOĞLU

Jeoloji Yük. Müh.

Tarih

Derinlik

Açıklama

12.12.2006

34.00 m.

16.12.2006

35.00 m.

YER ALTI SUYU DURUMU: 35.00 m.

Derinlik (m)	Günlük Durum		Kuyu çapı ve keşifli uç dinal	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basıncılı Su Deneyi				Basıncısız Su Deneyi				SPT				Kaya Özellikleri				Tanımlama	
	İlerleme (m)	Su seviyesi				Basınç (kg / cm ²)	5 dak.kayıp (L)	5 dak.kayıp (L)	Toplam kayıp (L)	Lugeon	Su kaybı (L)	K (cm/s)	1.15 cm için	2.15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşıma gücü (kg/cm ²)	Karot yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (m)	Ayrışma derecesi		Jeolojik keşit
1			T - 68 - ELMAS KESİCİ			3.5	2.5	6		6							100	-			0.00 - 2.00 m. KİL: Açık kahverenkli Kumlu, siltli çok katı.		
2																		90	-				
3																							
4																		45	-			2.00 - 5.50 m. KUMTAŞI: Gri renkli Parçalı kırıklı zayıf dirençli orta - çok ayrışmış kili	
5																							
6							2	27	29	56	3.10												
7							4	32	34	66													
8							2	12	14	26													
9																							
10							2	26	28	54	3.69												
11							4	33	37	70													
12																							
13							2	26	32	58	3.88												
14							4	34	41	75													
						2	16	17	33														

GEÇİRİMLİLİK (LUGENON)

KAYA NİTELİĞİ % (RQD)

AYRIŞMA DERECESESİ (W)

ÇATLAK SIKLIĞI (m)

< 1 GEÇİRİMSİZ

1 - 5 AZ GEÇİRİMLİ

5 - 25 GEÇİRİMLİ

> 25 ÇOK GEÇİRİMLİ

0 - 25 ÇOK ZAYIF

25 - 50 ZAYIF

50 - 75 ORTA

75 - 90 İYİ

90 - 100 ÇOK İYİ

W 1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)

W 2 AZ AYRIŞMIŞ

W 3 ORTA DERECEDE AYRIŞMIŞ

W 4 ÇOK AYRIŞMIŞ

W 5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ

< 1 1.MASİF

1 - 3 2.AZ ÇATLAKLI - KIRIKLI

3 - 10 3.KIRIKLI

10 - 50 4.ÇOK ÇATLAKLI - KIRIKLI

> 50 5.PARÇALANMIŞ

ÖLÇEK : 1/100

(ÖLÇEK: 1 / 100)

Şekil C. 14 :BSK-5 sondaj logu.

DSİ XIV BÖLGE MD.

Proje : BÜYÜK İSTANBUL İÇME SUYU II. MERHALE PROJESİ MELEN SİSTEMİ BÜYÜK MELEN BARAJI

İL : SAKARYA

Derinlik (m)	Günlük Durum	İlerleme (m)	Su seviyesi	Kuyu çapı ve kısıtlı uç dinsi	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basıncı Su Deneyi				Basıncız Su Deneyi	SPT	Kaya Özellikleri				Tanımlama
							Basıncı (kg / cm ²)	5 dak.kayıp (L)	5 dak.kayıp (L)	Toplam kayıp (L)	Lugeon		Darbe Sayısı	Karot yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (m)	
15						2 4 6 8 6 4 2	25 38 49 50 34 22 14	24 40 51 48 33 20 13	49 78 100 98 67 42 27	3.25							5.50 -15.00 m. KUMTAŞI: Sarı renkli, ince tanelli, orta zayıf- orta dirençli
16						2 4 6 8 6 4 2	30 37 43 54 40 24 12	29 35 40 50 33 18 10	59 72 83 104 73 42 22	3.56				45	20		15.00- 21.00 m. KUMTAŞI: Gri renkli, ince tanelli, orta dirençli , orta ayrışmış.
17						2 4 6 8 6 4 2	14 22 24 30 27 24 12	16 24 26 32 30 26 13	30 46 50 62 57 50 25	2.06				50	25		
18						2 4 6 8 6 4 2	17 26 30 40 35 20 10	19 28 32 42 36 23 12	36 54 62 82 71 43 22	2.61				45	15		21.00 - 22.50 m. KİLTAŞI: Açık kahverenkli, sarımsı, Gri renkle, , az çimentolu, zayıf dirençli az - orta ayrışmış.
19						2 4 6 8 6 4 2	37 49 57 67 42 29 16	32 43 57 60 37 21 10	69 92 116 127 79 50 26	4.11				45	-		22.50 - 26.50 m. KUMTAŞI: Gri renkli, 1'er cm.lik kıltaşı bantları geçişli, orta dirençli, orta ayrışmış
20						2 4 6 8 6 4 2	39 46 56 62 39 27 19	35 41 51 56 31 22 9	74 87 107 118 70 49 28	3.76				60	20		
21						2 4 6 8 6 4 2	29 39 47 52 33 22 12	25 32 40 48 28 16 5	54 71 87 100 61 38 17	3.06				50	30		26.50 - 42.50m. KUMTAŞI: Gri renkli, ince tanelli, parçalı kırıklı orta zayıf-orta dirençli, orta ayrışmış
22						2 4 6 8 6 4 2								45	40		
23						2 4 6 8 6 4 2								50	10		
24						2 4 6 8 6 4 2								50	33		
25						2 4 6 8 6 4 2											
26						2 4 6 8 6 4 2											
27						2 4 6 8 6 4 2											
28						2 4 6 8 6 4 2											
29						2 4 6 8 6 4 2											
30						2 4 6 8 6 4 2											
31						2 4 6 8 6 4 2											
32						2 4 6 8 6 4 2											
33						2 4 6 8 6 4 2											
34						2 4 6 8 6 4 2											

Şekil C. 15 :BSK-5 sondaj logu.

DSİ XIV BÖLGE MD.										Proje : BÜYÜK İSTANBUL İÇME SUYU II. MERHALE PROJESİ MELEN SİSTEMİ BÜYÜK MELEN BARAJI										İL : SAKARYA				
Derinlik (m)	Günlük Durum		Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesici uç dinal	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basıncılı Su Deneyi				Basıncsız Su Deneyi		SPT				Kaya Özellikleri			Tanımlama	SONDAJ NO:BSK - 5	SAYFA NO:3		
	Basınç (kg /cm ²)	5 dak.kayıp (L)					5 dak.kayıp (L)	Toplam kayıp (L)	Lugeon	Su kaybı (L)	K (cm/s)	Darbe Sayısı				Taşıma gücü (kg/cm ²)	Karat yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (m)				Ayrışma derecesi	Jeolojik kesit
												1.15 cm için	2.15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)									
35																								
36							2	28	24	52								50	25					
							4	33	29	62														
							6	40	34	74														
37							8	49	41	90	2.58							50	-					
							2	29	26	55														
							4	20	16	36														
							2	10	6	16														
38																								
39							2	34	30	64								50	-					
							4	39	35	74														
							6	51	47	98	3.43													
							8	64	58	122														
							2	39	30	69														
							4	19	12	31														
							2	8	4	12								75	75					
40																								
41																								
42							2	21	14	35								50	30					
							4	30	24	54														
							6	37	32	69														
							8	55	50	105	2.54													
							2	33	28	61														
							4	15	11	26														
							2	8	4	12								85	20					
43																								
44																								
45							2	23	18	41								50	-					
							4	35	29	64														
							6	41	36	77	2.70													
							8	52	44	96														
							2	38	31	69														
							4	26	21	47								35	-					
							2	15	7	22														
46																								
47																								
48							2	17	14	31								35	-					
							4	25	19	44														
							6	31	26	57														
							8	44	39	83	2.07													
							2	32	27	59														
							4	21	18	39														
							2	12	7	19														
49																								
50																								
51							2	14	11	25														
							4	21	16	37														
							6	28	24	52														
							8	39	31	70	1.85													
							2	26	20	46														
							4	14	10	24														
							2	8	3	11								35	-					
52																								
53																								
54																								

Şekil C. 16 :BSK-5 sondaj logu.

DSİ XIV BÖLGE MD.

Proje : BÜYÜK İSTANBUL İÇME SUYU II. MERHALE PROJESİ MELEN SİSTEMİ BÜYÜK MELEN BARAJI

İL : SAKARYA

YERİ : TUNEL SOL SAHİL

KONUMU : DÜŞEY

DERİNLİĞİ : 75.00 m.

KOTU (Z) : 27.00 m.

KOORDİNATLARI X : 4 541 822.00

Y : 581 282.00

BAŞLANGIÇ TARİHİ : 16.11.2006

BİTİŞ TARİHİ : 26.11.2006

MAKİNA TİPİ : CRELIUS -D -500

SONDÖR : YAŞAR AVAN

SONDAJ MÜHENDİSİ : Jeoloji Müh. M.Besim HANEDAR

LOGU HAZIRLAYANLAR : Jeoloji Müh. M.Besim HANEDAR

SONDAJ NO:BSK - 9

SAYFA NO:1

PAFTA NO: EREĞLİ F25 C3

Jeo. Hiz. Ve YAS Şb. Md. : H.DURUKAN

PROJE İLGİLİ MÜH. : SERKAN DAĞLIOĞLU

Jeoloji Müh.

Jeoloji Yük. Müh.

YER ALTI SUYU DURUMU: 16.00 m.

Derinlik (m)	Günlük Durum	Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesici uç dinalı	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basınçlı Su Deneyi	Basınçsız Su Deneyi	SPT	Kaya Özellikleri	Tanımlama														
	İlerleme (m)					Basınç (kg / cm ²)	5 dak.kayıp (L)	5 dak.kayıp (L)	Toplam kayıp (L)	Lugeon	Su kaybı (L)	K (cm/s)	1.15 cm için	2.15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşıma gücü (kg/cm ²)	Karot yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (m)	Ayrışma derecesi	Jeolojik kesit		
1						2	10	12	22	4.23								45	-			W4	0.00 - 3.00 m. KUMTAŞI: Açık kahverenkli, ince - orta taneli, az çimentolu, çok zayıf dirençli çok ayrılmış.	
2						2	15	17	32															
3						2	25	28	53															
4						2	22	24	46															
5						2	20	20	40	3.47														
6						2	24	26	50															
7						2	23	27	70															
8						2	21	22	43															
9						2	16	19	35															
10						2	18	20	38	3.44														
11						2	22	24	46															
12						2	20	22	42															
13						2	22	24	46															
14						2	20	22	42															
						2	21	23	44	3.18														
						2	18	19	37															
						2	30	33	63	2.99														
						2	36	40	76															
						2	39	43	82															
						2	30	26	56															
						2	22	24	46															

GEÇİRİMLİLİK (LUGEON)

KAYA NİTELİĞİ % (RQD)

AYRIŞMA DERECESESİ (W)

ÇATLAK SIKLIĞI (m)

< 1 GEÇİRİMSİZ

1 - 5 AZ GEÇİRİMLİ

5 - 25 GEÇİRİMLİ

> 25 ÇOK GEÇİRİMLİ

0 - 25 ÇOK ZAYIF

25 - 50 ZAYIF

50 - 75 ORTA

75 - 90 İYİ

90 - 100 ÇOK İYİ

W 1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)

W 2 AZ AYRIŞMIŞ

W 3 ORTA DERECEDE AYRIŞMIŞ

W 4 ÇOK AYRIŞMIŞ

W 5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ

< 1 1.MASİF

1 - 3 2.AZ ÇATLAKLI - KIRIKLI

3 - 10 3.KIRIKLI

10 - 50 4.ÇOK ÇATLAKLI - KIRIKLI

> 50 5.PARÇALANMIŞ

ÇEK : 1 / 100

Şekil C. 17 :BSK-9 sondaj logu.

DSİ XIV BÖLGE MD.

Proje : BÜYÜK İSTANBUL İÇME SUYU II. MERHALE PROJESİ MELEN SİSTEMİ BÜYÜK MELEN BARAJI

İL : SAKARYA

Derinlik (m)	Günlük Durum		Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesiti uç dinalı	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basıncılı Su Deneyi				Basıncsız Su Deneyi		SPT				Kaya Özellikleri				Tanımlama	SONDAJ NO:BSK - 9	SAYFA NO:2	
	İlerleme (m)						Basınç (kg / cm ²)	5 dak kayıp (L)	5 dak kayıp (L)	Toplam kayıp (L)	Lugeon	Su kaybı (L)	K (cm/s)	Darbe Sayısı			Taşıma gücü (kg/cm ²)	Karat yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (m)				Ayrışma derecesi
														1.15 cm için	2.15 cm için	30 cm için toplam								
15																		67	38		4.50 - 19.50 m. KUMTAŞI : Açık Gri -bej renkte, ince taneli, orta - iyi çimentolu, orta zayıf - orta dayanımlı az - orta ayrılmış.Yer yer gri renkli kıltaşı bant ve laminalıdır.	Y.A.S.S.		
16						2 4 6 4 2	25 29 39 32 22	27 33 44 21	52 62 80 43	3.58								75	42					
17																								
18																								
19						2 4 6 4 2	23 29 39 25 20	20 26 37 22 19	43 55 76 39	3.34								100	38		19.50-20.00 m. KİLTAŞI:			
20																								
21																		75	-					
22						2 4 6 8 6 4 2	18 29 36 48 33 27 16	15 27 34 44 30 21 13	33 56 70 92 63 48 29	3.18								50	8		20.00 -27.00 m. KUMTAŞI : Açık Gri -bej renkte, ince taneli, orta - iyi çimentolu, orta zayıf - orta dayanımlı az - orta ayrılmış.Yer yer gri renkli kıltaşı bant ve laminalıdır.			
23																								
24																								
25						2 4 6 8 6 4 2	13 22 26 37 24 18 11	11 19 24 31 20 8	24 41 50 68 44 34 19	2.36								100	45		27.00 - 30.50m. KİLTAŞI : Gri renkte, zayıf çimentolu, çok zayıf - zayıf dirençli orta - çok ayrılmış.			
26																								
27																		100	19					
28						2 4 6 8 6 4 2	10 14 17 26 16 13 6	7 11 14 23 14 9 5	17 25 31 49 30 22 11	1.72								50	9		30.50 - 69.00 m. KUMTAŞI : Açık Gri -bej renkte, ince taneli, orta - iyi çimentolu, orta zayıf - orta dayanımlı az - orta ayrılmış.Yer yer gri renkli kıltaşı bant ve laminalıdır.			
29																								
30																								
31						2 4 6 8 6 4 2	8 17 29 35 27 15 10	7 15 23 30 21 12 6	15 32 52 65 48 27 16	2.24								50	-					
32																								
33																								
34																			50	19				

Şekil C. 18 :BSK-9 sondaj logu.

		BERİL MADENCİLİK İNŞAAT-SON. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ. TEMEL SONDAJ LOGU																		
DSİ XIV BÖLGE MD.				Proje : BÜYÜK İSTANBUL İÇME SUYU II. MERHALE PROJESİ MELEN SİSTEMİ BÜYÜK MELEN BARAJI														İL :SAKARYA		
Derinlik (m)	Günlük Durum	Su seviyesi	Kuyu çapı ve kasiği uç ölçüsü	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basınçlı Su Deneyi				Basıncsız Su Deneyi	SPT	Kaya Özellikleri				Tanımlama				
						Basınç (kg / cm ²)	5 dak.kayıp (L)	5 dak.kayıp (L)	Toplam kayıp (L)			Lugon	Su kaybı (L)	K (cm/s)	1.15 cm için		2.15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşıma gücü (kg/cm ²)
35					DEVREDİYOR	2 4 6 8 8 4 2	12 19 33 39 32 18 10	10 16 30 35 29 15 8	22 35 63 74 61 33 18	2.53						50	19			30.50 - 69.00 m. KUMTAŞI : Açık Gri -bej renkle, ince taneli, orta - iyi çimentolu, orta zayıf - orta dayanımlı az - orta ayrılmış.Yer yer gri renkli kıltaşı bant ve taneli dir.
36																				
37						2 4 6 8 8 4 2	14 22 32 39 30 21 12	12 18 36 36 29 17 9	26 40 68 75 59 38 21	2.53						100	65			
38																				
39																				
40						2 4 6 8 8 4 2	16 22 34 46 32 21 14	14 20 32 42 30 19 11	30 42 66 88 62 40 25	3.04						100	76			
41																				
42																				
43						2 4 6 8 8 4 2	19 28 39 49 37 25 16	18 26 38 46 34 22 13	37 54 77 96 71 47 29	3.26						78	20			
44																				
45						2 4 6 8 8 4 2	18 27 36 40 33 21 14	16 24 35 38 31 18 10	34 51 71 78 64 39 24	2.63						90	48			
46																				
47						2 4 6 8 8 4 2	17 24 36 42 34 22 16	15 21 33 39 31 19 11	32 45 69 81 65 41 27	2.76						67	46			
48																				
49																				
50						2 4 6 8 8 4 2	18 25 35 41 38 20 11	14 20 30 40 35 16 10	32 45 65 81 73 36 21	2.78						100	33			
51																				
52						2 4 6 8 8 4 2	18 25 35 41 38 20 11	14 20 30 40 35 16 10	32 45 65 81 73 36 21	2.78						80	62			
53																				
54																				

Şekil C. 19 :BSK-9 sondaj logu.

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU

PSİ III. BÖLGE 14. SONDAJ ŞUBE MD.

PROJE : MELEN BARAJI MEMBA AKSI

İL: BOLU

Yeri : DERİVASYON TÜNELİ GİRİŞİ

Başlangıç Tarihi : 05.06.1994

Sondaj No:

Sayfa No:

Konu :

Bitiş Tarihi : 17.06.1994

ÇSK-1

1

Derinliği :

Makine Tipi : ROTARY (A-4555, TONE)

YERALTISUYU DURUMU

Kotu :

Sondör : Ü.GÖKMEN

Tarih	D
-------	---

	Açıklama
--	----------

Koord. x : 4541531,32

Logu Hazırlayanlar (İsim,Unvan,imza)

18.06.1994	
------------	--

--	--

Koord. y : 328995,99

Sondaj Şb.Müh. : Kemal ÖZTÜRK Mad.Y.Müh.

24.08.1994	
------------	--

--	--

Pafta : ERG F 25-d3

Proje İlgili Müh. : Erkut ÇATALYÜREKLİ Jeo.Y.Müh.

21.09.1994	
------------	--

--	--

[illegible]

DSİ İŞNO : II.5/65-96

QM - 124.08.003/96

Şekil C. 20 :ÇSK-1 sondaj logu.



DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU

DSİ III. BÖLGE 14. SONDAJ ŞUBE MD.

PROJE :

MELEN BARAJI MEMBA AKSI

İL: BOLU

[illegible]

DSİ İŞNO : 11.5/65-96

OM - 124.08.003/96

Şekil C. 21 :ÇSK-1 sondaj logu.



DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU

DSİ III. BÖLGE 14. SONDAJ ŞUBE MD.

PROJE : MELEN BARAJI MEMBA AKSI

İL : BOLU

Derinlik (m)	Günlük Durum	Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesiti	Kuyu içi muhtaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (renk ve %)	Basınçlı Su Deneyi				Basınsız Su Deneyi		SPT			Kaya Özellikleri			JEOLOJİK KESİT	TANIMLAMA
						Basıncı (kg/cm ²)	6 dak kayıp (l)	6 dak kayıp (l)	Toplam kayıp (l)	Lugeon	Su kaybı (l)	K (cm/s)	1. 15 cm için	2. 15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Taşınma gücü (kg/cm ²)		
37																			32,80 - 37,00 m KUMTAŞI
38																			3,00 - 54,00 m FLİŞ
39																			KUMTAŞI - SİLT TAŞI - KİL - SİLT ARDALANMASI
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			
46																			
47																			
48																			
49																			
50																			
51																			
52																			
53																			
54																			
55																			
56																			

DSİ İŞNO : II.5/65-96

OM - 124.08.003/96

Şekil C. 22 :ÇSK-1 sondaj logu.

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU

DSİ.....BÖLGE.....14.....SONDAJ ŞB. MD. PROJE ..B. MELEN. BARAJI..... İLŞAKARZA

Yeri : DOLUSAVAK BAŞI Başlangıç Tarihi : 30.05.1994 Sondaç No : Sayfa No :
Konumu : DÜŞEY Bilgi Tarihi : 14.06.1994 DSK-1 1
Derinliği : 50.00 m Makina Tipl : ROTALA-4857, TONE
Kotu : 125.80 Sondör : NUSUF BAGRİYANIK
Koordinatları X : 4541463.30 Logu Hazırlayanlar (İsim, Ünvan, İmza)
Y : 323243.07 Sondaç Şb. Müh. : Kemal ÖZTÜRK, Mod.Y. Müh. :
Proje İlgili Müh. : Erkut ÇATALYÜREKLI Geo.Y. Müh. :

YERALTISUYU DURUMU

Tarih	Derinlik	Açıklama
15.06.1994	4.00 m	
24.08.94	5.30 m	
21.09.94	5.70 m	

Derinlik (m)	Günlük Durum		Basmaçlı Su Deneği	Basmaçsız Su Deneği	SPT					Kaya Özellikleri				Tanımlama
	İlerleme (m)	Su seviyesi			Darbe Sayısı	1. 15 cm için	2. 15 cm için	30 cm için toplam	50 derbedeki ilerleme (cm)	Takime gücü (kg/cm²)	Karat yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (# m)	
1										100				0.00 - 0.50 m B. TOPRAK
2										100				0.50 - 5.00 m YAMAÇ MOLOZU
3										100				Killi - siltli - Kumlu, kumtaşı blok ve parçacı.
4	07.06.1994	4.00 m								100				
5										50	40			5.00 - 50.00 m FİLİŞ
6										50	20	40		Silt - kil - Silttaşı
7										50	20	40		Kumtaşı
8										50		750		Ardalanması şeklinde ge-
9										33		750		lişmiş.
10	08.06.1994	4.00 m								33		750		5.00 - 7.20 m KUMTAŞI
11										33		750		Gri renkli, par-
12										33		750		çalı, siltli, silt-
13										33		750		li seviyeler son-
14										33		750		daj suyu ile
15										33		750		erimiş halde.
16										33		750		7.20 - 9.00 m SILT TAŞI
														Gri renkli, par-

GEÇİRLİLİK (LUGEON)		KAYA NİTELİĞİ % (RQD)		AYRIŞMA DERECESELİ (W)		ÇATLAK SIKLIĞI (# m)	
<1	Geçirimsiz	0-25	Çok Zayıf	W ₁	Taze (Ayrışmamış)	<1	Masif
1-5	Az Geçirirli	25-50	Zayıf	W ₂	Az Ayrışmış	1-3	Az Çatlaklı-Kırıklı
5-25	Geçirirli	50-75	Orta	W ₃	Orta Dercede Ayrışmış	3-10	Kırıklı
> 25	Çok Geçirirli	75-90	İyi	W ₄	Çok Ayrışmış	10-50	Çok Çatlaklı-Kırıklı
		90-100	Çok İyi	W ₅	Tamamen Ayrışmış	> 50	Parçalanmış

DSİ Basımevi-İl.4/18-93

Şekil C. 23 :DSK-1 sondaj logu.

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU																					
DSİ III BÖLGE 14 SONDAJ ŞB. MD. PROJE B. MELEK BARAJI IL.SAKARYA																					
Derinlik (m)	Günlük Durum		Kuyu çapı ve kesiti (m)	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basıncılı Su Deneyi				Basıncısız Su Deneyi		SPT			Kaya Özellikleri			Jeolojik kesit	Tanımlama		
	İlerleme (m)	Su seviyesi				Basınç (kg/cm2)	5 dak kayıp (l)	5 dak kayıp (l)	Toplam kayıp (l)	Lugeon	Su kaybı (l)	K (cm/s)	Darbe Sayısı			Karat yüzdesi (%)	RQD (%)			Çatlak açıklığı (mm)	Ayrışma derecesi
													1. 15 cm için	2. 15 cm için	30 cm için toplam						
17	09.06.1994	4.00 m.				2	0	0	0							33	-	>50	W3	Gali, siltli, ezilmiş halde.	
18						4	0	0	0										W5	Siltli seviyeler sondaj suyu ile erimiş halde	
19						2	2	6	10							50	20	40	W2	9.00-12.00 m. KUMTAŞI	
20						4	6	11	21											Gri renkli, parçalı, ezilmiş, siltli, siltli seviyeler sondaj suyu ile erimiş halde	
21						4	7	3	12							100	40	15	W3		
22	10.06.1994	4.00 m.				2	4	6	10							50	10	>50	W5		
23						2	4	6	13							50	-	>50	W2	12.00-14.00 m. SİLT TAŞI	
24						2	4	6	16							100	40	20	W1	Açık gri renkli	
25						2	4	6	18										W5	Parçalı, ezilmiş halde. Siltli, siltli seviyeler sondaj suyu ile erimiş.	
26						2	4	6	20							50	-	>50	W2		
27						2	4	6	22							100	90	9		14.00-15.00 m. KUMTAŞI	
28						2	4	6	24							100	70	8		Gri renkli, parçalı. Sondaj suyu ile erimiş halde.	
29						2	4	6	26							100	20	40			
30	11.06.1994	4.00 m.				2	4	6	28							100	40	30		15.00-17.00 m. SİLT TAŞI	
31						2	4	6	30							100	60	20		Gri renkli, çok parçalı, siltli, siltli seviyeler erimiş halde.	
32						2	4	6	32							100	100	4		17.00-20.00 m. KUMTAŞI	
33						2	4	6	34							100	90	6		Gri renkli, parçalı, bloklu, siltli, siltli seviyeler sondaj suyu ile erimiş halde	
34						2	4	6	36							100	80	9			
35						2	4	6	38							100	90	7			
36						2	4	6	40							100	10	45		5.00-18.00 m Ezilme zonu	

DSİ Basimevi-11.4/18-93

Şekil C. 24 :DSK-1 sondaj logu.



DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TEMEL SONDAJ LOGU

DSİ...III.....BÖLGE...14.....SONDAJ ŞB. MD. PROJE...B. MELEK BARAŞI.....İL SAĞKARYA

Derinlik (m)	Günlük Durum		Kuyu çapı ve keşif ucu einal Muhafaza borusu ve çimentolama	Sondaj suyu (Renk ve %)	Basıncılı Su Deneyi					Basıncısız Su Deneyi		SPT					Kaya Özellikleri			Jeolojik kesit	Tanımlama
	İlerleme (m)	Su seviyesi			Basıncı (kg/cm2)	5 dak kayıp (l)	5 dak kayıp (l)	Toplam kayıp (l)	Lugeon	Su kaybı (l)	K (cm/s)	Darbe Sayısı					Karot yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (# m)		
												1. 15 cm için	2. 15 cm için	30 cm için toplam	50 darbedeki ilerleme (cm)	Teslim gücü (kg/cm2)					
37-	12.06.1994	4.00 m.			2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					100	75	50			20.00-21.00 m. SİLT TAŞI Gri renkli, siltli,
38-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					100	25	30			
39-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					100	20	25			21.00-21.50 m. KUM TAŞI Gri renkli, bloklu,
40-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					100	60	15			21.50-46.50 m. SİLT TAŞI Gri renkli, bloklu, az çatlaklı,
41-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					100	40	20			
42-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					100	40	28			21.00-23.00 24.00-26.00 43.00-46.50 metreler arası siltli olup, siltli seviyeler sondaj suyu ile erimiş halde.
43-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					100	70	15			
44-	13.06.1994	4.00 m.			2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					50	75	50			
45-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					50	75	50			46.50-47.50 m. KUM TAŞI Gri renkli, parçalı, siltli, siltli seviyeler erimiş halde.
46-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					50	25	750			
47-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					33	40	45			47.50-50.00 m. SİLT TAŞI Gri renkli, siltli, Porceli, bloklu, siltli seviyeler sondaj suyu ile erimiş halde.
48-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					33	40	45			
49-	14.06.1994	4.00 m.			2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					33	40	45			
50-					2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										Kuyu Tabanı: 50 m.

DSİ Basimevi—II.4/18-93

Şekil C. 25 :DSK-1 sondaj logu.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Yasemin Gündoğan

Doğum Yeri ve Tarihi: Digor, 1985

Adres:

E-Posta: yasemin_gndgn@hotmail.com

Lisans: Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü