

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ISPARTA OVASINDAKİ VOLKANİK KÖKENLİ ZEMİNLERDE
FİZİKSEL VE MEKANİKSEL ÖZELLİKLER ARASINDAKİ
İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI**

Ermedin TOTİÇ

Danışman: Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

DOKTORA TEZİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2009

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından JEOLojİ ANABİLİM DALI'nda oybirliği ile DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL



İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Üye (Danışman) : Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK



Süleyman Demirel Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Üye: Prof Dr. Halil KUM SAR



Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Üye: Prof. Dr. Tevfik İSMAİLOV



Süleyman Demirel Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Üye: Yrd Doç. Dr. Kamil YILMAZ



Süleyman Demirel Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ONAY

Bu tez 08/06/2009 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../20..

Prof. Dr. Mustafa KUŞCU

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç ve Kapsam.....	1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması.....	3
1.2.1. Çalışma Alanının Yeri.....	3
1.2.2. İklim ve Bitki Örtüsü.....	4
1.2.3. Morfoloji.....	5
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2 Yöntem.....	17
3.2.1. Arazi Çalışmaları.....	17
3.3.1.1. Genel Jeoloji Çalışmaları.....	17
3.2.1.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları.....	17
3.2.1.3. Örselenmemiş Blok Numune Alımı.....	18
3.3.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	19
3.3.2.1. Direk Kesme Deneyi.....	20
3.3.2.2. Direk Kesme Deney Numunesi Hazırlanması.....	24
3.3.2.3. Üç Eksenli Basınç Deneyi	32
3.3.2.4. Deney Sonuçlarının Değerlendirme Yöntemi.....	41
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	43
4.1. Genel Jeoloji.....	43
4.1.1. Stratigrafi.....	43
4.1.1.1. Menteşe Dolomiti (TRm).....	43

4.1.1.2. Davras Formasyonu (Msm).....	46
4.1.1.3. Kabaktepe Formasyonu (Tek).....	49
4.1.1.4. Kurttepe Formasyonu (Teku).....	51
4.1.1.5. Ağlasun Formasyonu (Tma).....	52
4.1.1.6. Gavurdüzü Formasyonu (Tmg).....	54
4.1.1.7. Gölcük Formasyonu (plQg).....	55
4.1.1.8. Horozyokuşu Formasyonu (plQh).....	62
4.1.1.9. Traverten (Qtr).....	63
4.1.1.10. Alüvyon (Qal).....	64
4.1.1.11. Yamaç Molozu (Qym).....	65
4.1.1.12. Alüvyon Yelpazeleri (Qay).....	65
4.1.1.13. Isparta Ofiyolitik Karmaşığı (Tio).....	66
4.2. Yapısal Jeoloji.....	68
4.2.1. Tabakalanma.....	69
4.2.2. Kıvrımlar.....	69
4.2.3. Faylar.....	71
4.3. Depremsellik.....	76
4.4. Hidrojeoloji.....	78
4.4.1. Su Noktaları.....	78
4.4.1.1. Akarsular.....	78
4.4.1.2. Su Kaynakları.....	79
4.4.1.3. Sondaj Kuyuları.....	79
4.4.2. Jeolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri.....	79
4.4.2.1. Geçirimsiz Birimler.....	80
4.4.2.2. Az Geçirimli Birimler.....	80
4.4.2.3. Yarı Geçirimli Birimler.....	81
4.4.2.4. Geçirimli Birimler.....	81
4.5. Mühendislik Jeolojisi.....	83
4.5.1. Arazi Çalışmaları.....	84
4.5.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	92
4.5.3. Laboratuvar Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	102
4.5.3.1. Fiziksel Özellikler.....	102

4.5.3.2. Mekanik Özellikler.....	103
4.5.3.3. Jeolojik Seviyelerin Özellikleri	107
4.5.3.4. Sondaj Çalışmaları.....	119
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	123
6. KAYNAKLAR.....	126
EKLER.....	130
Ek-1 Isparta ve Çevresinin Jeoloji Haritası ile Jeoloji Enine Kesitleri.....	131
Ek-2 Gözlem Çukuru Kesitleri.....	132
Ek-3 Elek Analizi Eğrileri.....	141
Ek-4 Üç Eksenli Basınç Deneylerine Ait σ - τ Diyagramları	160
Ek-5 Numunelere Göre İçsel Parametrelerin Su Muhtevası İle Değişimleri.....	178
Ek-6 Seviyelere Ait Kayma Mukavemeti Diyagramları.....	185
Ek-7 Seviyelere Göre İçsel Parametrelerin Su Muhtevasına Bağlı Değişimleri.....	190
Ek-8 Seviyelere göre Örselenmiş-Örselenmemiş Kesme Mukavemeti İlişkileri.....	193
Ek-9 Sondaj Logları.....	196
ÖZGEÇMİŞ.....	203

ÖZET

Doktora Tezi

ISPARTA OVASINDAKİ VOLKANİK KÖKENLİ ZEMİNLERDE FİZİKSEL VE MEKANİKSEL ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI

Ermedin TOTİÇ

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri: Doç Dr. Mahmut MUTLUTÜRK (Danışman)
Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL
Prof. Dr. Halil KUMSAR
Prof. Dr. Tevfik İSMAİLOV
Yrd. Doç. Dr. Kamil YILMAZ

Bu tez çalışmasında, Isparta Ovasındaki volkanik zeminlerin mekanik özelliklerinin incelenmesi, örselenmemiş-örselenmiş numunelerden yapılan deneylerin sonuçlarının karşılaştırılması, fiziksel özellikler ile mekanik özellikler arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu kapsamda, Isparta Ovasının da içinde kaldığı yaklaşık 200 km²'lik bir alanın genel jeolojisi eski çalışmalarından derlenmiş ve 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yeniden yapılmıştır. Üç yıl süre ile inşaat temel kazıları izlenerek, Isparta Ovası volkanik zeminin düşey ve yanal yöndeki değişimi incelenmiştir. Yapılan incelemeler ile ova zemininin 12 seviyeden oluştuğu ve tamamen volkanik kökenli olduğu anlaşılmıştır. Bu belirlenen seviyelerden toplam 64 adet örselenmiş-örselenmemiş numune alınmış, 521 adet örselenmemiş direk kesme, 644 adet örselenmiş direk kesme, 502 adet örselenmiş üç eksenli basınç deneyi yapılmıştır. Ayrıca 2 seviyeye ait fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen bütün sonuçlarından yararlanarak Isparta Ovası volkanik kökenli zeminlerinin fiziksel-mekanik özellikleri arasındaki ilişkileri incelenmiştir.

Sonuç olarak; Isparta Ovası volkanik kökenli zeminlerini oluşturan her bir seviyenin mekanik özelliklerini temsil eden bağıntılar ortaya konmuştur. Bu elde edilen bağıntıların, fiziksel özelliklerle olan ilişkilerinde su muhtevasının belirleyici olduğu anlaşılmış ve mekanik özelliklerin su muhtevasına bağlı değişimi bağıntıları oluşturulmuştur. Ayrıca, yapılan sondaj çalışmaları ile alınan örselenmiş numunelerden belirlenen fiziksel özellikler yardımı ile mekanik özellikler de belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isparta Ovası, volkanik zemin, zemin mekaniği, içsel parametreler

2009, 204 sayfa

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE INVESTIGATION OF RELATIONS BETWEEN PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE VOLCANIC BASED ISPARTA PLAIN SOIL

Ermedin TOTİÇ

**Süleyman Demirel University Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Geological Engineering**

Thesis Committee: Assoc.Prof. Mahmut MUTLUTÜRK (Supervisor)
Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL
Prof. Dr. Halil KUMSAR
Prof. Dr. Tevfik İSMAİLOV
Asst.Prof. Kamil YILMAZ

In this thesis, investigation into mechanical properties of volcanic soils around Isparta plain, comparison of results obtained from testing of disturbed and undisturbed samples and analyzing the relationships between physical and mechanical properties are aimed.

In this context 1/25000 scale geological map at 200 km² area covering the Isparta plain was reconstructed by considering the previous studying on general geology of area. After three years observation of found vertical and lateral variation from extraversions rains of volcanic soils of Isparta plain was revealed.

It was noticed from these investigations that Isparta plain soil was originated from Gülcük volcanism and was constitute of 12 levels. A total of 64 disturbed and undisturbed samples were collected from different levels of this plain direct shear testing on 521 undisturbed samples and 644 disturbed samples and triaxial compression testing on 502 disturbed samples were carried out. Additionally, physical properties of 2 levels were determined. By using the results obtained from these studies, relation between physical an mechanical properties of volcanic has of Isparta plain soils were analyzed.

As a conclusions equations character the mechanical properties of volcanic by of plain soils were established. It was found that mechanical property changes with water concert. Equations incorporeities the effects of water were also given to predict the mechanical properties.

Key Words: Isparta plain, volcanic soil, soil mechanics, initial parameters

2009, 204 pages

TEŞEKKÜR

Sunulan doktora tez çalışması bir bölümü Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenen 1732-D-08 araştırma projesi kapsamında ve Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Laboratuvarı donanımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın Doktora Tezi olarak hazırlanmasını ve gerekli olanakları sağlayan, tüm aşamalarında çalışmalarımı yönlendiren, arazi ve laboratuvar çalışmalarında bilimsel yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK'e (Süleyman Demirel Üniversitesi) teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarımı gerçekleştirmem için imkan ve olanakları sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Başkanlığına, Sondaj çalışmalarımı ve tezin basımını maddi destek veren Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden Sayın Oğuzhan, VURAL, Mehmet Fırat ÇALIŞKAN, Orhan KAYAHAN, Nafi MAHMUTOĞLU, Yasemin DENİZ, Fatih KARABIÇAK, Mustafa Levent ERDEMİR, Erden ÖZMEN, Esra GÖK, Gökhan GÖRGÜLÜ, Derya BASAR, Başak AKASLAN, Rıdvan KARADAĞ, Vijdan BALCI, Songül BABALIK, Abdulkadir BALCI, Ahmet KAYA, Hayriye BARIM, Ummuhan Feryal SAĞNAK, Nurgül Güler GÜVENÇ, Mahmut DAĞ, Derya BİLGİÇ, Afet UYSAL, Suna KÖKSAL, Hilal AKIN ve Emre ALTINTAŞ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tezin çeşitli aşamalarındaki görüş ve katkılarıyla yönlendiren Sayın Prof. Dr. Tevfik İSMAİLOV'a (Süleyman Demirel Üniversitesi) teşekkür ederim.

Sondaj loglarının temininde yardımlarından dolayı Sayın Jeoloji Mühendisi Serhat DEMER (Atılım Mühendislik), Sayın Jeoloji Mühendisi Adem GÜLER (Aysberg İnşaat Madencilik San. Tic. Ltd. Şkt.) Jeoloji Mühendisi Ali AKYÜREK (Yeraltı Mühendisliği) ve Sayın Jeoloji Mühendisi Yıldız YİĞİT'e (Isparta Belediyesi İmar Müdürlüğü) teşekkür ederim.

Tez yazım aşamasında yardımcı olan Şehit Ali İhsan Kalmaz Anadolu Lisesi öğrencilerden Sayın Vezirhan SEÇME'ye teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve destekleyen değerli eşim Sevde Uğur TOTİÇ'e teşekkür ederim.

Ermedin TOTİÇ
ISPARTA, 2009

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 1.2. Çalışma alanındaki doruklar ile drenaj ağlarını gösteren topoğrafya haritası.....	6
Şekil 3.1. Örselenmemiş blok numune alınması	19
Şekil 3.2. ELE Digital Cheir Machine 26-2112 tipi direk kesme cihazı	21
Şekil 3.3. Direk kesme kutusu	22
Şekil 3.4. Yanal hareket-kesme gerilmesi, zaman-yanal hareket ve yanıl hareket-düşey hareket grafikleri (16-2 No'lu numune, 1342 deney numunesi; $\sigma_N=2$ kg/cm ²)	23
Şekil 3.5. σ_N - τ_N diyagramı, ϕ ve c 'nin belirlenmesi (7-2 No'lu numune; 20 deney)	23
Şekil 3.6. Örselenmemiş blok numuneden deney numunesi hazırlanışı.....	25
Şekil 3.7. Deney numunesinin numune çıkarıcı kalıptan kesme kutusuna aktarılması	25
Şekil 3.8 Örselenmiş numuneden direk kesme deney numunesi hazırlanması.....	31
Şekil 3.9. Üç eksenli basınç hücresi.....	33
Şekil 3.10. Üç eksenli basınç deneyden elde edilen deformasyon-gerilme diyagramları (16-2 No'lu numune)	34
Şekil 3.11. 16-2 Üç eksenli basınç deneyde elde edilen σ - τ diyagramından c ve ϕ 'nin belirlenmesi (16-2 No'lu numune).....	34
Şekil 3.12. Örselenmiş numuneden üç eksenli basınç deney numunesi hazırlanması.....	37
Şekil 3.13. Örselenmiş numuneden üç eksenli basınç deney numunesi hazırlanması.....	38
Şekil 4.1. Isparta Ovası ve çevresinin genelleştirilmiş tektonostratigrafi sütun kesiti (Yalçınkaya, 1989'dan yararlanarak).....	44
Şekil 4.2. Menteşe dolomitlerin uzaktan görünüşü (Küçükhacılar Köyü 500 m güneyi).....	45
Şekil 4.3. Menteşe dolomitinden genel görünüm (Küçükhacılar Köyü 200 m kuzeydoğusu).....	45
Şekil 4.4. Söbütepe kireçtaşlarından genel görünüm (Küçüksöbü Tepe kuzey yamacı).....	48
Şekil 4.5. Faylanmadan etkilenen Söbütepe kireçtaşlarında gelişen ezilmiş, breşik zonlar (Küçüksöbü Tepe batı yamacı).....	48
Şekil 4.6. Seyrekler kireçtaşlarından genel görünüm (Büyüksöbü Tepe batı yamacı).....	50

Şekil 4.7. Seyrekler kireçtaşları içerisinde görülen kumtaşı aratabakaları (kt) ve çakıllı seviyeler (çkçt) (Küçüksöbü Tepe doğu eteği, Isparta-Ankara karayolu).....	50
Şekil 4.8. Kabaktepe Formasyonu genel görünüm (Küçüksöbü Tepe kuzey eteği).....	51
Şekil 4.9. Kurttepe Formasyonundan genel görünüm (Erenler Tepe 500 m güneybatısı)	52
Şekil 4.10. Ağlasun Formasyonunu oluşturan şeylerin yakından görünüşü (Daridere barajı sol yamacı)	53
Şekil 4.11. Ağlasun Formasyonu içerisinde bulunan olistostromal kireçtaşı bloğu (Daridere barajı sol yamacı).....	53
Şekil 4.12. Gavurdüzü Formasyonu içerisindeki kumtaşı seviyelerinden bir görünüm (Arapdağı Tepe güney yamacı).....	55
Şekil 4.13. Gavurdüzü Formasyonu içerisindeki çakıltası seviyesi (Arapdağı Tepegüney yamacı).....	55
Şekil 4.14. Andezitlerde gelişen soğuma çatlakları(Kocakır Tepe kuzeydoğu etekleri).....	57
Şekil 4.15. Kurttepe formasyonu (Teku) ile olan dokanağında, andezitlerde (plQgv) görülen ayrışma (Yakaören Köyü 100 m güneybatısı).....	57
Şekil 4.16. Andezitik lavların (plQgv) Ağlasun formasyonu (Tma) üzerine akması (Dökçay Deresi sağ yamacı)	57
Şekil 4.17. Ağlasun formasyonu (Tma) içinde andezit daykısı ((plQgv) (Daridere barajı sol sahili)	58
Şekil 4.18. Kaynaklaşmış tüflerin uzaktan görünüşü (Dere Mahallesi yaklaşık 700 m güneybatısı).....	59
Şekil 4.19. Tüflerde gelişen çapraz tabakalanma ve mercek yapıları (Karataş Tepe dolayları).....	60
Şekil 4.20. Isparta Ovasındaki tüf ve pomza seviyelerindeki düzenli tabakalanma (Çarşamba pazarı inşaat temel kazısı).....	60
Şekil 4.21. Gölcük volkanoklastiklerde gelişen sinsedimanter faylar (Karataş Tepe 500 m güneyi).....	61
Şekil 4.22. Gölcük volkanoklastikleri içerisindeki pomza seviyelerin görünümü (Karataş Tepe yaklaşık 1 km kuzeyi).....	61
Şekil 4.23. Horozyokuşu Formasyonundan genel bir görünüm (SDÜ Batı Kampüsü).....	63
Şekil 4.24. Travertenlerden genel bir görünüm (Gökçe Tepe doğu eteği).....	64
Şekil 4.25. Isparta Çayı yatağındaki alüvyonların görünümü.....	65
Şekil 4.26. Kızıl Deresinin oluşturduğu alüvyon yelpazesi (Kayıköy'den güneybatıya bakış).....	66

Şekil 4.27. Isparta ofyolit karmaşığında genel bir görünüm (Sitre Tepe güney yamacı).....	68
Şekil 4.28. Isparta ofyolit karmaşığının (Tio) Ağlasun formasyonu (Tma) üzerine bindirmesi (Savköy yaklaşık 1 km güneybatısı).....	68
Şekil 4.29. Seyrekler kireçtaşlarında gelişen kıvrımlanma (Küçüksöbü Tepe doğu eteği).....	71
Şekil 4.30. Kurttepe formasyonunda görülen küçük ölçekli kıvrımlar.....	71
Şekil 4.31. Söbütepe kireçtaşının Kabaktepe formasyonu üzerine ters fayla itilmesi (Büyüksöbü Tepe doğu eteği).....	73
Şekil 4.32. Demirci fayının uzaktan görünümü (Demirci Tepesi kuzeybatı yamacı).....	73
Şekil 4.33. Söbütepe kireçtaşı ile Seyrekler kireçtaşı arasındaki Kırtepe fayı.....	74
Şekil 4.34. Bozanönü fayının uzaktan görünümü.....	74
Şekil 4.35. Kayalıtepe fayı aynasının görünümü (Büyük hacılar Köyü 750 m güneybatısı).....	76
Şekil 4.36. Karataş fayından bir görünüm (Karataş Tepe 500 m güneyi).....	76
Şekil 4.37. Isparta Ovasındaki zeminlerin üst seviyelerini (15-20m) gösteren genelleştirilmiş sütun kesit	85
Şekil 4.38. Tüf içindeki andezit ve pomza çakıllarda görülen derecelenme (T6), (T5).....	86
Şekil 4.39. Tüf içindeki pomza bantları ile iri andezit çakılları (T5).....	87
Şekil 4.40. Silt boyutunda sert tüf (T4).....	87
Şekil 4.41. Tüf içindeki çapraz tabakalanma (T5), (T6).....	87
Şekil 4.42. Alt pomza seviyesinde (P1) yer alan andezit blokları (ab) ile lav bombaları (vb).....	90
Şekil 4.43. Alt pomza seviyesinde (P1) gözlenen kum boyutundaki tüf-pomza bantları.....	90
Şekil 4.44. Üst pomza seviyesinin yakından görünüşü (P2).....	90
Şekil 4.45. Tüflerin ayrışma dönemlerini işaret eden killi seviyeler (T2, T3) ile kültüf seviyesi (Kt).....	88
Şekil 4.46. Ayrışmış tüf seviyeleri (Ta)	88
Şekil 4.47. Tamamen volkanoklastik malzemeden oluşmuş alüvyon seviyeleri (Al1).....	91
Şekil 4.48. Isparta Çayı yatağında gelişen alüvyonlarından bir görünüm (Al2).....	91
Şekil 4.49. Bütün numunelere ait a) (D-UD), b) (3D-UD), c) (D-3D) kesme mukavemeti grafikleri.....	104
Şekil 4.50. Bütün numunelere ait örselenmiş- örselenmemiş koşullarda kohezyon (c) grafikleri a) (D-UD), b) (3D-UD), c) (D-3D)	106

Şekil 4.51. Tüm numunelere ait örselenmiş- örselenmemiş koşullarda içsel sürtünme açısı (ϕ) grafikleri a) (D-UD), b) (3D-UD), c) (D-3D).....	106
Şekil 4.52. Temel sondajlarda yapılan SPT ile laboratuvarda deney sonuçlarına ait grafikler a) ϕ -Dr, b) N'_{55} -Dr ve c) N'_{55} - ϕ	121

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Örselenmemiş (UD), örselenmiş (D) numunelerden yapılan deney ve deney sayılarının dağılımı.....	26
Çizelge 4.1. T1 ile Kt seviyelere ait laboratuvar deney sonuçları.....	92
Çizelge 4.2. T2 tuf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2- örselenmiş direk kesme, 3- üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-11, 2-10, 3-12 adet.....	93
Çizelge 4.3. T3 tuf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2- örselenmiş direk kesme, 3- üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-21, 2-21, 3-39 adet.....	93
Çizelge 4.4. T4 tuf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2-örselenmiş direk kesme, 3-üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-18, 2-62, 3-29 adet.....	94
Çizelge 4.5. T5 tuf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2-örselenmiş direk kesme, 3-üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-212, 2-181, 3-154 adet.....	95
Çizelge 4.6. T6 tuf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2-örselenmiş direk kesme, 3-üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-111 , 2-219, 3-143 adet.....	97
Çizelge 4.7. Ayrışmış tuf (Ta) seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2-örselenmiş direk kesme, 3-üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-104 , 2-54, 3-90 adet.....	98
Çizelge 4.8. Taşınmış tuf (Tş) seviyesine ait numune deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2-örselenmiş direk kesme 3-üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-10 , 2-10, 3-13 adet.....	100
Çizelge 4.9. Alüvyona ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2- örselenmiş direk kesme, 3- üç eksenli basınç deneyi).Toplam deney sayısı:1-21, 2-19, 3-26 adet.....	100
Çizelge 4.10. Numunelere göre örselenmiş direk kesme-örselenmemiş direk kesme (D-UD), örselenmiş üç eksenli basınç-örselenmemiş direk kesme (3D-UD) ve örselenmiş direk kesme- örselenmiş üç eksenli basınç (D-3D) denklemleri.....	105
Çizelge 4.11. Numunelere göre içsel parametrelerin (c, ϕ) su muhtevası (w) ile ilişkisi.....	107
Çizelge 4.12. T6 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler.....	109
Çizelge 4.13. T5 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler.....	110

Çizelge 4.14. T4 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler.....	111
Çizelge 4.15. T3 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler.....	112
Çizelge 4.16. T2 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler.....	113
Çizelge 4.17. Ta seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler.....	114
Çizelge 4.18. T _ş seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler.....	115
Çizelge 4.19. A1 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler.....	116
Çizelge 4.20. Seviyelere göre kayma mukavemeti denklemleri.....	117
Çizelge 4.21. Seviyelere göre içsel parametrelerin (c, ϕ) su muhtevasına (w) bağlı değişimleri.....	119
Çizelge 4.22. Seviyelere göre örselenmiş-örselenmemiş kesme mukavemeti ilişkileri.....	119
Çizelge 4. 23. Temel sondajlarda yapılan SPT deneyi ile laboratuvar deney sonuçları.....	120
Çizelge 4. 24. Sondajlardan alınan örselenmiş numuneler deney sonuçları ile fiziksel özelliklerden hesaplanan değerler.....	122

SİMGELER DİZİNİ

c	Kohezyon
C_N	Örtü basıncı düzeltme katsayısı
D_r	Rölatif sıkılık
e	Boşluk oranı
n	Porozite
N'_{55}	Düzeltilmiş Standart Penetrasyon deneyi darbe sayısı
N	Standart Penetrasyon deneyi darbe sayısı
P	Basınç
V	Numune hacmi
S	Doygunluk derecesi
W	Numune ağırlığı
w	Su muhtevası
γ_s	Tane birim hacim ağırlığı
γ_n	Doğal birim hacim ağırlığı
γ_d	Kuru birim hacim ağırlığı
γ_{dmin}	En küçük kuru birim hacim ağırlığı
γ_{dmax}	En büyük kuru birim hacim ağırlığı
γ_{sat}	Doygun birim hacim ağırlığı
ϕ	İçsel sürtünme açısı
σ_N	Normal gerilme
σ_v'	efektif basınçtır
σ_1	Maksimum gerilme
σ_3	Çevre basıncı
τ_N	Kesme gerilmesi

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Yerleşim merkezlerinde yapı yoğunluklarının artması ile beraber yükseklikleri de giderek artmakta, bodrumsuz yapılardan 1-2 bodrumlu yapılara, 4-5 katlı yapılardan 8-10 katlı yapılara bir geçiş yaşanmaktadır. Bu artış, yapıların projelendirilmesinde kullanılan mühendislik parametrelerinin de daha ayrıntılı ve daha dikkatli belirlenmesini gerektirmektedir.

Yapıların projelendirilmesinde, temel zemine ait mühendislik parametreleri en önemli girdileri oluşturur. Bu nedenle Mühendislik Jeolojisi çalışmaları ile temel mühendislik verilerinin üretilmesine çalışılır. Zemin kesiti ve zemine ait fiziksel-mekanik parametreleri ise temel mühendislik verilerinin önemli iki unsurunu oluşturmaktadır. Zemin kesiti, mühendislik jeolojisi çalışmaları sırasında sondajlar gibi yeraltı araştırmaları ile, fiziksel-mekanik özellikler ise sondajlar sırasında yerinde yapılan deneyler ya da sondajlar yardımı ile yeraltından alınan örselenmiş-örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri ile belirlenmeye çalışılır. Özellikle mekanik özelliklerin, örselenmemiş numunelerden yapılan deneyler ile belirlenmesi gerekmektedir. Bunun nedeni, örselenmemiş numunelerin zeminin doğal ortamındaki özellikleri bozulmadan alınmasıdır. Ancak, sondajlar yardımı ile, örselenmemiş numune alınması kohezyonlu zeminlerde kolay olurken, kohezyonsuz yada çok az kohezyonlu zeminlerde özel teknikler dışında neredeyse imkansızdır. Bu nedenle kohezyonsuz ve çok az kohezyonlu zeminlerde mekanik özellikler, yerinde deneyler ya da fiziksel özellikler kullanılarak bazı yaklaşımlar yardımı ile belirlenebilmektedir (örneğin Mohr, 1871; Terzaghi ve Peck, 1948; Stroud, 1974; Schmertmann, 1978; Bowles, 1988). Ancak, bu yaklaşımların hepsini zeminlerin fiziksel özellikleri benzerlik gösterse bile, kökensel olarak farklılıkları olacağı için her türlü zemin koşuluna uygulamak hatalı sonuçlar elde edilmesine

neden olacaktır. Bu nedenle, oluşum kökenine ait bir tanımlama yapıp, laboratuvar deneyleri ile yerinde deney sonuçlarını karşılaştırarak yaklaşımlarda bulunması daha doğru olacaktır (Mutlutürk, 2002).

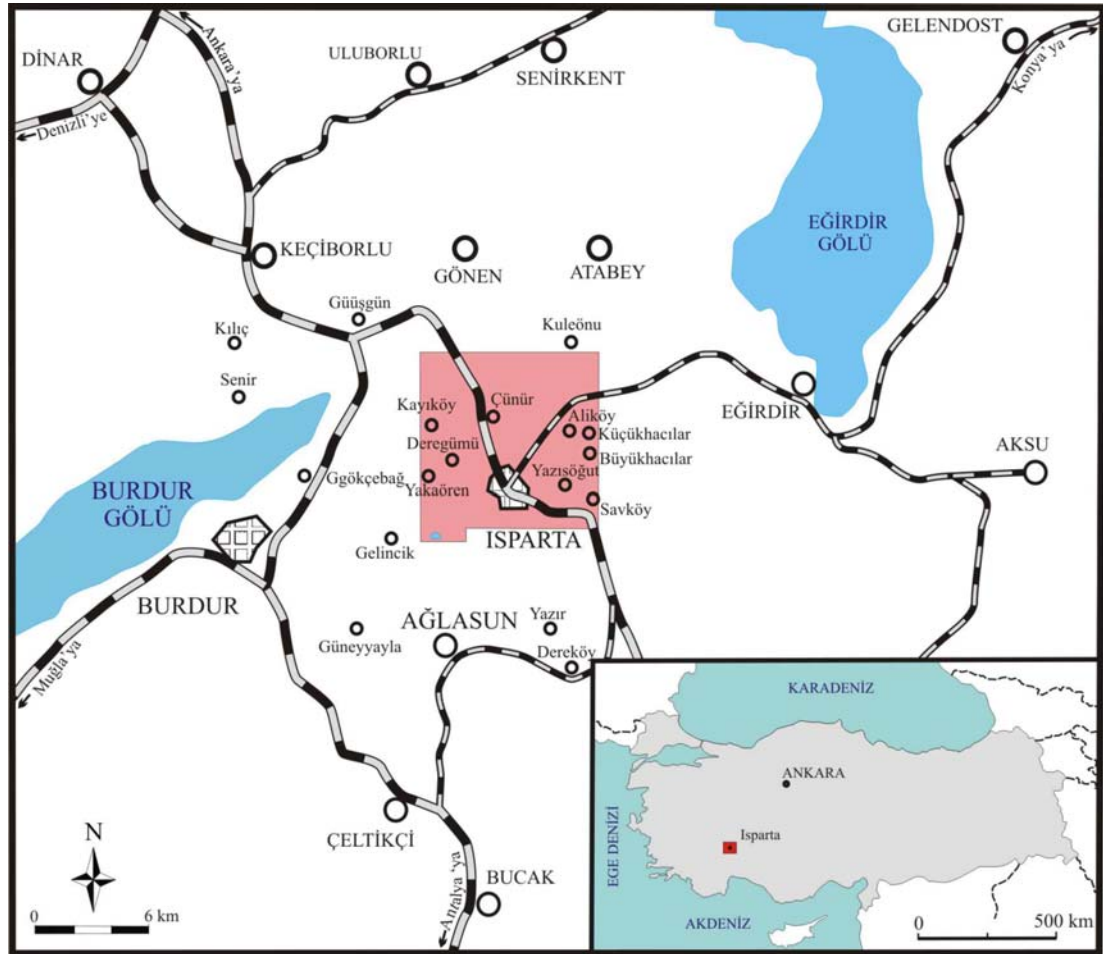
Bu tez çalışmasında, Isparta Ovasındaki volkanik zeminlerinin mekanik özelliklerinin incelenmesi, örselenmemiş-örselenmiş numunelerden yapılan deneylerin sonuçlarının karşılaştırılması, fiziksel özellikler ile mekanik özellikler arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu kapsamda, Isparta Ovasının da içinde kaldığı bir alanın genel jeolojisi eski çalışmalarından derlenmiş ve 1/25000 ölçekli jeoloji haritası arazi gözlemleri ile yeniden yapılmıştır. 3 yıl süre ile inşaat temel kazıları izlenerek, bu kazıların uygun seviyelerinden örselenmemiş-örselenmiş numuneler alınmıştır. Kazılarda yapılan gözlemler ve jeolojik yapı birlikte değerlendirilerek Isparta Ovası zeminin düşey yöndeki kesiti ortaya çıkarılmıştır. Kazılardan alınan numuneler düşey yönde oluşturulan kesite göre tanımlanıp gruplandırılarak laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Laboratuvar deneyleri önce örselenmemiş numunelerde ve daha sonra aynı numuneler kullanılarak örselenmemiş koşullara uygun olarak hazırlanan örselenmiş numunelerde yapılmıştır. Bu şekilde, Isparta Ovasındaki volkanik zeminlerin örselenmemiş ve örselenmiş koşullardaki mekanik özellikler ve aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneysel çalışmalarda örselenmemiş numunelerde direk kesme, aynı numunelerden örselenmiş halde direk kesme ve üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçları, örselenmemiş-örselenmiş direk kesme, örselenmiş direk kesme-üç eksenli basınç şeklinde fiziksel özellikleri de kullanarak karşılaştırılmıştır. Bütün sonuçların, numune alınan seviyelere ait sondajlarda yerinde yapılan deneylerden Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) darbe sayıları (SPT-N) ile karşılaştırılması da yapılarak, yerinde deneylerden mekanik özelliklerin elde edilmesi konusunda yaklaşımlarda bulunulmuştur.

1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması

1.2.1. Çalışma Alanının Yeri

Büyük bir bölümü volkanik zeminlerle kaplı olan Isparta Ovası, Akdeniz bölgesinin kuzeybatısında yer alır. Isparta Ovasındaki volkanik zeminlerinin oluşum ve konumlarının ortaya çıkarılması amacı ile genel jeoloji kapsamında yaklaşık 200 km²'lik bir alan çalışılmıştır. 1/25 000 ölçekli Isparta-M24-b3, c2, Isparta -M25-a3, a4, d1, d2 topoğrafik paftalarını kapsayan bu alan 278000-292250 boylamları ile 4180000-4194000 enlemleri arasında yer alır (Şekil 1.1). Mühendislik incelemelerinde, Isparta İl merkezi, kuzeyde Çünür Mahallesi, doğuda Aliköy, Büyükhacılar, Küçükhacılar, Savköy ve Yazısöğüt Köyleri, batıda Deregümü, Yakaören, Kayıköy'ü kapsayan bir alanda çalışmalar yapılmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

Çalışma alanı 25 numaralı devlet karayolu ile Antalya'ya, 62 numaralı karayolu ile Konya'ya, 25-80 numaralı karayolları ile Afyon'a, 23-80 numaralı karayolu ile de Denizli'ye bağlanır. Köylerin il merkezleri ile karayolu bağlantıları iyidir. Ayrıca Süleyman Demirel Uluslararası havalimanı vasıtası ile havayolu ile de ulaşım sağlanabilmektedir.

1.2.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Isparta İli, Akdeniz Bölgesinin batı bölümünde 'Göller Bölgesi' olarak bilinen iç kesimde bulunmaktadır. İnceleme alanı, Akdeniz iklimi ile Orta Anadolu iklimi arasındaki geçiş bölgesinde yer aldığından her iki iklim özellikleri de yansıtır. İlin Akdeniz'e açılan güney bölgesinde Akdeniz ikliminin etkisi altındadır, kışlar daha soğuk geçer ve gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkları 26 °C'ye kadar ulaşır.

Yaklaşık 62 yıllık bir süreyi içine alan uzun yıllar değerlendirilmesine göre; Isparta'da ortalama sıcaklık 12 °C olup en yüksek sıcaklık 01.08.1930'da 37,5 °C, en düşük sıcaklık ise 03.02.1974'de -21.0 °C olarak ölçülmüştür. 2003 yazında en yüksek sıcaklık 35 °C ile 04. 07. 2003 tarihinde, 2004 kışında en düşük sıcaklık ise -14 °C ile 24.01.2004 tarihinde gerçekleşmiştir.

Ortalama yıllık toplam yağış miktarı 581 mm olan bölgede 1946 yılı 879 mm ile en yağışlı yıl olmuştur. 2003 yılında ise toplam yağış 661 mm olarak gerçekleşmiştir. Bu da, uzun yıllara göre yaklaşık %14'lük bir artışı ifade etmektedir. Yağışlar genellikle yağmur şeklinde olmakla beraber, yüksek kesimlerde kar şeklinde görülmektedir. Isparta merkezinde en yüksek kar 1946 yılı Mart ayında 59 cm olarak ölçülmüştür. Isparta'da ortalama yerel atmosfer basıncıda 898 mb'dır.

Ortalama yıllık potansiyel buharlaşma miktarı 1222 mm, ortalama bağıl nem %61 civarında gerçekleşmektedir. Ortalama günlük güneşlenme süresi 7 saat 29 dakikadır. Ortalama güneşlenme şiddeti ise 313 cal/cm²dak'dır. Yıllık ortalama rüzgar hızı ise 1.9 m/sn olarak ölçülmüştür. Hakim rüzgar güneybatısı (batı) ve keşişleme (güneydoğu) dir. Bugüne kadar ölçülen en hızlı rüzgar 12. 01. 1968 tarihinde

saniyede 30.7 m/sn hızla esen kible (güney) rüzgarıdır. Isparta’da yılın ortalama 64 günü kapalı, 182 günü bulutlu, 119 günü açık bir hava yaşarken, 7.5 günü kar yağışlı, 14.5 günü karla örtülü, 11.8 günü sisli ve 5.4 günü fırtınalı geçmektedir.

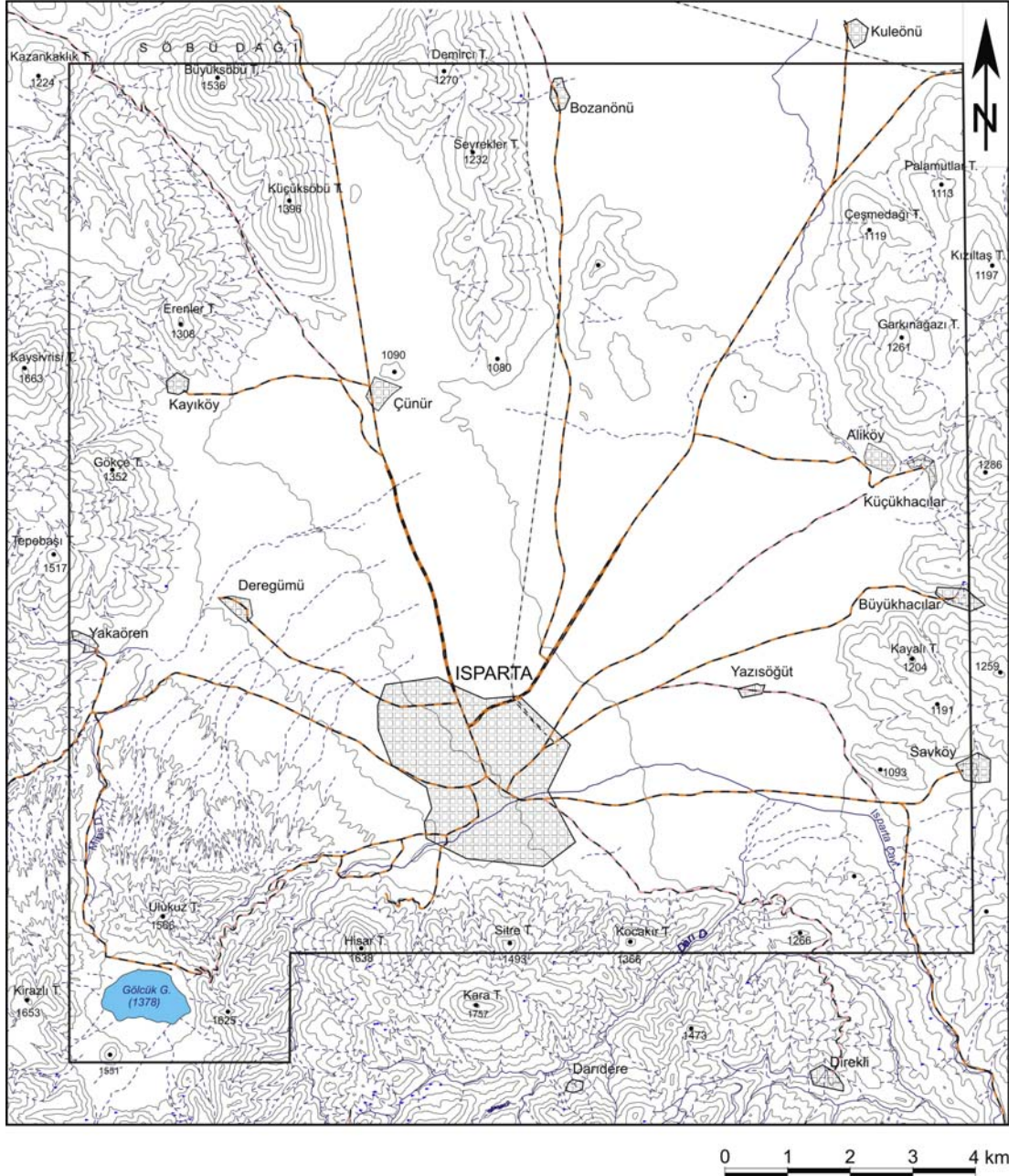
İlin bitki örtüsü, çalışma alanı içinde farklı özellikler gösterir. Ormanlar, birçok yerde bakımsızlık ve yıpranma nedeniyle azalmış, bazı alanlarda kalmış durumdadır. Ormandan yoksun olan yörelerin asıl bitki örtüsü, çalılıklar ve otlardır. 1500m yüksekliğe kadar, Akdeniz’e özgü maki türü ağaçlıklarla birlikte, meşenin egemen olduğu yapraklı ormanlar bulunur. Yörenin düşük kotlarında ise değişik tür meyve ağaçları ve gül yetiştirilmektedir.

1.2.3. Morfoloji

Çevredeki yükseltileri yapı ve litolojinin denetiminde gelişen Isparta Ovası kabaca bir daire şeklinde orta büyüklükte çöküntü bir ovasıdır (Şekil 1.2). Güneydeki Ayazma Tepeleri ile kuzeydeki ovayı sınırlayan tepeler arasındaki uzunluğu yaklaşık 8 km, ovanın batısında yer alan Deregümü Köyü ile kuzeydoğusunda yer alan Aliköy arasındaki uzunluğu yaklaşık 11 km kadardır. Doğu ve kuzeyinden Toros Karbonat Platformunun kenar dağları ile çevrili Isparta Ovasının rakımı ortalama 1035 m’dir.

Çalışma alanının güneyinde, Miyosen yaşlı flişlerden, kısmen de volkanik kayalardan oluşan dağlık ve tepelik araziler yer alır ve bunlar arasında Hisar Tepe (1638 m), Sitre Tepe (1493 m) ve Kocakır Tepe (1366 m) belirgin yükseltilerdir. Isparta Ovasının doğusunu çevreleyen karbonatlardan oluşan Davras Dağı ile bunun eteklerinde uzanan aynı özellikteki birimlerden oluşmuş Kayalı Tepe (1204 m), Alaca Tepe (1191 m), Tavlartaş Tepe, Kuru Tepe, Karkınağazı Tepe (1261 m), Çeşmedağ Tepe (1119 m), Palamutlar Tepe (1113 m) gibi tepeler yer almaktadır. Ovanın batısı yine flişlerden oluşan dağlık ve engebeli sahalarla sınırlı olup, Pamuklu Tepe, Gökçe Tepe (1352 m), Kurtluk Tepe, Taş Tepe, ve Kabak Tepe gibi tepeler yer alırlar.

Isparta Ovası kuzeyinde ise, aralarında alçak ve geniş geçitler bulunan Kretase yaşlı kireçtaşlarından oluşan Büyüksöbü Tepe (1536 m), Küçüksöbü Tepe (1369 m), Demirci Tepe (1270 m), Seyrekler Tepe (1232 m), Sivriçal Tepe (1201 m), Kırtepe (1080 m), Arapdağı Tepe (1117 m), İncirli Tepe (1047 m) gibi tepeler yer almaktadır.



Şekil 1.2. Çalışma alanındaki doruklar ile drenaj ağlarını gösteren topoğrafya haritası

Çalışma alanı güneybatısında kapalı bir havza şeklinde Gölcük Kalderası gözlenir. Bu kaldera içerisinde 1378 m kotunda Gölcük Gölü bulunmaktadır. Yakın dolaylarında Ulukuz Tepe (1566 m) ile Pilav Tepe (1551 m) göze çarpmaktadır.

Volkanik faaliyet sonucu Gölcük Kalderasından püsküren malzeme, büyük çoğunlukla faylanma etkisiyle oluşan Isparta çöküntü ovası doldurmuş ve ovaya güneybatıdan kuzeydoğuya tatlı bir meyil kazandırmıştır. Isparta yerleşim birimi güneybatı ve batısında, bu volkanik malzeme üzerinde çok sayıda sık, dar ve derin, uzun mesafede devamlılık göstermeyen drenaj ağları gelişmiştir. Oadaki drenaj ağının ana hatları ile önce güneyden kuzeye, sonra batıdan doğuya ve en son kuzeyden güneye uzanan bir yay şeklinde olması, genç tektonik ile ilişkili olmalıdır. Ovanın güney kesimdeki Isparta Çayı dışında sürekli akışı olmaması, ovayı çevreleyen dağlardan mevsimlere bağlı olarak akışa geçen kuru derelerin ova kenarında yelpaze oluşturmaları ve ova içinde yaygınlıklarının olmaması, Isparta Ovasının tektonik etkisinde gelişmiş oldukça genç olduğunu göstermektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çalışma konusu, Isparta Ovası volkanik zeminlerinin mühendislik özelliklerinin incelenmesidir. Bu volkanik zeminlerin oluşumu ovanın da içinde kaldığı bir alanın jeolojisi ile ilişkilidir. Bu nedenle, Isparta Ovasını volkanik zeminlerinin de içinde kaldığı bir alanın jeolojisi önem kazanmaktadır. Bu bölümde bölgenin jeolojisini açıklamaya çalışan araştırmaların bir özeti tarihsel bir sıra ile verilmeye çalışmıştır.

Altınlı (1944): Antalya-Burdur-Isparta bölgelerinde yaptığı araştırmalarda, Jura yaşlı kumtaşı, radyolarit, silisli şist, kuvarsit topluluğu ile temsil edilen "flişimsi serinin" üzerine Senomaniyen yaşlı Rudist ve Actaeonella'lı kireçtaşlarının geldiğini, üzerinde Senoniyen yaşlı kireçtaşlarının ve bunları da diskordansla Örtün Eosen'in varlığını tespit etmiştir.

Poisson (1977): Batı Toroslar'ın jeolojisi ile ilgili çalışmalar yaparak bölgede üç ana yapı ayırmıştır. Bunlar Triyas-Pliyosen aralığındaki kayaları kapsayan Beydağları otoktonu, Maestrihtiyen-Daniyen'de yerleşmiş Antalya napları ve Langiyen'de yerleşmiş Lisiyen (Likya) naplarıdır. Antalya napları alttan üste doğru Peridotit napları, Kocadağ masifi, Kargı, Ispartaçay ve Çataltepe üniteleri olarak belirlenmiştir. Lisiyen (Likya) napları ise alttan üste doğru Yavuz, Domuzdağ, Gülbahar ve Gümüşlü üniteleri olarak belirlenmiştir.

Gutnic vd. (1979): Isparta bükümünü ayrıntılı olarak çalışmışlardır. Araştırmacılar, bölgenin 1:100 000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritası hazırlamışlardır. Yaptıkları çalışmada bölgeyi değişik ünitelere ayırmışlardır. Temelde alt otokton adı verilen Davras dağ ve Erenler formasyonunun bulunduğu, ayrıca Isparta-Burdur arasında Lisiyen naplarının varlığından ve bölgeye Miyosen sonrası bir yerleşimden bahsetmişlerdir. Isparta ve Dinar arasındaki Eosen istiflerini farklı kabul etmişler ve tektonik özellikleri dikkate alarak ayırmışlardır.

Koçyiğit (1981): Isparta Bükümü kuzey iç kenarında Liyas sırasında yaklaşık D-B doğrultulu çekim fayı özelliğinde bir kırığın gelişmesiyle Hoyran neritik karbonat

platformunun biçim kazandığını ve bunun da Toros karbonat platformunun, özellikle Mesozoyik-Alt Tersiyer sırasında oluşan örnek istiflerinden biri olduğunu belirtmiştir. Isparta Büklümü kuzey iç kenarında, ilki Maestrihtiyen’de başlayan blok faylanmanın, aralıklı olarak Üst Lütésiyen sonu ve Oligosen boyunca geliştiğini ve Orta Oligosen’den sonra yeğİnliğini arttırarak günümüze değİn sürdüğünü belirten çalışmacı, özellikle Oligosen sonu ile günümüz arasında etkinliğı artan çekme gerilimi tektoniğı denetiminde, riftleşmenin bölgesel yükselme, faylanma ve volkanizma gibi evrelerinin geliştiğini ifade eder.

Koçyiğıt (1983): Hoyran Gölü dolayının tektoniğini incelemiş, burada yinelenerek birbirini izleyen duraylı çekme tektoniğı ve sıkışma tektoniğine bağı jeolojik yapıları başlıca üç tektonizma dönemine ayırmıştır. Bunlar sırasıyla, Eski Tektonik Dönem (Paleotektonik), Geçiş Dönemi ve Yeni Tektonik Dönem (Neotektonik) olmaktadır. Bu çalışmayla günümüzde başlıca, KD-GB, KB-GD ve K-G gidişli diri çekim faylarının varlığı ve bunlara bağı olarak bölgenin genişleyip kabuğun incelmekte olduğı, bu olgunun da, Anadolu-Ege levhasının kenarlarında etkin olan sıkışma geriliminin, levha içinde yarattığı çekme gerilimine bağı blok faylanmayla ilişkili olduğı sonucuna varılmıştır.

Poisson vd. (1984): Beydağları’nın stratigrafisini ortaya koyarak çeşitli fasiyesler ayırtlamıştır. Beydağları’nın Liyas’dan başlayarak Senoniyen sonuna kadar resifal kireçtaşları olarak devam ettiğini, Senomaniyen’in pelajik kireçtaşlarından oluştuğunu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşıda bir olistostrom varlığını, bunların üzerinde Lütésiyen kireçtaşının diskordan olarak durduğunu, Akitaniyen’in resifal kireçtaşları, Burdigaliyen’in filiş olarak devam ettiğini belirtir. Antalya naplarının üç ana naptan oluştuğunu ifade eden çalışmacı, kuzeybatıda Beydağları otoktonu üzerinde Likya naplarının bulunduğunu ifade etmektedir.

Koçyiğıt (1984): Güneybatı Türkiye ve yakın dolayındaki tektonik gelişimi üç döneme ayıran çalışmacı, geçiş döneminin Alp dağ oluşum kuşağının birçok kesiminde gözlendiğini ve kalın bir molas istifiyle ötelendiğini belirtir. Yeni Tektonik Dönemin ise, çekme tektoniğı denetiminde gelişen karasal tortullaşma,

onunla yaşıt kıta içi volkanizma ve blok faylanma ile belirginlik kazandığını ifade eder. Yeni Tektonik Dönemi temsil eden olay ve yapıların, Kuzey Anadolu Fayından çok Ege hendeğine bağlı çekme tektoniği sonucu oluştuğunu ve bundan dolayı da bölgenin verrev atımlı normal faylarla sınırlı çok sayıda ve değişik boyutta bloğa bölünmüş, depremelliği yüksek alanlar olduğunu belirtir.

Yalçınkaya vd. (1986): Batı Torosların jeolojisine ilişkin çalışmada bölgenin jeoloji haritaları yapılmış ve yapısal özelliklerine açıklık getirilmiştir. Antalya napları, Beyşehir-Hoyran napları ve Likya naplarının Menderes Masifinin kuzeyindeki ofiyolitlerin, Üst Kretase-Üst Paleosen'de masifin güneyine, Üst Paleosen-Alt Eosen'de Anatolid-Torid platformunun güneyine aktarılmasıyla oluştuğunu, bunların aynı kökenli kuzeyden gelen ofiyolitler olduğunu belirtmişlerdir. Sıkışma etkisiyle otokton birimler üzerine allokton birimlerin yerleştiğini ve bu sıkışma rejiminin, Beydağları doğusunda alçalmayla, batısında ise yükselmeye sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Güneydeki D-B yönlü sıkışma rejimi, kuzeyde çekme gerilmelerine karşılık birçok horst ve grabenin oluşmasını ve bu yapıların çukurluklarında günümüze kadar ulaşan göllerin çanaklarının meydana gelmesini sağladığı sonucuna varmışlardır.

Kazancı ve Karman (1988): Gölcük (Isparta) volkanoklastiklerinin sedimanter özellikleri ve depolanma mekanizmalarını araştırmışlar. Bu çalışmada Gölcük volkanizmasının sıg volkanizma olduğunu ve püskürttüğü volkanoklastik malzemenin karasal ortamda depolandığını belirtilmiştir. Çalışmacılar volkanizmanın iki evrede gerçekleştiğini, en az Üst Pliyosene kadar devam ettiğini söylemiş ve her iki evrede gelişen volkanoklastik istifleri incelemişlerdir. Alt volkanik istifinde bulunan tüfler yatay konumlu ve paralel tabakalıdır. Üst volkanik istifin kalınlığı az fakat yanal yayılımı oldukça fazladır. Bu istifin ayırıcı niteliğini kılan çok çeşitli tortul yapıları bulunmasıdır. Bu tortul yapılar volkanik tortularının depolanma mekanizmalarını ortaya koymaktadır ve merkezden başlayarak kuzeye doğru birbiriyle yanal geçişli olarak sıralanırlar. Volkanik malzeme yakın kesimlerde piroklastik döküntü ve base surge tortulları, daha ilerlerde piroklasik akma ve akıntı ürünlerine ve giderek akarsu kontrollü tortulara geçmektedir. Ayrıca Gölcük

volkaniklerinde aşırı miktarda pomzanın varlığının, volkanizmanın aşırı gaz ve su buharı basıncı taşımasından kaynaklandığı belirtmişlerdir.

Yalçınkaya (1989): Çalışmada Isparta ve dolayında Batı Toroslarda Mesozoyik-Tersiyer kayalarının stratigrafisini ve ofiyolitik kayalarla olan devinimlerinin yönlendirdiği tektonizması incelenmiştir. Anatolid-Torid platformunun güneyinin Neotetisin güney koluna ilişkin rift çökelleri olduğunu, ofiyolitlerin burada henüz olgunlaşmadığını ve riftin tüm Mesozoyik boyunca devam ettiği vurgulanmıştır. Bölgeye büklüm özelliği kazandıran D-B yönlü sıkışmanın Alt Miyosen ve sonrasında başladığı öne sürülmüştür. Ayrıca Ispartaçay formasyonunun allokon olmayıp Neotetisin güney kolunda gelişen ofiyolit yüzeylemesi aşamasında olgunlaşmamış rift çökelleri olduğunu ve ofiyolitik karmaşıkların yöreye ilk yerleşimlerinin Üst Paleosen-Alt Eosen denizi eşliğinde gerçekleştiği belirtilmiştir.

Karaman (1990): Isparta güneyinde yaptığı çalışmada Gölcük volkanizmasına bağlı olarak gelişen kayaçlar genel olarak farklı litolojik özellikleri ile birbirlerinden ayrılan iki ayrı volkanik evreden meydana geldiğini belirtmiştir. Bunlar alt ve üst volkanik evrelerdir. Alt volkanik evrede çevreye andezitik-trakitik özellikli lavlar yayılmış. Üst volkanik evresinin ürünleri tüf, tüfit, pomza gibi volkanoklastik malzemelerdir. Tüf düzeyleri içersinde gözlenen karasal aşınma izlerini yansıtan kırmızı renkli toprak oluşumlarını göz önüne alınarak Gölcük ana volkan bacasının faaliyetinin bazı zamanlar durakladığını veya püskürmenin zaman zaman yavaşladığını göstermiştir. Bölgede yüzeyleme veren değişik kesimlerdeki andezitlerden alınan örneklerin yaş tayinleri ortalama 4 ile 4.6 milyon yıl arasında yaş verdiğini belirtmiştir.

Özgül vd. (1991): Göller Bölgesi yada Isparta Büklümü adlarıyla bilinen Orta ve Batı Torosların birleştiği bölgeyi bir bütün olarak ele alarak bölgenin tektonostratigrafik birliklerini araştırmışlardır. Çalışmalarında bu bölgenin stratigrafik ve yapısal özellikleri açısından birbirinden farklı kaya topluluklarını kapsadığını, ortaya koymuşlardır

Görmüş ve Karaman (1992): Gönen-Atabey ve Ağlasun arasındaki bölgede yaptıkları çalışmada jeoloji haritası revize edilmiş ve bölgede temel bir stratigrafik çatı oluşturulmaya çalışılmıştır. Bölgedeki volkanizmanın Pliyo-kuvaterner yaşlı olduğu desteklenmiştir. Söbüdağ kireçtaşı üyesinin yer yer lagüner bir ortamda çökeldiği ifade edilmektedir. Paleosen’de var olan derin denizin Eosen’de de devam ettiği belirtilmiştir.

DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü (1993): Devlet Su İşleri XVIII. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanan raporda Isparta ovası için yeraltısuyu bilançosu hazırlanmış ve yeraltısuyu seviye değişimleri ortaya konmuştur. Bölgedeki kireçtaşlarının, Pliyosen yaşlı çökellerin ve alüvyonun akifer niteliği taşıdığı ve Isparta ovası yeraltısuyu akım yönünün batıdan doğuya doğru olduğu belirlenmiştir.

İrlayıcı (1993): Isparta Ovası beslenme havzasının hidrojeolojik özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada ovadaki zeminleri alüvyon olarak haritalanmış, alüvyona ait parametreler kullanarak yeraltısuyu seviye haritası hazırlanmış ve akım yönünün kuzeydoğudaki Atabey ovasına doğru olduğu tespit edilmiştir.

Kuşcu (1994): Gölcük (Isparta) dolaylarında yaptığı çalışmada Pliyosen ile Kuvaterner başlarında aktif olmuş kıta içi bir volkanizmanın ürünleri olan trakiandezitik lavlar Isparta Gölcük kalderası merkez olmak üzere oldukça geniş bir bölgede koniler ve dayklar oluşturmuş biçimde yayıldığını göstermiş. Ayrıca Gölcük volkanizmanın patlamalı bir karaktere de sahip olduğunu gösteren pomza, tuf, ignimbirit katmanlarından oluşan ve yer yer 400m kalınlığa ulaşan piroklastikler patlamalar etkisiyle kilometrelerce karelik bir alana yayıldığını belirtmiştir.

Yağmurlu (1994): Araştırmacı, Isparta güneyinde Lütésiye (Kayıköy formasyonu) ve Burdigaliye (Ağlasun formasyonu) yaşları arasında değişen iki farklı türbidit birim oluşunu ve bunları litofasiye özelliklerine dayanılarak kendi içinde tortul düzeylere ayrıldığını belirtmiştir. Her bir tortul düzeyin birikim ve beslenme alanında etkili olan özgül tektonik ve depolanma koşulları olduğunu ifade etmiştir.

Görmüş ve Özkul (1995): Isparta-Gönen arasındaki istiflerin stratigrafisini yeniden değerlendirmişler ve istif adlandırmalarında, yaşlandırmalarında ve ortamsal yorumlarında bazı bulgular sunarak, formasyon adlamalarında ilk adlamaları benimsemişlerdir. Değişik litolojik ünitelerden oluşan İncesu formasyonunun yaşını Eosen olarak belirmişlerdir.

Yağmurlu vd. (1997): Isparta Büklümü'nün gelişiminde alkali volkanizma ve aktif tektonizma ilişkisini ele alan çalışmacılar, büklümün KD ve KB yönlü doğrultu atımlı faylarla şekillendiğini, otokton olarak Beydağları ve Anamas-Akseki platformlarından, allokton olarak Antalya, Beyşehir-Hoyran-Hadim ve Likya naplarından oluştuğunu ifade eder. Büklümün KD-KB ve K doğrultulu faylarla üç bölgeye ayrıldığını (Teke, Antalya ve Akseki kırıkları) belirtir. Yazarlar, Afyon-Isparta arasındaki volkaniklerin, alkali ve hiperalkali karakterde ve yerel olarak subvolkanik birimler ve dayklar şeklinde meydana geldiğini, Eğirdir-Kovada grabeninin batısında, grabene paralel bir uzanım ile dizildiğini ifade eder.

Mutlutürk (2002): Kohezyonsuz zeminlerde yapılan Standart Penetrasyon Deneyi ile ilgili hesaplarda temel zeminin tane boyunun önemini belirten araştırmacı, kumun tane boyutu ile ilgili bir terim olduğu, köken ve jeolojik ortam ile ilgili bir ayrım olmadığını ifade etmiştir.

Nitekim kumların sadece tane boyutu değil, tane şekli, sertlik, yoğunluk, köken ve jeolojik ortamın da temel zeminin davranışı üzerinde önemli etkileri olduğunu vurgulamıştır. Jeolojik köken ve ortamı farklı olan kum zeminlerin davranışlarında bir farklılık varsa, bu farklılık standart penetrasyon darbe sayıları ile iç sürtünme açıları arasındaki ampirik eğriye de yansımaları gerektiğini savunmuştur. Bu düşünce ile yola çıkan araştırmacı Isparta Ovasını oluşturan volkanik kökenli kum zeminlerden elde edilen örneklerle dayanılarak bir ampirik eğri hazırlamış ve literatürdeki eğri ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmada Isparta Ovasındaki volkanik kökenli kum zeminler üzerinde açılan 17 adet temel sondaj kuyusu verileri kullanmıştır. Aynı sondajlardan alınan yaklaşık 100 örselenmiş örnek üzerinde laboratuvarda direk kesme deneyleri yapılarak iç sürtünme açıları bulmuştur. Elde edilen iç sürtünme açıları ile Standart Penetrasyon Deneyi darbe sayılarını gösteren grafik çizerek, Terzaghi ve Peck (1948) tarafından verilen grafik ile korele etmiştir. Elde edilen sonuçlar iki eğri arasında belirgin bir farklılık olduğunu göstermiştir

Mutlutürk vd. (2003): Araştırmacılar, Isparta Ovasına ilişkin daha önceki çalışmalarda onlarca metre kalınlıkta alüvyon olarak haritalanmıştır, dolayısıyla da, zeminle ilgili mühendislik çalışmalarında hesaplamalarında alüvyona ilişkin parametreler kullanıldığı belirtmişlerdir. Ancak, yaptıkları gözlemler bunun böyle olmadığını dile getirmişlerdir. Sayısı 50 yi aşan sondaj ve temel çukurunda yaptıkları gözlemler, ovanın her yerinin onlarca metre kalınlıkta alüvyon olmadığını, dahası alüvyon kalınlığının yer yer birkaç metreye indiğini, genellikle 2-4 metre kalınlıkta olduğunu göstermişlerdir. Dahası bu alüvyon olarak tanımlanan kesimlerde alınan örneklerden yapılan ince kesit çalışmalarında, birimin zayıf tutturulmuş tüfler olduğu ortaya çıkarmışlardır. Tüflerin mikroskopik incelenmesi, bunların çeşitli mineraller ve volkanik kaya parçalarının volkanik camdan oluşan kül bir matiks ile tutturulduğunu göstermişlerdir.

Poisson vd. (2003): Araştırmacılar yöredeki birimleri otokton, paraotokton ve allokton olarak değerlendirmişler ve değişik zamanda meydana gelen tektonik gelişmeler ile yörenin bu günkü konumunu aldığını belirtmişlerdir. Çalışma alanında yer alan Üst Kretase yaşlı Davras kireçtaşlarını, Eosen yaşlı Isparta formasyonunu ve Miyosen yaşlı sedimanları otokton ve paraotokton olarak değerlendirmişler bunların altında yer alan Isparta çay formasyonunu ve ofiyolitleri ise allokton olan Antalya naplarına dahil etmişlerdir. Önceki çalışmaların sentezini yapan araştırmacılar, Bölgede ters faylanmalara ve bindirmelere bağlı bir model üzerinde durmuşlardır.

Çelik (2006): Isparta Ovasında yaptığı çalışmada daha önce yapılmış olan Genel Jeoloji ve Mühendislik Jeolojisi verileri derlenip, sayısal ortama aktararak

sorgulanabilir hale getirilmiştir. Çalışma kapsamında Isparta Ovasında daha önce yapılmış olan 48 adet temel sondaja ait 373 adet örneğin tane özelliklerini incelemiş ve organik madde tayini yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda, bir örnek oluşturabilmesi için değişik derinliklerdeki volkanik ve sedimanter tane yüzdelерinin değişimleri haritalanmıştır. Bu haritalar incelendiğinde Isparta Ovasındaki genç çökellerin alüvyal karakterde olmadığı, volkanizma faaliyet sonucu olarak ovayı dolduran malzemenin volkanik kökenli olduğu göstermiştir.

Mutlutürk (2006): Zemin tanımı ve haritalanmasının önemi adlı çalışmasında zeminler, mühendislik çalışmalarında tane boyu dağılımlarına ve kıvamlarına bakılarak sınıflandırıldığını, bu sınıflamalar sadece zeminin içindeki bileşenlerini ve sınıfının ne olduğunu gösterdiğini hatırlatmıştır. Ancak zeminler, aynı zemin sınıfına dahil olsalar bile farklı oluşum kökenlerine sahip olabilirler. Bu da aynı zemin sınıfına sahip zeminlerin, farklı mühendislik özelliklerine sahip olabileceği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle araştırmacı Isparta Ovası zeminlerini de örnek vererek, zemin ortamlarında yapılacak haritalama çalışmasında zeminleri oluşum kökenlerine göre tanımlanmasının ve haritalanmasının gerektiğini vurgulamıştır .

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Isparta Ovası volkanik zeminlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları şeklinde gerçekleşmiştir.

Arazi çalışmalarında, Isparta Ovasındaki zeminlerin çevredeki jeolojik birimlerle olan ilişkisini ortaya koymak amacı ile 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Jeoloji haritası yapımında 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar, el GPS, jeolog pusulası, jeolog çekici, fotoğraf makinesi, % 10'luk HCl asit ve büyüteçten yararlanılmıştır.

Volkanik zeminlerdeki arazi çalışmalarında, inşaat temel kazıları ve bu alanlarda yapılan temel sondajlar izlenmiştir. İnşaat temel kazılarının uygun seviyelerinden, kazıcı ve kesici el aletleri ile örselenmiş-örselenmemiş numuneler alınmıştır.

Ayrıca Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) 1732-D-08 araştırma projesi kapsamında seçilen iki alanda 6 adet temel sondaj açılarak örselenmiş ve örselenmemiş numuneler alınmış ve deneysel çalışmalar yapılmıştır.

Laboratuvar çalışmaları kapsamında yapılan bütün deneyler Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araziden gelen örselenmemiş blok numuneleri üzerine direk kesme deneyi, aynı numuneler üzerinde örselenmiş koşullarda direk kesme ve üç eksenli basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. Ayrıca bütün numunelerden sınıflama ve tanımlama deneyleri de yapılmıştır.

Direk kesme deneyi kesme cihazı üzerinde yapılmaktadır. Cihaz, numunenin bulunduğu kesme kutusu ve yükleme bölümü olmak üzere iki kısımdan oluşur. Bu

çalışmada direk kesme deneyi daire tabanlı ELE digital cher machine 26 – 2112 tipi direk kesme cihazı kullanılarak yapılmıştır. Burada kesme kuvveti sabit bir hızla uygulanır. Kesme kutusunun alt yarısı bilyalar üzerine oturmuş olup üniform bir hızla ileriye doğru itilir kutunun üst yarısı çelik yük halkasına dayanmakta olup bu halkanın deformasyonları okunur ve buradan kesme kuvveti bulunur. Üç eksenli deneylerinin yapımında ELE 25 – 3518 tipi digital üç eksenli basınç deney seti kullanılmıştır. Her iki deneyde gerilme ve deformasyon okumaları ELE Autonomous Data Acquisition Unis (ADU) MM 700 serisi okuyucu vasıtası ile bilgisayar ortamında yapılmıştır. Bunların yanı sıra ASTM E-11 kare delikli elek seti, hidrometre, piknometre, hassas terazi, etüv, numune tüpleri, numune kalıpları, numune kapları, desikatör gibi laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır.

Büro çalışmaları sırasında yapılan çizim ve hesaplamalarda CorelDRAW X3, AutoCAD 2006, Mikrosoft Excel bilgisayar programlarından yararlanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Arazi Çalışmaları

3.3.1.1. Genel Jeoloji Çalışmaları

Genel jeoloji çalışmaları kapsamında Isparta Ovası ve yakın civarda yaklaşık 200 km²'lik bir alanın 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Jeoloji harita alımı dokanak izleme yöntemine dayalı olarak yapılmıştır. Jeoloji harita alımı yapılırken bölgenin genel yapısal özellikleri belirlenmiştir. Yapısal unsurları dikkate alınarak jeoloji enine kesitleri, stratigrafi sütün kesiti çizilerek bölgedeki jeolojik birimlerin konumu ve birbiriyle olan ilişkileri ortaya konmuştur.

3.2.1.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları

Isparta Ovasındaki zemin özellikleri belirlemek doğrultusunda gerek inşaat temel kazılarında gerekse yol, dere ve yamaçların aşınma yüzeylerinde toplam 80 noktada

gözlemsel incelemeler, zemin tanımlamaları yapılmış ve kesitleri alınmıştır. Bu gözlem noktaların bulunduğu alanlarda yapılan temel sondaj çalışmaları da izlenmiştir. Bütün verilerden yararlanarak Isparta Ovasındaki zeminin genel bir profili çıkarılmıştır. Ayrıca inşaat temel çukurlarının 26'sından toplam 64 adet yaklaşık 30x30x30 cm ebatlarında örselenmemiş blok numune alınmıştır.

Bilimsel Altyapı Projeleri tarafından desteklenen proje kapsamında seçilen iki alanda 6 adet temel sondaj açılmıştır. Açılan sondajlarda, her 1m'de Standart Penetrasyon Deneyi yapılmış ve örselenmiş numuneler alınmış ve uygun seviyelerden özel tasarlanmış numune tüpleri ile örselenmemiş numuneler alınmıştır.

3.2.1.3. Örselenmemiş Blok Numune Alımı

Örselenmemiş numune alınacağı yer seçiminde iki husus dikkate alınmıştır. Bunlardan birincisi, numune alınırken zemin kendi kendine tutabilme özelliğine sahip olması, ikincisi ise alınan numunenin alındığı zemin ortamını temsil edebilir olmasıdır. Isparta Ovasındaki volkanik kökenli zeminleri zayıf tutturulmuş olup en ufak darbe ile çok kolay dağılabilir özelliğe sahip olduğundan örselenmemiş numune alımı dikkatli bir şekilde yapılmıştır. İnşaat temel çukuru içinden örselenmemiş numune alınımında aşağıda belirtilen işlemler sırası ile yapılmıştır;

İnşaat temel çukurunun zemin profili çıkarılarak numune alınacak yerler belirlenmiştir. Numune alımı için seçilen ve genelde kazı duvarında olan noktada öncelikle dış faktörlerden etkilenmeyen zona kadar ulaşabilmek için yüzey temizlenmiştir. Daha sonra numune alınacak katmanın bulunduğu bölgede yan yüzey düzeltilerek numune boyutları işaretlenmiştir (Şekil 3.1 a). Bu işaretlenen yerin etrafı oyularak alınacak numunenin kenarları oluşturuluş ve prizma biçiminde gelen numune tıraşlanmıştır (Şekil 3.1 b). Ortaya çıkan bu numune, arka yüzeyden bıçak ile kesilerek özenle oyuktan alınarak, yüzeyleri düzeltilip (Şekil 3.1 c) örselenmeyi önlemek için sarılmış, numaralandırılmış ve üst yüzeyi işaretlenmiştir (Şekil 3.1 d). Bu şekilde alınan numuneler, üzerine deney yapılmak üzere dikkatlice SDÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Bölümü Uygulamalı Jeoloji laboratuvarına

getirilmiştir. Bir inşaat çukurunda blok numune alınabilecek farklı zemin tabakalarının bulunması halinde her bir tabakadan ayrı ayrı numune alınmıştır.

3. 3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuara gelen örselenmemiş blok numunelerinin üzerinde direk kesme deneyi yapıldıktan sonra aynı numunelerden örselenmiş koşullarda TS1900-2'ye göre farklı su muhtevasında direk kesme ve üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır.



Şekil 3.1. Örselenmemiş blok numune alınması

Örselenmemiş blok numunelerden hacmi belli bir numune kalıbı yardımıyla direk kesme deney numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler kalıp ile beraber hassas terazide tartılıp, kalıp ağırlığını çıkararak zemin numunesinin doğal haldeki ağırlığı

bulunmuştur. Numune ağırlığı hacmi ile bölünerek zeminin doğal birim hacim ağırlıkları bulunmuştur. Direk kesme deneyi tamamlandıktan sonra deney numunelerinin su muhtevaları alınmış ve tane birim hacim ağırlığı deneyi yapılmıştır.

Örselenmemiş numunelerden yapılan deneylerden sonra aynı numuneler üzerinde rölatif sıklık, elek analizi, hidrometre ve kıvam limitleri deneyleri TS 1900-1'ye göre yapılmıştır.

Elek analizi için hazırlanan numune kurutulup ıslak elek, 200 No'lu elekten geçen numune kurutulup hidrometre deneyi yapılmıştır. Aynı numuneler 40 No'lu elekten elenerek kıvam limitleri deneyleri yapılmaya çalışılmıştır.

Rölatif sıklık (D_r), daha önce hacmi ve ağırlığı belirlenmiş 50 mm çaplı özel bir kalıp yardımıyla yapılmıştır. Kurutulmuş numunenin önce sarsmadan kalıp içine doldurarak en gevşek haldeki kuru birim hacim ağırlığı (γ_{dmin}) daha sonra numuneyi kalıp içine sıkıştırılarak, alabileceği en yüksek kuru birim hacim ağırlığı (γ_{dmax}) belirlenmiştir. Bu işlem 4-5 defa tekrarlanarak sonuçlarının aritmetik ortalama değerleri, örselenmemiş numunenin kuru birim hacim ağırlığı (γ_d) da kullanılarak (3.1) bağıntısı ile rölatif sıklık belirlenmiştir.

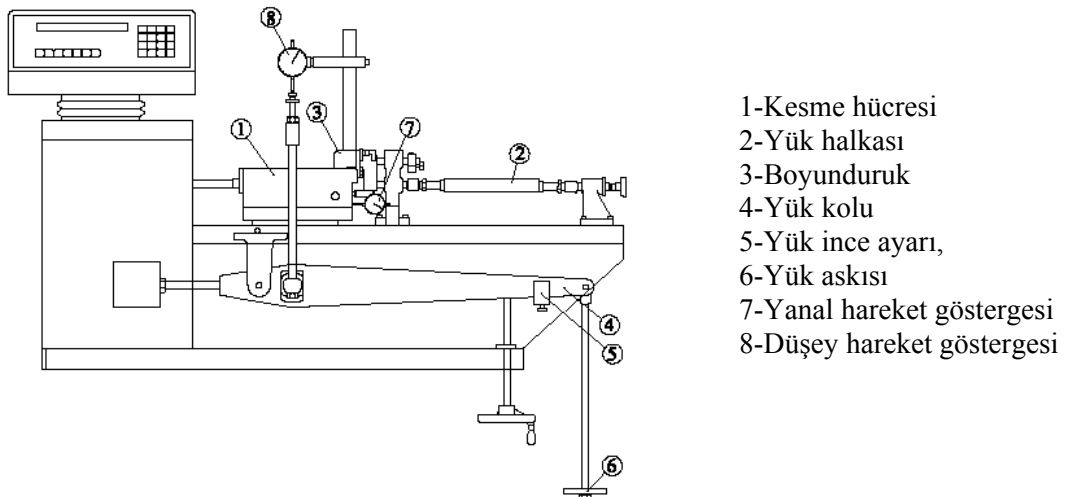
$$D_r = \frac{\gamma_{dmax} (\gamma_d - \gamma_{dmin})}{\gamma_d (\gamma_{dmax} - \gamma_{dmin})} \quad (3.1)$$

3.3.2.1. Direk Kesme Deneyi

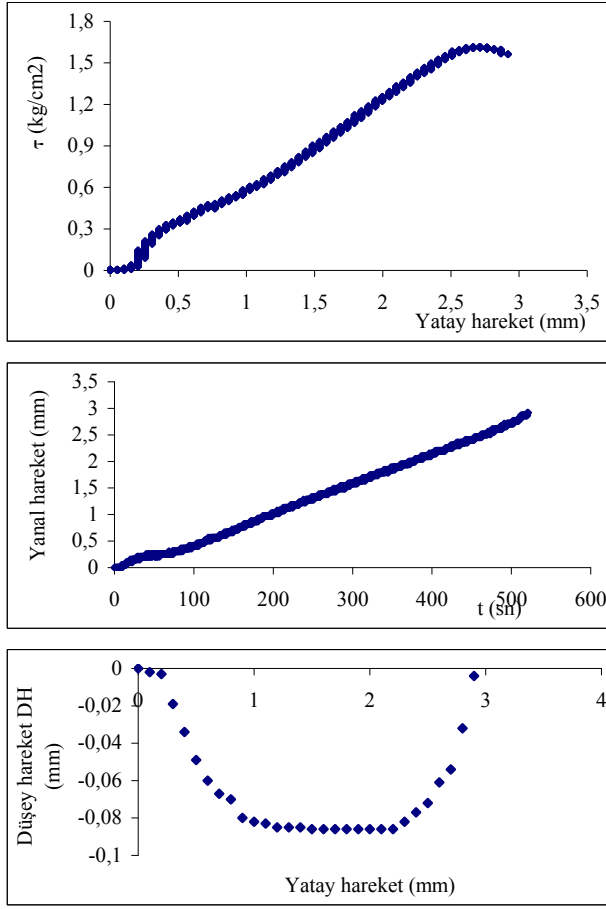
Bir zeminin kesme direnci onun dayanabileceği maksimum kayma gerilmesidir. Direk kesme deneyi sabit bir düşey yük altında zemin numunesinde yenilme gerçekleşene kadar artan bir kesme kuvvetinin uygulandığı bir deneydir. Direk kesme deneyinin yapıldığı cihaz, numunenin yerleştirildiği kesme kutusu ve yükleme bölümü olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Bunların değişik tipleri vardır. Bu

çalışmada kesme deneyi Şekil 3.2’de şematik olarak gösteren ELE Digital Cheir Machine 26-2112 tipi direk kesme aleti üzerinde yapılmıştır.

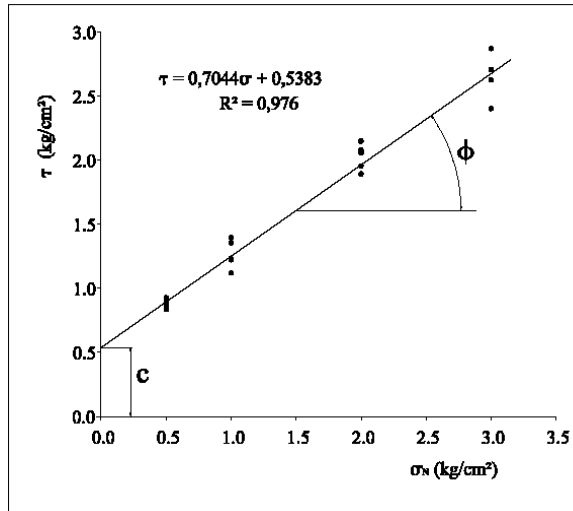
Kesme kutusu alt ve üst çenelerden oluşur (Şekil 3.3). Kutunun alt çenesi uniform bir hızla ileriye doğru itilirken, kutunun üst çenesi çelik yük halkasına dayandığından, bu halkanın deformasyonları okunur ve halka katsayısı ile kesme kuvveti bulunur. Bu iki çene, numune hazırlama aşamasında birbirine iki vida ile bağlanır. Kesme kutusu içine alttan üste doğru sırayla metal plaka, poroztaş, filtre kağıdı, numune, filtre kağıdı, poroztaş ve en üste yük başlığı yerleştirilir. Böyle hazırlanan kutu yerine yerleştirilip sabitlenir ve yükleme başlığı vasıtasıyla düşey yük, kaldırma sistemi vasıtasıyla uygulanır. Kesme kutunun alt ve üst çeneleri birbirini bağlayan vidaların, daha sonra kesme esnasında kutusunun alt ve üst çeneleri birbirine değerek sürtünme kuvveti oluşturmaması için, 1-2 tur çevirmek suretiyle çeneleri birbirinden ayrılması sağlanır. Yatay ve düşey deformasyon belirleme göstergeleri sıfırlandıktan sonra uygulanan düşey yük altında numunenin konsolide olmasını beklenir. Eğer deney doygun haldeki numune üzerin yapılacaksa hücre su ile doldurulur ve doygun hale gelmesi için beklenir. Düşey yöndeki deformasyon belirleme göstergesi sabitlendikten sonra yatay yük uygulanarak kesme işlemine geçilir.



Şekil 3.2. ELE Digital Cheir Machine 26-2112 tipi direk kesme cihazı



Şekil 3.4. Yanal hareket-kesme gerilmesi, zaman-yanal hareket ve yanıl hareket-düşey hareket grafikleri (16-2 No'lu numune, ıt342 deney numunesi; $\sigma_N=2$ kg/cm²)



Şekil 3.5. σ_N - τ_N diyagramı, ϕ ve c 'nin belirlenmesi (7-2 No'lu numune; 20 deney)

3.3.2.2. Direk Kesme Deney Numunesi Hazırlanması

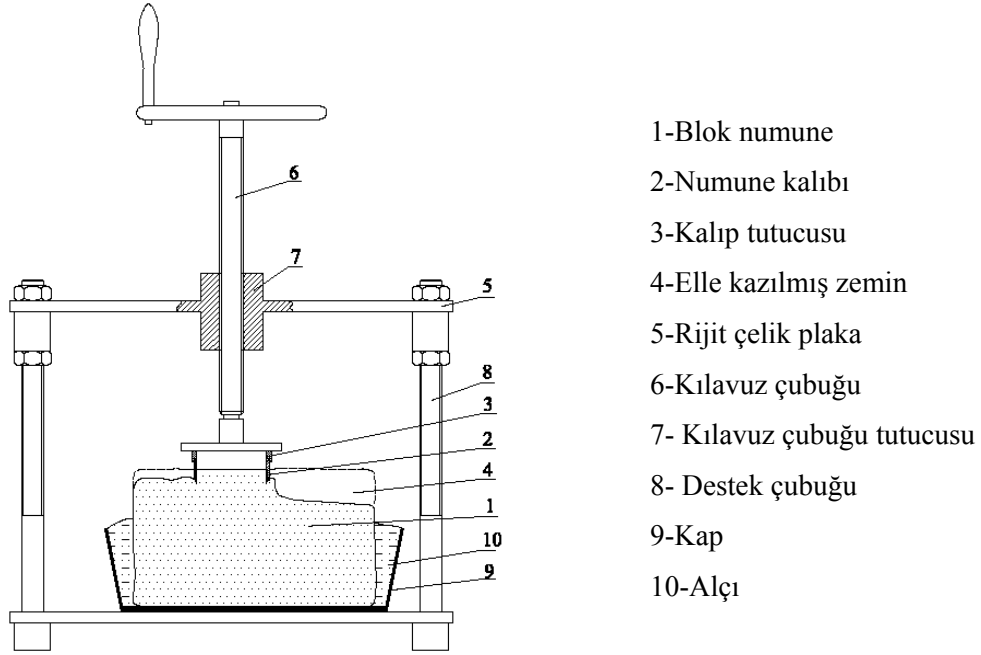
Örselenmemiş Deney Numunesi Hazırlanması: Araziden gelen örselenmemiş blok numune zayıf tutturulmuş olduğundan, en küçük darbe ile kırılıp dağılmaya uygun bir yapıya sahiptir. Örselenmeyi önlemek için blok numunenin “üst” işareti yukarı gelecek şekilde alçı içine alınır, üst yüzeyi açılıp düzeltilir ve numune çıkarıcı içine sabitlenir. İç çapı 63.0 mm yüksekliği 22.4 mm keskin kenarlı ince cidarlı silindirik bir numune alıcı kalıp düzeltilmiş blok numunenin yüzeyi üzerine konur. Üzerine kalıp tutucusu yerleştirilir ve bunlar, numune çıkarıcı kolu çevirerek hafif bastırılıp sabitlenir (Şekil 3.6).

Numune kalıbı çevresi kesici aletlerle birkaç milimetre derinliğe kadar kazılır, numune çıkarıcı kolu yavaş çevirerek numune kalıbı dikkatlice bastırılır ve kazılan seviyeye kadar inmesini sağlanır. Kalıbı bastırarak kazılan seviyeden fazla indirilmesi numunenin örselenmesine neden olacağından, numune çıkarıcı kalıbı etrafı yine kazılır ve kalıp kazılan seviyeye kadar indirilir. Bu işlem zemin kalıbın içinden üst yüzeyi geçene kadar devam eder ve kalıp içine alınan numunenin blok numunesinden kesilir. Üst ve alt yüzeyleri kesilerek düzeltilen numune kalıbın tam hacmini almış olur. Bu şekilde alınan numune hassas terazide tartılır, toplam ağırlıktan kalıp ağırlığını çıkarıp kalıp hacmi ile bölünerek zeminin doğal birim hacim ağırlığı (γ_n) bulunmuş olur.

Hazırlanan numune bir piston yardımıyla numune çıkarıcı kalıptan kesme kutusuna aktarılır (Şekil 3.7) ve kesme deneyine başlanır. Bu şekilde 51 adet örselenmemiş numunedan 0.0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, kg/cm² düşey basınçta toplam 521 adet direk kesme deneyi yapılmıştır (Çizelge 3.1).

Bilindiği gibi bir zeminin mekanik özellikleri onun fiziksel özelliklerine bağlıdır. Zemin ortamı homojen olmayıp, fiziksel özellikleri hem düşey hem de yatay yönde değişebilir. Numune alınırken, her ne kadar homojen numune alınmaya çalışılmış ise, zeminde yanal ve düşey yöndeki özelliklerin değişimi deney sonuçlarını etkileyebilir. Bu şekilde oluşabilecek hataları en aza indirmek için blok numunenin üst yüzeyinden

alınan deney numunesi üzerinden sırayla 3.0, 2.0, 1.0, 0.5 kg/cm², blok numunenin alt seviyelerden hazırlanan deney numunelerinden 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 kg/cm² düşey basınçlarda deney yapılmıştır. Bu şekilde aynı seviyelerden farklı düşey basınçlarda deney yapılarak, numune içindeki heterojenliklerin etkisinin en aza indirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.6. Örselenmemiş blok numuneden deney numunesi hazırlanışı



Şekil 3.7. Deney numunesinin numune çıkarıcı kalıptan kesme kutusuna aktarılması

Çizelge 3.1. Örselenmemiş (UD), örselenmiş (D) numunelerden yapılan deney ve deney sayılarının dağılımı

Numune No:	Koordinatlar		Derinlik (m)	Deney Sayısı												w	γ _n	γ _s
	Y	X		Direk Kesme					Üç eksenli									
				σ _N (kg/cm ²)					σ _{III} (kg/cm ²)									
				0	0,5	1	2	3	0	0,5	1	1,5	2	3				
1-1 UD	84327	82378	7		5	5	6	5							21	21	21	
1-1 (w _n =12,655) D					2	2	3	2		1	1	1	1		9			
1-1 (w=3) D										1	1	1	1					
1-1 (w=20) D										1	1	1	1					
1-1 (w _{sat} =32,6) D										1	1	1	1					
1-2 UD			7							1	1		1					
1-3 UD			7		2	2	2	2							8	12	24	
1-3 (w _{sat}) UD					1	1	1	1							4			
1-3 (w _n =10,7) D					2	2	2	2		1	1	1	1		8			
1-3 (w=3) D					2	2	2	2		1	1	1	1					
1-3 (w=20) D					3	2	2	2		1	1	1	1		9			
1-3 (w _{sat} =31,3) D					2	2	2	3		1	1	1	1		8			
2-1 UD			4,5		2	2	2	3							9	12	12	
2-1 (w _{sat}) D						1	1	1										
2-1 (w _n =7,89) D					2	2	2	2		1	1	1	1		8			
2-1 (w=3) D					2	2	2	2		1	1	1	1		8			
2-1 (w _{sat} =20) D					2	2	2	2		1	1	1	1		8			
2-1 (w _{sat} =34,1) D					2	2	2	2		1	1	1	1		8			
2-2 UD	84332	82314	5	2		2	2	3							9	9	9	
2-2 (w _n =9,22) D					2	3	2	4	1	2	2	2	2		11			
2-2 (w=3) UD					3	2	2	3		1	1	1	1		9			
2-2 (w=20) D					2	2	4	2		1	1	1	1		10			
2-2 (w _{sat} =31,6) D					2	3	3			1	1	1			8			
2-3 UD	84332	82314	4	2		3	3	2							10	10	10	
3-2 UD	84254	82373	4,5	3		3	3	3							12	12	12	
3-3 UD	84254	82373	3	2	2	2	2								9	9	9	
3-3 (w _n =8,34) D					2	2	7	3	1	2	3	1	4		17			
3-3 (w=3) D					3	2	2	3		1	1	1	1		10			
3-3 (w=20) D					2	2	3	2		1	1	1	1		9			
3-3 (w=25) D					1	2									3			
3-3 (w _{sat} =33,2) D					3	3	3			1	1	1	1		9			
4-1 UD	85049	82947	2,3			2	3	2							7	7	7	
4-2 UD	85049	82947	2,5	3		2	2	1							8	8	8	
4-2 (w _n =8,85) D					2	2	3	4		1	1	1	1		11			
4-2 (w=3) D					1	3	4	4		1	1	1	1		12			
4-2 (w=20) D					2	2	2	5		2	2	2	2		11			
4-2 (w _{sat}) D					2	2	2			2	2	2	2		6			
5-1 UD	84375	83140	3	3		3	3	3							12	12	12	
5-1 (w _n =10,36) D					3	2	2	2		1	1	1	1		9			
5-1 (w=3) D										1	1	1	1					
5-1 (w=15) D										1	1	1	1					
5-1 (w=20) D										2	1		1					
5-1 (w _{sat} =37,4) D										2	1	1	1					
5-3 UD	84375	83140	2,5	2		2	2	2							8	8	8	
6-1 UD	84062	82601	2,3		2	2	3	4							11	11	11	
6-1 (w _n =17,19) D					2	3	3	3		1	1	1	1		11			
6-1 (w=3) D										1	1	1	1					
6-1 (w=10) D										1	1	1	1					
6-1 (w _{sat} =29,7) D										1	1	1	1					

Çizelge 3.1. (devam)

6-2	UD	84062	82601	2,3		2	4	3	3						12	12	12
7-2	UD	84055	82873	3		5	5	5	5						20	20	20
7-2 (w _n =11,44)	D					4	2	2	2			1		1	1	10	
7-2 (w=3)	D											1		1	1		
7-2 (w=20)	D											1		1	1		
7-2 (w _{sat} =33,4)	D											1		1	1		
8-1	UD	83851	82478	2		1	1	1	2						5	5	5
8-2	UD	83851	82478	2,3		1	1	1	3						6	6	6
8-2(w _n =14,997)	D					3	2	3	2			1		1	1	10	
8-2 (w=3)	D											1		1	1		
8-2 (w=10)	D											1		1	1		
8-2 (w=20)	D											1		2	2		
8-2 (w _{sat} =30,60)	D											1		1	1		
8-3	UD			2,3		2	3	2	2						9	9	9
9-1	UD	84440	81916	1,7		3	3	4	4						14	14	14
9-1 (w _n =9,1998)	D					2	2	3	4			1		1	1	11	
9-1 (w=3)	D											1		1	1		
9-1 (w=20)	D											1		1	1		
9-1 (w _{sat} =38,9)	D											2		1	1		
10-1	UD	83157	82639	1,6		5	6	5	6						22	22	22
10-1 (w _n =10,41)	D					2	2	2	2			1		1	1	8	
10-1 (w=3)	D											1		1	1		
10-1 (w=20)	D											1		1	1		
10-1 (w _{sat} =32,6)	D											1		1	1		
11-1	UD	82642	83194	1,6	2		2	2	3						9	9	9
11-1 (w _n =11,64)	D					2	2	2	2			1		1	1	8	
11-1 (w=3)	D											1		2	1		
11-1 (w=20)	D											1		1	1		
11-1 (w _{sat} =36,6)	D											1		1	1		
11-2	UD	82642	83194	1,9	2		2	2	2						8	8	8
12-1	UD	83348	82498	1,3		1	1	2	2						6	6	6
12-1 (w _n =10,60)	D					2	3	3	2			1		1	1	10	
12-1 (w=3)	D											1		1	1		
12-1 (w=20)	D											1		1	1		
12-1 (w _{sat} =37,17)	D											1		1	1		
13-1	UD	83296	82557	1,4	2		3	3	3						11	11	11
13-2	UD	83296	82557	1,6	1		3	2	2						8	8	8
13-2 (w _n =12,6)	D					2	2	3	2			1		1	1	9	
13-2 (w=3)	D											1		1	1		
13-2 (w=20)	D											1		2	1		
13-2 (w _{sat} =38,9)	D											1		1	1		
14	UD	83664	85344	1,5		2	2	2	2						8	8	8
14 (w _n =9,44)	D					2	2	2	2			1		1	1	8	
14 (w=3)	D											1		1	1		
14 (w=20)	D											1		2	2		
14 (w _{sat} =36,9)	D											1		1	1		
15-1	UD	83700	85017	2,3			1	1	1						3	3	3
15-2	UD	83700	85017	3,1		1	1	1	1						4	4	4
15-2 (w _n =11,46)	D					2	2	3	4			2		2	2	11	
15-2 (w=3)	D											1		2	3		
15-2 (w=20)	D											1		1	2		
15-2 (w _{sat} =35,5)	D											1		1	1		
15-3	UD	83700	85017	4			1	2	1						4	4	4
16-2	UD	83655	85042	3,7		2	3	3	3						11	11	11

Çizelge 3.1. (devam)

16-2 ($w_n=11$)	D					2	3	3	2			1		1	1	10		
16-2 ($w=3$)	D											1		1	1			
16-2 ($w=18$)	D											1		1	1			
16-2 ($w_{sat}=29,5$)	D											1		1	1			
17-1	UD	83957	82794	2,7	1	3	3	3	3							13	13	13
17-2	UD			3		2	2	2	2							8	8	8
17-2 ($w_n=10,05$)	D					2	2	2	3			1		1	1	9		
17-2 ($w=3$)	D											1		1	1			
17-2 ($w=17,35$)	D											1		1	2			
17-2 ($w_{sat}=35$)	D											1		1	1			
18-2	UD	83590	84310	2,5		2	2	3	3							10	10	10
18-2 ($w_n=8,86$)	D					2	3	4	2			1		2	1	11		
18-2 ($w=3$)	D											1		1	1			
18-2 ($w=20$)	D											1		1	1			
18-2 ($w_{sat}=40,7$)	D											1		1	1			
19	UD	83732	84348	1,6		2	2	3	3							10	10	10
19 ($w_n=15,12$)	D					2	2	3	3			2		2	1	10		
19 ($w=3$)	D											1		1	1			
19 ($w=10$)	D											1		1	1			
19 ($w=20$)	D											1		3	2			
19 ($w_{sat}=35,8$)	D											1		1	1			
20(A)-1	UD	84058	82528	1,5	1		1	2	3							7	7	7
20(A)-2	UD	84058	82528	1,5	2		2	3	3							10	10	10
20(A)-2 ($w_n=7,8$)	D					1	1	1	1			1		1	1			
20(A)-2 ($w=3$)	D											1		1	1			
20(A)-2 ($w=20$)	D											1		1	1			
20(A)-2 ($w_{sat}=32$)	D											1		1	1			
20(B)-1	UD	84058	82528	5,2	2	3	3	3	3							14	14	14
20(B)-1 ($w_n=16$)	D					2	4	2	2			1		1	1	10		
20(B)-1 ($w=3$)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
20(B)-1 ($w=10$)	D					2	2	2	3			1		1	1	9		
20(B)-1 ($w_{sat}=34$)	D					2	2	2				1		2	1	6		
20(B)-2	UD	84058	82528	5,2		2	2	2	2							8	8	8
20(B)-2 (w_{sat})	D	84058	82528	5,2		2	2	2	2							7	8	8
20(B)-2 ($w_n=13$)	D					2	2	2	2		1	1	1	1		8		
20(B)-2 ($w=3$)	D					2	2	2	2		1	1	1	1		8		
20(B)-2 ($w=20$)	D					2	2	2	2		1	1	1	2		8		
20(B)-2 ($w_{sat}=34$)	D					2	2	2	2		1	1	1	1		8		
20(B)-3	UD	84058	82528	5,5	1	3	3	3	4							14	14	14
20(C)	UD																	
21-2	UD	83200	82550	3		3	3	3	3							12	12	12
21-2 ($w_n=7,91$)	D					2	2	3	2			1		1	1	9		
21-2 ($w=10,62$)	D					2	2	3	2							9		
21-2 ($w=3$)	D											1		1	1			
21-2 ($w=20$)	D											2		1	1			
21-2 ($w_{sat}=34,1$)	D											1		1	1			
22(A)	UD	84271	83627	2,2	1	3	4	3	4							15	15	15
22(A) ($w_n=11$)	D					1	1	1	2			1		1	1			
22(A) ($w=3$)	D											1		1	1			
22(A) ($w=17$)	D											1		1	1			
22(A) ($w_{sat}=36,6$)	D											1		1	1			
22(B)-1	UD	84271	83627	3,4		1	2	2	2							7	7	7
22(B)-2	UD	84271	83627	3,7		3	2	2	3							10	10	10
22(B)-2 ($w_n=16$)	D					3	2	3	4			1		1	1	12		

Çizelge 3.1. (devam)

22(B)-2 (w=3)	D					2	3	3	2			1		1	1	10		
22(B)-2 (w=10)	D					2	2	5	4			1		1	1	13		
22(B)-2 (w _{sat} =39)	D					2	2	2				1		1	1	6		
23-1	UD	84590	83428	1,5		2	2	2	3							9	9	8
23-1 (w _n =3,40)	D					2	3	4	3			1		1	1	12		
23-1 (w=10)	D											1		1	1			
23-1 (w=20)	D											1		1	1			
23-1 (w _{sat} =36,8)	D											1		1	1			
24-2	UD	82884	90068	2,7		3	3	3	4							13	13	13
24-2 (w _n =18,4)	D					2	2	2	5			1		1	1	11		
24-2 (w=3)	D											1		1	1			
24-2 (w=10)	D											1		1	1			
24-2 (w _{sat} =45,3)	D											1		1	1			
25-1	UD	83844	83445	2,2		2	2	2	2							8	8	8
25-2	UD	83844	83445	2,5		1	1	1	3							6	6	6
25-2 (w _n =10,30)	D					2	2	4	2			1		1	1	10		
25-2 (w=3)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
25-2 (w=20)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
25-2 (w _n =39,97)	D					2	2	2				1		1	1	6		
26-1	UD			4,0		2	3	2	2							9	9	9
26-1 (w _n =12,43)	D					2	2	3	5			1		1	1	12		
26-1 (w=3)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
26-1 (w=20)	D					2	2	2	2			2		2	1	8		
26-1 (w _n =33,76)	D					2	2	3				1		1	1	7		
26-2	UD			4,5	1	1	2	2	2							8	8	8
26(A)-1	UD	84117	82699	5,0		2	2	2	2							8	8	8
26(A)-1 (w _{sat})	UD					1	1	1	1							4	3	4
26(A)-1 (w _n =12)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
26(A)-1 (w=3)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
26(A)-1 (w=20)	D					2	2	2	2			1		2	1	8		
26(A)-1 (w _{sat} =34)	D					1	2	2	2			1		1	1	7		
26(B)-1	UD	84214	82575	6,5		2	2	2	3							9	9	9
26(B)-1 (w _n =22)	D					2	2	2	2			1	1	3	2	8		
26(B)-1 (w=3)	D					2	2	2	2			2		1	1	8		
26(B)-1 (w=10)	D					2	2	2	2			1		1	1	7		
26(B)-1 (w _{sat} =35)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
26(B)-2	UD	84214	82575	7,5		1	2	1	2							6	6	6
26(B)-2 (w _{sat})	UD						1	1	1							3	3	3
26(B)-2 (w _n =16)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
26(B)-2 (w=3)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
26(B)-2 (w=10)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		
26(B)-2 (w _{sat} =28)	D					2	2	2	2			1		1	1	8		

Örselenmiş deney numunesi hazırlanması: Örselenmemiş blok numuneden kesme numune hazırlanması sırasında, hazırlanan her numunenin doğal birim hacim ağırlığı (γ_n) belirlenmiş, doğal su muhtevası (w_n) alınmış ve buradan numunenin kuru birim hacim ağırlığı (γ_d) hesaplanmıştır. Bir blok numunesinden elde edilen γ_n , w_n ve γ_s değerlerinin aritmetik ortalamaları o blok numunenin, dolayısıyla blok numune alındığı zemin ortamının γ_n , w_n ve γ_s olarak kabul edilmiştir.

Örselenmiş numuneden direk kesme deneyi için deney numunesi hazırlanması TS 1900-2'ye göre hazırlanmıştır. Üzerine direk kesme deneyi yapılan örselenmemiş blok numunesinden arta kalan örselenen kısmı yere serilerek oda sıcaklığında kurutulmuş ve bir araya toplanıp çeyreklenme yöntemi ile 1-1,5 kg numune alınmış. Alınan zemin numunesinin TS 1900-1'ye göre su muhtevası belirlenmiş, kalan numune 0.01g doğrulukla tartılmıştır. Zemin numunesi istenilen su muhtevasına ulaşılması için gereken su miktarı aşağıdaki eşitlikten bulunmuştur:

$$W_w = W \frac{1+w}{1+w_1} - W \text{ (gr)} \quad (3.2)$$

Burada

W .(gr) - deney için alınan zemin numunesi ağırlığı,

w (%) - zemin numunesinin olması istenilen su muhtevası,

w_1 - (%) - zemin numunesinin TS 1900-1'ye göre ölçülen su muhtevasıdır.

Gerekten su miktarı numuneye ilave edilerek karıştırılmış ve suyun homojen bir şekilde dağılması için 15 saat desikatörde bekletilmiştir.

Deney numunesi doğal haldeki kuru birim hacim ağırlığında deneye tabi tutulacağından deney için gereken yaş numune miktarı aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır:

$$W = V (\gamma_d (1+w)) \quad (3.3)$$

Burada

V (cm³) - örselenmiş deney numunesinin hacmi,

w (%) - istenilen su muhtevası.

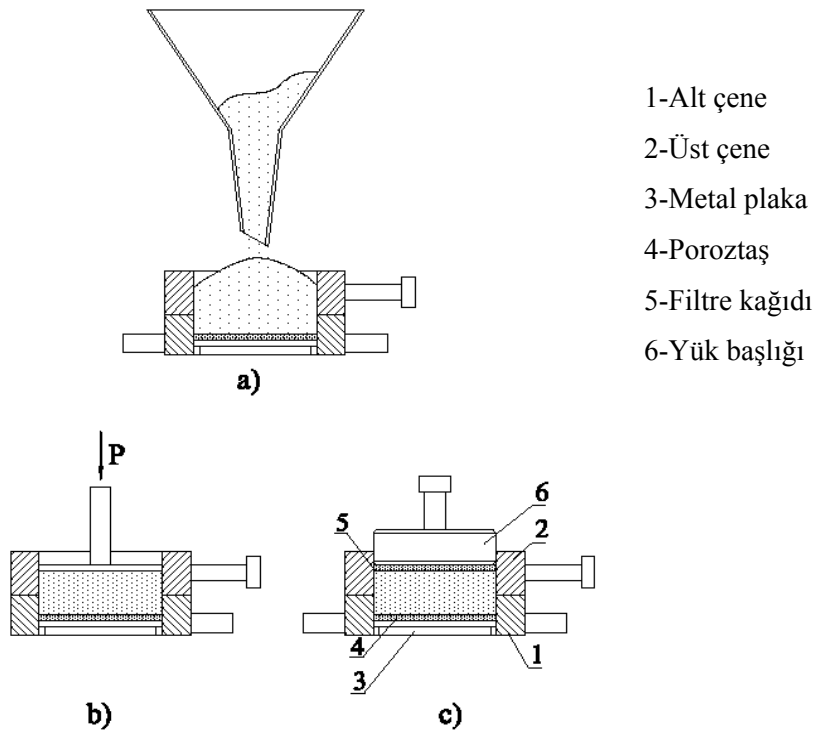
γ_d (gr/cm³) - zeminin kuru birim hacim ağırlığıdır

Deneyde alt ve üst çeneleri sabitlenerek kesme kutusunun metal plaka, poroztaş ve filtre kağıdı konur. Hesaplanan numune miktarı hassas terazide tartıldıktan sonra kesme kutusuna yerleştirilir ve örselenmemiş deneyde istenilen numune hacmine

gelecek şekilde bir piston yardımıyla sıkıştırılmıştır (Şekil 3.8 a, b). Sıkıştırma işleminde, kesme kutusu içine konan metal plaka, poroztaş ve filtre kağıdı toplam kalınlıkları dikkate alınarak sıkışmış numune yüksekliğinin ne kadar olması gerektiği hesaplanmıştır. Bu şekilde hacmi ve ağırlığı belli olan numunenin örselenmiş ve örselenmemiş haldeki doğal birim hacim ağırlıkları eşit olacaktır. Numune sıkıştırılması tamamlandıktan sonra piston kaldırılır, numune üzerine filtre kağıdı, poroztaş ve yük başlığı yerleştirilir (Şekil 3.8 c) ve direk kesme deneyine başlanır.

Örselenmiş numune üzerinde direk kesme deneyleri iki grupta yapılmıştır. Birinci grup doğal su muhtevası, ikinci grup ise değişik su muhtevelarından oluşmaktadır. İkinci gruptaki deneyler, doğal su muhtevasına bağlı olarak %3, %10, %20 ve doymun olarak olacak şekilde seçilmiştir. Her iki gruptaki deneylerde de doğal kuru birim hacim ağırlık sabit tutulmuştur.

Birinci grupta 34 numuneden toplam 315 adet, ikinci grupta 13 numuneden toplam 329 adet direk kesme deneyi yapılmıştır (Bkz. Çizelge 3.1).



Şekil 3.8 Örselenmiş numuneden direk kesme deney numunesi hazırlanması

3.3.2.3. Üç Eksenli Basınç Deneyi

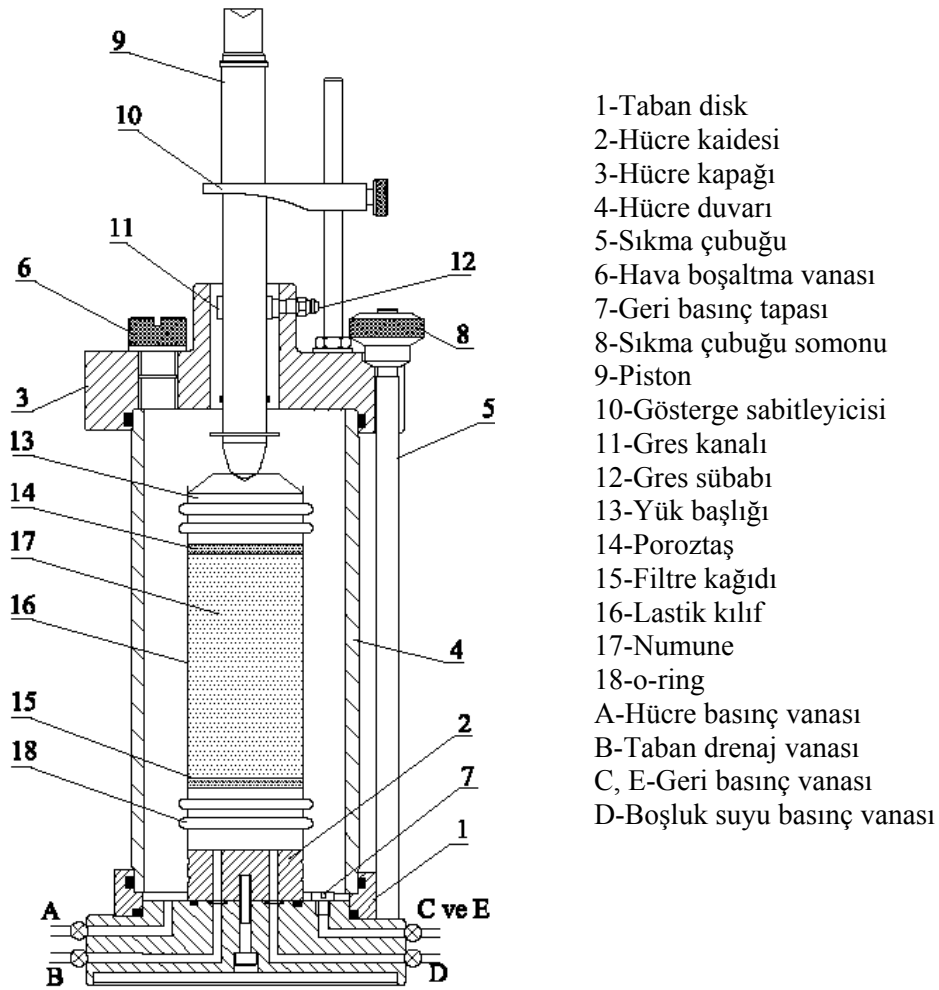
Örselenmemiş numune örselenip, üzerine direk kesme yapıldığı gibi, zemin numunesi aynı koşullara getirilip, üzerine üç eksenli basınç deneyi yapılabilmektedir. Bu deneyin yapılış amacı hem örselenmiş koşullarda içsel parametrelerin (c , ϕ) belirlenmesi, hem de direk kesme deney sonuçlarıyla karşılaştırılmasıdır.

Üç eksenli basınç deneyi, zeminlerin kohezyon ve içsel sürtünme açısının belirlenmeye çalışıldığı temel deneylerdendir. Üç eksenli basınç deneyi; deney sonuçlarının kullanılacağı yerdeki koşullara bağlı olarak konsolidasyonsuz drenajsız (uu) konsolidasyonlu drenajsız (cu) veya konsolidasyonlu drenajlı (cc) şekillerde yapılabilmektedir. Konsolidasyonsuz drenajsız (uu) deney, çabuk deney olarak bilinmekte ve yaygın olarak uygulanmaktadır.

Üç eksenli basınç deneyinin esas boy/çap oranı en az 2 olan silindirik zemin numunesinin sabit bir yanıl basınç altında istenilen koşullar (numunenin konsolide olması, numunenin konsolide olup drene edilmesi gibi) sağlandıktan sonra eksenel basınç altında direncinin ölçülmesidir. Deney hücresi şematik olarak Şekil 3.9'da verilmiştir ve deneyin yapılışı ana hatları ile aşağıdaki gibidir.

Üç eksenli basınç deneyi için hazırlanan deney numunesi, numunenin hücre içerisindeki sıvı ile temasını önlemek amacı ile numune lastik bir kılıf içine yerleştirdikten sonra, basınç hücresinin kaidesine iki lastik (o-ring) vasıtasıyla oturtulur. Deney numunesinin alt ve üstüne, numune içindeki suyun drene olmasını sağlayan poroztaş, filtre kağıtları ve en üste yük başlığı yerleştirilir. Deney örselenmiş numune üzerine yapılıyor ise lastik kılıf önce geçici olarak kendisine dayanak vazifesi gören iki parçalı numune kalıbı içine konulur, hücre kaidesine bağlandıktan sonra içine poroztaş filtre kağıdı konur ve zemin numunesi ile doldurulur. Numune üzerine yine filtre kağıdı, poroztaş, yük başlığı yerleştirilir. Daha sonra lastik kılıf geriye kıvrılarak yük boşluğu üzerine iki o-ring vasıtasıyla tutturulur. İki parçalı numune kalıbı çıkarılır, basınç hücresi kapatılır ve sıkıştırılır.

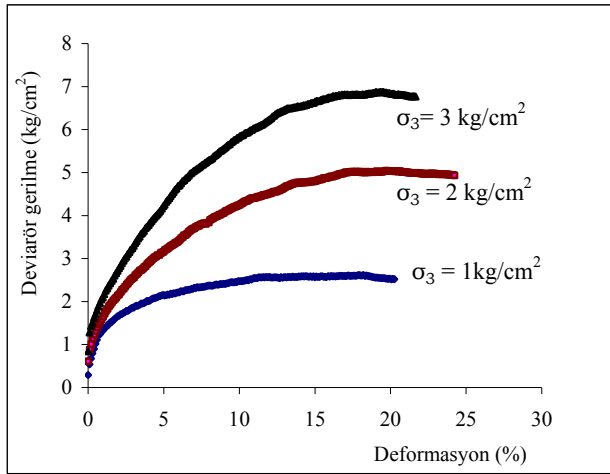
Bu işlem sırasında yükleme pistonunun deney numunesine değmemesini sağlamak gerekir. Bundan sonra hücre içine çevre basıncını sağlayacak su ile doldurulur, hücre basıncı istenilen değere yükseltilir. Yükleme aleti, piston ucu, yükleme başlığı değecek biçimde ayarlanır, yük ve eksenel sıkışmayı ölçen göstergeler sıfırlanır. Böylece yük halkasındaki deformasyon ve numune kısalma miktarları doğrudan okunması sağlanır. Eksenel yük uygulamaya başladığı zaman, numunenin dışarı ile temasını temin eden musluk drenajlı deneylerde açık, drenajsız deneylerde ise kapalı durumuna getirilir. Daha sonra özel tertibatla yukarı doğru itilen piston çubuğu vasıtasıyla, numune yenilmesine kadar sabit düşey yük uygulanır. Belirli zaman



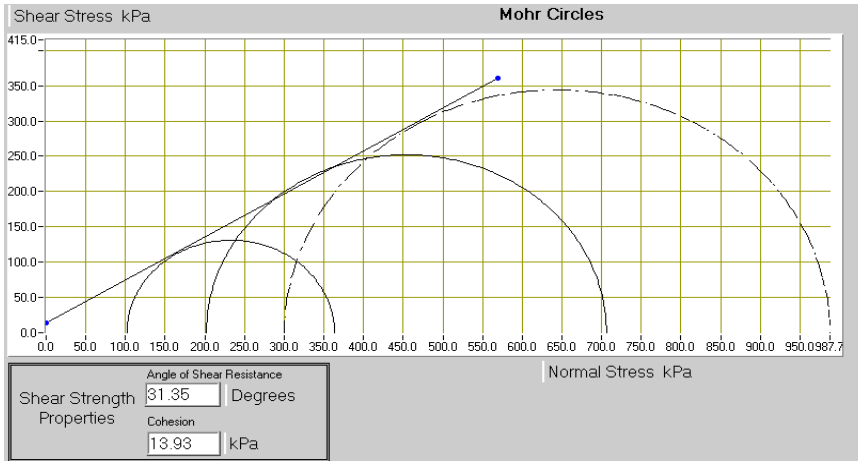
Şekil 3.9. Üç eksenli basınç hücresi

aralıklarında, yük kuvvet halkasının ortasındaki göstergeden, numunenin boy kısaltmaları okunur, kaydedilir. Okumalar bu şekilde yapıldığı gibi bilgisayar ortamında da yapılabilmektedir. Kuvvet halkasının ortasındaki gösterge sabitlendiği

veya düşmeye başladığı zaman deney sona erer. Gerekli hesaplamalar yapılırken çizilen deformasyon-gerilme diyagramından o çevre basıncı için maksimum gerilme bulunur (Şekil 3.10). Daha sonra her bir çevre basıncı için gerilme daireleri çizilir. Elde edilen bu gerilme dairelerinden çizilen ortak teğetin yatayla yaptığı açıdan zeminin içsel sürtünme açısı (ϕ), doğrunun τ eksenini kestiği noktadan kohezyon (c) belirlenir (Şekil 3.11).



Şekil 3.10. Üç eksenli basınç deneyden elde edilen deformasyon-gerilme diyagramları (16-2 No'lu numune)



Şekil 3.11. 16-2 Üç eksenli basınç deneyde elde edilen σ - τ diyagramından c ve ϕ 'nin belirlenmesi (16-2 No'lu numune)

Üç eksenli basınç deneyi için örselenmiş numuneden deney numune hazırlanması: Bishop ve Henkel (1962) üç eksenli basınç deneyi örselenememiş deney numunesi üzerinde yapıldığı gibi, örselenmiş numuneden hazırlanan deney

numuneleri üzerine de yapılabileceği öne sürmüşler ve zeminin su muhtevasına ve kuru birim hacim ağırlığına bağlı olarak numune hazırlama teknikleri geliştirilmişler. Bu araştırmacılara göre standart kompaksiyon kalıbı dolduracak kadar yeterince numune varsa sıkıştırılmış deney numunesi hazırlaması en uygun yöntemidir. Şayet zemin belirli bir su muhtevasında, belirli bir kuru birim hacim ağırlığında sıkıştırılması gerekiyor ise statik bir kompaksiyon ya da buna alternatif olarak dinamik kompaksiyon uygulanabileceği vurgulamışlardır. Bu numunelerden deney numunesi oluşturmak için UD tüpünden deney numunesi oluşturulması için izlenen yolun takip edileceğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde TS 1900-2'de örselenmiş numuneden üç eksenli basınç deneyi için deney numune (3.3) eşitlikten bulunan gerekli yaş zemin miktarı ağırlıkça üç eşit parçaya bölünüp kalıp içine üç tabaka halinde sıkıştırılarak hazırlanacağı belirtilmiştir.

Isparta Ovasındaki volkanik kökenli zeminler doğal halde zayıf tutturulmuş olup, düşük birim hacim ağırlığı ve yüksek poroziteye sahiptir. Örselendiği zaman taneler arası bağlar (ilişkisi) bozulduğundan ve kohezyon değeri düşük olduğundan doğal haldeki kuru birim hacim ağırlığında sıkıştırılan deney numunesi kendi kendini tutabilecek mukavemete sahip değildir. Bu yüzden kalıp içinde sıkıştırılmış numune ve bu numuneden çıkarılan deney numunesini numune çıkarıcıdan basınç hücresine bozulmadan aktarmak mümkün olmamıştır.

Bu çalışmada örselenmiş numuneden deney numunesi hazırlanmasında TS 1900-2'de tarif edildiği üç tabaka şeklinde statik kompaksiyonla, deney numunesi hazırlama tekniğine benzer bir yöntem uygulanmıştır.

Deneyde, doğal haldeki kuru birim hacim ağırlığında, istenilen su muhtevasında hazırlanmış deney numuneleri kullanılmıştır. Numune sıkıştırılma işlemi üç tabaka halinde gerçekleştirilmiş, her bir tabakada deney numunesi ağırlığının 1/3'i kadar tartılmış ve deney numunesi hacminin 1/3'i kaplayacak şekilde statik baskı uygulayarak sıkıştırılmıştır.

Deney başlangıcında lastik kılıf basınç hücre kaidesine geçirilmiş ve iki o-ring yardımıyla sıkıştırılmıştır (Şekil 3.12 a). İki parçalı numune kalıbı içine, hücre kaidesine oturacak şekilde poroztaş ve filtre kağıdı yerleştirilmiştir (Şekil 3.12 b).

Deney numunesi ağırlığı (3.3) formülünden hesaplanmıştır. Hesaplanan numune miktarının 1/3'i hassas terazide tartıldıktan sonra bir huni yardımı ile parçalı numune kalıbına aktarılmıştır.(Şekil 3-12 c). Numune homojen bir şekilde sıkışması için önce metal bir çubuk yardımıyla bir miktar sıkıştırılmıştır. Daha sonra numune sıkıştırma işlemi, üzerine standart numune yüksekliğinin 1/3'ine eşit (1 inch) bölmeleri olan bir piston yardımıyla tamamlanmıştır.(Şekil 3.12 d).

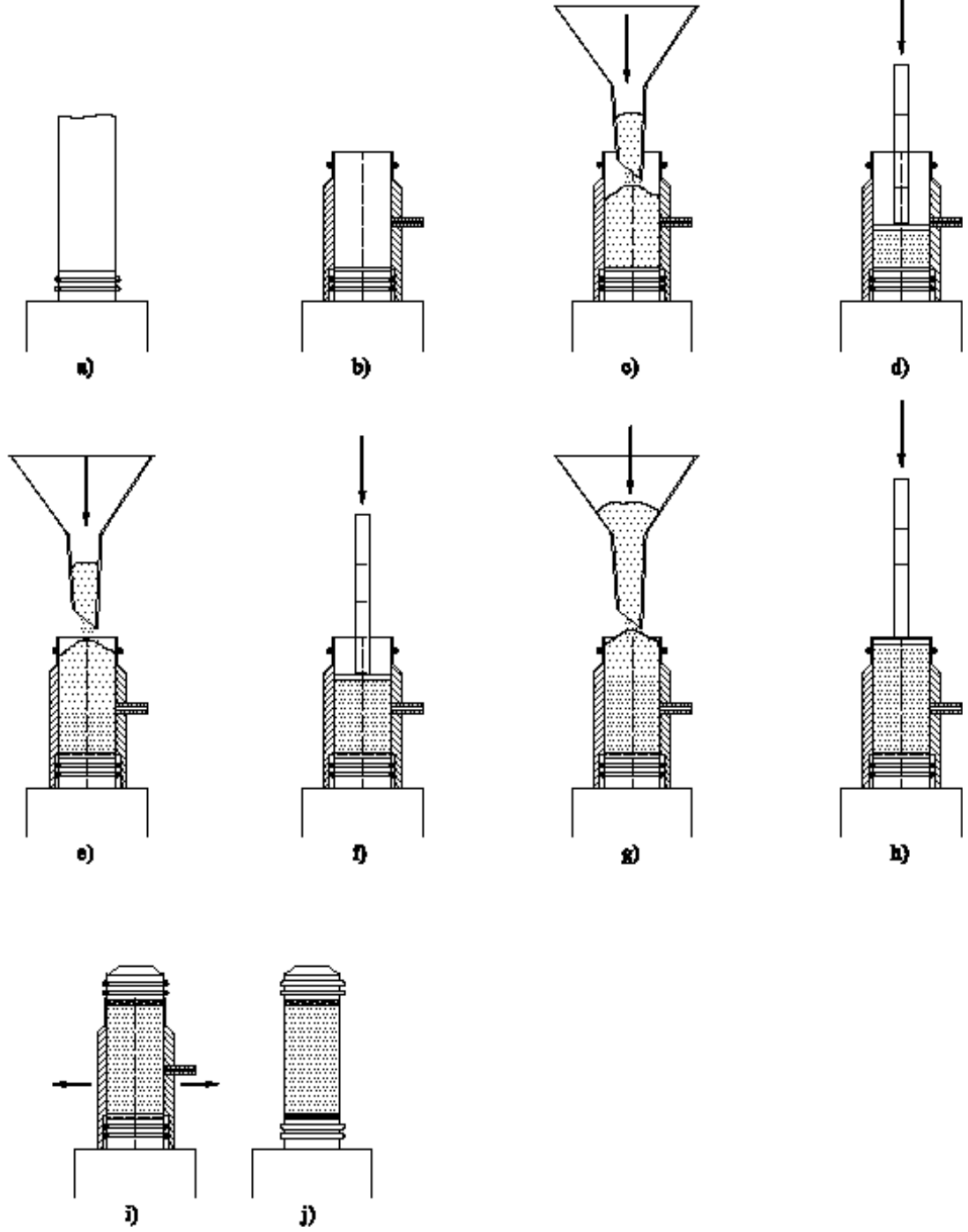
Sıkıştırma esnasında basınç hücresi tabanında yer alan boşluk suyu basıncı vanası açık tutulmuştur. Lastik kılıf ise, parçalı numune kalıbı üzerindeki vakum bağlantısından vakumlanarak kalıp cidarlarına doğru itilmiştir.

Piston ile sıkıştırma işlemi tamamlanmış bir tabakanın üstü düzgün bir yüzeye sahiptir ve üzerine ikinci tabaka sıkıştırılması durumunda iki tabaka arasında düzgün bir düzlem oluşur. Deney sırasında numune yenilmesi bu düzlem boyunca gerçekleşebileceğinden, bir sonraki tabakayı sıkıştırmadan önce, sıkıştırılmış tabakanın üst yüzeyi birkaç milimetre örselenerek iki tabakanın iç içe geçmeleri sağlanmış, böylece daha homojen bir deney numunesi oluşturulmuştur.

Bu işlem tamamlandıktan sonra aynı şekilde ikinci ve üçüncü tabaka sıkıştırılmıştır (Şekil 3.12 e-h). Sıkıştırılan numune üzerine filtre kağıdı, poroztaş ve yük başlığı yerleştirilmiş, lastik kılıf numune kalıbı üzerinden yük başlığına geçirilmiş ve iki O-ring vasıtasıyla tutturulmuştur (Şekil 3.12 i). Daha sonra parçalı numune kalıbı üzerindeki tel kaldırılmış ve kalıp dikkatlice çıkarılmıştır. Örselenmiş numuneden deney numune hazırlanması tüm aşamalar Şekil 3.13'te verilmiştir.

Bu şekilde hazırlanan deney numunesi doğal haldeki kuru birim hacim ağırlığına ulaşmıştır ve lastik kılıf içerisinde bozulmadan kendi kendini tutabilecek mukavemete sahiptir. Deneye hazır olan deney numunesi Şekil 3.12 j'deki gibidir.

Bundan sonra basınç hücresi kapatılır, içerisi su ile doldurulur ve istenen çevre basıncı uygulanarak deneye başlanır.



Şekil 3.12. Örselenmiş numuneden üç eksenli basınç deney numunesi hazırlanması



Şekil 3.13. Örselenmiş numuneden üç eksenli basınç deney numunesi hazırlanması

Örselenmiş numuneden üç eksenli basınç deneyi için doygun deney numune hazırlama yöntemi Bishop ve Henkel (1962) tarafından geliştirilmiştir. Çok kullanılan bu yöntemle göre daha önce suya doygun durumuna getirilen örselenmiş numune su ile birlikte hücre kaidesine yerleştirilen lastik kılıf ve numune kalıbı içine aktarılır. Daha sonra fazla su hem boşluk suyu basıncı kanalı ile hem de lastik kılıf üstünden tahliye edilir. Fakat bu çalışmada bu yöntemin uygulanması defalarca denenmesine rağmen başarılı sonuç elde edilememiş, istenilen doğal haldeki kuru birim hacim ağırlıkta doygun numune hazırlamak mümkün olmamıştır.

Isparta Ovasındaki zeminler zayıf çimentolu olup peteksi (kafesli) bir dokuya sahiptir. Her ne kadar porozitesi yüksek olsa da su etkisiyle, zeminde bir örselenme gerçekleşmediği müddetçe hacimde bir değişiklik meydana gelmemektedir. Bunun nedeni ise taneler arasında bağ görevi üstelenen çimento (volkanik cam) olmasıdır. Fakat zemin örselendiği zaman taneler arası ilişkiler bozulmakta ve yüksek porozite nedeniyle taneler boşluklara doğru hareket ederek zemin hacminde bir küçülme meydana gelmektedir. Suyu doygun hale gelen bu zeminde su etkisiyle hacim değişikliği daha da kolay gerçekleştiğinden ve zemin daha bir sıkı duruma geçmektedir. Bu şartlar altında deney numune hazırlanması sırasında numunenin birim ağırlığını kontrol etmek zorlaşmaktadır. Diğer yandan bu yöntem uygulanırken fazla suyun tahliyesi esnasında suyun içinde yüzen ince tanelerin kaybolmaktadır, dolayısıyla tane boyu dağılımında, az da olsa değişiklikler meydana gelmektedir.

Yukarıdaki sebeplerden dolayı bu çalışmada bu yöntem uygulanamamıştır. Doygun numune hazırlanması için diğer bir yöntem ise, hücre kaide üzerine yerleştirilen lastik kılıf ve parçalı numune kalıbı içine gereken miktarda kuru numune doldurulduktan sonra üzerini tamamen kapatacak kadar su ile doldurulur. Bu yöntem uygulanarak da numunenin tamamen doygun hale geldiğinden emin olmak oldukça zor, numunenin yoğunluğu kontrol etmek de güçtür (Bishop ve Henkel, 1962).

Bu çalışmada doygun numune hazırlanmasında yukarıda anlatılan yöntem farklı bir şekilde uygulanarak kullanılmıştır. Uygulamadaki fark, hücre kaidesine lastik kılıf ve parçalı numune kalıbı yerleştirmeden önce, boşluk suyu basıncı kanalından hücre

kaidesi üst seviyesine kadar su doldurulmuş. Lastik kılıf ve parçalı numune kalıbı yerleştirildikten sonra hücre kaidesi üzerinden suya doymuş poroztaş ve filtre kağıdı yerleştirilmiştir. Burada numune deneyden önce doğal su muhtevasına getirilmiştir. Bunun sebebi ise suyun nemli zemin içerisinde daha rahat hareket etmesi ve daha kolay doymuş hale gelmesidir.

Numuneyi doymuş hale getirmek için hücre tabanında yer alan geri basınç kanalını ve yük başlığı üzerindeki plastik tapaları çıkararak aralarında ince bir hortum bağlanır. Böylece boşluk suyu basıncı ile geri basınç kanalları numune üzerinden bağlanmış olur. Deney numunesi oluşturulduktan sonra yük başlığı yerine konur ve parçalı numune kalıbı kaldırılır, hücre kapatıp sıkıştırılır ve su ile doldurulur. Numune doyurma işlemi TS 1900-2'ye göre yapılmıştır. Su tankından gelen hortum boşluk suyu basıncı vanasına bağlanır. Bu sırada boşluk suyu basıncı vanası kapalı tutulur. Verilecek suyun numuneye zarar vermemesi için basıncını karşılayacak kadar küçük çevre basıncı uygulanmıştır. Daha sonra sırasıyla geri basınç, boşluk suyu basıncı ve su tankı vanalar açılarak numuneye alttan yukarıya doğru suyun girmesi sağlanır. Suyun yükselmesiyle numunedeki havayı yukarıya doğru iterek geri basınç kanalından dışarıya çıkması sağlanır. Numune boşluklarını dolduran su numune üstünden taşarak yük başlığı ve geri basınç vanasından suyun çıkması anından itibaren, numunede hava kabarcıklar kalmamasına ve numunenin tamamen doymuş hale gelmesine emin olmak için 15-20 dakika kadar suyun akmasına izin verilmiştir.

Numune doymuş hale geldikten sonra, sırasıyla su tankı vanası ve geri basınç vanası kapatılır, çevre basıncı istenilen değere yükseltilir, boşluk suyu basıncı göstergesi sıfırlanır ve deneye başlanır. Deney sırasında yük ve deformasyon yanı sıra su boşluk suyu basıncı da okunmuştur.

Direk kesme deneyinde olduğu gibi, su muhtevası değişimi zemin mekanik özellikleri üzerindeki etkisini sorgulamak amacıyla, doğal haldeki kuru birim hacim ağırlığına getirilerek yeniden oluşturulan numuneler üzerine üç eksenli basınç deneyi de yapılmıştır. Burada da su muhtevaları direk kesme deneylerindeki gibi seçilmiştir.

34 örselenmiş numune üzerine %3, %10, %20 ve doygun haldeki su muhtevalarında 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0 kg/cm² çevre basınçlarda toplam 502 adet üç eksenli basınç deneyi yapılmıştır (Bkz. Çizelge 3.1). Deney sonuçları ise Araştırma Bulguları bölümünde verilmiştir.

3.3.2.4. Deney Sonuçlarının Değerlendirme Yöntemi

Tez kapsamındaki deneysel çalışmalar dört grupta toplanmaktadır; Birinci grupta tane boyu dağılımı, su muhtevası, doğal-tane birim hacim ağırlık, rölatif sıklık deneyleri, ikinci grupta örselenmemiş direk kesme deneyi, üçüncü grupta doğal ve değişik su muhtevalarında örselenmiş direk kesme deneyi ve dördüncü grupta da doğal ve değişik su muhtevalarında örselenmiş üç eksenli basınç deneyleri yer alır.

Bu dört grupta toplanan deneysel çalışmaların değerlendirmesi dört aşamada yapılmıştır.

1- Doğal-kuru-doygun birim hacim ağırlık, su muhtevası boşluk oranı, porozite, doygunluk derecesi, rölatif sıklık, tane boyu dağılımı deney ve hesaplamaları.

2- Örselenmemiş numunelerden doğal su muhtevalarında direk kesme, örselenmiş numunelerden doğal ve değişik su muhtevalarında direk kesme ve üç eksenli basınç deneyi ve hesaplamaları.

3- Deney sonuçlarının birbirleri ile ilişkileri. Bu aşamada örselenmemiş-örselenmiş direk kesme, örselenmemiş direk kesme-örselenmiş üç eksenli basınç, örselenmiş direk kesme-örselenmiş üç eksenli basınç deneyi sonuçları arasındaki ilişkiler öncelikle incelenmiştir. Mekanik özelliklerin karşılaştırıldığı bu aşamada ayrıca su muhtevası değişiminin mekanik özellikler üzerindeki etkisi de incelenmiştir.

4- Değerlendirme çalışmalarının son aşamasında, Isparta Ovası volkanik zeminlerine ait ayrılmış her bir seviyeyi karakterize edebilecek şekilde ortalama mekanik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Deney ve değerlendirme sonuçlarında eksik görülen deneyler tamamlanmış, hatalı deney sonuçları iptal edilerek tekrarlanmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde basit istatistik yöntemler kullanılmıştır. Mekanik deneylerin değerlendirilmesinde ADU, ELE DS7, Excel programları kullanılmıştır. Deneysel çalışmaların da doygun koşullarda alınmış sonuçlar, deney yöntemlerinden de kaynaklanabilecek nedenlerden dolayı hatalı görüldüğünden karşılıklı ilişkilerin incelenmesinde değerlendirmeye alınmamıştır.

Ayrıca BAP projesi kapsamında sonuçları değerlendirilebilmesi amacı ile açılan 6 adet temel sondaj ve bu sondajlardan alınan numunelerden yapılan deneysel çalışma sonuçlarının bir değerlendirmesi de yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Genel Jeoloji

Batı Toroslar, karmaşık ve ilginç jeolojik yapısı ile pekçok yerel ve yabancı araştırmacı için çalışma konusu olmuştur. Bu tez çalışması mühendislik jeolojisi amaçlı olduğu için, bölgenin jeolojisi eski çalışmalardan derlenmiştir. Isparta Ovası ve çevresinin genel jeoloji haritası eski çalışmalar da dikkate alınarak yeniden yapılmıştır. Birimler eski çalışmalara göre stratigrafik konumları dikkate alınarak, arazi gözlemleri ile birleştirilerek tanımlanmıştır.

4.1.1. Stratigrafi

Isparta Ovası ve çevresinde yeralan jeolojik birimleri atlan üste doğru tektonostratigrafik konularına göre; Noriyen-Resiyen (Üst Triyas) yaşlı Menteşe dolomiti, Alt Jura-Üst Kertase (Meastrihtiyen) yaşlı Davras formasyonu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kabaktepe formasyonu, Orta-Üst Lütasiyen yaşlı Kurttepe formasyonu, Burdigaliyen yaşlı Ağlasun formasyonu, Orta-Üst Miyosen Gavurdüzü formasyonu, Piyosen-Kuvaterner yaşlı Gölcük formasyonu ile Horozyokuşu forasyonu, Kuvaterner yaşlı traverten, alüvyon, yamaç molozu ve alüvyon yelpazeleridir. Mesozoyik ve Senozoyik kaya birimleri ile tektonik dokanaklı Isparta Ofiyolitik Karmaşığının oluşum yaşı Mesozoyiktir (Şekil 4.1).

4.1.1.1. Menteşe Dolomiti (TRm)

Dumont ve Kerey (1975) bu formasyonu Menteşe dolomiti, Yalçinkaya vd. (1986) ise Menteşe formasyonu olarak adlandırmışlardır. Yalçinkaya (1989) Davras formasyonuna taban seviyesi olarak dahil etmiştir. Birim çalışma alanında ayırtılarak incelenmiştir.

Çalışma alanının doğusunda Küçükacılar Köyü doğu ve güney doğusunda yayılım gösteren birim çalışma alanının yaklaşık 1 km²'lik bir bölümü kaplamaktadır (E-1).

Birim altta beyazımsı, açık gri, orta-kalın, bazen belirsiz kalın tabakalı dağılgan bir yapıya sahip dolomitlerle başlar. Çoğunun, dış yüzleri, kırılma ve ayrışmadan dolayı tebeşirimsi bir görünüm kazanmıştır (Şekil 4.2). Daha üstte gri, bej, krem, grimsi siyah renklerde, orta-kalın tabakalı (Şekil 4.3) dolomitik kireçtaşlara geçer. Sert, sık çatlaklı, çatlaklar kalsit dolgulu olan bu dolomitik kireçtaşları, yer yer tamamen dolomitleşme gösterir. Bazı düzeylerinde Megalodon izleri gözlenir. Sığ karbonat şelf ortamında çökelmiş olan dolomitler Noriyen-Resiyen (Üst Triyas) yaşlıdır (Yalçinkaya, 1989). Çalışma alanında yaklaşık 100-150 m. kalınlık sunan bu birimin alt dokanağı görülmemekte, üstte ise Davras formasyonu ile geçişlidir.



Şekil 4.2. Mentеше dolomitlerinin uzaktan görünüşü (Küçük hacılar Köyü 500 m güneyi)



Şekil 4.3. Mentеше dolomitinden genel görünüm (Küçük hacılar Köyü 200 m kuzeydoğusu)

4.1.1.2. Davras Formasyonu (Med)

Formasyon Yalçinkaya (1989) tarafından, platform karbonatlarının eksiksiz olarak yer aldığı, Isparta doğusunda yükselen Davras Dağı'ndan adlandırılmıştır. Mesozoyik yaşlı bu birimi Gutnic vd. (1979) Davras Serisi, Yalçinkaya vd (1986) Beydağları formasyonu, Akbulut (1980) Davras kireçtaşı adı olarak adlandırmışlar ve tanımlamışlardır.

Birim başlıca çalışma alanı doğu sınırı boyunca olmak üzere Savköy ile Büyükhacılar Köyü arasında, Aliköy kuzeyinde Kuru Tepe, Garkınağazı Tepe, Çeşmedağı Tepe ve Palamutlar Tepesi dolaylarında yayılım gösterir. Kuzeyde ise Seyrekler Tepe ile Söbütepe dolaylarında gözlenmektedir (Ek-1).

Formasyon bej, krem, açık gri, açık kahve renkli, orta kalın tabakalı, sık çatlaklı, çatlakları kalsit dolgulu, üste doğru oolitlik karakterde kireçtaşları ile başlar. Üzerine açık gri, bej, krem, açık kahve renklerde, orta kalın tabakalı, yer yer dolomitize olmuş Alt Kretase kireçtaşları gelir. Üste doğru, en kalın seviyesini oluşturan, orta kalın tabakalı, açık gri, bej, krem, açık kahve renklerde, yer yer üzerinde rudist kavkıları bulunduran Senomaniyen kireçtaşlarına geçer. Formasyon en üstte, ince tabakalı, krem, sarı, bej, yer yer pembe renkli, çörtlü Maestrihtiyen yaşlı pelajik kireçtaşları ile sonlanır.

Fosil kapsamına göre Davras formasyonu Senomaniyen'e kadar tamamen şelf ortamında çökelmiştir. Senomaniyen sonrasında formasyonu oluşturan üst seviyeler derinleşen deniz ortamında oluşmuştur (Yalçinkaya, 1989).

Liyas-Maestrihtiyen yaşlı Davras kireçtaşı altta Menteşe dolomiti ile yanal ve düşey yönde geçişlidir. Üstte ise Kabaktepe formasyonu ile transgressif olarak örtülmektedir (Yalçinkaya, 1989). Yalçinkaya (1989)'ya göre birim kalınlığı 1500 m civarındadır.

Davras Dağı dışında, formasyonun, yüzeylendiği tüm yörelerde, görünen alt yaş sınırı Senomaniyen ile başlamaktadır. Bu nedenle, formasyonun Senomaniyen ile başlayıp, Maestrihtiyen'e kadar neritik-yarı pelajik fasiyes özellikleri gösteren kesimleri ile Senoniyen ve Maestrihtiyen yaşlı pelajik kireçtaşları için ayrı adlamalar yapılarak, Davras formasyonunun alt üniteleri olarak değerlendirilmiştir (Yalçınkaya, 1989). Bu alt üniteler Söbütepe kireçtaşı ile Seyrekler kireçtaşıdır.

Söbütepe Kireçtaşı (Ks) Davras formasyonunun Senomaniyen serilerin bir bölümü ile Meahstihthyen'e kadar olan neritik-yarı pelajik seviyeleri, taban sınırının belli olmaması nedenleriyle Yalçınkaya (1989) tarafından üye mertebesinde adlandırmıştır. Çalışma alanının kuzey kesimlerinde yer alan Söbütepe mevkiinde tipik olarak görülen birim Söbütepe kireçtaşı olarak isimlendirilmiştir

Çalışma alanının kuzeyinde, başlıca Isparta-Ankara karayolunun her iki tarafında olmak üzere Büyüksöbü Tepe, Küçüksöbü Tepe, Bozanönü Köyü batı ve güneybatısında Demirci Tepe, Sivriçal Tepe dolaylarında, kuzeydoğuda ise Çaltepe, Arapdağı Tepe ve İncirli Tepe civarlarında yayılım gösteren birim çalışma alanının yaklaşık 12 km²'lik bir bölümü kaplamaktadır.

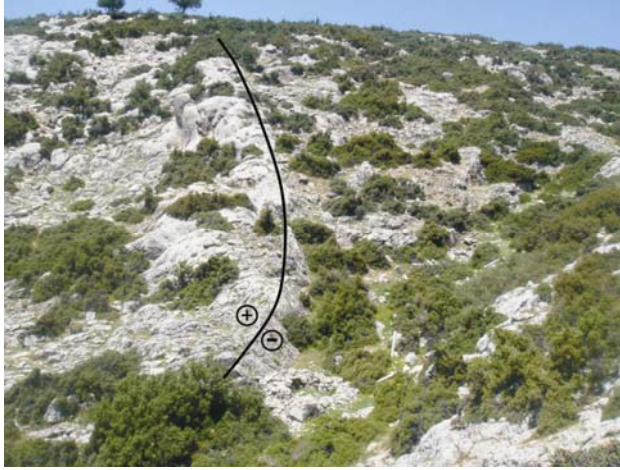
Birim egemen olarak açık-koyu gri, bej renkli, altta kalın, üste doğru orta-kalın tabakalı, yer yer masif kireçtaşları ile temsil edilmektedir (Şekil 4.4). Genel olarak sıkı dokulu ve homojen bir yapıya sahip olan kireçtaşı yer yer çört aratabaka ve yumruları içermektedir. Bölgedeki tektonizma koşullarından büyük ölçüde etkileşmiş birim şiddetli kıvrımlı, kırıklı bir yapıyı kazanmıştır. Faylamalar boyunca yoğun breşik zonlar izlenir (Şekil 4.5), faylanmanın etkin olmadığı kısımlarda çoğunlukla iki yönde gelişmiş çatlak sistemi gözlenmektedir. Çatlaklar çoğunlukla kil ile kalsit dolguludur.

Söbütepe kireçtaşı fosil kapsamına göre Senomaniyen-Senoniyen zaman aralığında şelf ortamında çökelmiştir (Yalçınkaya, 1989).

Birim altta Davras formasyonu içerisinde Alt Kretase kireçtaşları ile geçişlidir. Üstte yine aynı formasyona ait Seyrekler kireçtaşı ile geçişlidir.



Şekil 4.4. Söbütepe kireçtaşlarından genel görünüm (Küçüksöbü Tepe kuzey yamacı)



Şekil 4.5. Faylanmadan etkilenen Söbütepe kireçtaşlarında gelişen ezilmiş, breşik zonlar (Küçüksöbü Tepe batı yamacı)

Seyrekler Kireçtaşı (Kse) Davras formasyonunun, en üst seviyesini oluşturan pelajik kireçtaşları çalışma alanının kuzey kesimlerindeki Seyrekler tepede eni iyi şekilde gözlemlendiğinden ilk kez Yalçinkaya (1989) Seyrekler kireçtaşı olarak adlandırmıştır.

Çalışma alanının kuzey kesimlerinde, başlıca Seyrekler Tepesi dolaylarında, Sivriçal Tepesi ile Kırtepe arasında, Arapdağı Tepesi 700 m kuzeyinde ve Büyüksöbü Tepesi güneybatı eteklerinde olmak üzere çalışma alanının yaklaşık 3 km²'lik bir kısmında yayılım gösterir.

Birim egemen olarak açık krem ile beyazımsı boz renkli plakette kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 4.6). Üst seviyelere doğru kireçtaşlarının içerdiği kil oranı yükselir. Tabanda ince-orta tabakalı ve sert yapılı, üst seviyelere doğru ise plakette yer yer laminalı, sık çört yumruları ve aratabakaları içeren kireçtaşları nispeten daha gevrek ve kırılıgandır.

Küçüksöbü Tepe doğu eteklerinde açılan yol şevlerinde tabaka kalınlıkları 1.5 m'ye ulaşan, kireçtaşı ve çört kaya kırıntıları içeren kireçtaşı seviyeleri gözlenmektedir. Üste doğru orta tabakalı açık krem renkli kireçtaşlarına geçiş gösteren bu seviyelerde kıltaşı ve kumtaşı arabantları izlenir (Şekil 4.7). Kireçtaşları Seyrekler Tepe civarlarında nispeten daha kolay ayrılmaya elverişli, gevrek yapılı ve yer yer topraklaşmış bir görünüm verirken Söbüdağ güneydoğu eteklerinde düzgün, batıya eğimli, plakette ve yer yer laminalı tabakalar şeklinde yüzeyleme verirler. Burada açık renk tonları gösteren kireçtaşları üste doğru kırmızı renkli plakette kireçtaşlarına geçiş gösterirler. Kırmızı renkli bu kireçtaşı seviyesi birkaç metre kalınlığına ulaşır ve birimin en üst düzeyleri oluşturur.

Meastrihtiyen yaşlı Seyrekler kireçtaşı altta aynı formasyona ait Söbütepe kireçtaşı ile geçişlidir. Üstte ise Kabaktepe formasyonu tarafından transgressif olarak örtölmektedir. Birim derinleşen deniz ortamında çökelmıştır (Yalçinkaya, 1989).

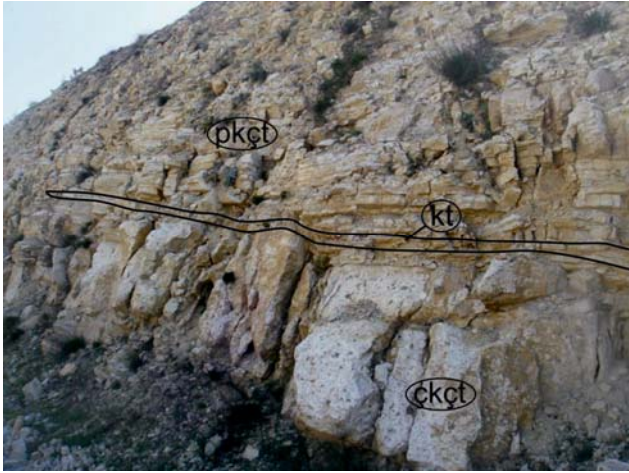
4.1.1.3. Kabaktepe Formasyonu (Tek)

Formasyonun adını Yalçinkaya vd. (1986) tarafından, stratigrafik konumunun en belirgin olarak gözlemlendiğı, Isparta-Burdur eski karayolunun batısında yükselen Kabaktepe'ye izafeten verilmiştir.

Tersiyer serilerinin tabanını oluşturan formasyon, çalışma alanı kuzeyinde, Söbüdağ batısındaki vadi boyunca düzgün ve sürekli bir şerit halinde, Büyüksöbü tepesi doğusunda Isparta-Ankara karayolunun her iki tarafında yüzeyleme verir ve çalışma alanının yaklaşık 1.5 km² lik bir kısmını kaplamaktadır.



Şekil 4.6. Seyrekler kireçtaşlarından genel görünüm (Büyüksöbü Tepe batı yamacı)



Şekil 4.7. Seyrekler kireçtaşları içerisinde görülen kumtaşı aratabakaları (kt) ve çakıllı seviyeler (çkçt) (Küçüksöbü Tepe doğu eteği, Isparta-Ankara karayolu)

Formasyonun egemen litolojisi açık kırmızı bordo, yer yer açık yeşilimsi-kirli gri renkli şeyl, kiltası, çamurtaşı, türbiditik kumtaşı ve killi kireçtaşı düzeyleri ile bunlarla arakatlı çakiltası ve detritik kireçtaşı seviyelerden oluşur (Şekil 4.8). Alt kesimlerde bulunan 20-40 m kalınlıkta şeyl ve çamurtaşı laminalı, kırılğan bir yapıyı sunar. Killi kireçtaşı ve çamurtaşlarında böbreğimsi ayrışma yapıları egemendir. Daha üstlere doğru genellikle iri kum boyutunda kalın bir türbiditik seri yer almaktadır. Bu kesimlerde gözlenen ve yer yer kiltası, killi kireçtaşı ile arakatmanlama gösteren açık yeşilimsi gri renkli kumtaşı, çakiltası ve detritik kireçtaşı orta-kalın tabakalı bir yapıyı sunar. Bunlar ofiyolitik karmaşıktan ve Kretase yaşlı kireçtaşlarından türenmiş bol kırıntılı malzeme içerirler.

Birimin alt dokanak ilişkisi Seyrekler kireçtaşı ile paralel uyumsuz, üstte Lütésiyen yaşlı Kurttepe formasyonu ile transgressif olarak örtülür (Yalçınkaya, 1989). Çalışma alanında birimin görünür kalınlığı 100m civarındadır.

Fosil bulguları ile Yalçınkaya (1989) birimin Üst Paleosen-Alt Eosen zaman aralığında oldukça hızla derinleşen deniz ortamında çökeldiğini belirlemişlerdir



Şekil 4.8. Kabaktepe Formasyonu genel görünüm (Küçüksöbü Tepe kuzey eteği)

4.1.1.4. Kurttepe Formasyonu (Teku)

Birim adı, özelliklerinin en iyi sergilediği yer olarak, Söbütepe'nin batısında yükselen ve çalışma alanının dışında kalan Kurttepe'ye izafeten Yalçınkaya vd. (1986) tarafından verilmiştir. Formasyon, çalışma alanının batı kesimlerinde, başlıca Kayıköy ile Kabak Tepe arasında, Yakaören Köyü kuzeyinde ise Pamuklu Tepe ile Gökçetepe dolaylarında yayılım göstermekte ve çalışma alanının yaklaşık 14 km²'lik bir bölümü kaplamaktadır.

Formasyon ince-orta-kalın tabakalı, kirli beyaz, kirli sarı, gri, krem, bej, yeşilimsi gri, pembe renklerde kilitaşı, karbonatlı çamurtaşı, kireçtaşı, killi kireçtaşı ve kumtaşı ardalamalardan oluşur (Şekil 4.9). Genel olarak alt seviyelerde yaygın olarak izlenen açık yeşil, sarımsı boz ve gri renkli türbiditik kumtaşı, ince tabakalı ve yer yer kumlu çakilitaşı görülmektedir. Bunlar karbonat çimentolu olup taneleri kireçtaşı,

serpantinit, çört ve radyolarit oluşturur. Açık krem, pembe renkli ve yer yer koyu gri killi kireçteşı ve çamurtaşları mikritik dokulu ve böbreğimsi ayrışma yapıları sunar. Birim ileri derecede bölgesel tektonizma etkisi altına kalmış ve özellikle Kayıköy civarlarında ileri derecede kıvrımlanma gösterir.

Fosil kapsamına göre Kurttepe formasyonu Lütesiyen yaşlıdır ve oldukça sığ denizel ortamında çökelmiştir (Yalçinkaya 1989).

Formasyon, tabanda Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kabaktepe formasyonunun üzerine transgressif olarak gelir (Yalçinkaya 1989). Ayrıca, Yakaören Köyü dolaylarında, Gölcük volkanitleri, açısal bir uyumsuzlukla, formasyonun üzerine oturur. Çalışma alanında görünür kalınlığını 700 m civarındadır.



Şekil 4.9. Kurttepe Formasyonundan genel görünüm (Erenler Tepe 500 m güneybatısı)

4.1.1.5. Ağlasun Formasyonu (Tma)

Birimi, Ağlasun dolaylarında geniş yayılım gösterdiğinden Yalçinkaya (1989) tarafından Ağlasun formasyonu olarak isimlendirmiştir.

Birim ince-orta-kalın tabakalı, gri, koyu gri, bej, yeşilimsi gri, yeşil, kahverengi tonlarında, egemen olarak şeyl, kumtaşı, kalkerli şeyl ve sualtı oturma ürünü olistostromal oluşuklarla temsil olunur. Formasyonun ana bileşenini oluşturan şeyller

çoğunlukla açık yeşilimsi, ince-düzgün yarılımlı ve yersel olarak kömürleşmiş bitki kırıntılıdır (Şekil 4.10). Kumtaşları genellikle açık-orta grimsi, ince ve kaba taneli, ince ile kalın tabakalı ve kötü boylamalıdır. Egemen olarak ofiyolit ve karbonat kayalardan türenmiş kaya kırıntıları içeren kumtaşları tabanında akıntı ve gereçlerin neden olduğu tortul yapılar ve yük kalıpları yaygın olarak gözlenir. Birim içerisinde gömülü bulunan düzensiz ve yanal yönde süreksiz olistostromal kumtaşı ve killi kireçtaşı blokları gözlenmektedir (Şekil 4.11). Ağlasun formasyonu bölgesel tektonizma etkisiyle şiddetli deformasyona uğramıştır ve genel olarak kendi içinde kıvrımlı ve kırıklı bir yapıyı sunar.



Şekil 4.10. Ağlasun Formasyonunu oluşturan şeylerin yakından görünüşü (Darıdere barajı sol yamacı)



Şekil 4.11. Ağlasun Formasyonu içerisinde bulunan olistostromal kireçtaşı bloğu (Darıdere barajı sol yamacı)

Çalışma alanı içerisinde birimin alt dokanağı görülmemektedir. Birim üzerine Isparta ofyolitik karmaşığı tektonik dokanakla gelmektedir. Ayrıca Ağlasun formasyonu Gölcük volkanikleri tarafından da açısız uyumsuzlukla örtölmektedir. Birim kalınlığı çalışma alanında 500 m civarındadır. Sığ denizel bir ortamda, fliş fasiyesinde çökelen Ağlasun formasyonu fosil kapsamına göre Burdigaliyen yaşlıdır (Yalçınkaya, 1989).

4.1.1.6. Gavurdüzü Formasyonu (Tmg)

Formasyon ismini Yalçınkaya(1989) tarafından, en iyi gözlemlendiği Gelincik Köyü güneydeki Gavurdüzü Tepe'ye izafeten vermiştir. Çalışma alanı kuzey kesimlerinde, Arapdağı Tepesi kuzeybatı yamaçlarında ile Sivriçalı Tepesi doğu eteklerinde olmak üzere çalışma alanının yaklaşık 0,5 km²'lik bir alanda yayılım gösterir.

Gavurdüzü formasyonu orta-kalın tabakalı açık kahve, kirli sarı, açık yeşil renkli kumtaşı ve çakıltası düzeyleri ile temsil olunur. Karbonat çimento ile iyi pekleşmiş olan birim taneleri kireçtaşı, çört, radyolarit ve serpantinitten türenmiş gereçler oluşturur. Birim genelde kırıklı ve çatlaklı olup, çatlaklar aragonit ve kalsit dolguludur. Alt seviyeleri kumtaşı oluştururken (Şekil 4.12) üstte çakıltası egemenliğini gösterir (Şekil 4.13). Çakıltalarında kireçtaşı taneleri egemendir. Çakıllar genel olarak orta-iyi boylamalı, yuvarlak, yarı yuvarlak, yer yer köşelidir.

Çalışma alanında birim Seyrekler kireçtaşları üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Ancak Yalçınkaya (1989)'ya göre Gavurdüzü formasyonu altta Ağlasun formasyonunu açısız diskordansla örter. Üstten yine birim Gölçöl volkanoklastileri tarafından açısız diskordansla örtölmektedir. Çalışma alanında kalınlığı 50-60 m civarındadır.

Fosil bulgularına dayanarak Orta-Üst Miyosen yaşlı Gavurdüzü formasyonu sığ denizde çökelmiştir (Yalçınkaya, 1989).



Şekil 4.12. Gavurdüzü Formasyonu içerisindeki kumtaşı seviyelerinden bir görünüm (Arapdağı Tepe güney yamacı)



Şekil 4.13. Gavurdüzü Formasyonu içerisindeki çakıltası seviyesi (Arapdağı Tepe güney yamacı)

4.1.1.7. Gölcük Formasyonu (plQg)

Birim ilk kez Poisson (1977) tarafından Isparta'nın güneybatısındaki Gölcük krater gölüne izafeten adlandırmıştır. Litolojik özelliklerini dikkate alarak formasyonu Yalçinkaya (1989) Pürenova formasyonu ile Gölcük volkanitleri olarak ayırtlamıştır. Aynı şekilde Kazancı ve Karaman (1988) birimi Andezitik-trakiandezitik lavlar ile Gölcük piroklastikleri olarak ayırarak isimlendirmişlerdir.

Andezit ve trakiandezit, kaynaklaşmış tuf (ignimbirit), tuf, volkanik kül ve pomza gibi volkanik birimlerden oluşan Gölcük formasyonu Gölcük Gölü merkez olmak

üzere Isparta Ovasında geniş yayılım gösterirler. Ayrıca Isparta Ovası güney ve batısında yükselen tepelerde serpilmiş olarak gözlenmektedir.

Lefevre vd. (1983), Isparta güneyindeki andezitik-trakiandezitik volkanitlerin yaşını radyometrik verilere göre 4 milyon yıl olarak saptamıştır. Platevoite vd. (2008) Isparta Gölcük kalderesi içinde bulunan ve sekonder koni ve ring daykları oluşturan fonolit ve trakitlerin 24000 yıla kadar varan yaşlarının olduğunu belirlemişlerdir. Ancak Mutlutürk (2008) Isparta'daki volkanizma faaliyetini ovadaki güncel çökellerle ilişkisine dayanarak birkaç bin yıl öncesine kadar sürdürebileceğini işaret etmektedir.

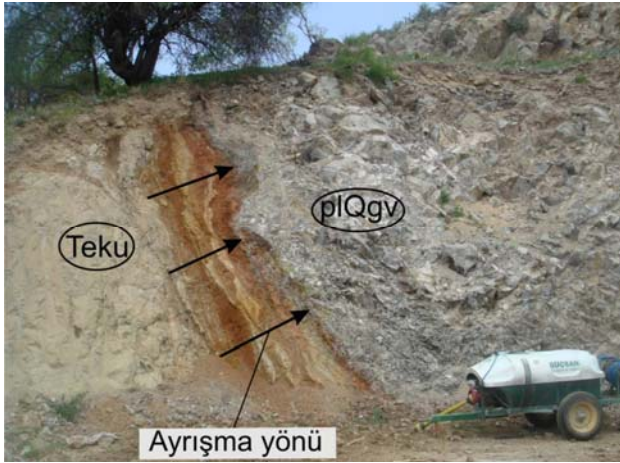
Gölcük formasyonu sığ, karasal maar tipi, aşırı gaz ve su buhar basıncı taşıyan volkanizmanın ürünüdür (Kazancı ve Karaman, 1988). Bu volkanizma ile püsküren volkanoklastik malzeme tamamen karasal ortamda çökmüştür. Çalışma alanı içerisinde gözlenen volkanik birimler olanaklar dahilinde ayırtlanarak andezit ve trakiandezit, kaynaklaşmış tuf ile tuf ve pomza olarak haritalanmıştır.

Andezit ve Trakiandezit (plQgv): Andezit ve trakiandezit çalışma alanının güney kesimlerinde, Kocakır Tepe, Sitre Tepe ve Hisar Tepe dolaylarında, güneybatıda Yakaören Köyü ve Pilav Tepe civarlarında, kuzeyde ise Çünür Mahallesi kuzeyinde yayılım gösterir.

Birim siyahımsı, grimsi, kahve renklerde olup, oldukça dayanımlı andezit ve trakiandezitlerden oluşmaktadır. Çalışma alanında subvolkanik stoklar ve dayklar şeklinde bulunurlar. Bol çatlaklı bu kayalar bazı kesimlerde soğuma çatlakları nedeni ile sedimanter yapıya andıran bir görünümündedir (Şekil 4.14). Yersel olarak ileri derecede altere olmuş andezitlerde, Yakaören Köyü yaklaşık 100 m güneybatısında Kurttepe formasyonu ile olan dokanağındaki gibi, tüm ayrışma aşamaları görmek mümkündür (Şekil 4.15). Bu kayalar daha yaşlı birimlere ait inklüzyonlar içerdikleri gibi, bazı kesimlerde daha yaşlı kayalar üzerine lav akıntıları halinde görülebilir (Şekil 4.16). Andezit ve trakiandezitler daha yaşlı birimleri dayklar şeklinde keserek (Şekil 4.17) güncel çökeller tarafından da uyumsuz olarak örtülmektedir.



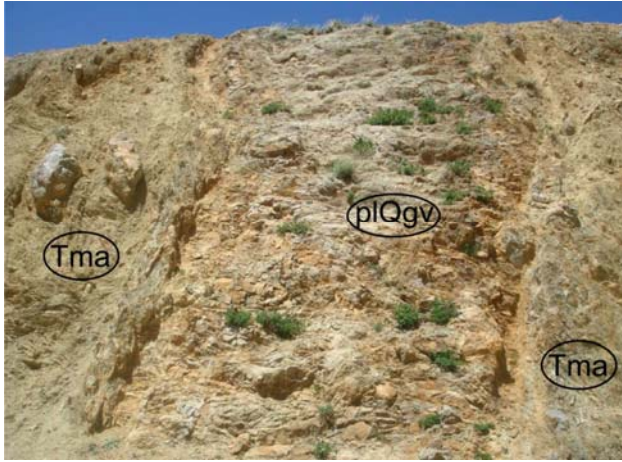
Şekil 4.14. Andezitlerde gelişen soğuma çatlakları (Kocakır Tepe kuzeydoğu etekleri)



Şekil 4.15. Kurttepe formasyonu (Teku) ile olan dokanağında, andezitlerde (plQgv) görülen ayrışma (Yakaören Köyü 100 m güneybatısı)



Şekil 4.16. Andezitik lavların (plQgv) Ağlasun formasyonu (Tma) üzerine akması (Dökçay Deresi sağ yamacı)



Şekil 4.17. Ağlasun formasyonu (Tma) içinde andezit daykı ((plQgv) (Darıdere barajı sol sahili)

Kaynaklaşmış tuf (plQgp₁): Yalçinkaya (1989) tarafından Yakaören tuf üyesine karşılık gelen birim bazı çalışmalarda sıkı tuf olarak ayrılmış ve incelenmiştir.

Birim çalışma alanının güneybatısında Dere Mahallesi civarlarında, Karakaya Tepesi'nden güneybatıya doğru uzanan bir şerit şeklinde uzanır. Güneydoğuda ise Isparta-Antalya karayolu sağ tarafında küçük bir alanda mostra vermektedir.

Birim, yaklaşık 25 m kalınlığında masif görünümlü, kirli beyaz, bej, kirli sarı renkli olup tuf matriksi içinde yaygın olarak pomza kırıntıları ile daha az yaygın olarak andezitik ve trakiandezitik karakterlidir. Sert ve sıkı dokulu bu tüfler yatay konumlu olup topoğrafyada belirgin ve sarp yüzey şekilleri oluşturur (Şekil 4.18). Bu tüfler içerisinde aglomera seviyeleri de gözlenir. Gölcük volkanoklastikleri içerisinde bir araseviye şeklinde bulunan kaynaklaşmış tuf volkanizma faaliyetinin ilk evresinde oluşmuştur.

Tuf ve Pomza (plQgp): Tuf ve pomzalardan oluşan Gölcük Volkanoklastikleri Gölcük Gölü merkez olmak üzere Isparta Ovasında geniş yayılım gösterirler. Ayrıca ova çevresinde yüksek topoğrafyaya sahip düzlüklerde de gözlenmektedir.



Foto 4.18. Kaynaklaşmış tüflerin uzaktan görünüşü (Dere Mahallesi yaklaşık 700 m güneybatısı)

Birimi Kazancı ve Karaman (1988) Gölcük piroklastikleri, Yalçınkaya (1989) tarafından çalışma alanı dışında yer alan Pürenova dolaylarından Pürenova formasyonu olarak isimlendirilmiştir.

Birim tamamen volkanik kökenli, son derece hafif gereçlerden oluşmuş tuf, tüfit, pomza, yer yer aglomera seviyelerden oluşmaktadır. Altta volkanizma faaliyetinin ilk evresinde oluşan yeşilimsi gri, açık kahve renkli, çakıl büyüklüğünde pomza ve andezit kırıntıları içeren masif görünümlü nispeten iri taneli tuf yer almaktadır. Bu seviye üzerine, Isparta Ovası içerisinde hemen hemen her yerde görünen kızılımsı sarımsı kahve renkli killi seviye gözlenir. Volkanizma faaliyetinin olmadığı ayrışma dönemi işaret eden bu killi seviye üzerine, aşınmalı bir tabana oturmuş pomza seviyesi gelmektedir. Bu pomza içerisinde lav bombaları ve blok boyutuna ulaşan andezit çakılları sıkça rastlanır. Volkanizma faaliyetini yeniden durakladığı dönemde bu pomza üzerinde kahverengimsi sarımsı ayrışmış tuf seviyeleri gözlenmektedir. Bunun üzerine, yeniden faaliyete geçen volkanizma ile yerleşen ikinci bir pomza seviyesi çökelmiştir. Pomza üzerine yeşilimsi gri, sarımsı yeşil renk tonlarında sert, silt boyutunda ince taneli tuf seviyesi yer alır. Üste doğru birim, kahverengimsi gri renkli pomza andezit çakılı zayıf tutturulmuş tüflerle devam eder. En üstte tabanında iri andezit çakılları içeren, grimsi kahverengi, ağırlıklı pomza çakılı zayıf tutulmuş tüflerle birim sona erer.

Volkanizma faaliyet şiddeti, depolanan malzeme yoğunluğu, taşınma mesafesi ve topoğrafya şekline bağlı olarak bu serilerde farklı litolojiler ve sidimanter yapılar izlenir. Gölcük Gölü ile Yakaören Köyü dolaylarında kül akması ve volkanik döküntüler şeklinde depolanan bu serilerde çapraz tabakalanma ve merceklenme gibi karasal çökelme koşullarını yansıtan yapılar yoğun olarak izlenir (Şekil 4.19).

Bu kesimlerde, ovaya nazaran daha iri taneli malzeme çökelmiştir. Isparta Ovasındaki bu seriler daha düzgün tabakalanmış (Şekil 4.20), tabakalar içerisindeki taneler oldukça homojen bir dağılım gösterirler. Yine tüfler içerisinde sinsedimanter faylar gözlenir (Şekil 4.21).



Şekil 4.19. Tüflerde gelişen çapraz tabakalanma ve mercek yapıları (Karataş Tepe dolayları)



Şekil 4.20. Isparta Ovasındaki tüf ve pomza seviyelerindeki düzenli tabakalanma (Çarşamba pazarı inşaat temel kazısı)

Birimin genellikle daha üst düzeylerinde yer alan pomza seviyeleri, volkanoklastik birim içerisinde bir kılavuz seviye niteliğini taşır (Şekil 4.22). Isparta Ovasında 0.5 m kalınlığında olan bu seviyeler Gölcük Gölü civarlarında 7-8 m'ye ulaşmaktadır. Gözenekli ve hafif olan pomzalar tane çapı ortalama 3-7 cm arasında değişir.



Şekil 4.21. Gölcük volkanoklastiklerde gelişen sinsedimanter faylar (Karataş Tepe 500 m güneyi)



Şekil 4.22. Gölcük volkanoklastikleri içerisindeki pomza seviyelerin görünümü (Karataş Tepe yaklaşık 1 km kuzeyi)

Tüfler içerisinde karasal aşınma izlerini yansıtan kırmızı renkli kil seviyeler dikkate alarak Kazancı ve Karaman (1988) volkanizmanın iki evrede gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Ancak yapılan gözlemlerde Isparta Ovası içerisinde kesintisiz olarak devam eden iki ayrışma seviyesi belirlenmiştir. Buna göre volkanizma en az üç dönemde gerçekleştiğini söylenebilir.

Çalışma alanında birim kalınlığı tespit edilememiş, ancak daha önce bölgede yapılan su sondaj verilerine göre kalınlığı 500 m'den daha fazla olduğunu söylenebilir. Volkanoklastikler altta daha yaşlı birimler üzerine aşıl uyumsuzlukla gelmekte, üstten ise yine Kuvaterner çökelleri tarafından uyumsuz olarak örtülmekte, hatta yer yer Kuvaterner içinde seviye halinde almaktadır.

4.1.1.8. Horozyokuşu Formasyonu (plQh)

Birimi Yalçinkaya (1989) Gölcük volkanitleri ile birlikte Pürenova formasyonu adı altında ele almıştır. Diğer araştırmacılar ise birimi adlandırmadan diğer Pliyo-Kuvaterner çökelleri ile birlikte incelemişlerdir. Bu çalışmada birim, özelliklerini Horozyokuşu Deresi civarında en iyi şekilde sergilediği için Horozyokuşu formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Birim çalışma alanında kuzey kesimlerinde, Çünür Mahallesi ve SDÜ kampüsü civarlarında, oradan Küçüksöbü Tepe batısındaki vadi boyunca, kuzeydoğuda Belenbaşı Tepe, Caltepe dolaylarında, doğuda Kurutepe doğusunda, batıda ise Isparta Ovasını sınırlayan dağların eteklerinde irili ufaklı mostralar vermektedir. Birim çalışma alanının yaklaşık 7 km²'lik bir alanda yayılım göstermektedir.

Birim orta-kalın tabakalı, kırmızı, kahverengi, krem, bej, gri renk tonlarında, yer yer gevşek tutturulmuş, yer yer tutturulmamış çakıl, kum, tuf, kil aralanmalardan oluşur (Şekil 4.23). Çakıllar genel olarak kötü derecelenmiş olup birimin alt düzeylerinde yuvarlak, yarı yuvarlak, üst düzeylerde köşeli, yassı killi kireçtaşlarından türemiş kaya kırıntılarından oluşur. Egemen olarak kireçtaşı ve andezit kırıntılarından oluşan kum seviyeler, kaba tanelidir ve akıntı izleri içerir. Tüfler silt-kum boyutunda, zayıf tutturulmuş, yer yer pomza arakatmanlıdır. Killer kırmızı, kahverengi tonlarda olup, çatlaklı, yersel olarak kum ve çakıl aratabaka ve mercekleri içerir. SDÜ Kapüs sahasında en iyi şekilde gözlenen birim genel olarak düzgün tabakalı, tabakalar ise 3-5 derece kuzeydoğuya doğru eğimlidir. Birim içerisinde eski dere dolguları sıkça gözlenmektedir.



Şekil 4.23. Horozyokuşu Formasyonundan genel bir görünüm (SDÜ Batı Kampüsü)

Birim daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örter. Golcük volkanitleri ile girintili olup üsten Kuvaterner yaşlı alüvyal birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Çalışma alanında birimin görünür kalınlığı 60 m civarındadır.

Stratigrafik konum ve litolojik özellikleri itibariyle, daha önce yapılmış çalışmalarda birimin yaşı Pliyosen-Pleyistosen olarak kabul edilmiştir. Eski akarsu ve göl kenarında çökelmiştir (Şenel, 1997)

4.1.1.9. Traverten (Qtr)

Çalışma alanının batısında Yakaören Köyü 300 m kuzeydoğusunda ile Gökçe Tepe doğu eteklerinde mostra veren travertenler küçük bir alanda yayılmaktadır.

Orta-kalın tabakalı, kirli sarı, gri, sarımsı kahve renkli traverten gözenekli ve bitki izlidir (Şekil 4.24). Fay zonlarında karstik sular ile gelişmiştir. Birim Kuvaterner yaşlı kabul edilmiştir. Çalışma alanında birim kalınlığı 15-20 m civarındadır.



Şekil 4.24. Travertenlerden genel bir görünüm (Gökçe Tepe doğu eteği)

4.1.1.10. Alüvyon (Qal)

Alüvyon çalışma alanının güneybatısında, güneybatı-kuzeydoğu istikamette ovaya doğru, mevsimlere bağlı olarak akan dereler boyunca dar şeritler şeklinde başlamak üzere Isparta Ovasının güneydoğu, doğu ve kuzeydoğu kesimlerinde yayılım gösterir. Birim yersel olarak daha yaşlı kayalardan türemiş blok, çakıl, kum, silt ve kil boyutlarında gereçlerden oluşmaktadır. Ovanın güneyinde, batı-doğu istikametinde uzanan Isparta Çayı güney tarafında yarıyuvarlak, yuvarlak, kireçtaşı kumtaşı ve andezit gibi kayalardan oluşan blok çakıl ve kumlardan oluşur (Şekil 4.25). Buradaki alüvyon kalınlığı 25-30 m'ye ulaşırken güneydoğuda Savköy güneyinde 120 m civarındadır. Diğer dereler boyunca alüvyon kalınlıkları 4-5 m geçmemektedir. Ovanın düşük kotlarında alüvyonlar genel olarak volkanoklastiklerin ayrışma taşınma ürünü olan ince taneli malzemeden oluşur ve volkanoklastikler üzerinde ince örtü şeklinde yayılmaktadır. Alüvyon daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örter, eşyaşlı yamaç molozu ve alüvyon yelpazeleri ile yanıl geçişlidir.



Şekil 4.25. Isparta Çayı yatağındaki alüvyonların görünümü

4.1.1.11. Yamaç Molozu (Qym)

Ovayı kuşatan dağların eteklerinde gelişmiş olan yamaç molozları, daha yaşlı birimlerine ait kayaların ayrışıp yerçekimi etkisi ile taşınmış genel olarak köşeli ve düzensiz olarak depolanan malzemelerden oluşmaktadır. Yamaç molozlarını oluşturan malzeme bileşimi oluştukları bölgedeki kaya türüne bağlı olup ova kenarlarında hemen hemen her yerde izlenmektedir. Yamaç molozları daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örter, eşyaşlı alüvyon ve alüvyon yelpazeleri ile yanıl geçişlidir.

4.1.1.12. Alüvyon Yelpazeleri (Qay)

Derelerin yüksek topoğrafyalardan ovaya boşalan kesimlerde gelişen alüvyon yelpazeleri (Şekil 4.26) egemen olarak aşınmaya karşı dayanıklı olan kireçtaşlarından türemiş kaya kırıntılarında oluşmaktadır. Suyun akış enerjisine bağlı alüvyon yelpazeleri üstlerinde köşeli, yassı blok, çakıl boyutlarında malzeme içerirken, yelpaze eteklerinde ise daha ince malzemeler yer almaktadır. Alüvyon yelpazelerinin önemli bir özelliği de ovada devamlılıklarının olmayışındır. Ova ile birleştikleri alanda sonlanırlar ve önünde devamlılığı olan bir dere yatağı da yoktur. Bunun genç dönemde meydana gelmiş hızlı bir yükselme alanı ile meydana gelmiş

olması gereklidir. Bunun nedenin ovanın oluşum yaşının oldukça genç olması ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Alüvyon yelpazeleri daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örter, eşyaşlı alüvyon ve yamaç molozları ile yanal geçişlidir.



Şekil 4.26. Kızıl Deresinin oluşturduğu alüvyon yelpazesi (Kayıköy’den güneybatıya bakış)

4.1.1.13. Isparta Ofiyolitik Karmaşığı (Tio)

Birim özelliklerini en iyi şekilde Isparta dolaylarında sergilendiği için Yalçinkaya (1989) tarafından Isparta ofiyolitik karmaşığı şeklinde adlandırılmıştır.

Isparta ofiyolitik karmaşığı çalışma alanında tek allokton birim olarak yer almaktadır. Birim çalışma alanının güney kesimlerinde Sitre Tepesi kuzey yamaçlarında, Savköy 1 km güneyinde, Isparta Ovasını güneydoğuda sınırlanan tepelerin eteklerinde küçük mostralar verir ve yaklaşık 1.5 km²’lik bir alanı kaplamaktadır.

Birim, içerisinde değişen boyutta kaya birimlerini blok olarak bulunduran, kuvvetli tektonikle karışmış, çok renklilik sunan, genelde yeşil rengin hakim olduğu, yer yer olistostromal özellikler gösteren, bazik-ultrabazik kayalardan oluşmaktadır (Şekil 4.27). Bu kayalar başlıca radyolarit, çört, serpantinit, gabro, diyabaz, konglomera ile

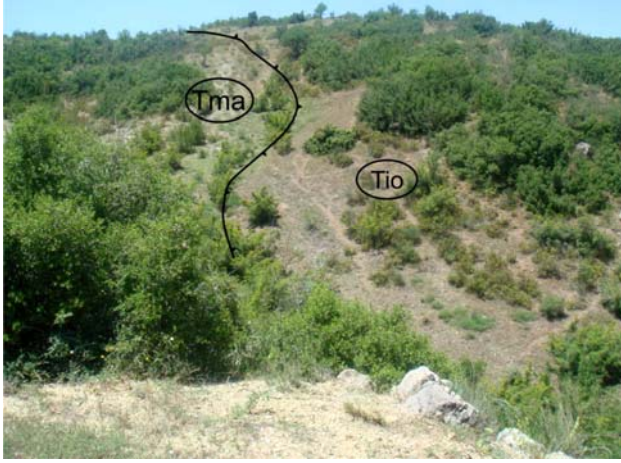
kireçtaşı bloklarından oluşurlar. Çalışma alanında birimin en yaygın bileşeni olan radyolaritler açık pembe-kırmızımsı renkli olup bol çatlaklı, makaslanmış ve ileri derecede kıvrımlanmıştır. Serpantinitle açık ile koyu yeşilimsi, kaygan yapılı, yaygın makaslama yüzeylidir. Gabro ve diyabazlar genellikle dayk şeklinde izlenmekte olup, koyu yeşil-gri renklidirler. Konglomera volkanik kökenli bir hamur ile bağlanmış, egemen olarak andezit, kireçtaşı ve çörtlerden türenmiş kaya kırıntılarından oluşur. Açık gri, bej, pembe renkli neritik kireçtaşı çalışma alanında 30 m boyutlarına ulaşan bloklar şeklinde izlenir.

Bölgede ilk ofiyolit kırıntıları Üst Paleosen-Alt Eosen serilerinde gözlenmiştir. Bu evre sonuna doğru bölgeye yerleşen ofiyolitli karmaşık Lütisiyen ve Burdigaliyen sonunda ikinci ve üçüncü yerleşmesini yaparak, Tersiyer serileri içerisinde birbiri üzerine gelen tektonik dilimler şeklinde karmaşık bir yapı kazanmasına neden olmuştur. Isparta ofiyolitik karmaşığı, Alt Eosen ve Lütisiyen’de devam eden ilerlemeler sonucunda allokon serileri otokton serilere yaklaştırmış ve Burdigaliyen sonlarındaki son ilerlemesiyle otokton serilerin üzerine yerleşimini tamamlamıştır (Yalçınkaya, 1989). Çalışma alanında birim Burdigaliyen yaşlı Ağlasun formasyonu tektonik olarak üstler (Şekil 4.28).

Birim içerisindeki kireçtaşı bloklarında Triyas-Üst Kretase zaman aralığını gösteren değişik fosillere rastlanıldığı (Yalçınkaya, 1989) ve bu fosil kapsamlarına göre oluşum yaşının Mesozoyik, yerleşiminin ise stratigrafik konum itibariyle Paleosen’de başlayıp Geç Miyosen’e kadar devam eden bir tektonik aktivite ile bu zaman aralığında geliştiği düşünülmektedir.



Şekil 4.27. Isparta ofiyolitik karmaşığından genel bir görünüm (Sitte Tepe güney yamacı)



Şekil 4.28. Isparta ofiyolitik karmaşığının (Tio) Ağlasun formasyonu (Tma) üzerine bindirmesi (Savköy yaklaşık 1 km güneybatısı)

4.2. Yapısal Jeoloji

Çalışma alanı Toridler tektonik birliği içerisinde önemli bir konuma sahip olan Isparta bükümünün (Koçyiğit, 1981) iç batı kesimlerinde yer alır. Toros dağlarının genel uzanımının doğu-batı istikametinde olmasına karşılık, Göller Bölgesi dolaylarında bu düzenli gidiş kıvrım veya büküm yapacak şekilde bir görünüm arz eder. Alpin orojenezine bağlı olarak neotektonik dönemde yapısal gerilmelerin etkisi altında kalmış ve günümüzde tektonik yönden aktif olan Isparta dolayları değişik tür kıvrım, kırık, bindirme ve faylı yapılar kazanmıştır.

Çalışma alanı dolaylarında görülen en önemli tektonik yapılar ve olaylar, allokton konumu ofyolitli karmaşığın yerleşimi ile ilgilidir. Bölgeye üç ayrı dönemde yerleşen ofyolitik karmaşık çalışma alanında Burdigaliyen yaşlı Ağlasun formasyonu üzerine tektonik olarak gelmiştir.

Çalışma alanında ve yakın çevresinde Miyosen sonrasında çekme tektoniğinin etki ve sonuçları belirginleşmeye başlar (Yalçinkaya, 1998). Bölge ve yakın dolaylarında çekme tektoniği denetiminde gelişen en önemli olay ve yapılar, egemen olarak KKD gidişli normal faylanmalar, horst-graben oluşukları, aktif volkanizma ve blok faylanma denetiminde Isparta çöküntü ovasıdır. Aşağıdaki bölümlerde çalışma alanında saptanan bazı önemli yapısal özellikler kısaca açıklanmıştır.

4.2.1. Tabakalanma

Çalışma alanında yer alan kaya birimlerinin büyük çoğunluğu sedimanter kayaçlar oluşturur. Tabakalanma özelliklerine göre bu kayaçlar iki grup altında değerlendirilebilir. Bunlar Mesozoyik yaşlı karbonatlı kayalar ile Tersiyer yaşlı kırıntılı birimlerdir. Çalışma alanına ait yapılan jeoloji haritası (Ek-1) üzerindeki birimlerde gösterilen tabaka konumları göz önüne alınarak birimlerin hakim tabaka konumları şöyledir.

Davras formasyonu kireçtaşlarından alınan 45 tabaka ölçülerinden egemen tabaka K10-30B/30-50°GB konumludur. Söbütepe kireçtaşında egemen tabaka düzlemlerinin konumu K40B/30°GB olarak, ikincisinin konumu ise K30D/25°KB olarak belirlemiştir. Seyrekler kireçtaşlarında egemen tabaka düzleminin K20D/30°KB olarak geliştiği belirlenmiştir. Faylanmalardan çok etkilenen bu birimlerde fay zonlarında tabaka konumları küçük mesafelerde değişmektedir.

Tersiyer yaşlı kırıntılı birimlerin tabanında bulunan Kabaktepe formasyonundaki egemen tabaka düzlemi konumunun K30B/30°GB olduğu, daha üsteki Kurttepe formasyonunda Yakaören Köyü Gökçe Tepe arasında K10B/50°KD, Taş Tepe dolaylarında ise K35B/35°GD şekilde geliştiği belirlenmiştir. Kayıköy dolaylarında

aşırı derecede kıvrımlanmış tabaka tabaka konumları çok küçük mesafelerde değişmektedir. Gavurdüzü formasyonundaki egemen tabaka konumu K-G/30°B olduğunu belirlenmiştir. Ağlasun formasyonunun ana bileşeni oluşturan şeyller dış etkenleri altında ayrılmış ve bunların arasındaki kumtaşı uzun mesafelerde takip edilememiştir. Horozyokuşu Formasyonunun egemen tabaka konumu K45B/3°KD olarak belirlenmiştir.

4.2.2. Kıvrımlar

Çalışma alanında yer alan kaya birimleri, değişik yönlü basınç gerilme etkisiyle farklı gidiş ve türde kıvrımlanma geçirmişlerdir. Kıvrımlar başlıca karbonatlı kayalar ve denizel kırıntılar olmak üzere, iki grup kayaçta farklı özellikler sunarlar. Karbonatlı kayalar nispeten daha sert, gevrek yapılı olmaları nedeniyle daha az oranlarda kıvrım içermekte, aksine kırıklı yapılar yoğun izlenmektedir. Seyrekler kireçtaşı içerisinde haritaya işlenmeyecek kadar küçük kıvrımlar görülürken (Şekil 4.29) Söbütepe kireçtaşlarında gelişen, Karaman (1994) tarafından Söbüdağ antiklinalı olarak isimlendiren (Ek-1) bir antiklinal izlenmektedir. Çalışma alanı kuzeyinde Büyüksöbü ve Küçüksöbü Tepeleri birleştiren hat boyunca uzanmakta olup yaklaşık KKB-GGD gidişlidir. Dalımlı olan bu antiklinal dalma yönü GGD'ya doğru, kanat eğimleri 15-30° arasında değişir. Düzensiz ve asimetrik bir kıvrım niteliğinde olan antiklinalın doğu kanadı Orta-Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kabaktepe formasyonu üzerine tektonik olarak itilmiştir. Söbüdağ güneybatısında düzgün ve güneybatıya doğru eğimli olan Kabaktepe formasyonuna ait tabakalar Küçüksöbü Tepesinin yaklaşık 1.5 km kuzeybatı eteklerinde kuzeydoğuya doğru eğilmesi, Söbütepe kireçtaşların eğim miktarlarında ani yükselmesi ve SDÜ Kampus sahası içerisinde Pliyo-Kuvaterner gölsel çökellerindeki tabakaların kuzeydoğuya doğru eğilmesi Söbüdağ antiklinalinin batı kanadı da ters fayla sınırlanmış olabileceği düşünülmektedir.

Kurttepe formasyonuna ait denizel klastik birimler bölgesel tektonizma etkisi altında daha çok kıvrılmış ve özellikle Kayıköy dolaylarında haritalanmayacak kadar küçük

ölçekli, çok sayıda asimetrik, devrik, izoklinal ve sıkı kıvrım ve kıvrımcıklar izlenir (Şekil 4.30).



Şekil 4.29. Seyrekler kireçtaşlarında gelişen kıvrımlanma (Küçüksöbü Tepe doğu eteği)



Şekil 4.30. Kurttepe formasyonunda görülen küçük ölçekli kıvrımlar

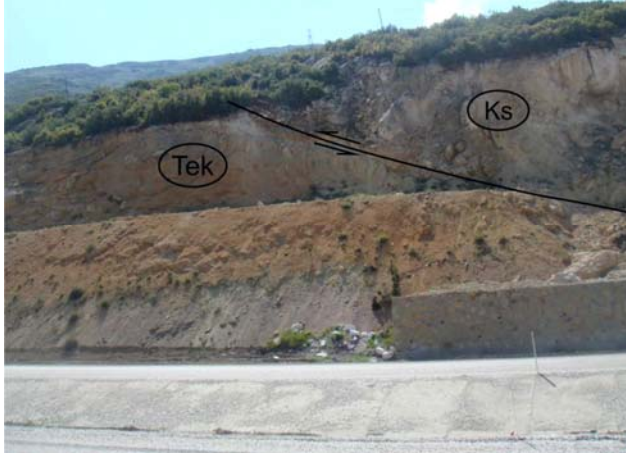
4.2.3. Faylar

Çalışma alanının tektono-morfolojik gelişimde fayların büyük önemi vardır. Bu fayların bir kısmı eski tektonik dönemlerde gelişmiş olup, bunlar özellikle bölgedeki Miyosen öncesindeki tektonik izlerini yansıtır. Orta Miyosen sonrası yeni tektonik dönemde meydana gelen fayların çoğu eğim atımlı normal faylardır (Karaman,1994). Bölgede varlığı saptanan bazı önemli faylar ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

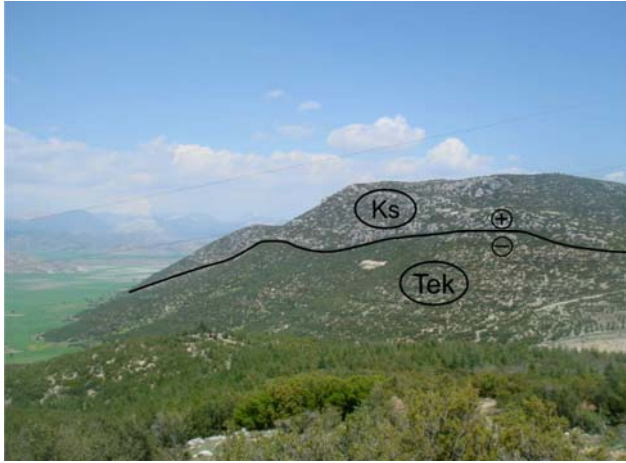
Söbüdağ fayı I: Yüksek eğimli ters bir faydır. Çalışma alanında Büyüksöbü ve Küçüksöbü Tepelerin doğu yamaçlarında Isparta-Ankara karayoluna paralel uzananın gösterir. Çalışma alanında yaklaşık 4-4.5 km izlenebilen fay boyunca Kretase yaşlı Söbütepe kireçtaşı üyesi Kabaktepe formasyonu üzerine itilmiştir (Şekil 4.31).

Söbüdağ fayı II: Küçüksöbü Tepe batısından, SDÜ Kampus sahasının kuzeybatıdaki vadi boyunca Çünür Mahallesi'ne, oradan da Savköy'e doğru uzanır, Isparta Ovasını boydan boya kateden ters bir faydır. Fayın arazi takibi ve aynası belirgin görülmediği için haritada olası ters fay olarak işlenmiştir. Ancak Söbütepe kireçtaşının Küçüksöbü Tepe güneybatı eteklerindeki tabaka eğiminin ani yükselişi, Kabaktepe formasyonundaki güneybatıya doğru eğimli ve düzgün gelişen tabakaların Küçüksöbü Tepe kuzeybatısında yüksek eğimle kuzeydoğuya dönmesi bir yandan, diğer yandan SDÜ Kampus sahasındaki Horozyokuşu Formasyonundaki tabakaların kuzeydoğuya doğru eğimi ve aynı doğrultu boyunca Çünür Mahallesi hemen kuzeyinde volkan konisinin oluşumu bu fayın varlığını göstermektedir. Ayrıca Çünür Mahallesi hemen kuzeybatısında Isparta Belediyesi tarafından açtırılan su sondaj kuyularının geçtikleri litolojileri de fayın varlığını göstermektedir. Burada 200 m mesafeyle iki kuyunun birincisi volkanoklastik malzemeden sonra 65. metrede Kurttepe formasyonuna girmektedir. Bu kuyunun kuzeybatısında açılan ikinci kuyu 180 m boyunca volkanoklastik malzemeleri kesmektedir. Bu verilere göre fayın güneybatıdaki bloğu yükselirken kuzeydoğusundaki blok düşmüştür.

Demirci fayı: Çalışma alanının kuzeyinde Isparta-Ankara karayolu ile Demirci Tepe arasında kuzeydoğu uzanımlı düşey bir faydır. Çalışma alanında yaklaşık 1 km boyunca izlenen fayın kuzeybatı bloğu düşmüştür. Fay düzlemi boyunca doğudaki Üst Kretase yaşlı Söbütepe kireçtaşı ile batıdaki Orta-Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kabaktepe formasyonu tektonik bir dokanak sunar (Şekil 4.32).



Şekil 4.31. Söbütepe kireçtaşı Kabaktepe formasyonu üzerine ters fayla itilmesi (Büyüksöbü Tepe doğu eteği)

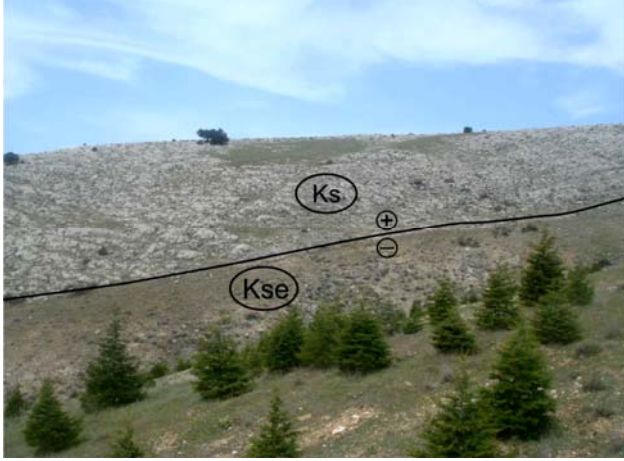


Şekil 4.32. Demirci fayının uzaktan görünümü (Demirci Tepesi kuzeybatı yamacı)

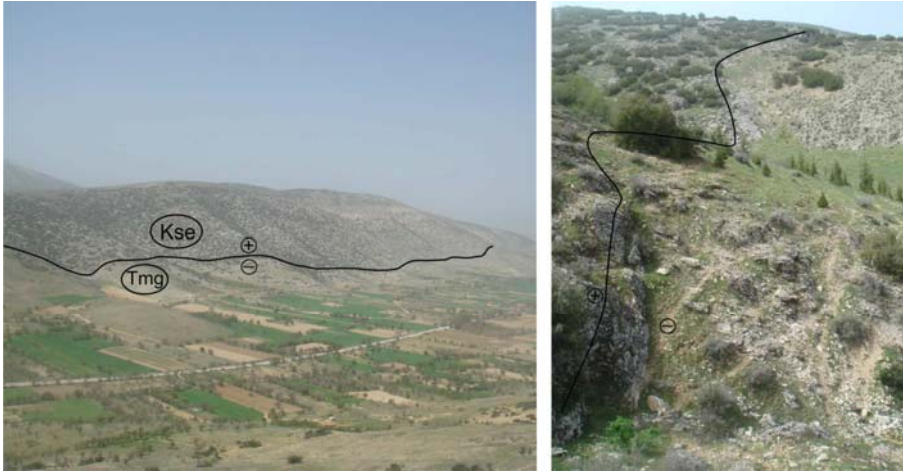
Seyrekler fayı: Seyrekler Tepe kuzeyinde Avcı Dere boyunca uzanan Seyrekler fayı, Mesozoyik karbonatları içerisinde kalmış olup kuzeybatısındaki blok, güneydoğusundaki bloğa göre yükselmiştir.

Kırtepe fayı: Çalışma alanının kuzeyinde, Kırtepe batısındaki vadiden başlayıp kuzeye doğru uzanan Kırtepe fayı Söbüdağ kireçtaşı ile Seyrekler kireçtaşı arasındaki tektonik dokanak ilişkisini sunar. Daha sonra yay çizerek kuzeydoğuya doğru uzanımı gösteren fayın batısındaki blok doğudaki bloğa nazaran yükselmiştir (Şekil 4.33).

Bozanönü fayı: Çalışma alanının kuzeyinde yaklaşık kuzey-güney uzanımlı düşey bir faydır. Batıdaki blok doğudakine göre yükselmiş ve Seyrekler kireçtaşı Gavurdüzü formasyonu ile tektonik bir dokanak ilişkisini sunar (Şekil 4.34).



Şekil 4.33. Söbütepe kireçtaşı ile Seyrekler kireçtaşı arasındaki Kırtepe fayı



Şekil 4.34.Bozanönü fayının uzaktan görünümü

Arapdağı fayı: Bozanönü fayına verrev olarak gelişmiş Arapdağı fayının güneyindeki blok yükselmiş, kuzeyindeki blok ise düşmüştür .

Çeşmedağı fayı: Güneybatı-kuzeydoğu gidişli, düşey atımlı fay Isparta Ovasının kuzeydoğusundan uzanır ve Palamutlar Tepesinde çalışma alanını terk eder. Fayının güneydoğusundaki blok kuzeybatısındakine göre yükselmiştir. Çeşmedağı fayının devamlı ve açık fay aynası gözlenmemiş, ancak düzenli tabakalanmaya sahip Davras

kireçtaşlarında, fay zonu boyunca düzenliğinin bozulmuş, yoğun eklem takımları gelişmiş, kayalar irili ufaklı parçalar halde ezilmiş ve yoğun breşik yapılar kazanmıştır.

Kayaltepe fayı: Büyükhacılar Köyü güneybatısında Harmancık dere boyunca ve Savköy'e kadar uzanan sağ yönlü doğrultu atımlı faydır. Şekil 4.35'ten görüldüğü gibi fay aynası ve fay çizikleri iyi korunabilmiştir.

Alacatepe fayı: Kayalı Tepe batısında, ona verev gelişen K70B gidişli düşey atımlı Alacatepe fayının kuzeydoğusundaki blok, güneybatısındaki bloğa göre yükselmiştir.

Kayıköy fayı: SDÜ Kampus sahası güneyinden başlayarak Kayıköy ve Yakaören Köylerine doğru devam eder. Çalışma alanı batısında yüksek topoğrafyası ile Isparta Ovasını birbirinden ayıran bir normal faydır. Kırıntılı Kurttepe formasyonu içerisinde geliştiği için, devamlı, belirgin ve açık fay aynası gözlenmez. Ancak sert ve daha dayanıklı kayaların bulunduğu bazı kesimlerde kayma düzlemleri rastlanabilir. Falyanma dolayısıyla düzenli tabakalanmaya sahip Kurttepe formasyonunda, fay zonu boyunca, özellikle Kayıköy dolaylarında düzenliğinin bozulduğu görülür. Fayın arazi takibi ve aynası belirgin görülmediği için, harita üzerinde olası fay şeklinde gösterilmiştir. Bu fayın varlığını kanıtlayan en önemli olay küçük ölçekteki faylar, kıvrımlar, sırtların ova sınırında birden kesilmesi ve ova batı kenarı boyunca yer alan traverten oluşumlarıdır.

Karataş fayı: Isparta yerleşim birimi güneybatısında Kartaş Tepe dolaylarında, doğu-batı uzanımlı ve yaklaşık 45° kuzeye doğru eğimli normal atımlı faydır. Atım miktarı ise yaklaşık 15 m'dir (Şekil 4.36).

Gülcük volkanitlerine ait volkanoklastikler içinde gelişen bu fayın güney bloğu kuzey bloğa göre yükselmiş ve bu faya paralel olarak küçük faylar gelişmiştir.

Bu fayların dışında çalışma alanında Ek-1'den görüldüğü gibi birçok küçük ölçekte normal ve makaslama fayları gelişmiştir.



Şekil 4.35. Kayaaltepe fayı aynasının görünümü (Büyükhacılar Köyü 750 m güneybatısı)



Şekil 4.36. Karataş fayından bir görünüm (Karataş Tepe 500 m güneyi)

4.3. Depremsellik

İsparta Büklümü içinde yeralan Çalışma alanı Türkiye deprem bölgeleri haritasında I. derece deprem bölgesinde kalmaktadır.

Batı Anadolu ve onun devamını oluşturan Ege Denizi, günümüzde başlıca K-G ve GB-KD yönlü çekme tektoniğinin etkisi altında bulunur. Bu genişleme rejiminin kontrolünde gelişen D-B, KD ve KB gidişli faylar (Koçyiğit, 1984, Koçyiğit vd.,

2000), günümüzde Batı Anadolu'da depremsellik açısından en aktif fay sistemini meydana getirmektedir.

GB-Anadolu'da Isparta Büklümü olarak bilinen ve Antalya Körfezinin geometrisine uyan coğrafik yapı, Batı Toroslar bölgesinin en önemli yörelerinden birisidir. Torosları oluşturan Mesozoyik karbonat ekseninin Neotektonik dönemde Antalya Körfezinin kuzeyinde bükülmesi ile oluşan Isparta Büklümü, ana çizgilerde, batıdan Fethiye-Burdur fayı, doğudan ise Akşehir fayları ile sınırlıdır. K-G uzanımlı Eğirdir-Kovada grabeni Isparta Açısını iki farklı simetrik bölgeye ayırır.

Eğirdir-Kovada grabeninin doğu ve batı bölümlerinde grabeni sınırlayan normal faylara paralel veya yarı paralel gelişmiş sentetik normal fay bileşenleri yer alır. Isparta-Antalya arasında yeralan ve Eğirdir-Kovada grabenine paralel gelişmiş K-G gidişli fay sistemleri Yağmurlu vd. (1997) tarafından "Antalya fay zone" olarak tanımlanmıştır.

Isparta Büklümü içinde gelişmiş önemli aktif faylardan biri de Aksu bindirmesi olarak bilinen ters fay sistemidir (Poisson vd., 2003). Aksu bindirmesi, Isparta ile Serik arasında KB yönünde yaklaşık olarak 150 km'lik uzanım gösteren bir faydır. Beydağları platformuna ait Mesozoyik yaşlı karbonat kayaları ve büyük bölümü Antalya naplarına ait ofiyolitik kayalar Aksu bindirmesi boyunca, Aksu havzasını dolduran Erken Miyosen yaşlı denizel kırıntılı tortullar üzerine tektonik bir dokanakla gelir. Isparta Büklümünün doğu kanadı üzerinde Aksu bindirmesine paralel olarak gelişmiş çok katlı bindirme fayları olağan olarak gözlenir. Son yüzyıl içinde Aksu bindirmesi üzerinde büyüklüğü 5.0 ile 5.8 Ms olan iki önemli deprem meydana gelmiştir (Kalafat, 1988; Barka vd., 1995, Demirtaş ve Yılmaz, 1996). Bu durum Aksu bindirmesinin günümüzde halen aktif olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Isparta Büklümünü doğudan sınırlayan Akşehir fayı egemen olarak KB gidişli ve KD'ya eğimli bir normal faydır. Bu fay üzerinde 2000 ve 2002 yılında 5,9 ve 6,5 Ms büyüklüğünde (Mw) depremler meydana gelmiştir.

Isparta Büklümünü batıdan sınırlayan Burdur fay zone, ana çizgilerde KD yönünde uzanım gösteren sol oblik atımlı bir faydır. Burdur fay zone daha çok birbirine paralel ve yarı paralel olan kesikli uzanımına sahip ve basamaklı bir yapı özelliği gösteren fay sistemlerinden yapılıdır. Fethiye Körfezi ile Burdur Gölü arasında yaklaşık 300 km.lik bir uzanım gösteren bu fay zoneunun genişliği çoğu yerde 3 ile 10 km. arasında değişir. GB-Anadolu'nun güncel tektonik yapısını denetleyen en önemli yapısal çizgilerden biri olan Burdur fayı üzerinde 1914 ve 1971 tarihlerinde 6.1 ve 7.1 Ms büyüklüklerinde depremler meydana gelmiştir.

Isparta Büklümünün kuzey kesiminde yer alan Dinar fayı KB gidişli GB'ya eğimli bir normal faydır. Bu fay üzerinde 1925 ve 1995 tarihlerinde 5.9 ve 6.1 Ms büyüklüklerinde depremler meydana gelmiştir.

4.4. Hidrojeoloji

4.4.1. Su Noktaları

4.4.1.1. Akarsular

Çalışma alanı içerisine komşu havzadan gelen bir akarsu yoktur. Bölgedeki önemli akarsular Isparta Çayı, Darıdere ve Milas deresidir.

Isparta Çayı: Isparta ilinin güneydoğusunda, Akdağ'ın kuzey eteklerinden başlayan dere önce kuzeye doğru akarak ovaya ulaşır. Daha sonra doğuya doğru dönerek Isparta ilinin içerisinden geçer ve ovayı doğuya doğru geçerken Işıkkamı Dere, Pınarcık Dere ve Minasın Çayı'nın sularını alarak güneye yönelir. Her mevsim devamlı akan tek akarsu olan Isparta Çayı yıllık ortalama akımı $50 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıldır}$ (Demir 2008)

Darıdere: Isparta yerleşim yeri güneyinde, çalışma alanı dışında yer alan çok sayıda küçük kaynaklardan beslenir. Darıderesi üzerine inşa edilen Darıdere Barajı Isparta ilinin içme suyu ihtiyacını karşılamak için projelendirilmiştir.

Milas Deresi: Milas, Ürşan ve Büyük Kükürt Deresinin Yakaören köyü dolayında birleşmesinden oluşur. Milas Dere yazın sadece Milas kaynağı sayesinde akışa geçer. Bu su sulama amacıyla kullanılmaktadır. Kışın dere, Deregümü Köyü kuzeyinde ovaya yayılarak kaybolur.

4.4.1.2. Su Kaynakları

Milas Pınarı: Gölcük Gölü güneyinde kuzey eteklerindeki tüflerden çeşitli gözlerden çıkan bir kaynaklar grubudur.

Isparta Çayı Kaynaklar Grubu: Isparta'nın batısındaki tepelerden ve Isparta Çayı dere yataklarından çıkarlar. 1977-1980 yılları arasında yapılan rasatlardan toplam debilerinin 15-800 l/s arasında değiştiği gözlenmiştir (İrleyıcı 1993).

Ayazma Pınarı: Ayazma mesireliğindeki trakitlerden çıkar. Ortalama debisi 1-4 l/s arasındadır.

4.4.1.3. Sondaj Kuyuları

Isparta Ovasında DSİ 18. Bölge Müdürlüğü tarafından 68 adet resmi, 65 adet özel kuyu açılmıştır. Çalışma alanında toplam olarak 133 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyuların dışında resmi belgesi bulunmayan kayıt dışı kuyular da vardır. Bu sondaj kuyuların derinlikleri 76.0-310.0 m, statik su seviyelerinin yüzeyden derinlikleri 11.45-191.00 m, debileri ise 31.00-42.13 l/s arasında değişmektedir (Demir, 2008).

4.4.2. Jeolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

Çalışma alanında bulunan jeolojik birimler hidrojeolojik özelliklerine göre ve daha önce yapılmış çalışmalarında (İrleyıcı, 1993; Demir, 2008) uygulanan kriterleri uygulayarak geçirimli, yarı geçirimli, az geçirimli ve geçirimsiz birimler olmak üzere dört grup altına toplanmıştır.

Alüvyon, yamaç molozu, alüvyon yelpazeleri, traverten, volkanoklastikler, Horozyokuşu formasyonu ile Gavurdüzü formasyonu, Davras, formasyonu ve Menteşe dolomiti geçirimli birimleri oluşturmaktadırlar.

Isparta ofiyolit karmaşığı, Kabaktepe formasyonu ile Ağlasun formasyonu geçirimsiz birimler olarak sınıflandırılmıştır. Gölcük formasyonu içerisinde yer alan andezit ve trakianandezit yarı geçirimli ve Kurttepe formasyonu az geçirimli birim olarak ele alınmıştır.

4.4.2.1. Geçirimsiz Birimler

Isparta ofiyolitik karmaşığı içerisinde başlıca serpantinit, gabro, diyabaz, çört, radyolorit ve kireçtaşı blokları bulunur. Birim içerisinde bulunan serpantinit makaslanma yüzeyi çok fazla olduğundan zaman içinde ayrışmaya uğramalarından geçirimsizlik kazanırlar, bu nedenle yeraltısuyu bakımından fakirdirler. Diyabazlar, serpantinite göre daha sert ve daha az bozuşmaya uğramış kayalar olduklarından çatlaklarda suyu içerebilirler. Ancak, formasyon içinde dayklar şeklinde olduğundan önemsizdir. Gabro, çört ve radyolorit yeraltısuyu bulundurmazlar. Ofiyolit içinde bulunan kireçtaşları akifer niteliği gösterebilir de çalışma alanında, boyutları 30 m geçmeyen bloklar şeklinde bulunurlar ve ova tabanında yayılımı yoktur.

Genel olarak fliş karakterinde gözlenen Kabaktepe formasyonu. ve Ağlasun formasyonu geçirimsiz birim olarak sınıflandırılmıştır. Birimlerin ana bileşenini oluşturan kıltaşı, çamurtaşı ve şeyller yeraltısuyu içermemektedirler. Ancak içindeki kumtaşı ve kireçtaşı düzeyleri ince tabakalı kırılmalı yapıdadırlar. Bu düzeylerde gelişen çatlak ve kırıkların boşluklarında, kumtaşı ve kireçtaşlarında meydana gelen ikincil gözeneklilikten ötürü yeraltısuyu bulunabilir.

4.4.2.2. Az Geçirimli Birimler

Kurttepe formasyonu kıltaşı, karbonatlı çamurtaşı, kumtaşı ile kireçtaşı aralanmalarından oluşan fliş niteliğinde olan bir birimdir. Kıltaşı ve çamurtaşları

yeraltısuyu bulundurmazlar. Ancak litolojik oluşumunda kumtaşı ve kireçtaşı düzeyleri önemli rol oynamaktadırlar. Bu kumtaşı ve kireçtaşı düzeylerinde gelişen çatlak ve kırıklar arasında yeraltısuyun hareketine imkan sağlanır. Ayrıca Yakaören Köyü batısındaki yer alan İlavus Yaylasında, sulama amacıyla bu birimde açılan sondaj kuyularından 1-1.5 l/s debi ile yeraltısuyu alınmaktadır.

4.4.2.3. Yarı Geçirimli Birimler

Gölcük formasyonu içerisinde yer alan andezit ve trakiandezitler yarı geçirimli birim olarak sınıflandırılmıştır. Andezitler, genellikle sert yapılı, ayrılmış, bozuşmuş ve altere olmuş geçirimsiz kayalardır. Ancak çatlaklı olduğunda ve geniş alanlar kapladığı durumlarda yeraltısuyu içerebilmektedir. Gölcük volkanizmasının ürünü olan andezit ve trakiandezit bileşimli volkanitler çalışma alanının güney-güneybatı bölgesinde yüzeylenmektedir. Bölgenin güney kesiminde trakiandezitlerden çıkan Ayazmana Kaynağı 1-4 l/s debiye sahiptir.

4.4.2.4. Geçirimli Birimler

Kil, silt, kum, çakıl ve blok boyutundaki malzemelerden oluşan alüvyon, yamaç molozu ve alüvyon yelpazeleri geçirimli birim olarak ayırtlanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda (İrleyıcı, 1993; Demer, 2008) Isparta Ovasının en önemli akiferi gösterildiğine karşın, bu birimlerin kalınlıkları itibariyle Savköy dolaylarındaki alüvyonlar dışında akifer niteliğini taşımazlar. Isparta yerleşim birimi güney kesimlerinden başlayan ve doğuya doğru kalınlaşarak uzanan alüvyon Savköy dolaylarında Metamar Mermer Granit Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. fabrika sahasında açılan sondaj kuyusunda olduğu gibi, 120 m kalınlığına ulaşmaktadır. Bu kesimlerde alüvyon içerisindeki kil oranı oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Bu bölgede alüvyon iyi akifer niteliğini taşımaktadır. Burada açılan su sondaj kuyularından ortalama 30 l/s debiyle su üretimi yapılmaktadır (Demer, 2008).

Isparta Ovasındaki diğer bölgelerinde alüvyon kalınlığı 4-5m üzerine geçtiğini gözlenmemiştir. Yamaç molozu ve alüvyon yelpazeleri ise dağ eteklerinde yayılım

gösterirler. Konum itibariyle alüvyon tabanının alt kotlarına inilmedikleri düşünülmektedir. Ovadaki yeraltısu statik seviyesi 30 m (Demir, 2008) olduğu gözönüne alındığında bu bölgedeki alüvyon, yamaç molozu ve alüvyon yelpazeleri akifer özelliğini taşımazlar.

Traverten çok gözenekli birim olmasına rağmen, çok küçük alanlarda yayılım göstermesi, kalınlığı fazla olmaması ve yeraltısu seviyesi üstünde kalması nedenleri ile akifer olarak nitelendirilemez.

Isparta ovasında bu güne kadar yapılan jeoloji çalışmalarında, ova zemini alüvyon olarak tanımlanmıştır. Ancak Isparta Ovasını oluşturan temel zemin her yerde sular yardımıyla taşınmış ve depolanmış alüvyon değil, büyük bir bölümü volkanoklastik malzemeler oluşturmaktadır (Mutlutürk, 2003). Önceki çalışmalarda az geçirimli birim olarak tanımlanan volkanoklastikler bu çalışmada geçirimli birim olarak ayırtlanmıştır. Bu birim Isparta Ovasındaki en iyi akifer özelliğini taşımaktadır. Ovadaki su sondaj kuyularının büyük bir bölümü bu birim üzerinde açılmış ve bu kuyulardan 37 l/s'ye ulaşan debilerle su üretimi yapılmaktadır.

Çalışma alanlarında diğer bir geçirimli birim Horozyokuşu formasyonudur. Bu birim kil, kum, çakıl ve tuf aralanmalarından oluşmaktadır. Üst düzeylerde yer alan kil seviyeleri birimin yukarıdan düşey yönde su almasını engelleyebilir. Ancak Ek-1'den görüldüğü gibi çalışma alanında genel olarak Mesozoyik karbonatların eteklerinde yayılım göstermektedir. Diğer yandan volkanoklastiklerle yanal geçişli olan bu birimdeki çakıl, kum ve tuf seviyeleri her iki birimden yatay yönde su alabilmektedir. Yeraltısu seviyesi altında iyi bir akifer niteliğini taşıyabilir.

Gavurdüzü formasyonu ise kırıklı, çatlaklı, kaba taneli kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşmaktadır. Bu birim hem birincil hem de ikincil gözeneklerinde yeraltısuyu taşımaktadır.

Çalışma alanındaki jeolojik birimlerden Menteşe dolomiti ile Davras formasyonu geçirimli birimler olarak ayırtlanmıştır. Bu birimler sahip oldukları kırık, çatlak ve

erime boşluklarından dolayı karstik akifer özelliği gösterirler. Bu karbonatlı birimler çalışma alanının doğu ve kuzey bölgelerinde yüzeylemektedir. Isparta Ovasında bu karbonat serilerde açılan su sondaj kuyularından 15 ile 33 l/s arasında değişen debilerle yeraltısuyu alınmaktadır.

4.5. Mühendislik Jeolojisi

Zeminlerin doğal haldeki mühendislik özellikleri, mühendislik yapılarının projelendirilmesindeki temel fiziksel-mekanik parametreleri oluşturmaktadır. Yerinde yada laboratuvarında yapılan deneysel çalışmalarda elde edilen bu parametrelerin doğruluğu mühendislik projeleri için önem taşımaktadır.

Isparta Ovasın 1/100000 ölçekli MTA'nın yayınlamış olduğu Türkiye Jeoloji Haritası ve birçok çalışmada alüvyon olarak haritalanmıştır (Gutnic vd., 1979; Yalçinkaya, 1989; Karaman, 1994; Irlayıcı, 1993; Demer, 2008; Görmüş ve Özkul, 1995). Ancak, alüvyon olarak haritalanan bu alanın büyük bir bölümünün volkanik zeminlerden oluştuğu da belirtilmektedir (Mutlutürk, 2002). Yaptığımız arazi çalışmalarında da ovada yer alan jeolojik birimin büyük bir çoğunluğunun volkanik zeminlerinden oluştuğu gözlenmiştir.

Isparta Ovasında yayılım gösteren jeolojik birimin, alüvyon yada volkanik olması, oluşum şeklinin ve mühendislik özelliklerinin farklı olması açısından önem taşımaktadır. Mühendislik çalışmalarında, ova zemininin alüvyon olduğu kabul ederek, yapılan hesaplamalarda alüvyona ait katsayı ve grafiklerin kullanılması da yanlış sonuçların elde edilmesine neden olacaktır. Bu nedene Isparta Ovası volkanik zeminlerinin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi önem kazanmaktadır.

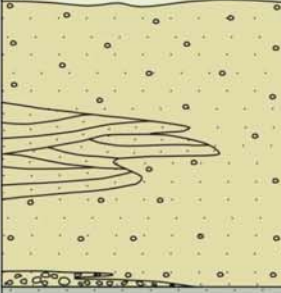
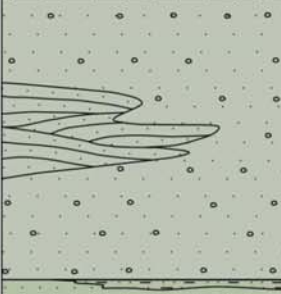
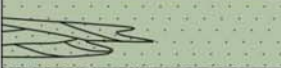
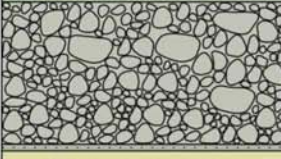
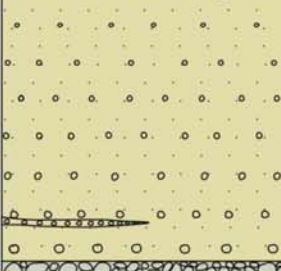
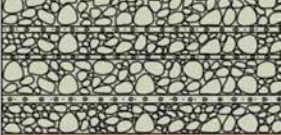
Mühendislik jeolojisi çalışmaları kapsamında, Isparta Ovası volkanik zeminlerinin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Mühendislik jeolojisi çalışmaları, ova zemininin yanal-düşey değişiminin incelediği ve numune alma çalışmalarından oluşan arazi çalışmaları, fiziksel-mekanik özelliklerin belirlendiği

laboratuvar çalışmaları, bütün elde edilen sonuçların karşılaştırılıp tartışıldığı değerlendirme bölümlerinden oluşmaktadır.

4.5.1. Arazi alışmaları:

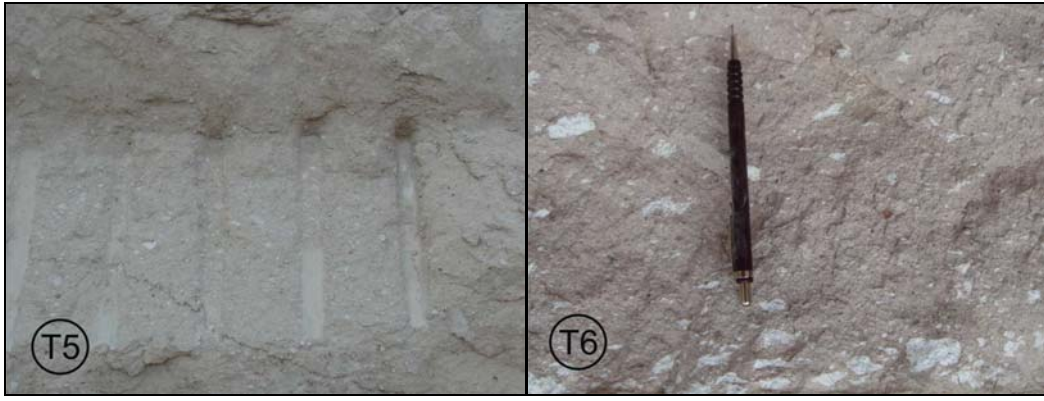
Isparta Ovası volkanik zeminde 80 adet inşaat temel çukuru ve yüzey gözlemlerine göre (Ek-2), birbirlerinden belirgin farklılıklar gösteren seviyeler ayrılmıştır (şekil 4.37). Bunlar, volkanik kaya blokları, kum boyutundaki tüfler, silt boyutundaki kl tüfler, çakıl boyutundaki pomza ve kil seviyeleridir. Bu gözlenen seviyeler, gözlem yapılan ova zemininin st 15-20 m'lik kısmını yansıtmaktadır. Isparta Ovasında yapılan su sondajlarında, benzer seviyelerin yer aldığı, volkanik zeminin yaklaşık 240 m devam ettiği de bilinmektedir. (Demir, 2008).

Mühendislik jeolojisi amaçlı bu tez çalışması kapsamında, gözlem yapıp ayırtlanan seviyeler, volkanizmanın oluşumu hakkında ayrıntılı bir yorum yapılmaksızın mühendislik tanımlamaları yapılarak ayırtlanmıştır.

		Al -Alüvyon; Akarsu ile taşınan-depolanan malzeme.
		Tş -Yağış, rüzgar ve yerçekimi etkisi ile taşınmış tuf.
		Ta -Gri, kahverengi seyrek yarı yuvarlak pomza-andezit çakıllı, silt-kum boyutunda ayrıışmış tuf.
		T6 -Kahverengi gri, seyrek yarı yuvarlak pomza-andezit çakıllı, silt-kum boyutunda, zayıf tutturulmuş tuf. Pomza çakıları andezitten fazladır. Ova içinde paralel, Gölcük dolaylarında çapraz tabakalanma yoğundur. Yer yer tabanında blok boyutuna ulaşan iri andezit çakılları içermektedir.
		T5 -Grimsi kahverengi, seyrek yarı yuvarlak andezit-pomza çakıllı, silt-kum boyutunda, zayıf tutturulmuş tuf. Andezit çakıları pomzadan fazladır. Ova içinde paralel, Gölcük dolaylarında çapraz tabakalanma yoğundur.
		T4 -Sarımsı yeşil, sarımsı kahverengi, zayıf tutturulmuş, ince kum-silt boyutunda tuf. Ova içinde paralel, Gölcük dolaylarında çapraz tabakalı. Üstte yer yer ayrıışmış.
		P2 -Beyazımsı gri, gri, homojen yapılı pomza.
		Kt -Açık kahve, tutturulmamış, silt boyutunda kültuf.
		T3k -Sarımsı kahverengi, seyrek andezit-pomza çakıllı, kumlu, plastik olmayan volkanik kökenli sert silt, kil. T3 -Sarımsı kahverengi, andezit-pomza çakıllı, sıkı, kötü derecelenmiş, kum boyutunda tuf. Tane boyu aşağıdan yukarıya doğru incelmekte, en üste silt-kil boyutuna ulaşmaktadır.
		P1 -Gri, beyazımsı gri, yer yer blok boyutuna ulaşan andezit çakılları ile volkan bombaları içeren pomza. İçinde 5-7cm kalınlığında, uzun mesafeler devamlılığı olan ince tuf-pomza bantları bulunmaktadır.
		T2 -Yerel olarak kırmızısı, sarımsı, koyu kahve, siyah renkli volkanik kökenli plastik olmayan sert kil, silt (T2k). Tabanında 40cm boyutuna ulaşan andezit blokları (T2b) içermektedir.
		T1 -Yeşilimsi gri, çakıllı iri kum boyutunda tutturulmamış veya az tutturulmuş tuf. Çakıllar genelde andezit, seyrek olarak pomza kırıntılardan oluşur. Yer yer çakıl mercikleri içermektedir.

Şekil 4.37. Isparta Ovasındaki zeminlerin üst seviyelerini (15-20m) gösteren geliştirilmiş sütun kesit (Ölçeksiz)

Tüf (T1, T2, T3, T4, T5, T6); Volkanik zeminin hakim ve yaygın bileşimi olan tüfler, sarımsı grimsi kahverengi, kahverengimsi gri ve genelde zayıf tutturulmuştur. İçinde yarı yuvarlak-köşeli, düzensiz-küresel şekilli andezit ve pomza çakılları gözlenir. Andezit, pomza çakıllarının miktar ve oranları ile boyutları değişkendir. Özellikle andezit çakılları bazı seviyelerde blok boyutlarına ulaşabilmektedir. Pomza çakılları ise çakıl-kum boyutu arasında değişkendir. Genellikle kötü boylanmalı olan çakıllar, alttan üste doğru iriden inceye derecelenme gösterirler (Şekil 4.38) ve ayırtlanan seviyelerin üst kesimlerde tamamen kaybolurlar.



Şekil 4.38. Tüf içindeki andezit ve pomza çakıllarda görülen derecelenme (T6), (T5)

Tüf seviyeleri içinde kalınlığı birkaç santimetreyi geçmeyen pomza mercek ve bantları gözlenir (Şekil 4.39). Bazı kesimlerde, yeşilimsi gri, kahverengi, çok az andezit pomza çakıllı, kumlu sert silt özelliği taşıyan seviyeler rastlanır (Şekil 4.40). Ayrıca tüfler içinde çapraz tabakalanma şeklindeki kum boyutunda pomza, andezit çakıllı yapılarda yer alır. Bu yapılar 1-2cm'den 3-4m'ye kadar değişken kalınlıklarda, çok uzun mesafeler aynı özellikte devamlıdır (Şekil 4.41). Alt ve üst seviyesi ile birlikte bakıldığında, akarsu ortamın yansıtan bir özelliği gözlenmemektedir. Bu çapraz tabakalı seviyelerin, akarsu ortamında gelişen yapılar olmadığı, volkanizma faaliyetinin bir evresinde meydana gelen yapılar olduğu belirtilmektedir (Kazancı ve Karaman, 1988). Gerek ova içinde gerekse yol şevleri ve yamaç aşınma yüzeylerinde yaptığımız gözlemlerde, bu yapıların akarsu ortamında oluştuğuna dair bir veriye rastlanamamıştır. Tüf olarak tanımlanan seviyelerin ayrımı renk, tane boyutu, ve içindeki pomza andezit çakıllarının dağılımına göre yapılmıştır.



Şekil 4.39. Tüf içindeki pomza bantları ile iri andezit çakılları (T5)

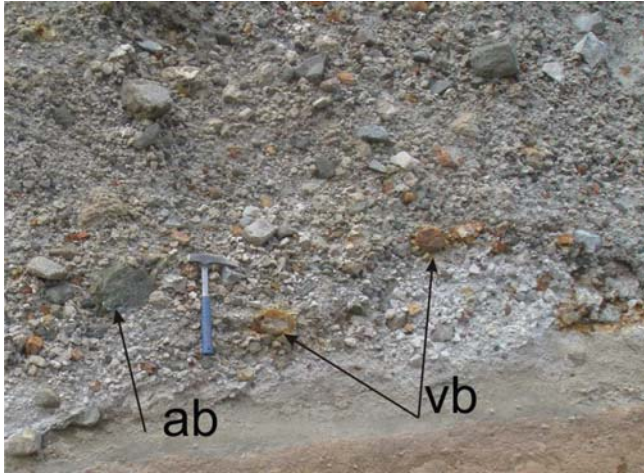


Şekil 4.40. Silt boyutunda sert tüf (T4)

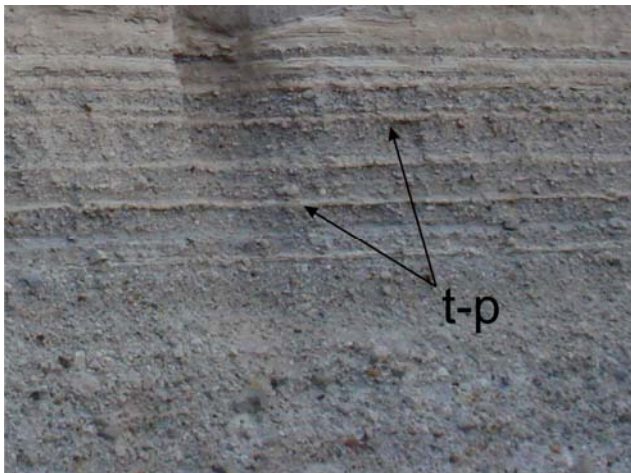


Foto 4.41. Tüf içindeki çapraz tabakalanma (T5), (T6)

Pomza (P1, P2); Volkanik serinin içinde hemen her seviyede pomza çakıllarına rastlamak mümkündür. Ancak, iki pomza seviyesi kalınlığı ve içindeki pomzanın miktarına göre belirgin bir farklılık sunar. Altta gözlenen pomza seviyesi, ova içinde yaklaşık 0.50-1.00m kalınlığındadır ve Gölcük Gölüne doğru bu kalınlık 7-8m'ye kadar çıkar. Gri, grimsi beyaz %50 pomza çakıllı olan bu seviye içinde, yer yer blok boyutuna ulaşan andezit çakılları, lav bombaları, yer alır (Şekil 4.42). Ayrıca pomza içinde kalınlığı 5-7cm'ye ulaşan, çok uzun mesafeler devamlılığı olan ince taneli tuf-pomza bantları da gözlenir (Şekil 4.43). Bu pomza seviyesi Gölcük Gölü güneyinde hafif yapı malzemesi üreten bir firma tarafından 2. kat pomza olarak işletilmektedir.



Şekil 4.42. Alt pomza seviyesinde (P1) yer alan andezit blokları (ab) ile lav bombaları (vb)



Şekil 4.43. Alt pomza seviyesinde (P1) gözlenen kum boyutundaki tuf-pomza bantları

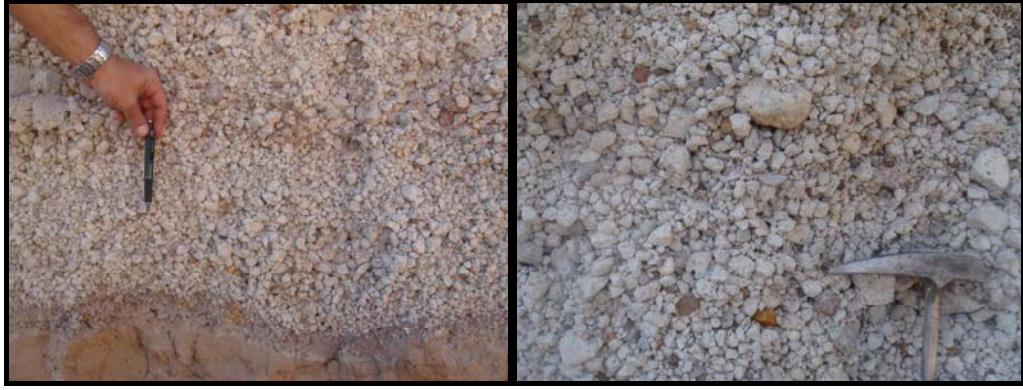
Üstte gözlenen pomza seviyesi daha homojendir, içinde andezit çakılları yok denecek kadar azdır (Şekil 4.44). Ova içinde 15-25 cm kalınlığında olan bu seviye Gölcük Gölüne doğru 7-8 m kalınlığa ulaşır. Bu seviye diğer pomza seviyelerindeki gibi ara seviyeler içermez ve diğer seviyelerdeki gibi hafif yapı malzemesi olarak 1.kat pomza olarak işletilmektedir.

Silt, kil (T2k, T3k); Tüf seviyelerinin en üst düzeyleri genellikle silt boyutundaki malzemelerden oluşmaktadır. Bunların dışında ayrı seviye oluşturacak düzeyler bulunmaktadır. Bu kesimlerde, kızılımsı siyah, sarımsı açık kahve renklerde, çok az andezit pomza çakıllı, kumlu sert silt-killi silt yada yeşilimsi gri, kahverengi plastik olmayan kil özelliği taşımaktadır. Tamamen siltten oluşan kesimleri kültüf (Kt) olarak da tanımlanabilmektedir (Şekil 4.45). Killi olan seviyeler volkanizma faaliyetinin olamadığı ayrışma dönemlerine karşılık gelmektedir.

Ayrışmış tüf (Ta); Ayrışmış tüfler, yüzeye yakın, yaklaşık 1m derinlikte başlar ve kalınlığı değişkendir. Bileşim ve görünüm olarak tüf seviyelere benzemektedir, ancak gevşek ve taneleri ayrışmış olan yapısı ile kolayca tanınmaktadır (Şekil 4.46). Ayrışma nedeni ile ince taneli bir yapısı da vardır. Bu seviyeler çoğunlukla eski vadi yatakları boyunca yer alırlar.

Taşınmış tüf (Tş1-Tş2); İlk olduğu yerden doğal yollarla taşınarak yer değiştirmiş tüfler taşınmış tüfler olarak ayrılmıştır. Taşınma yağış, rüzgar, yerçekimi etkisi ile gerçekleşmiştir. Düşük eğimli yamaçlarda, yayvan vadilerde gözlenir 5-50 cm kalınlığında tamamen volkanik, temiz kum-çakıldan oluşurlar. Ovanın düzlük kesimlerde 1m kalınlığa kadar ulaşmaktadır. Isparta Ovasındaki tarımsal faaliyet tamamen bu taşınmış tüfler üzerinde yapılmaktadır. Bu nedenle içinde bitki kökleri gibi organik maddelerde bulunabilir.

Taşınmış tüfler, alüvyal zeminle karıştırılmaktadır. Alüvyondan en önemli farkını tane şekli, dizilimi ve cinsi oluşturmaktadır. Taneler düzensiz şekilli, kötü boylanmış tamamı volkanik kökenli bileşenlerden oluşmuştur.



Şekil 4.44. Üst pomza seviyesinin yakından görünüşü (P2)

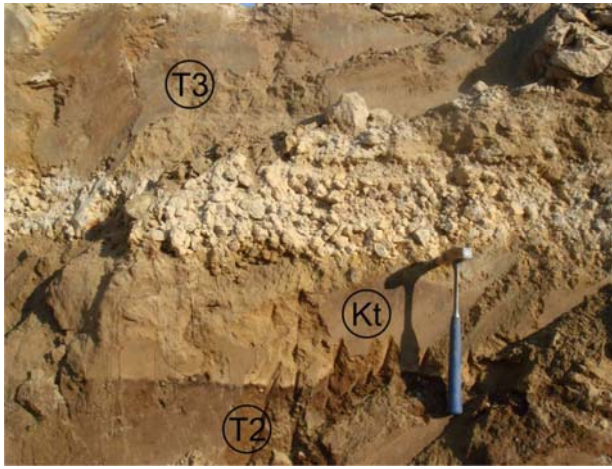


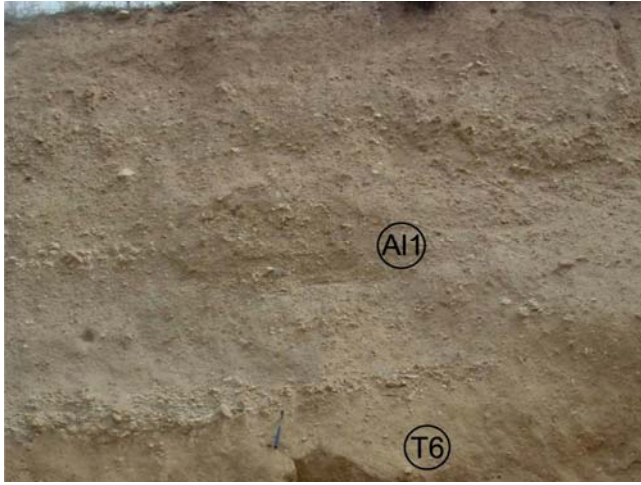
Foto 4.45. Tüflerin ayrışma dönemlerini işaret eden killi seviyeler (T2, T3) ile kütüf seviyesi (Kt)



Şekil 4.46. Ayrışmış tüf seviyeleri (Ta)

Alüvyon (Al1, Al2); Volkanik zemin üzerinde, stratigrafik olarak en üstte alüvyon yer alır. Taşınma ve depolanma tamamen akarsu etkisi ile meydana gelmiştir. Tane

şekilleri yuvarlak, yarı yuvarlak, iyi boyplanmalıdır. Isparta Ovasının güneyinde volkaniklerden geçen vadiler boyunca dar şeritler halinde uzanan ve 1-2 m kalınlığına ulaşan kesim Al1 olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.47). Diğer taraftan bölgede yer alan bütün kaya birimlerinden bileşenler içeren yaygın olarak Isparta Çayı yatağı ve taşkın alanlarında gözlenen alüvyonlar Al2 olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.48). Özellikle Isparta Çayı yatağındaki alüvyonlar Isparta Ovasının güney bölümünün doğu-batı yönde kat eder. Blok boyutundan silt-kil boyutuna kadar, çevre kayalardan türeyen bileşenleri içerir. İçindeki kireçtaşı, kumtaşı gibi sedimanter kayalara ait çakıllar birimi volkanik zeminlerinden ayıran en önemli özelliktir. Bu alanda alüvyonlar Savköy civarında 120 m kalınlığa kadar ulaşmaktadır.



Şekil 4.47. Tamamen volkanoklastik malzemeden oluşmuş alüvyon seviyeleri (Al1)



Şekil 4.48. Isparta Çayı yatağında gelişen alüvyonlarından bir görünüm (Al2)

4.5.2. Laboratuvar Çalışmaları

Isparta Ovası volkanik zeminleri açılan inşaat temel çukurları içinde dikkatli bir şekilde incelenmiştir. Yapılan incelemelerde laboratuvar deneyleri için numune alınabilecek seviyeler belirlemiş ve mümkün olduğu kadar örselenmemiş numune alınmaya çalışılmıştır. Örselenmemiş numune alınan seviyelere ait deney sonuçları, her bir numune için, örselenmemiş direk kesme, aynı numuneye ait örselenmiş direk kesme ve üç eksenli basınç deneyi sonuçları şeklinde tek bir çizelgede verilmiştir. Örselenmemiş numune alınması mümkün olmayan kalınlığı az, bloklu ve gevşek olan seviyelerde örselenmiş numune alınmış ve bazı fiziksel özellikleri belirlemiş, ortalama sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Tüf; Arazi çalışmalarında 6 adet tüf seviyesi gözlenmiş ve ayırtlanmıştır (T1, T2, T3, T4, T5, T6). Bu seviyeler içinde bant ve mercek şeklinde farklılık gösteren pomza, source, kültüfler ile bloklu seviyelerine de rastlanmıştır. Bu seviyelerin ince, bloklu ve oldukça gevşek olan kesimlerden örselenmemiş numune alınması mümkün olmamıştır. Örselenmemiş numune alınan seviyeler ait deney sonuçları Çizelge 4.2-4.9’de verilmiştir.

T1 tüf seviyesi ile kültüf seviyesi (Kt) gevşek oldukları nedeniyle örselenmemiş numune alınması mümkün olmamıştır. Bu seviyelerin gözlemsel tanımlanma yapılmış ve her seviyeden birer adet örselenmiş numune alınarak üzerine elek analizi, su muhtevası ve tane birim hacim ağırlık deneyleri yapılmıştır. Bu deney sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. T1 ile Kt seviyelere ait laboratuvar deney sonuçları

Numune	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	w _n (%)	γ _s (gr/cm ³)
T1	2	84	13	1	7	2.52
Kt	2	15	78	5	11	2.52

Çizelge 4.2. T2 tuf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2- örselenmiş direk kesme, 3- üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-11, 2-10, 3-12 adet

Deney	Numune	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	w _n (%)	γ _s (gr/cm ³)	γ _n (gr/cm ³)	γ _d (gr/cm ³)	γ _{sat} (gr/cm ³)	e	n	γ _{min} (gr/cm ³)	γ _{max} (gr/cm ³)	Dr (%)	c (kg/cm ²)	φ (°)	Derinlik (m)
1	16-2	2	52	40	6	11,4	2,686	1,658	1,489	1,934	0,805	0,446	1,337	1,800	39,5	0,685	32,0	3,7
2	16-2	2	52	40	6	11,0	2,676	1,660	1,496	1,937	0,789	0,441	1,337	1,800	41,3	0,105	42,1	3,7
3	16-2	2	52	40	6	11,0	2,676	1,660	1,496	1,937	0,789	0,441	1,337	1,800	41,3	0,139	31,4	3,7
	16-2	2	52	40	6	3,0	2,676	1,541	1,496	1,937	0,789	0,441	1,337	1,800	41,3	0,050	36,3	3,7
	16-2	2	52	40	6	18,0	2,676	1,765	1,496	1,937	0,789	0,441	1,337	1,800	41,3	0,279	17,2	3,7
	16-2d	2	52	40	6	29,5	2,676	1,937	1,496	1,937	0,789	0,441	1,337	1,800	41,3	0,000	30,3	3,7

Çizelge 4.3. T3 tuf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2- örselenmiş direk kesme, 3- üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-21, 2-21, 3-39 adet

Deney	Numune	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	w _n (%)	γ _s (gr/cm ³)	γ _n (gr/cm ³)	γ _d (gr/cm ³)	γ _{sat} (gr/cm ³)	e	n	γ _{min} (gr/cm ³)	γ _{max} (gr/cm ³)	Dr (%)	c (kg/cm ²)	φ (°)	Derinlik (m)
1	15-1	5	73	21	1	10,4	2,663	1,556	1,410	1,881	0,889	0,470	1,356	1,696	19,0	0,393	35,2	2,3
	15-2	7	66	25	2	11,5	2,665	1,545	1,386	1,866	0,923	0,480	1,339	1,735	14,9	0,379	37,6	3,1
	15-3	8	61	28	3	14,0	2,641	1,508	1,323	1,822	0,998	0,499	1,277	1,689	13,9	1,206	35,4	4,0
	19	7	63	27	3	15,1	2,648	1,578	1,371	1,853	0,932	0,482	1,334	1,752	11,1	0,431	41,2	2,0
2	15-2	7	66	25	2	11,5	2,666	1,526	1,369	1,855	0,947	0,486	1,339	1,735	9,6	0,002	42,3	3,1
	19	7	63	27	3	15,1	2,650	1,564	1,359	1,846	0,951	0,487	1,334	1,752	7,5	0,189	40,7	2,0
3	15-2	7	66	25	2	11,5	2,666	1,526	1,369	1,855	0,947	0,486	1,339	1,735	9,6	0,137	30,7	3,1
	15-2	7	66	25	2	3,0	2,666	1,410	1,369	1,855	0,947	0,486	1,339	1,735	9,6	0,000	37,8	3,1
	15-2	7	66	25	2	20,0	2,666	1,643	1,369	1,855	0,947	0,486	1,339	1,735	9,6	0,023	26,5	3,1
	15-2d	7	66	25	2	35,5	2,666	1,855	1,369	1,855	0,947	0,486	1,339	1,735	9,6	0,000	33,5	3,1
	19	7	63	27	3	15,1	2,650	1,564	1,359	1,846	0,951	0,487	1,334	1,752	7,5	0,000	33,3	2,0
	19	7	63	27	3	3,0	2,650	1,399	1,359	1,846	0,951	0,487	1,334	1,752	7,5	0,000	39,1	2,0
	19	7	63	27	3	10,0	2,650	1,494	1,359	1,846	0,951	0,487	1,334	1,752	7,5	0,000	34,5	2,0
	19	7	63	27	3	20,0	2,650	1,630	1,359	1,846	0,951	0,487	1,334	1,752	7,5	0,113	21,4	2,0
	19d	7	63	27	3	35,8	2,650	1,845	1,359	1,846	0,951	0,487	1,334	1,752	7,5	0,000	33,6	2,0

Çizelge 4.4. T4 tûf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2-örselenmiş direk kesme, 3-üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-18, 2-62, 3-29 adet

Deney	Numune	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	w _n (%)	γ _s (gr/cm ³)	γ _n (gr/cm ³)	γ _d (gr/cm ³)	γ _{sat} (gr/cm ³)	e	n	γ _{min} (gr/cm ³)	γ _{max} (gr/cm ³)	Dr (%)	C (gr/cm ²)	φ (°)	Derinlik (m)
1	26(B)-1	5	50	43	2	22,4	2,649	1,664	1,360	1,846	0,948	0,487	1,155	1,587	55,3	0,575	35,2	6,5
	26(B)-2	8	51	39	2	15,5	2,646	1,768	1,530	1,952	0,730	0,422	1,311	1,653	69,0	0,595	41,9	7,5
	26(B)-2d	8	51	39	2	28,1	2,640	1,942	1,516	1,942	0,741	0,426	1,311	1,653	65,3	0,287	39,2	7,5
2	26(B)-1	5	50	43	2	22,4	2,647	1,666	1,361	1,847	0,946	0,486	1,155	1,587	55,5	0,105	36,0	6,5
	26(B)-1	5	50	43	2	3,0	2,647	1,401	1,361	1,847	0,946	0,486	1,155	1,587	55,5	0,043	39,1	6,5
	26(B)-1	5	50	43	2	10,0	2,647	1,497	1,361	1,847	0,946	0,486	1,155	1,587	55,5	0,130	38,2	6,5
	26(B)-1	5	50	43	2	34,4	2,647	1,828	1,361	1,847	0,946	0,486	1,155	1,587	55,5	0,043	36,1	6,5
	26(B)-2	8	51	39	2	16,4	2,641	1,764	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,306	35,5	7,5
	26(B)-2	8	51	39	2	3,0	2,641	1,561	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,056	39,7	7,5
	26(B)-2	8	51	39	2	10,0	2,641	1,668	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,305	35,5	7,5
	26(B)-2d	8	51	39	2	37,9	2,641	2,090	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,033	37,9	7,5
	26(B)-2d	8	51	39	2	37,9	2,641	2,090	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,000	33,8	7,5
3	26(B)-1	5	50	43	2	22,4	2,647	1,666	1,361	1,847	0,946	0,486	1,155	1,587	55,5	0,112	36,6	6,5
	26(B)-1	5	50	43	2	3,0	2,647	1,401	1,361	1,847	0,946	0,486	1,155	1,587	55,5	0,000	36,4	6,5
	26(B)-1	5	50	43	2	10,0	2,647	1,633	1,361	1,847	0,946	0,486	1,155	1,587	55,5	0,078	34,0	6,5
	26(B)-1	5	50	43	2	34,4	2,647	1,828	1,361	1,847	0,946	0,486	1,155	1,587	55,5	0,000	34,3	6,5
	26(B)-2	8	51	39	2	16,4	2,641	1,764	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,081	34,8	7,5
	26(B)-2	8	51	39	2	3,0	2,641	1,561	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,091	38,0	7,5
	26(B)-2	8	51	39	2	10,0	2,641	1,668	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,241	35,5	7,5
	26(B)-2d	8	51	39	2	37,9	2,641	2,090	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,000	33,8	7,5
	26(B)-2d	8	51	39	2	37,9	2,641	2,090	1,516	1,942	0,742	0,426	1,311	1,653	65,3	0,000	33,8	7,5

Çizelge 4.5. T5 tuf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2-örselenmiş direk kesme, 3-üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-212, 2-181, 3-154 adet

Deney	Numune	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	w _n (%)	γ _s (gr/cm ³)	γ _n (gr/cm ³)	γ _d (gr/cm ³)	γ _{sat} (gr/cm ³)	e	n	γ _{min} (gr/cm ³)	γ _{max} (gr/cm ³)	Dr (%)	c (kg/cm ²)	φ (°)	Derinlik (m)
1	1-1	2	60	36	2	12,7	2,493	1,550	1,375	1,824	0,813	0,448	1,215	1,612	47,2	0,521	38,9	7,0
	1-3	3	67	28	2	10,7	2,451	1,524	1,376	1,815	0,781	0,438	1,252	1,667	36,3	0,460	40,0	7,0
	1-3d	3	67	28	2	32,6	2,433	1,820	1,382	1,814	0,760	0,432	1,252	1,667	37,9	0,080	36,3	7,0
	3-2	1	61	35	3	9,2	2,449	1,506	1,379	1,816	0,776	0,437	1,190	1,637	50,3	0,4347	41,8	4,5
	6-1	2	58	37	3	17,3	2,545	1,695	1,445	1,877	0,762	0,432	1,242	1,711	51,1	0,408	38,1	2,3
	6-2	2	60	25	3	16,6	2,548	1,646	1,412	1,858	0,805	0,446	1,238	1,716	44,1	0,159	41,8	2,3
	7-2	2	65	30	3	11,4	2,574	1,544	1,385	1,847	0,858	0,462	1,236	1,651	42,8	0,538	35,2	2,6
	10-1	0	66	31	3	10,4	2,509	1,525	1,381	1,831	0,816	0,449	1,224	1,617	46,8	0,350	41,2	1,6
	20(B)-1	2	62	34	2	16,2	2,470	1,572	1,352	1,805	0,826	0,452	1,141	1,649	50,8	0,413	40,7	5,3
	20(B)-2	2	63	34	1	12,4	2,475	1,525	1,356	1,808	0,825	0,452	1,219	1,617	41,3	0,307	42,7	5,3
	20(B)-2d	2	63	34	1	39,5	2,494	1,750	1,255	1,751	0,988	0,497	1,219	1,617	11,6	0,080	36,5	5,3
	20(B)-3	2	64	32	2	18,5	2,494	1,564	1,319	1,790	0,891	0,471	1,223	1,618	29,9	0,399	37,6	5,5
	21-2	3	70	25	2	7,9	2,472	1,451	1,345	1,801	0,838	0,456	1,286	1,672	18,7	0,220	43,5	3,0
	22(B)-1	4	69	25	2	16,0	2,493	1,463	1,261	1,755	0,978	0,494	1,178	1,566	26,4	0,206	43,3	3,4
	22(B)-2	4	71	24	1	16,5	2,481	1,455	1,249	1,746	0,986	0,496	1,145	1,550	31,8	0,441	40,8	3,7
	26-1	6	65	27	2	12,4	2,454	1,510	1,343	1,796	0,827	0,453	1,292	1,642	17,7	0,580	39,4	4,0
	26-2	4	66	28	2	12,6	2,478	1,503	1,334	1,795	0,857	0,462	1,248	1,627	27,7	0,402	43,4	4,5
	26(A)-1	2	58	38	2	12,5	2,428	1,489	1,324	1,778	0,834	0,455	1,168	1,599	43,7	0,392	39,2	5,0
	26(A)-1d	2	58	38	2	34,5	2,430	1,777	1,322	1,778	0,838	0,456	1,168	1,599	43,3	0,026	38,1	5,0
2	1-1	2	60	36	2	12,7	2,494	1,551	1,377	1,825	0,811	0,448	1,215	1,612	47,7	0,357	33,3	7,0
	1-3	3	67	28	2	10,7	2,456	1,530	1,382	1,820	0,777	0,437	1,252	1,667	37,9	0,292	34,8	7,0
	1-3	3	67	28	2	3,0	2,456	1,424	1,382	1,820	0,777	0,437	1,252	1,667	37,9	0,157	38,1	7,0
	1-3	3	67	28	2	20,0	2,456	1,659	1,382	1,820	0,777	0,437	1,252	1,667	37,9	0,277	33,7	7,0
	1-3d	3	67	28	2	31,3	2,456	1,815	1,382	1,820	0,777	0,437	1,252	1,667	37,9	0,022	37,3	7,0
	6-1	2	58	37	3	17,2	2,542	1,697	1,448	1,879	0,755	0,430	1,242	1,711	52,0	0,217	35,4	2,3
	7-2	2	65	30	3	11,4	2,574	1,544	1,385	1,847	0,858	0,462	1,236	1,651	42,8	0,214	35,5	2,6
	10-1	0	66	31	3	10,4	2,508	1,524	1,380	1,830	0,817	0,450	1,224	1,617	46,5	0,282	35,1	1,6
	20(B)-1	2	62	34	2	16,2	2,471	1,572	1,354	1,806	0,825	0,452	1,141	1,649	51,0	0,259	35,1	5,3
	20(B)-1	2	62	34	2	3,0	2,471	1,394	1,354	1,806	0,825	0,452	1,141	1,649	51,0	0,128	37,4	5,3
	20(B)-1	2	62	34	2	10,0	2,471	1,489	1,354	1,806	0,825	0,452	1,141	1,649	51,0	0,182	37,9	5,3
	20(B)-1d	2	62	34	2	33,4	2,471	1,806	1,354	1,806	0,825	0,452	1,141	1,649	51,0	0,000	39,0	5,3
	20(B)-2	2	63	34	1	12,5	2,486	1,526	1,357	1,811	0,832	0,454	1,219	1,617	41,4	0,320	35,4	5,3
	20(B)-2	2	63	34	1	3,0	2,486	1,397	1,357	1,811	0,832	0,454	1,219	1,617	41,4	0,192	35,8	5,3
	20(B)-2	2	63	34	1	20,0	2,486	1,628	1,357	1,811	0,832	0,454	1,219	1,617	41,4	0,103	40,2	5,3
	20(B)-2d	2	63	34	1	33,5	2,486	1,811	1,357	1,811	0,832	0,454	1,219	1,617	41,4	0,000	38,4	5,3
	21-2	3	70	25	2	10,6	2,475	1,484	1,342	1,800	0,844	0,458	1,286	1,672	17,9	0,133	37,9	3,0

Çizelge 4.5 (devam)

2	22(B)-2	4	71	24	1	16,5	2,479	1,461	1,255	1,749	0,976	0,494	1,145	1,550	33,3	0,184	38,1	3,7
	22(B)-2	4	71	24	1	3,0	2,479	1,292	1,255	1,749	0,976	0,494	1,145	1,550	33,3	0,172	38,9	3,7
	22(B)-2	4	71	24	1	10,0	2,479	1,380	1,255	1,749	0,976	0,494	1,145	1,550	33,3	0,217	39,0	3,7
	22(B)-2	4	71	24	1	39,4	2,479	1,749	1,255	1,749	0,976	0,494	1,145	1,550	33,3	0,060	39,4	3,7
	26-1	6	65	27	2	12,4	2,460	1,511	1,344	1,798	0,831	0,454	1,292	1,642	18,1	0,348	36,5	4,0
	26-1	6	65	27	2	3,0	2,460	1,384	1,344	1,798	0,831	0,454	1,292	1,642	18,1	0,164	39,4	4,0
	26-1	6	65	27	2	20,0	2,460	1,613	1,344	1,798	0,831	0,454	1,292	1,642	18,1	0,356	32,9	4,0
	26-1	6	65	27	2	33,8	2,460	1,798	1,344	1,798	0,831	0,454	1,292	1,642	18,1	0,000	38,1	4,0
	26(A)-1	2	58	38	2	12,4	2,428	1,486	1,322	1,777	0,836	0,455	1,168	1,599	43,3	0,337	34,7	5,0
	26(A)-1	2	58	38	2	3,0	2,428	1,362	1,322	1,777	0,836	0,455	1,168	1,599	43,3	0,120	38,1	5,0
	26(A)-1	2	58	38	2	20,0	2,428	1,586	1,322	1,777	0,836	0,455	1,168	1,599	43,3	0,204	34,6	5,0
	26(A)-1d	2	58	38	2	34,5	2,428	1,777	1,322	1,777	0,836	0,455	1,168	1,599	43,3	0,060	37,0	5,0
3	1-1	2	60	36	2	12,7	2,494	1,551	1,377	1,825	0,811	0,448	1,215	1,612	47,7	0,177	35,9	7,0
	1-1	2	60	36	2	3,0	2,494	1,418	1,377	1,825	0,811	0,448	1,215	1,612	47,7	0,855	37,8	7,0
	1-1	2	60	36	2	20,0	2,494	1,652	1,377	1,825	0,811	0,448	1,215	1,612	47,7	0,171	33,8	7,0
	1-1	2	60	36	2	32,6	2,494	1,826	1,377	1,825	0,811	0,448	1,215	1,612	47,7	0,000	32,6	7,0
	1-3	3	67	28	2	10,7	2,456	1,530	1,382	1,820	0,777	0,437	1,252	1,667	37,9	0,128	36,5	7,0
	1-3	3	67	28	2	3,0	2,456	1,424	1,382	1,820	0,777	0,437	1,252	1,667	37,9	0,013	38,7	7,0
	1-3	3	67	28	2	20,0	2,456	1,659	1,382	1,820	0,777	0,437	1,252	1,667	37,9	0,089	35,6	7,0
	1-3d	3	67	28	2	31,3	2,456	1,815	1,382	1,820	0,777	0,437	1,252	1,667	37,9	0,000	37,7	7,0
	6-1	2	58	37	3	17,2	2,542	1,697	1,448	1,879	0,755	0,430	1,242	1,711	52,0	0,207	35,1	2,3
	6-1	2	58	37	3	3,0	2,542	1,492	1,448	1,879	0,755	0,430	1,242	1,711	52,0	0,050	39,6	2,3
	6-1	2	58	37	3	10,0	2,542	1,593	1,448	1,879	0,755	0,430	1,242	1,711	52,0	0,206	35,8	2,3
	6-1d	2	58	37	3	29,7	2,542	1,879	1,448	1,879	0,755	0,430	1,242	1,711	52,0	0,010	34,9	2,3
	7-2	2	65	30	3	11,4	2,574	1,544	1,385	1,847	0,858	0,462	1,236	1,651	42,8	0,114	35,1	2,6
	7-2	2	65	30	3	3,0	2,574	1,427	1,385	1,847	0,858	0,462	1,236	1,651	42,8	0,018	38,7	2,6
	7-2	2	65	30	3	20,0	2,574	1,662	1,385	1,847	0,858	0,462	1,236	1,651	42,8	0,216	31,4	2,6
	7-2d	2	65	30	3	33,4	2,574	1,848	1,385	1,847	0,858	0,462	1,236	1,651	42,8	0,034	35,9	2,6
	10-1	0	66	31	3	10,4	2,508	1,524	1,380	1,830	0,817	0,450	1,224	1,617	46,5	0,227	34,3	1,6
	10-1	0	66	31	3	3,0	2,508	1,421	1,380	1,830	0,817	0,450	1,224	1,617	46,5	0,074	38,2	1,6
	10-1	0	66	31	3	20,0	2,508	1,656	1,380	1,830	0,817	0,450	1,224	1,617	46,5	0,267	33,4	1,6
	10-1d	0	66	31	3	32,6	2,508	1,830	1,380	1,830	0,817	0,450	1,224	1,617	46,5	0,000	36,3	1,6
	20(B)-1	2	62	34	2	16,2	2,471	1,572	1,354	1,806	0,825	0,452	1,141	1,649	51,0	0,112	34,6	5,3
	20(B)-1	2	62	34	2	3,0	2,471	1,394	1,354	1,806	0,825	0,452	1,141	1,649	51,0	0,000	38,8	5,3
	20(B)-1	2	62	34	2	10,0	2,471	1,489	1,354	1,806	0,825	0,452	1,141	1,649	51,0	0,084	36,3	5,3
	20(B)-1d	2	62	34	2	33,4	2,471	1,806	1,354	1,806	0,825	0,452	1,141	1,649	51,0	0,000	34,9	5,3
	20(B)-2	2	63	34	1	12,5	2,486	1,526	1,357	1,811	0,832	0,454	1,219	1,617	41,4	0,152	36,2	5,3
	20(B)-2	2	63	34	1	3,0	2,486	1,397	1,357	1,811	0,832	0,454	1,219	1,617	41,4	0,050	38,4	5,3
	20(B)-2	2	63	34	1	20,0	2,486	1,628	1,357	1,811	0,832	0,454	1,219	1,617	41,4	0,216	33,3	5,3
	20(B)-2d	2	63	34	1	33,5	2,486	1,811	1,357	1,811	0,832	0,454	1,219	1,617	41,4	0,020	33,4	5,3
	21-2	3	70	25	2	7,9	2,475	1,448	1,342	1,800	0,844	0,458	1,286	1,672	17,9	0,068	36,4	3,0
	21-2	3	70	25	2	3,0	2,475	1,382	1,342	1,800	0,844	0,458	1,286	1,672	17,9	0,090	37,8	3,0

Çizelge 4.5 (devam)

3	21-2	3	70	25	2	20,0	2,475	1,610	1,342	1,800	0,844	0,458	1,286	1,672	17,9	0,187	33,4	3,0
	21-2d	3	70	25	2	34,1	2,475	1,799	1,342	1,800	0,844	0,458	1,286	1,672	17,9	0,000	37,3	3,0
	22(B)-2	4	71	24	1	16,5	2,479	1,461	1,255	1,749	0,976	0,494	1,145	1,550	33,3	0,326	33,3	3,7
	22(B)-2	4	71	24	1	3,0	2,479	1,292	1,255	1,749	0,976	0,494	1,145	1,550	33,3	0,000	39,4	3,7
	22(B)-2	4	71	24	1	10,0	2,479	1,380	1,255	1,749	0,976	0,494	1,145	1,550	33,3	0,083	35,7	3,7
	22(B)-2d	4	71	24	1	39,4	2,479	1,749	1,255	1,749	0,976	0,494	1,145	1,550	33,3	0,000	35,0	3,7
	26-1	6	65	27	2	12,4	2,460	1,511	1,344	1,798	0,831	0,454	1,292	1,642	18,1	0,083	36,1	4,0
	26-1	6	65	27	2	3,0	2,460	1,384	1,344	1,798	0,831	0,454	1,292	1,642	18,1	0,019	39,8	4,0
	26-1	6	65	27	2	20,0	2,460	1,613	1,344	1,798	0,831	0,454	1,292	1,642	18,1	0,375	34,1	4,0
	26-1d	6	65	27	2	33,8	2,460	1,798	1,344	1,798	0,831	0,454	1,292	1,642	18,1	0,000	36,2	4,0
	26(A)-1	2	58	38	2	12,4	2,428	1,486	1,322	1,777	0,836	0,455	1,168	1,599	43,3	0,268	34,3	5,0
	26(A)-1	2	58	38	2	3,0	2,428	1,362	1,322	1,777	0,836	0,455	1,168	1,599	43,3	0,072	37,8	5,0
	26(A)-1	2	58	38	2	20,0	2,428	1,586	1,322	1,777	0,836	0,455	1,168	1,599	43,3	0,244	34,1	5,0
	26(A)-1d	2	58	38	2	34,5	2,428	1,777	1,322	1,777	0,836	0,455	1,168	1,599	43,3	0,000	25,5	5,0

Çizelge 4.6. T6 tuf seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örselenmemiş direk kesme, 2-örselenmiş direk kesme, 3-üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-111 , 2-219, 3-143 adet

Deney	Numune	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	w _n (%)	γ _s (gr/cm ³)	γ _n (gr/cm ³)	γ _d (gr/cm ³)	γ _{sat} (gr/cm ³)	e	n	γ _{min} (gr/cm ³)	γ _{max} (gr/cm ³)	Dr (%)	c (kg/cm ²)	φ (°)	Derinlik (m)
1	2-1	2	64	32	2	8,0	2,476	1,444	1,337	1,797	0,853	0,460	1,248	1,627	28,5	0,186	40,2	4,5
	2-1d	2	64	32	2	34,1	2,448	1,798	1,341	1,793	0,825	0,452	1,248	1,627	22,9	0,000	40,0	4,5
	2-2	1	63	34	2	9,2	2,498	1,517	1,389	1,833	0,799	0,444	1,248	1,688	39,0	0,107	40,9	5,0
	2-3	1	64	32	3	9,4	2,488	1,541	1,409	1,843	0,765	0,433	1,218	1,704	47,5	0,495	40,7	4,0
	3-3	1	59	37	3	8,4	2,489	1,491	1,376	1,823	0,809	0,447	1,258	1,626	37,8	0,281	44,3	3,0
	4-1	4	57	36	3	8,8	2,478	1,472	1,354	1,807	0,830	0,454	1,299	1,631	19,9	0,366	39,4	2,3
	4-2	3	59	35	3	7,8	2,465	1,468	1,362	1,810	0,810	0,447	1,227	1,508	53,3	0,231	40,3	2,5
	12-1	6	60	22	2	10,9	2,454	1,401	1,263	1,748	0,943	0,485	1,200	1,664	17,9	0,596	35,4	1,3
	20(A)-1	2	66	29	3	8,0	2,553	1,486	1,376	1,837	0,855	0,461	1,253	1,676	35,5	0,223	37,1	1,5
	20(A)-2	1	65	31	3	8,0	2,547	1,497	1,386	1,842	0,838	0,456	1,260	1,753	32,3	0,162	39,6	1,5
	22(A)	4	69	25	2	11,2	2,479	1,439	1,294	1,772	0,916	0,478	1,256	1,593	13,8	0,441	40,8	2,2
	23-1	2	63	33	2	3,6	2,441	1,325	1,279	1,755	0,909	0,476	1,198	1,601	25,1	0,479	35,7	1,5
	25-1	6	63	29	2	11,0	2,469	1,400	1,261	1,750	0,958	0,489	1,246	1,554	5,8	0,506	40,5	2,2
	25-2	5	65	28	2	10,5	2,446	1,373	1,242	1,734	0,970	0,492	1,226	1,545	6,0	0,361	39,8	2,5
2	2-1	2	64	32	2	7,9	2,469	1,447	1,341	1,798	0,841	0,457	1,248	1,627	29,9	0,121	38,1	4,5
	2-1	2	64	32	2	3,0	2,469	1,382	1,341	1,798	0,841	0,457	1,248	1,627	29,9	0,152	38,0	4,5
	2-1	2	64	32	2	20,0	2,469	1,610	1,341	1,798	0,841	0,457	1,248	1,627	29,9	0,066	39,4	4,5
	2-1d	2	64	32	2	34,1	2,469	1,799	1,341	1,798	0,841	0,457	1,248	1,627	29,9	0,000	39,1	4,5
	2-2	1	63	34	2	9,2	2,498	1,525	1,396	1,837	0,790	0,441	1,248	1,688	40,7	0,261	36,7	5,0
	2-2	1	63	34	2	3,0	2,498	1,438	1,396	1,837	0,790	0,441	1,248	1,688	40,7	0,116	39,3	5,0
	2-2	1	63	34	2	20,0	2,498	1,675	1,396	1,837	0,790	0,441	1,248	1,688	40,7	0,265	32,7	5,0
	2-2d	1	63	34	2	31,6	2,498	1,837	1,396	1,837	0,790	0,441	1,248	1,688	40,7	0,036	37,3	5,0

Çizelge 4.6. (devam)

2	3-3	1	59	37	3	8,3	2,485	1,476	1,362	1,814	0,824	0,452	1,258	1,626	33,8	0,319	35,5	3,0
	3-3	1	59	37	3	3,0	2,485	1,403	1,362	1,814	0,824	0,452	1,258	1,626	33,8	0,194	35,7	3,0
	3-3	1	59	37	3	20,0	2,485	1,635	1,362	1,814	0,824	0,452	1,258	1,626	33,8	0,327	33,1	3,0
	3-3	1	59	37	3	33,2	2,485	1,814	1,362	1,814	0,824	0,452	1,258	1,626	33,8	0,094	33,5	3,0
	4-2	3	59	35	3	7,8	2,466	1,474	1,367	1,813	0,804	0,446	1,227	1,508	55,0	0,250	38,3	2,5
	4-2	3	59	35	3	3,0	2,466	1,408	1,367	1,813	0,804	0,446	1,227	1,508	55,0	0,153	39,1	2,5
	4-2	3	59	35	3	20,0	2,466	1,640	1,367	1,813	0,804	0,446	1,227	1,508	55,0	0,178	36,9	2,5
	4-2	3	59	35	3	32,7	2,466	1,814	1,367	1,813	0,804	0,446	1,227	1,508	55,0	0,193	31,9	2,5
	12-1	6	60	22	2	10,6	2,453	1,419	1,283	1,760	0,912	0,477	1,200	1,664	23,1	0,134	41,7	1,3
	20(A)-2	1	65	31	3	7,8	2,546	1,504	1,395	1,847	0,825	0,452	1,260	1,753	34,4	0,152	36,7	1,5
	22(A)	4	69	25	2	11,3	2,475	1,444	1,297	1,773	0,907	0,476	1,256	1,593	15,1	0,184	38,1	2,2
	23-1	2	63	33	2	3,4	2,456	1,334	1,290	1,765	0,904	0,475	1,198	1,601	28,4	0,153	37,3	1,5
	25-2	5	65	28	2	10,3	2,444	1,364	1,236	1,731	0,977	0,494	1,226	1,545	3,9	0,193	38,7	2,5
	25-2	5	65	28	2	3,0	2,444	1,273	1,236	1,731	0,977	0,494	1,226	1,545	3,9	0,073	39,5	2,5
	25-2	5	65	28	2	20,0	2,444	1,484	1,236	1,731	0,977	0,494	1,226	1,545	3,9	0,100	38,0	2,5
	25-2	5	65	28	2	40,0	2,444	1,731	1,236	1,731	0,977	0,494	1,226	1,545	3,9	0,018	40,2	2,5
	2-1	2	64	32	2	7,9	2,469	1,447	1,341	1,798	0,841	0,457	1,248	1,627	29,9	0,044	36,5	4,5
	2-1	2	64	32	2	3,0	2,469	1,382	1,341	1,798	0,841	0,457	1,248	1,627	29,9	0,045	36,6	4,5
	2-1	2	64	32	2	20,0	2,469	1,610	1,341	1,798	0,841	0,457	1,248	1,627	29,9	0,039	33,1	4,5
	2-1d	2	64	32	2	34,1	2,469	1,799	1,341	1,798	0,841	0,457	1,248	1,627	29,9	0,056	35,3	4,5
3	2-2	1	63	34	2	9,2	2,498	1,525	1,396	1,837	0,790	0,441	1,248	1,688	40,7	0,210	32,5	5,0
	2-2	1	63	34	2	3,0	2,498	1,438	1,396	1,837	0,790	0,441	1,248	1,688	40,7	0,070	36,9	5,0
	2-2	1	63	34	2	20,0	2,498	1,675	1,396	1,837	0,790	0,441	1,248	1,688	40,7	0,181	32,4	5,0
	2-2d	1	63	34	2	31,6	2,498	1,837	1,396	1,837	0,790	0,441	1,248	1,688	40,7	0,060	28,6	5,0
	3-3	1	59	37	3	8,3	2,485	1,476	1,362	1,814	0,824	0,452	1,258	1,626	33,8	0,080	36,9	3,0
	3-3	1	59	37	3	3,0	2,485	1,403	1,362	1,814	0,824	0,452	1,258	1,626	33,8	0,000	38,7	3,0
	3-3	1	59	37	3	20,0	2,485	1,635	1,362	1,814	0,824	0,452	1,258	1,626	33,8	0,135	33,3	3,0
	3-3d	1	59	37	3	33,2	2,485	1,814	1,362	1,814	0,824	0,452	1,258	1,626	33,8	0,000	32,8	3,0
	4-2	3	59	35	3	7,8	2,466	1,474	1,367	1,813	0,804	0,446	1,227	1,508	55,0	0,045	37,2	2,5
	4-2	3	59	35	3	3,0	2,466	1,408	1,367	1,813	0,804	0,446	1,227	1,508	55,0	0,035	37,5	2,5
	4-2	3	59	35	3	20,0	2,466	1,640	1,367	1,813	0,804	0,446	1,227	1,508	55,0	0,050	33,4	2,5
	4-2d	3	59	35	3	32,7	2,466	1,814	1,367	1,813	0,804	0,446	1,227	1,508	55,0	0,009	36,0	2,5
	12-1	6	60	22	2	10,6	2,453	1,419	1,283	1,760	0,912	0,477	1,200	1,664	23,1	0,000	36,3	1,3
	12-1	6	60	22	2	3,0	2,453	1,321	1,283	1,760	0,912	0,477	1,200	1,664	23,1	0,000	38,6	1,3
	12-1	6	60	22	2	20,0	2,453	1,539	1,283	1,760	0,912	0,477	1,200	1,664	23,1	0,103	33,0	1,3
	12-1d	6	60	22	2	37,2	2,453	1,759	1,283	1,760	0,912	0,477	1,200	1,664	23,1	0,041	35,5	1,3
	20(A)-2	1	65	31	3	7,8	2,546	1,504	1,395	1,847	0,825	0,452	1,260	1,753	34,4	0,033	36,2	1,5
	20(A)-2	1	65	31	3	3,0	2,546	1,437	1,395	1,847	0,825	0,452	1,260	1,753	34,4	0,000	38,4	1,5
	20(A)-2	1	65	31	3	20,0	2,546	1,674	1,395	1,847	0,825	0,452	1,260	1,753	34,4	0,000	34,8	1,5
	20(A)-2d	1	65	31	3	32,4	2,546	1,847	1,395	1,847	0,825	0,452	1,260	1,753	34,4	0,000	35,1	1,5
	22(A)	4	69	25	2	11,3	2,475	1,444	1,297	1,773	0,907	0,476	1,256	1,593	15,1	0,083	36,6	2,2
	22(A)	4	69	25	2	3,0	2,475	1,336	1,297	1,773	0,907	0,476	1,256	1,593	15,1	0,094	38,6	2,2
	22(A)	4	69	25	2	17,0	2,475	1,518	1,297	1,773	0,907	0,476	1,256	1,593	15,1	0,000	33,2	2,2
	22(A)d	4	69	25	2	36,7	2,475	1,773	1,297	1,773	0,907	0,476	1,256	1,593	15,1	0,000	37,1	2,2
	23-1	2	63	33	2	3,4	2,456	1,334	1,290	1,765	0,904	0,475	1,198	1,601	28,4	0,036	38,3	1,5
	23-1	2	63	33	2	10,0	2,456	1,419	1,290	1,765	0,904	0,475	1,198	1,601	28,4	0,146	34,9	1,5

Çizelge 4.6. (devam)

3	23-1	2	63	33	2	20,0	2,456	1,548	1,290	1,765	0,904	0,475	1,198	1,601	28,4	0,168	33,3	1,5
	23-1d	2	63	33	2	36,8	2,456	1,765	1,290	1,765	0,904	0,475	1,198	1,601	28,4	0,000	37,0	1,5
	25-2	5	65	28	2	10,3	2,444	1,364	1,236	1,731	0,977	0,494	1,226	1,545	3,9	0,049	35,8	2,5
	25-2	5	65	28	2	3,0	2,444	1,273	1,236	1,731	0,977	0,494	1,226	1,545	3,9	0,000	38,2	2,5
	25-2	5	65	28	2	20,0	2,444	1,484	1,236	1,731	0,977	0,494	1,226	1,545	3,9	0,000	35,1	2,5
	25-2d	5	65	28	2	40,0	2,444	1,731	1,236	1,731	0,977	0,494	1,226	1,545	3,9	0,000	36,7	2,5

Pomza; İki belirgin ve ayıklanabilir seviye halindeki (P1, P2) pomzalardan örselenmemiş numune alınması mümkün olmamıştır. İri-ince çakıl, yer yer blok boyutunda olan bu seviyelerden alınan örselenmiş numunelerin de tane boyu dağılımını temsil edemeyeceği düşünülmüştür. Bu nedenle pomzaların bu araştırma kapsamında sadece seviyeleri belirlenmiş ve gözlemsel tanımları yapılmıştır.

P1- Gevşek, kötü boylanmış kötü derecelenmiş yarı yuvarlak-yuvarlak taneli kumlu, bloklu çakıl.

P2- Gevşek, kötü boylanmış kötü derecelenmiş yarı yuvarlak-yuvarlak taneli çakıldır.

Ayrışmış-taşınmış tüf; Ayrışmış tüfler altındaki ayrışmamış kesimle belirgin, gözle görülebilir renk ve doku farklılıkları göstermektedir. Taşınmış tüfler ise, tanımlanan volkaniklerden oluşan, içinde laminalanma gibi sedimanter yapılar bulunduran, o günkü topografyadaki boşlukları doldurmuş, yanal düşey devamlılığı fazla olmayan seviyeleridir. Ayrışmış ve taşınmış seviyelere ait deney sonuçları Çizelge 4.7 ve 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Ayrışmış tuf (Ta) seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örşelenmemiş direk kesme, 2-örşelenmiş direk kesme, 3-üç eksenli basınç deneyi).
Toplam deney sayısı:1-104 , 2-54, 3-90 adet

Deney	Numune	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	w _n (%)	γ _s (gr/cm ³)	γ _n (gr/cm ³)	γ _d (gr/cm ³)	γ _{sat} (gr/cm ³)	e	n	γ _{min} (gr/cm ³)	γ _{max} (gr/cm ³)	Dr (%)	c (gr/cm ²)	φ (°)	Derinlik (m)
1	5-1	3	57	34	6	10,4	2,607	1,462	1,324	1,816	0,968	0,492	1,240	1,690	24,0	0,157	39,4	3,0
	5-3	3	69	24	4	9,5	2,630	1,498	1,368	1,848	0,924	0,480	1,291	1,724	22,0	0,131	39,2	2,5
	8-1	8	58	30	4	15,8	2,640	1,711	1,478	1,918	0,787	0,440	1,280	1,737	50,8	0,408	37,9	2,0
	8-2	6	56	34	4	15,2	2,644	1,690	1,467	1,912	0,803	0,445	1,230	1,690	59,1	0,408	37,9	2,3
	8-3	5	59	33	3	15,6	2,639	1,703	1,473	1,915	0,791	0,442	1,306	1,712	47,9	0,331	38,8	2,3
	9-1	2	57	35	6	9,1	2,636	1,423	1,304	1,809	1,021	0,505	1,187	1,574	36,6	0,425	34,0	1,7
	11-1	4	66	27	2	11,7	2,537	1,478	1,323	1,801	0,919	0,479	1,202	1,635	34,2	0,192	39,1	1,6
	11-2	8	60	29	3	12,4	2,545	1,439	1,279	1,777	0,989	0,497	1,232	1,714	13,1	0,104	38,9	1,9
	13-1	6	60	28	6	12,1	2,610	1,503	1,341	1,827	0,947	0,486	1,141	1,649	48,3	0,137	39,3	1,3
	13-2	3	60	30	7	12,6	2,567	1,456	1,294	1,790	0,985	0,496	1,146	1,732	33,7	0,190	39,7	1,6
	17-1	3	68	24	5	10,7	2,654	1,531	1,383	1,862	0,919	0,479	1,197	1,734	43,5	0,144	37,6	2,7
	17-2	2	72	22	4	10,1	2,653	1,508	1,369	1,853	0,937	0,484	1,262	1,790	26,5	0,113	38,9	3,0
2	5-1	3	57	34	6	10,4	2,606	1,457	1,320	1,813	0,975	0,494	1,240	1,690	22,8	0,176	37,9	3,0
	8-2	6	56	34	4	15,0	2,644	1,681	1,462	1,909	0,808	0,447	1,230	1,690	58,3	0,152	38,3	2,3
	9-1	2	57	35	6	9,2	2,636	1,422	1,302	1,808	1,025	0,506	1,187	1,574	36,0	0,047	42,3	1,7
	11-1	4	66	27	2	11,6	2,529	1,478	1,324	1,800	0,910	0,477	1,202	1,635	34,7	0,166	37,6	1,6
	13-2	3	60	30	7	12,6	2,575	1,450	1,288	1,788	0,999	0,500	1,146	1,732	32,7	0,190	39,1	1,6
	17-2	2	72	22	4	10,0	2,648	1,511	1,373	1,855	0,928	0,481	1,262	1,790	27,4	0,127	38,1	3,0
3	5-1	3	57	34	6	10,4	2,606	1,457	1,320	1,813	0,975	0,494	1,240	1,690	22,8	0,000	30,9	3,0
	5-1	3	57	34	6	3,0	2,606	1,359	1,320	1,813	0,975	0,494	1,240	1,690	22,8	0,022	36,6	3,0
	5-1	3	57	34	6	15,0	2,606	1,518	1,320	1,813	0,975	0,494	1,240	1,690	22,8	0,000	27,9	3,0
	5-1d	3	57	34	6	37,4	2,606	1,813	1,320	1,813	0,975	0,494	1,240	1,690	22,8	0,000	33,5	3,0
	8-2	6	56	34	4	15,0	2,644	1,681	1,462	1,909	0,808	0,447	1,230	1,690	58,3	0,014	32,5	2,3
	8-2	6	56	34	4	3,0	2,644	1,506	1,462	1,909	0,808	0,447	1,230	1,690	58,3	0,173	35,9	2,3
	8-2	6	56	34	4	10,0	2,644	1,608	1,462	1,909	0,808	0,447	1,230	1,690	58,3	0,124	34,3	2,3
	8-2	6	56	34	4	20,0	2,644	1,755	1,462	1,909	0,808	0,447	1,230	1,690	58,3	0,063	29,4	2,3
	8-2d	6	56	34	4	30,6	2,644	1,910	1,462	1,909	0,808	0,447	1,230	1,690	58,3	0,000	33,7	2,3
	9-1	2	57	35	6	9,2	2,636	1,422	1,302	1,808	1,025	0,506	1,187	1,574	36,0	0,029	32,9	1,7
	9-1	2	57	35	6	3,0	2,636	1,341	1,302	1,808	1,025	0,506	1,187	1,574	36,0	0,064	35,3	1,7
	9-1	2	57	35	6	20,0	2,636	1,562	1,302	1,808	1,025	0,506	1,187	1,574	36,0	0,037	21,3	1,7
	9-1d	2	57	35	6	38,9	2,636	1,808	1,302	1,808	1,025	0,506	1,187	1,574	36,0	0,042	32,3	1,7
	11-1	4	66	27	2	11,6	2,529	1,478	1,324	1,800	0,910	0,477	1,202	1,635	34,7	0,045	33,8	1,6
	11-1	4	66	27	2	3,0	2,529	1,364	1,324	1,800	0,910	0,477	1,202	1,635	34,7	0,018	37,8	1,6
	11-1	4	66	27	2	20,0	2,529	1,589	1,324	1,800	0,910	0,477	1,202	1,635	34,7	0,028	31,6	1,6
	11-1d	4	66	27	2	36,6	2,529	1,808	1,324	1,800	0,910	0,477	1,202	1,635	34,7	0,000	34,3	1,6
	13-2	3	60	30	7	12,6	2,575	1,450	1,288	1,788	0,999	0,500	1,146	1,732	32,7	0,054	31,0	1,6
	13-2	3	60	30	7	3,0	2,575	1,327	1,288	1,788	0,999	0,500	1,146	1,732	32,7	0,000	38,3	1,6
	13-2	3	60	30	7	20,0	2,575	1,546	1,288	1,788	0,999	0,500	1,146	1,732	32,7	0,000	24,9	1,6
	13-2d	3	60	30	7	38,9	2,575	1,789	1,288	1,788	0,999	0,500	1,146	1,732	32,7	0,000	34,5	1,6
	17-2	2	72	22	4	10,0	2,648	1,511	1,373	1,855	0,928	0,481	1,262	1,790	27,4	0,017	31,1	3,0
	17-2	2	72	22	4	3,0	2,648	1,414	1,373	1,855	0,928	0,481	1,262	1,790	27,4	0,017	37,1	3,0
	17-2	2	72	22	4	17,4	2,648	1,611	1,373	1,855	0,928	0,481	1,262	1,790	27,4	0,000	29,2	3,0
	17-2d	2	72	22	4	35,1	2,648	1,855	1,373	1,855	0,928	0,481	1,262	1,790	27,4	0,000	33,3	3,0

Çizelge 4.8. Taşınmış tuf (Tş) seviyesine ait numunelerin deney sonuçları (1-örülenmemiş direk kesme, 2-örülenmiş direk kesme, 3-üç eksenli basınç deneyi). Toplam deney sayısı:1-10 , 2-10, 3-13 adet

Deney	Numune	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	w _n (%)	γ _s (gr/cm ³)	γ _n (gr/cm ³)	γ _d (gr/cm ³)	γ _{sat} (gr/cm ³)	e	n	γ _{min} (gr/cm ³)	γ _{max} (gr/cm ³)	Dr (%)	c (gr/cm ²)	φ (°)	Derinlik (m)
1	18-2	5	60	32	3	8,2	2,652	1,382	1,277	1,796	1,076	0,518	1,217	1,617	19,2	0,052	39,9	2,5
2	18-2	5	60	32	3	8,1	2,653	1,388	1,284	1,800	1,066	0,516	1,217	1,617	21,2	0,132	38,2	2,5
3	18-2	5	60	32	3	8,1	2,653	1,388	1,284	1,800	1,066	0,516	1,217	1,617	21,2	0,000	32,8	2,5
	18-2	5	60	32	3	3,0	2,653	1,323	1,284	1,800	1,066	0,516	1,217	1,617	21,2	0,000	36,9	2,5
	18-2	5	60	32	3	20,0	2,653	1,541	1,284	1,800	1,066	0,516	1,217	1,617	21,2	0,000	29,0	2,5
	18-2d	5	60	32	3	40,7	2,653	1,807	1,284	1,800	1,066	0,516	1,217	1,617	21,2	0,087	32,4	2,5

Alüvyon; Isparta volkanik zemini yayılım alanı içinde, Isparta Çayı alüvyonları dışında yaygın bir alüvyon gözlenmez. Kalınlığı oldukça az ve yanal devamlılığı olmayan bu birim tamamı volkanik malzemeden kaynaklandığı için volkaniklerin özelliklerini yansıtır. İçinde çok az çevre kayalardan türemiş kireçtaşı, kumtaşı gibi bileşenler gözlenir. İnşaat kazılarında yaptığımız gözlemlerde sadece iki kesitte örülenmemiş numune alınabilmiştir. Deney sonuçları Çizelge 4.9'deki gibidir.

Çizelge 4.9. Alüvyona ait numunelerin deney sonuçları (1-örülenmemiş direk kesme, 2- örülenmiş direk kesme, 3- üç eksenli basınç deneyi).Toplam deney sayısı:1-21, 2-19, 3-26 adet

Deney	Numune	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	w _n (%)	γ _s (gr/cm ²)	γ _n (gr/cm ²)	γ _d (gr/cm ²)	γ _{sat} (gr/cm ²)	e	n	γ _{min} (gr/cm ²)	γ _{max} (gr/cm ²)	Dr (%)	C (gr/cm ²)	φ (°)	Derinlik (m)
1	14	6	67	23	4	9,4	2,621	1,464	1,338	1,827	0,960	0,490	1,240	1,789	23,7	0,244	39,9	1,5
	24-2	5	35	51	9	18,3	2,655	1,425	1,204	1,750	1,206	0,547	1,076	1,514	36,5	0,604	32,0	2,7
2	14	6	67	23	4	9,4	2,618	1,458	1,332	1,823	0,966	0,491	1,240	1,789	22,4	0,053	40,8	1,5
	24-2	5	35	51	9	18,4	2,656	1,427	1,206	1,752	1,203	0,546	1,076	1,514	37,2	0,171	37,5	2,7
3	14	6	67	23	4	9,4	2,618	1,458	1,332	1,823	0,966	0,491	1,240	1,789	22,4	0,000	32,7	1,5
	14	6	67	23	4	3,0	2,618	1,372	1,332	1,823	0,966	0,491	1,240	1,789	22,4	0,000	38,5	1,5
	14	6	67	23	4	17,0	2,618	1,558	1,332	1,823	0,966	0,491	1,240	1,789	22,4	0,000	28,2	1,5
	14d	6	67	23	4	36,9	2,618	1,823	1,332	1,823	0,966	0,491	1,240	1,789	22,4	0,000	37,8	1,5
	24-2	5	35	51	9	18,4	2,656	1,427	1,206	1,752	1,203	0,546	1,076	1,514	37,2	0,308	28,6	2,7
	24-2	5	35	51	9	3,0	2,656	1,242	1,206	1,752	1,203	0,546	1,076	1,514	37,2	0,000	36,6	2,7
	24-2	5	35	51	9	10,0	2,656	1,327	1,206	1,752	1,203	0,546	1,076	1,514	37,2	0,100	35,8	2,7
	24-2d	5	35	51	9	45,3	2,656	1,752	1,206	1,752	1,203	0,546	1,076	1,514	37,2	0,000	31,3	2,7

4.5.3. Laboratuvar Deney Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu bölümde, Isparta Ovası Volkanik Zeminlerden 26 lokasyondan alınan 51 adet örselenmiş-örselenmemiş numuneye ait deney sonuçların değerlendirilmesi verilmiştir. Yapılan deneylerden fiziksel özellikler, mekanik özellikler ile jeolojik birimlere ait seviyelerin özellikleri ayrı ayrı ele alınmıştır. Ayrıca iki pilot alanda yapılan 6 adet temel sondaj ve bu sondajlardan alınan örselenmemiş numunelere ait deney sonuçları da değerlendirilmiştir.

4.5.3.1. Fiziksel Özellikler

Fiziksel özellikler deneyler ve hesaplamalar şeklinde her bir numune için ayrı ayrı ele alınmıştır. Tane boyu dağılımı, doğal-tane-sıkı-gevşek birim hacim ağırlık ve su muhtevası deneysel olarak belirlenmiştir. Kuru-doygun birim hacim ağırlık, rölatif sıkılık, boşluk oranı, porozite, doygunluk derecesi, çakıl-kum-silt-kil yüzdeleri hesaplanmış zemin sınıfları belirlenmiştir. Bütün deney sonuçları her bir jeolojik seviye için Çizelge 4.1-4.9'da, tane boyu dağılımı eğrileri Ek-3'te verilmiştir.

Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde örselenmemiş numune alınabilen T6, T5, T4, T3, T2, Ta, Tş ve A1 olarak tanımlanmış seviyeler dikkate alınmıştır. Diğer seviyeler gerek kalınlığı az olması gerekse örselenmemiş numune alınmaması nedenleri ile değerlendirme dışında bırakılmıştır.

Deney sonuçları bir bütün olarak incelendiğinde; taşınmış ve alüvyal seviyeler hariç, tane boyu dağılımı % 1 - 8 çakıl, % 50 - 73 kum, % 21 - 43 silt ve % 1 - 7 kil arasında değişmektedir. Çakıl boyutundaki taneler tamamen pomza, andezitten oluşmaktadır ve içlerinde çökel kayalara ait çakıl bulunmamaktadır. Birleştirilmiş zemin sınıflandırılmasına göre tamamı SM'dir. Kuru birim hacim ağırlıklar taşınmış ve alüvyal seviyeler hariç 1.224 - 1.445 gr/cm³ arasında değişmektedir. Birim hacim ağırlık pomza çakılı yoğun seviyelerde düşmekte, andezit çakıl yoğun seviyelerde yükselmektedir. Taşınmış alüvyal seviyeleri hariç boşluk oranı 0.675-1.062, porozite 0.403 - 0.515 doygunluk derecesi 0.076 - 0.643 arasında değişmektedir.

Bütün bu fiziksel özelliklerin oluşum kökeninin volkanik olduğuna işaret etmektedir. Tane bileşenlerinin tümünün volkanik olması, düşük kuru birim hacim ağırlık, yüksek boşluk oranı ve porozite bu görüşü desteklemektedir.

En üstte yer alan ayrılmış, taşınmış tüfler daha alttaki tüf seviyelerin fiziksel özelliklerini tamamen yansıtmaktadır. Ancak ayrışma nedeni ile alttaki seviyelere nazaran daha az tutturulmuş ve koyu renk tonları gösterirler. Taşınmış tüf seviyeleri ikincil olarak oluşmalarına rağmen tamamen volkanik bileşenlerden oluşmaktadır. Taşınmış tüfler arazide bulunmuş şekilleri düşük kuru birim hacim ağırlıkları ($1.261 - 1.294 \text{ gr/cm}^3$) ve düşük sıklıkları ($0.140 - 0.242$) ile kolayca ayırt edilebilirler. Alüvyal seviyeler de tamamen volkanik malzemelerden oluşmaktadır. İçinde sedimanter yapılar bulundurması ile ayırtedilirler.

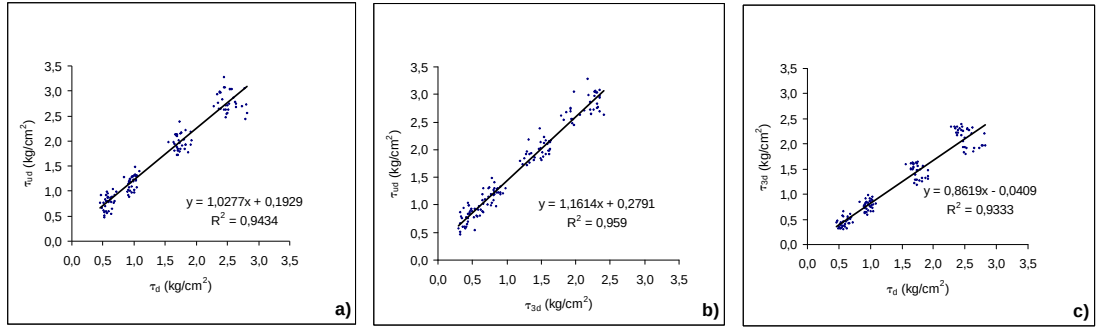
4.5.3.2. Mekanik Özellikler

Mekanik özelliklerin değerlendirilmesi, örselenmemiş numunelerden yapılan direk kesme, aynı numunelerden örselenmiş koşullarda yapılan direk kesme ve üç eksenli basınç deneyleri ile sonuçlarının karşılaştırılmasını kapsamaktadır.

Mekanik özelliklerin değerlendirilmesinde, örselenmiş-örselenmemiş ilişkilerin üzerinde özellikler çok durulmuştur. Bunun nedeni taşıma-oturma hesaplamalarında örselenmemiş numunelerden elde edilen deney sonuçlarının kullanılmasının gerekliliğidir. Her zaman örselenmemiş numune alınmasının mümkün olmadığı düşünüldüğünde, örselenmiş numunelerden yapılan deneyler ile örselenmemiş koşullara nasıl bir geçiş yapılabileceğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle, örselenmemiş koşullara uygun şekilde hazırlanmış örselenmiş numunelerden mekanik deneyler yapılarak örselenmiş-örselenmemiş sonuçların karşılaştırılması yapılabilmektedir. Örselenmemiş numunelerde doğal su muhtevasında deney yapılmaktadır. Örselenmiş numunelerden ise doğal ve değişik su muhtevalarında deneyler yapılabildiğinden su muhtevası değişiminin mekanik özelliklere etkileri de incelenebilmiştir.

Örselenmiş-örselenmemiş mekanik deney sonuçlarına ait içsel parametreler (c , ϕ) Çizelge 4.2-4.9’da verilmiştir. Ayrıca üç eksenli basınç deneylerine ait σ - τ diyagramları Ek-4’te verilmiştir.

Örselenmiş-örselenmemiş deneyler arasındaki ilişki doğal su muhtevası koşullarında incelenmiştir. Doğal su muhtevası koşullarındaki örselenmemiş direk kesme, örselenmiş direk kesme ve örselenmiş üç eksenli basınç deneyleri ile elde edilen içsel parametreler (c , ϕ) kullanılarak, kayma mukavemeti denklemi ($\tau = \sigma \tan \phi + c$) oluşturulmuştur. Her bir numune için oluşturulan bu sonuçlar bir birleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4. 10), bu ilişkiler bütün numuneler için Şekil 4.49’da verilmiştir.

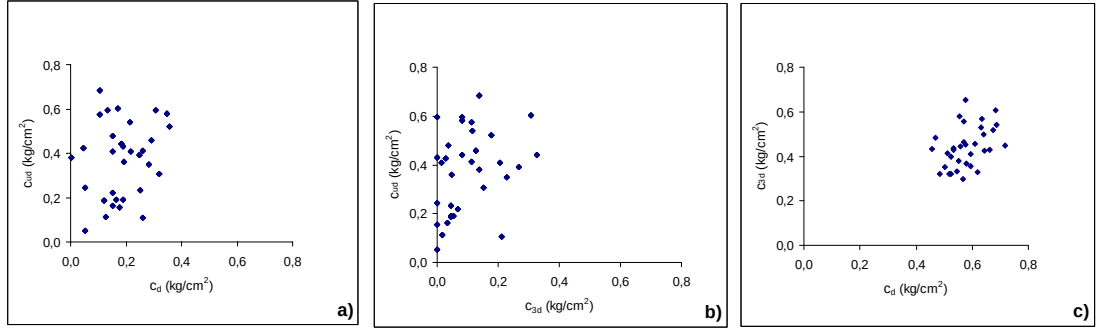


Şekil 4.49. Bütün numunelere ait kesme mukavemeti grafikleri a) (D-UD), b) (3D-UD) ve c) (D-3D)

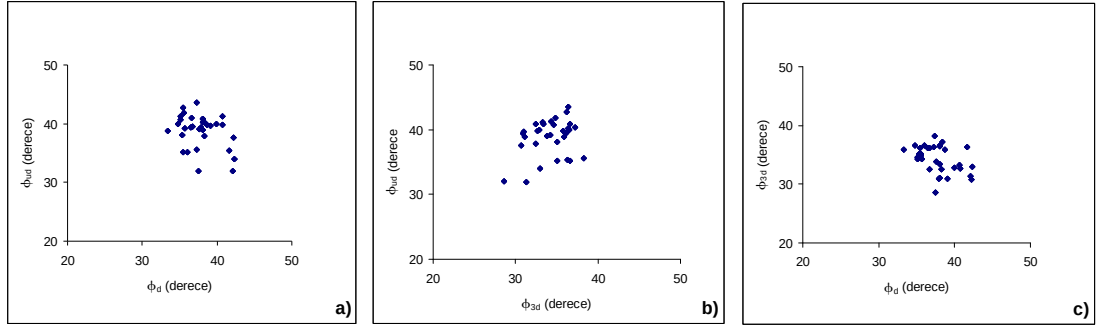
Bu karşılaştırmada örselenmiş-örselenmemiş deneyler arasında bir ilişki görülmektedir. Aynı ilişki içsel parametreler arasında incelendiğinde ise, örselenmiş-örselenmemiş koşullarda c ve ϕ ’nin kendi aralarında anlamlı bir ilişki görülmemektedir. (Şekil 4.50-4.51)

Çizelge 4.10. Numunelere göre örselenmiş direk kesme-örselenmemiş direk kesme (D - UD), örselenmiş üç eksenli basınç-örselenmemiş direk kesme (3D - UD) ve örselenmiş direk kesme - örselenmiş üç eksenli basınç (D - 3D) denklemleri

	D - UD	3D - UD	D - 3D
1-1	$\tau_{ud} = 1,2243\tau_d + 0,0846$	$\tau_{ud} = 1,1121\tau_{3d} + 0,3245$	$\tau_{3d} = 1,1009\tau_d - 0,2157$
1-3	$\tau_{ud} = 1,2084\tau_d + 0,1064$	$\tau_{ud} = 1,1333\tau_{3d} + 0,3145$	$\tau_{3d} = 1,0663\tau_d - 0,1837$
2-1	$\tau_{ud} = 1,078\tau_d + 0,0549$	$\tau_{ud} = 1,1438\tau_{3d} + 0,1355$	$\tau_{3d} = 0,9425\tau_d - 0,0704$
2-2	$\tau_{ud} = 1,1653\tau_d - 0,11968$	$\tau_{ud} = 1,3623\tau_{3d} - 0,1792$	$\tau_{3d} = 0,8554\tau_d - 0,0129$
3-3	$\tau_{ud} = 1,37\tau_d - 0,1562$	$\tau_{ud} = 1,3023\tau_{3d} + 0,1768$	$\tau_{3d} = 1,052\tau_d - 0,2557$
4-2	$\tau_{ud} = 1,0725\tau_d - 0,0368$	$\tau_{ud} = 1,1171\tau_{3d} + 0,1808$	$\tau_{3d} = 0,9601\tau_d - 0,1948$
5-1	$\tau_{ud} = 1,0551\tau_d - 0,0292$	$\tau_{ud} = 1,37461\tau_{3d} + 0,1567$	$\tau_{3d} = 0,76761\tau_d - 0,1352$
6-1	$\tau_{ud} = 1,1055\tau_d + 0,1686$	$\tau_{ud} = 1,1175\tau_{3d} + 0,1766$	$\tau_{3d} = 0,9893\tau_d - 0,0072$
7-2	$\tau_{ud} = 0,9871\tau_d + 0,3272$	$\tau_{ud} = 1,0026\tau_{3d} + 0,4238$	$\tau_{3d} = 0,9845\tau_d - 0,0964$
8-2	$\tau_{ud} = 0,9863\tau_d + 0,2578$	$\tau_{ud} = 1,2231\tau_{3d} + 0,3905$	$\tau_{3d} = 0,8064\tau_d - 0,1085$
9-1	$\tau_{ud} = 0,7393\tau_d + 0,3903$	$\tau_{ud} = 1,0403\tau_{3d} + 0,395$	$\tau_{3d} = 0,7106\tau_d - 0,0045$
10-1	$\tau_{ud} = 1,2471\tau_d - 0,0021$	$\tau_{ud} = 1,2834\tau_{3d} + 0,0584$	$\tau_{3d} = 0,9718\tau_d - 0,0471$
11-1	$\tau_{ud} = 1,0555\tau_d + 0,0171$	$\tau_{ud} = 1,2119\tau_{3d} + 0,1374$	$\tau_{3d} = 0,871\tau_d - 0,0992$
12-1	$\tau_{ud} = 0,7973\tau_d + 0,4889$	$\tau_{ud} = 0,9663\tau_{3d} + 0,5957$	$\tau_{3d} = 0,8251\tau_d - 0,1106$
13-2	$\tau_{ud} = 1,0202\tau_d - 0,0038$	$\tau_{ud} = 1,3811\tau_{3d} + 0,1149$	$\tau_{3d} = 0,7387\tau_d - 0,086$
14	$\tau_{ud} = 0,9687\tau_d + 0,1929$	$\tau_{ud} = 1,303\tau_{3d} + 0,2444$	$\tau_{3d} = 0,7434\tau_d - 0,0396$
15-2	$\tau_{ud} = 0,8489\tau_d + 0,3776$	$\tau_{ud} = 1,2973\tau_{3d} + 0,2016$	$\tau_{3d} = 0,6543\tau_d + 0,1357$
16-2	$\tau_{ud} = 0,6902\tau_d + 0,6126$	$\tau_{ud} = 1,0238\tau_{3d} + 0,5428$	$\tau_{3d} = 0,66741\tau_d + 0,0681$
17-2	$\tau_{ud} = 1,0313\tau_d - 0,0178$	$\tau_{ud} = 1,3373\tau_{3d} + 0,0906$	$\tau_{3d} = 0,7711\tau_d - 0,081$
18-2	$\tau_{ud} = 1,0625\tau_d - 0,0883$	$\tau_{ud} = 1,2971\tau_{3d} + 0,0515$	$\tau_{3d} = 0,8191\tau_d - 0,1078$
19	$\tau_{ud} = 1,0184\tau_d + 0,2389$	$\tau_{ud} = 1,3332\tau_{3d} + 0,0515$	$\tau_{3d} = 0,7639\tau_d - 0,1442$
20(A)-2	$\tau_{ud} = 1,1077\tau_d - 0,0061$	$\tau_{ud} = 1,1305\tau_{3d} + 0,125$	$\tau_{3d} = 0,9798\tau_d - 0,1159$
20(B)-1	$\tau_{ud} = 1,2215\tau_d + 0,0961$	$\tau_{ud} = 1,2462\tau_{3d} + 0,2734$	$\tau_{3d} = 0,9802\tau_d - 0,1423$
20(B)-2	$\tau_{ud} = 1,2962\tau_d - 0,1073$	$\tau_{ud} = 1,2609\tau_{3d} + 0,1154$	$\tau_{3d} = 1,028\tau_d - 0,1766$
21-2	$\tau_{ud} = 1,2472\tau_d + 0,0286$	$\tau_{ud} = 1,29\tau_{3d} + 0,1321$	$\tau_{3d} = 0,9668\tau_d - 0,0802$
22(A)	$\tau_{ud} = 1,1027\tau_d + 0,2377$	$\tau_{ud} = 1,1653\tau_{3d} + 0,3442$	$\tau_{3d} = 0,9462\tau_d - 0,0914$
22(B)-2	$\tau_{ud} = 1,1027\tau_d + 0,2377$	$\tau_{ud} = 1,3141\tau_{3d} + 0,0125$	$\tau_{3d} = 0,8391\tau_d - 0,1713$
23-1	$\tau_{ud} = 0,94\tau_d + 0,3357$	$\tau_{ud} = 0,9092\tau_{3d} + 0,4467$	$\tau_{3d} = 1,0338\tau_d - 0,1221$
24-2	$\tau_{ud} = 0,8136\tau_d + 0,4646$	$\tau_{ud} = 1,1446\tau_{3d} + 0,2513$	$\tau_{3d} = 0,7109\tau_d + 0,1864$
25-2	$\tau_{ud} = 1,039\tau_d + 0,1606$	$\tau_{ud} = 1,1541\tau_{3d} + 0,3046$	$\tau_{3d} = 0,9003\tau_d - 0,1248$
26-1	$\tau_{ud} = 1,1091\tau_d + 0,1941$	$\tau_{ud} = 1,1249\tau_{3d} + 0,487$	$\tau_{3d} = 0,9863\tau_d - 0,2604$
26(A)-1	$\tau_{ud} = 1,1757\tau_d - 0,0044$	$\tau_{ud} = 1,1984\tau_{3d} + 0,0717$	$\tau_{3d} = 0,984\tau_d - 0,0637$
26(B)-1	$\tau_{ud} = 0,9715\tau_d + 0,4727$	$\tau_{ud} = 0,9498\tau_{3d} + 0,4685$	$\tau_{3d} = 1,0228\tau_d + 0,0044$
26(B)-2	$\tau_{ud} = 1,2557\tau_d + 0,2103$	$\tau_{ud} = 1,2875\tau_{3d} + 0,4907$	$\tau_{3d} = 0,9753\tau_d - 0,2178$



Şekil 4.50. Bütün numunelere ait örselenmiş- örselenmemiş koşullarda kohezyon (c) grafikleri a) (D - UD), b) (3D - UD), c) (D - 3D)



Şekil 4.51. Bütün numunelere ait örselenmiş-örselenmemiş koşullarda içsel sürtünme açısı (ϕ) grafikler a) (D - UD), b) (3D - UD), c) (D - 3D)

Bu örselenmiş-örselenmemiş koşullardaki c ve ϕ değişimlerini ilişkilendirmek zordur. Ancak bu değerlerin kayma mukavemeti denklemlerine yerleştirildiğinde anlamlı bir ilişki ortaya çıkmaktadır (Bkz. Şekil 4.49).

Örselenmiş numunelerden değişik su muhtevalarında yapılan direk kesme ve üç eksenli basınç deney sonuçlarını arasındaki ilişki Çizelge 4.11’de, grafikleri Ek-5’de verilmiştir. Grafikler ve çizelge incelendiğinde büyük bir çoğunlukla su muhtevasının artışı ile iç sürtünme açısının düştüğü ve kohezyon arttığı gözlenmektedir. Su muhtevasındaki artışla sürtünme açısının düşmesi doğaldır. Kohezyonun artması ise suyun silt boyutundaki taneler arasındaki kohezyon katsayısını arttırmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.11. Numunelere göre içsel parametrelerin (c, ϕ) su muhtevası (w) ile değişimleri

Numune No:	DİEK KESE DENEYİ				ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ			
	w- ϕ bağlantısı	R ²	w-c bağlantısı	R ²	w- ϕ bağlantısı	R ²	w-c bağlantısı	R ²
1-1					$\phi=40,587w^{-0,044}$	1,00	$c=0,0568w^{0,3988}$	0,93
1-3	$\phi=40,922w^{-0,0662}$	0,99	$c=0,1158w^{0,3258}$	0,84	$\phi=40,587w^{-0,044}$	1,00	$c=0,0047w^{1,1282}$	0,79
2-1	$\phi=0,0918w+37,553$	0,96	$c=-0,005w+0,1643$	0,99	$\phi=-0,2219w+37,655$	0,94	$c=0,0497w^{-0,0751}$	0,86
2-2	$\phi=-0,3857w+40,355$	1,00	$c=0,0767w^{0,4553}$	0,85	$\phi=39,42w^{-0,0719}$	0,84	$c=0,0449w^{0,5351}$	0,73
3-3	$\phi=-0,1604w+36,458$	0,95	$c=0,1517w^{0,2826}$	0,82	$\phi=-0,3125w+39,558$	1,00	$c=0,0074w-0,005$	0,90
4-2	$\phi=-0,1252w+39,398$	1,00	$c=0,1555w^{0,0808}$	0,15	$\phi=-0,2572w+38,678$	0,96	$c=0,0008w+0,0352$	0,82
5-1					$\phi=-0,7348w+38,735$	1,00	$c=-0,0019w+0,0257$	0,85
6-1					$\phi=-0,3148w+39,988$	0,86	$c=0,0209w^{0,8742}$	0,91
7-2					$\phi=-0,433w+40,02$	1,00	$c=0,0116w-0,0171$	1,00
8-2					$\phi=-0,3741w+37,512$	0,95	$c=-0,0059w+0,1914$	0,91
9-1					$\phi=-0,8523w+38,964$	0,96	$c=0,08w^{-0,3183}$	0,56
10-1					$\phi=41,264w^{-0,0735}$	0,98	$c=0,036w^{0,7089}$	0,95
11-1					$\phi=-0,3652w+38,607$	0,98	$c=0,0006w+0,0234$	0,14
12-1					$\phi=-0,3286w+39,637$	1,00	$c=0,0062w-0,0316$	0,86
13-2					$\phi=-0,7829w+40,689$	1,00	$c=0,0003w+0,0148$	0,01
14					$\phi=47,067w^{-0,1746}$	0,98	$c=0$	-
15-2					$\phi=-0,557w+37,484$	1,00	$c=0,0776w^{-0,5174}$	0,59
16-2					$\phi=-0,6071w+38,108$	1,00	$c=0,0174w^{0,9247}$	0,98
17-2					$\phi=43,033w^{-0,1378}$	1,00	$c=-0,0012w+0,0234$	0,76
18-2					$\phi=42,464w^{-0,1259}$	1,00	$c=0$	-
19					$\phi=44,186w^{-0,109}$	0,98	$c=0,0057w-0,04$	0,53
20(A)-2					$\phi=40,603w^{-0,0528}$	0,99	$c=-0,0005w+0,0164$	
20(B)-1	$\phi=-0,165w+38,418$	0,54	$c=0,0099w+0,0936$	0,98	$\phi=-0,3197w+39,685$	1,00	$c=0,0086w-0,0181$	0,94
20(B)-2	$\phi=-0,0502w+35,886$	0,84	$c=0,0019w+0,1903$	0,79	$\phi=-0,299w+39,501$	0,98	$c=0,0098w+0,0234$	1,00
21-2					$\phi=-0,2538w+38,472$	1,00	$c=0,0065w+0,0481$	0,80
22(A)					$\phi=-0,3736w+40,015$	0,94	$c=-0,0063w+0,125$	0,75
22(B)-2	$\phi=-0,0622w+39,276$	0,72	$c=0,1647w^{0,0694}$	0,26	$\phi=-0,4501w+40,546$	0,99	$c=0,024w-0,0988$	0,91
23-1					$\phi=42,044w^{-0,0785}$	1,00	$c=0,0134w^{0,9068}$	0,90
24-2					$\phi=-0,529w+39,198$	0,85	$c=0,0202w-0,0753$	0,98
25-2	$\phi=40,399w-0,0199$	0,97	$c=0,0662w^{0,2464}$	0,23	$\phi=40,132w^{-0,0461}$	0,99	$c=-0,0003w+0,0193$	0,01
26-1	$\phi=-0,3752w+40,699$	0,98	$c=0,1037w^{0,4386}$	0,95	$\phi=-0,3392w+40,687$	0,99	$c=0,0034w^{1,449}$	0,92
26(A)-1	$\phi=40,205w^{-0,0489}$	1,00	$c=0,0876w^{0,333}$	0,76	$\phi=40,1w^{-0,057}$	0,96	$c=0,0352w^{0,708}$	0,91
26(B)-1	$\phi=-0,1637w+39,695$	1,00	$c=0,0295w^{0,4812}$	0,69	$\phi=-0,4913w+38,242$	0,99	$c=0,0054w+0,0003$	0,86
26(B)-2	$\phi=42,594w^{-0,07}$	0,92	$c=0,0188w^{1,0759}$	0,92	$\phi=40,175w^{-0,052}$	0,99	$c=0,0995w^{0,0953}$	0,02

4.5.3.3. Jeolojik Seviyelerin Özellikleri

Mühendislik jeolojisi arazi çalışmaları ile Isparta Ovasını oluşturan temel zemin (15-20 m'lik kısmı temelinden) 12 seviyeye ayrılmıştır (Bkz. Şekil 4.37). Bu 12 seviyeden inşaat temel çukurlarından örselenmiş numune alınabilen 8 seviyeden (T6, T5, T4, T3, T2, Ta, Tş, Al) özellikleri bu bölümde ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Yapılan değerlendirmede, her bir seviye içinde kalan numunelerden yapılan deney sonuçlarının en büyük en küçük ve ortalama değerleri hesaplanmıştır. Her bir seviyeye ait elde edilen ortalama değerleri izelge 4.12–1.19'deki gibidir.

Seviyelere göre örselenmiş-örselenmemiş numunelerin deney grafikleri Ek-6'da, sonuçları izelge 4.20'de yer almaktadır.

Bu sonuçlar kullanılarak örselenmiş numunelerden su muhtevasına bağlı içsel parametrelerin (c , ϕ) değişim grafikleri Ek-7'de, sonuçları izelge 4.21'deki gibidir.

Çizelge 4.12. T6 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler

				En Küçük	En Büyük	Ortalama	Stan. Sapma
			Çakıl (%)	1	6	3	1,815
			Kum (%)	57	69	63	3,159
			Silt (%)	22	37	31	4,531
			Kil (%)	2	3	2	0,477
			w _n (%)	3	15	9	2,174
			γ _s (gr/cm ³)	2,430	2,565	2,483	0,0354
			γ _n (gr/cm ³)	1,273	1,675	1,461	0,101
			γ _d (gr/cm ³)	1,229	1,410	1,327	0,055
			γ _{dmin} (gr/cm ³)	1,198	1,299	1,239	0,025
			γ _{dmax} (gr/cm ³)	1,508	1,753	1,626	0,066
			D _r	0,019	0,548	0,262	0,146
			e	0,777	0,990	0,874	0,064
			n	0,437	0,497	0,466	0,018
			S	0,093	0,379	0,250	0,056
Direk Kesme	UD	w _n	φ (°)	35	44	40	2,3814
			c (kg/cm ²)	0,107	0,596	0,328	0,149
	D	w=3	φ (°)	36	39	38	1,346
			c (kg/cm ²)	0,073	0,194	0,1402	0,038
		w=10	φ (°)	35	42	38	1,762
			c (kg/cm ²)	0,121	0,319	0,2017875	0,066
		w=15	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=20	φ (°)	33	39	36	3,043
			c (kg/cm ²)	0,066	0,327	0,190	0,113
Üç Eksenli Basınç	D	w=3	φ (°)	37	39	38	0,739
			c (gr/cm ²)	0,000	0,094	0,031	0,033
		w=10	φ (°)	32	39	36	1,533
			c (kg/cm ²)	0,000	0,210	0,078	0,059
		w=15	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=20	φ (°)	32	35	34	0,874
			c (kg/cm ²)	0,000	0,181	0,078	0,074

Çizelge 4.13. T5 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler

				En Küçük	En Büyük	Ortalama	Stand. Sapma		
			Çakıl (%)	0	6	3	1,405		
			Kum (%)	58	71	64	4,123		
			Silt (%)	24	38	31	4,636		
			Kil (%)	1	3	2	0,674		
			w _n (%)	8	19	13	3,140		
			γ _s (gr/cm ³)	2,410	2,578	2,488	0,039		
			γ _n (gr/cm ³)	1,423	1,720	1,533	0,064		
			γ _d (gr/cm ³)	1,224	1,463	1,356	0,051		
			γ _{dmin} (gr/cm ³)	1,141	1,292	1,221	0,047		
			γ _{dmax} (gr/cm ³)	1,550	1,716	1,638	0,043		
			D _r	0,179	0,520	0,393	0,113		
			e	0,755	0,976	0,840	0,057		
			n	0,430	0,494	0,456	0,016		
			S	0,076	0,632	0,333	0,179		
Direk Kesme	UD	w _n	φ (°)	35	44	40	2,206		
			c (kg/cm ²)	0,050	0,580	0,373	0,140		
	D	w=3	φ (°)	36	39	38	1,167		
			c (kg/cm ²)	0,120	0,192	0,155	0,025		
		w=10	φ (°)	35	39	36	1,361		
			c (kg/cm ²)	0,153	0,348	0,251	0,062		
		w=15	φ (°)	33	38	35	1,754		
			c (kg/cm ²)	0,184	0,357	0,254	0,067		
		w=20	φ (°)	33	40	35	2,963		
			c (kg/cm ²)	0,103	0,356	0,235	0,096		
		Üç Eksenli Basınç	D	w=3	φ (°)	38	40	39	0,697
					c (gr/cm ²)	0,000	0,090	0,043	0,033
w=10	φ (°)			34	37	36	0,804		
	c (kg/cm ²)			0,068	0,268	0,141	0,067		
w=15	φ (°)			33	36	35	0,964		
	c (kg/cm ²)			0,112	0,326	0,206	0,080		
w=20	φ (°)			31	36	34	1,126		
	c (kg/cm ²)			0,089	0,375	0,221	0,078		

Çizelge 4.14. T4 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler

				En Küçük	En Büyük	Ortalama	Stand. Sapma
			Çakıl (%)	5	8	7	1,532
			Kum (%)	50	51	51	0,511
			Silt (%)	39	43	41	2,043
			Kil (%)	2	2	2	0,000
			w _n (%)	14	23	19	3,770
			γ _s (gr/cm ³)	2,630	2,660	2,648	0,011
			γ _n (gr/cm ³)	1,655	1,790	1,716	0,059
			γ _d (gr/cm ³)	1,353	1,576	1,445	0,094
			γ _{dmin} (gr/cm ³)	1,155	1,311	1,233	0,080
			γ _{dmax} (gr/cm ³)	1,587	1,653	1,620	0,034
			D _r	0,555	0,653	0,604	0,050
			e	0,675	0,962	0,839	0,120
			n	0,403	0,490	0,454	0,036
			S	0,531	0,634	0,594	0,039
Direk Kesme	UD	w _n	φ (°)	35	42	39	3,564
			c (kg/cm ²)	0,575	0,595	0,585	0,011
	D	w=3	φ (°)	39	40	39	0,287
			c (kg/cm ²)	0,043	0,056	0,050	0,007
		w=10	φ (°)	36	38	37	1,405
			c (kg/cm ²)	0,130	0,305	0,218	0,094
		w=15	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=20	φ (°)	36	36	36	0,250
			c (kg/cm ²)	0,105	0,306	0,206	0,108
Üç Eksenli Basınç	D	w=3	φ (°)	36	38	37	0,866
			c (gr/cm ²)	0,000	0,091	0,046	0,049
		w=10	φ (°)	34	36	35	0,829
			c (kg/cm ²)	0,078	0,241	0,160	0,087
		w=15	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=20	φ (°)	35	37	36	0,941
			c (kg/cm ²)	0,081	0,112	0,096	0,017

Çizelge 4.15. T3 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler

				En Küçük	En Büyük	Ortalama	Stand. Sapma
			Çakıl (%)	5	8	7	0,747
			Kum (%)	61	73	65	3,362
			Silt (%)	21	28	26	2,016
			Kil (%)	1	3	2	0,695
			w _n (%)	10	16	13	2,035
			γ _s (gr/cm ³)	2,620	2,670	2,654	0,015
			γ _n (gr/cm ³)	1,450	1,597	1,547	0,040
			γ _d (gr/cm ³)	1,285	1,439	1,372	0,042
			γ _{dmin} (gr/cm ³)	1,277	1,356	1,332	0,021
			γ _{dmax} (gr/cm ³)	1,689	1,752	1,733	0,023
			D _r	0,026	0,321	0,147	0,085
			e	0,842	1,062	0,935	0,055
			n	0,457	0,515	0,483	0,014
			S	0,288	0,438	0,360	0,051
Direk Kesme	UD	w _n	φ (°)	35	41	37	2,503
			c (kg/cm ²)	0,206	0,431	0,352	0,090
	D	w=3	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=10	φ (°)	42	42	42	0,000
			c (kg/cm ²)	0,002	0,002	0,002	0,000
		w=15	φ (°)	41	41	41	0,000
			c (kg/cm ²)	0,189	0,189	0,189	0,000
		w=20	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
Üç Eksenli Basınç	D	w=3	φ (°)	38	39	38	0,679
			c (gr/cm ²)	0,000	0,000	0,000	0,000
		w=10	φ (°)	31	35	33	2,037
			c (kg/cm ²)	0,000	0,137	0,069	0,073
		w=15	φ (°)	21	33	27	5,070
			c (kg/cm ²)	0,000	0,113	0,045	0,051
		w=20	φ (°)	21	27	24	2,721
			c (kg/cm ²)	0,023	0,113	0,068	0,048

Çizelge 4.16. T2 seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler

				En Küçük	En Büyük	Ortalama	Stand. Sapma
			Çakıl (%)	2	2	2	0,000
			Kum (%)	52	52	52	0,000
			Silt (%)	40	40	40	0,000
			Kil (%)	6	6	6	0,000
			w _n (%)	11	12	11	0,763
			γ _s (gr/cm ³)	2,663	2,720	2,686	0,025
			γ _n (gr/cm ³)	1,640	1,683	1,658	0,019
			γ _d (gr/cm ³)	1,459	1,520	1,489	0,025
			γ _{dmin} (gr/cm ³)	1,337	1,337	1,337	0,000
			γ _{dmax} (gr/cm ³)	1,800	1,800	1,800	0,000
			D _r	0,325	0,469	0,395	0,059
			e	0,758	0,841	0,805	0,037
			n	0,431	0,457	0,446	0,011
			S	0,365	0,396	0,379	0,013
			Direk Kesme	UD	w _n	φ (°)	32
c (kg/cm ²)	0,685	0,685				0,685	0,000
D	w=3	φ (°)		-	-	-	-
		c (kg/cm ²)		-	-	-	-
	w=10	φ (°)		42	42	42	0
		c (kg/cm ²)		0,105	0,105	0,105	0,000
	w=15	φ (°)		-	-	-	-
		c (kg/cm ²)		-	-	-	-
	w=20	φ (°)		-	-	-	-
		c (kg/cm ²)		-	-	-	-
Üç Eksenli Basınç	D	w=3	φ (°)	36	36	36	0,000
			c (gr/cm ²)	0,050	0,050	0,050	0,000
		w=10	φ (°)	31	31	31	0,000
			c (kg/cm ²)	0,139	0,139	0,139	0,000
		w=15	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=20	φ (°)	17	17	17	0,000
			c (kg/cm ²)	0,279	0,279	0,279	0,000

Çizelge 4.17. Ta seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler

				En Küçük	En Büyük	Ortalama	Stand. Sapma
			Çakıl (%)	2	8	4	1,853
			Kum (%)	56	72	61	5,548
			Silt (%)	22	35	30	4,458
			Kil (%)	2	7	5	1,554
			w _n (%)	9	17	12	2,355
			γ _s (gr/cm ³)	1,408	1,750	1,533	0,105
			γ _n (gr/cm ³)	1,767	1,954	1,844	0,050
			γ _d (gr/cm ³)	1,266	1,536	1,367	0,072
			γ _{dmin} (gr/cm ³)	1,141	1,306	1,219	0,045
			γ _{dmax} (gr/cm ³)	1,574	1,790	1,692	0,061
			D _r	0,064	0,641	0,367	0,142
			e	0,718	1,040	0,916	0,083
			n	0,418	0,510	0,477	0,023
			S	0,226	0,578	0,353	0,102
Direk Kesme	UD	w _n	φ (°)	34	40	38	1,491
			c (kg/cm ²)	0,104	0,425	0,228	0,122
	D	w=3	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=10	φ (°)	38	42	39	2,017
			c (kg/cm ²)	0,047	0,176	0,129	0,052
		w=15	φ (°)	38	39	39	0,453
			c (kg/cm ²)	0,152	0,190	0,171	0,020
		w=20	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
Üç Eksenli Basınç	D	w=3	φ (°)	35	38	37	1,054
			c (gr/cm ²)	0,000	0,173	0,049	0,060
		w=10	φ (°)	31	36	33	1,802
			c (kg/cm ²)	0,000	0,173	0,065	0,064
		w=15	φ (°)	28	32	30	1,806
			c (kg/cm ²)	0,000	0,054	0,017	0,023
		w=20	φ (°)	21	32	27	4,120
			c (kg/cm ²)	0,000	0,063	0,032	0,023

Çizelge 4.18. T_ş seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler

				En Küçük	En Büyük	Ortalama	Stand. Sapma
			Çakıl (%)	5	5	5	0,000
			Kum (%)	60	60	60	0,000
			Silt (%)	32	32	32	0,000
			Kil (%)	3	3	3	0,000
			w _n (%)	8	8	8	0,089
			γ _s (gr/cm ³)	2,650	2,655	2,652	0,003
			γ _n (gr/cm ³)	1,365	1,400	1,382	0,015
			γ _d (gr/cm ³)	1,261	1,294	1,277	0,014
			γ _{dmin} (gr/cm ³)	1,217	1,217	1,217	0,000
			γ _{dmax} (gr/cm ³)	1,617	1,617	1,617	0,000
			D _r	0,140	0,242	0,192	0,043
			e	1,050	1,102	1,076	0,022
			n	0,512	0,524	0,518	0,005
			S	0,199	0,206	0,201	0,004
Direk Kesme	UD	w _n	φ (°)	39,926	39,926	40	0,000
			c (kg/cm ²)	0,052	0,052	0,052	0,000
	D	w=3	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=10	φ (°)	38	38	38	0
			c (kg/cm ²)	0,052	0,052	0,052	0
		w=15	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=20	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
Üç Eksenli Basınç	D	w=3	φ (°)	37	37	37	0,000
			c (gr/cm ²)	0,000	0,000	0,000	0,000
		w=10	φ (°)	33	33	33	0,000
			c (kg/cm ²)	0,000	0,000	0,000	0,000
		w=15	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=20	φ (°)	29	29	29	0,000
			c (kg/cm ²)	0,000	0,000	0,000	0,000

Çizelge 4.19. Al seviyesine ait en küçük, en büyük ve ortalama fiziksel - mekanik özellikler

				En Küçük	En Büyük	Ortalama	Stand. Sapma
			Çakıl (%)	5	6	6	0,511
			Kum (%)	35	67	51	16,344
			Silt (%)	23	51	37	14,301
			Kil (%)	4	9	7	2,554
			w _n (%)	9	19	14	4,785
			γ _s (gr/cm ³)	2,610	2,660	2,638	0,019
			γ _n (gr/cm ³)	1,410	1,480	1,444	0,028
			γ _d (gr/cm ³)	1,194	1,359	1,271	0,074
			γ _{dmin} (gr/cm ³)	1,076	1,240	1,158	0,084
			γ _{dmax} (gr/cm ³)	1,514	1,789	1,652	0,140
			D _r	0,187	0,430	0,301	0,081
			e	0,935	1,224	1,083	0,134
			n	0,483	0,550	0,518	0,031
			S	0,250	0,420	0,331	0,079
Direk Kesme	UD	w _n	φ (°)	32	40	36	4,213
			c (kg/cm ²)	0,244	0,604	0,424	0,192
	D	w=3	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=10	φ (°)	41	41	41	0,000
			c (kg/cm ²)	0,053	0,053	0,053	0,000
		w=15	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=20	φ (°)	37	37	37	0,000
			c (kg/cm ²)	0,171	0,171	0,171	0,000
Üç Eksenli Basınç	D	w=3	φ (°)	37	39	38	1,042
			c (gr/cm ²)	0,000	0,000	0,000	0,000
		w=10	φ (°)	33	36	34	1,705
			c (kg/cm ²)	0,000	0,100	0,050	0,053
		w=15	φ (°)	-	-	-	-
			c (kg/cm ²)	-	-	-	-
		w=20	φ (°)	28	29	28	0,214
			c (kg/cm ²)	0,000	0,308	0,154	0,165

Çizelge 4.20. Seviyelere göre kayma mukavemeti denklemleri

Seviye	UD	R ²	w (%)	D	R ²	φ _d (°)	c _d (kg/cm ²)	3D	R ²	φ (°)	c (kg/cm ²)
T6	$\tau_N=0,7875\sigma_N+0,4185$	0,92	3	$\tau_N=0,802\sigma_N+0,1263$	0,99	39	0,126	$\tau=0,7784\sigma+0,035$	1,00	38	0,035
			10	$\tau_N=0,7916\sigma_N+0,185$	0,99	38	0,185	$\tau=0,7202\sigma+0,0763$	1,00	36	0,076
			15	$\tau_N=0,7038\sigma_N+0,2594$	1,00	37	0,259	$\tau=0,6722\sigma+0,056$	0,98	34	0,056
			20	$\tau_N=0,7519\sigma_N+0,1451$	0,98	37	0,145	$\tau=0,6641\sigma+0,0773$	0,99	34	0,077
T5	$\tau_N=0,8472\sigma_N+0,4536$	0,94	3	$\tau_N=0,7624\sigma_N+0,1636$	0,99	37	0,164	$\tau=0,7995\sigma+0,0393$	1,00	39	0,039
			10	$\tau_N=0,7378\sigma_N+0,2433$	0,93	36	0,243	$\tau=0,7212\sigma+0,1392$	1,00	36	0,139
			15	$\tau_N=0,7611\sigma_N+0,1942$	0,98	36	0,194	$\tau=0,6801\sigma+0,2665$	1,00	34	0,267
			20	$\tau_N=0,6855\sigma_N+0,2628$	0,99	34	0,263	$\tau=0,6529\sigma+0,2025$	0,99	33	0,203
T4	$\tau_N=0,8008\sigma_N+0,5849$	0,94	3	$\tau_N=0,8214\sigma_N+0,0495$	0,99	39	0,050	$\tau=0,7587\sigma+0,0455$	0,99	37	0,046
			10	$\tau_N=0,7503\sigma_N+0,2177$	0,99	37	0,218	$\tau=0,6933\sigma+0,1595$	0,97	35	0,060
			15	$\tau_N=0,7137\sigma_N+0,3064$	1,00	36	0,306	$\tau=0,6961\sigma+0,081$	1,00	35	0,081
			20	$\tau_N=0,7261\sigma_N+0,1051$	1,00	36	0,105	$\tau=0,664\sigma+0,1119$	1,00	34	0,112
T3	$\tau_N=0,8154\sigma_N+0,5154$	0,82	3	-	-	-	-	$\tau=0,7935\sigma$	1,00	38	0,000
			10	$\tau_N=0,9085\sigma_N+0,002$	0,99	42	0,002	$\tau=0,6414\sigma+0,0685$	1,00	33	0,069
			15	$\tau_N=0,8596\sigma_N+0,1888$	0,98	41	0,189	$\tau=0,6566\sigma$	1,00	33	0,000
			20	-	-	-	-	$\tau=0,446\sigma+0,068$	0,98	24	0,068
T2	$\tau_N=0,6237\sigma_N+0,6851$	0,9	3	-	-	-	-	$\tau=0,7354\sigma+0,05$	1,00	36	0,050
			10	$\tau_N=0,9037\sigma_N+0,1051$	0,99	42	0,105	$\tau=0,6092\sigma+0,139$	1,00	31	0,139
			15	-	-	-	-	-	-	-	-
			20	-	-	-	-	$\tau=0,3101\sigma+0,279$	1,00	17	0,279
Ta	$\tau_N=0,7769\sigma_N+0,2412$	0,97	3	-	-	-	-	$\tau=0,7488\sigma+0,0489$	1,00	37	0,049
			10	$\tau_N=0,8167\sigma_N+0,1284$	0,98	39	0,128	$\tau=0,6468\sigma+0,0631$	0,96	33	0,063
			15	$\tau_N=0,7888\sigma_N+0,1523$	1,00	38	0,152	$\tau=0,5742\sigma+0,0048$	0,97	30	0,005
			20	-	-	-	-	$\tau=0,508\sigma+0,0319$	0,89	27	0,032
Tş	$\tau_N=0,8369\sigma_N+0,0515$	0,98	3	-	-	-	-	$\tau=0,75x+1E-15$	1,00	37	0,000
			10	$\tau_N=0,7877\sigma_N+0,1316$	0,98	38	0,132	$\tau=0,6452\sigma-5E-16$	1,00	33	0,000
			15	-	-	-	-	-	-	-	-
			20	-	-	-	-	$\tau=0,555\sigma$	1,00	29	0,000
Al	$\tau_N=0,6664\sigma_N+0,5006$	0,94	3	-	-	-	-	$\tau=0,7687\sigma$	1,00	38	0,000
			10	$\tau_N=0,8619\sigma_N+0,0532$	0,99	41	0,053	$\tau=0,6815\sigma+0,05$	0,97	34	0,050
			15	-	-	-	-	-	-	-	-
			20	$\tau_N=0,7669\sigma_N+0,1765$	0,99	38	0,177	$\tau=0,5409\sigma+0,154$	0,91	28	0,154

Seviyeleri için su muhtevasına bağlı içsel parametrelerin ilişkisi oldukça anlamlıdır. Bu denklemler kullanılarak istenilen su muhtevası için örselenmiş koşullardaki içsel parametreler ve kayma mukavemeti denklemleri ilgili seviye için elde edilebilir.

Buna T5 seviyesinden alınan %13 su muhtevastaki bir numune için örnek verecek olursak;

T5 seviyesinden alınan %13 su muhtevası için Çizelge 4.21'deki denklemler kullanılarak aşağıdaki içsel parametreler elde edilir,

Örselenmiş direk kesme için; $\phi = 35.82^\circ$ $c = 0.2206 \text{ kg/cm}^2$

Örselenmiş üç eksenli için $\phi=35.37^\circ$ $c= 0.1370 \text{ kg/cm}^2$

Elde edilen sonuçlar kullanılarak Şekil 4.49'deki denklemi yardımı ile örselenmemiş haldeki kayma mukavemeti elde edilebilir. Ancak Şekil 4.49'deki denklemler bütün numuneleri temsil edeceğinden, her bir seviye için elde edilen içsel parametreler kullanılarak oluşturulan kayma mukavemeti denklemleri kullanılmalıdır. Bu ilişkilerin grafikler Ek-8'de ve sonuçları Çizelge 4.22'te verilmiştir. Bu çizelgedeki örselenmemiş direk kesme-örselenmiş direk kesme ($\tau_d - \tau_{ud}$) ve örselenmemiş direk kesme-örselenmiş üç eksenli basınç ($\tau_d - \tau_{3d}$) ilişkileri kullanılarak aşağıdaki denklemler oluşturulabilir;

$$\tau_{ud} = 1,1720 \tau_d + 0,1074 \quad \tau_{ud} = 1,1720 (\sigma \text{tg}35.82^\circ + 0.2206) + 0,1074$$

$$\tau_{ud} = 1,1801 \tau_{3d} + 0,2302 \quad \tau_{ud} = 1,1801 (\sigma \text{tg}35.37^\circ + 0.1370) + 0,2302$$

Bu denklemler değişik normal gerilmeler için (1.0, 2.0, 3.0 kg/cm^2) çözüldüğünde örselenmemiş koşullardaki içsel parametreler aşağıdaki gibi elde edilir;

UD - D

$$\phi = 40.23^\circ$$

$$c = 0.328 \text{ kg/cm}^2$$

UD - 3D

$$\phi = 39,99^\circ$$

$$c = 0.4117 \text{ kg/cm}^2$$

Bu elde edilen sonuçların T5 seviyesi için ortalama değerlerine uygun olduğu görülür (Bkz. Çizelge 4.13).

Çizelge 4.21. Seviyelere göre içsel parametrelerin (c, ϕ) su muhtevasına (w) bağlı değişimleri

Seviye	Direk Kesme				Üç Eksenli Basınç			
	w- ϕ ilişkisi	R ²	w-c ilişkisi	R ²	w- ϕ ilişkisi	R ²	w-c ilişkisi	R ²
T6	$\phi=-0,1118w+39,193$	0,94	$c=0,0109w+0,0883$	0,97	$\phi=-0,2669w+38,491$	0,95	$c=0,002w+0,0369$	0,54
T5	$\phi=-0,164w+37,959$	0,96	$c=0,0046w+0,1608$	0,54	$\phi=-0,3266w+39,369$	0,98	$c=0,0113w+0,0261$	0,72
T4	$\phi=-0,2148w+39,523$	0,81	$c=0,0046w+0,1608$	0,54	$\phi=-0,1951w+37,432$	0,88	$c=0,0039w+0,0282$	0,94
T3	$\phi=-0,3146w+45,401$	1,00	$c=0,0374w-0,3716$	1,00	$\phi=-0,7537w+41,152$	0,84	$c=0,0026w+0,0032$	0,23
T2	-	-	-	-	$\phi=-1,1434w+40,881$	0,97	$c=0,0135w+0,0074$	1,00
Ta	$\phi=-0,3146w+45,401$	1,00	$c=0,0048w+0,0806$	1,00	$\phi=-0,5834w+38,63$	1,00	$c=-0,0019w+0,0597$	0,30
Tş	-	-	-	-	$\phi=-0,4556w+37,922$	0,99	$c=-0,0001w+0,0001$	0,99
Al	$\phi=-0,3273w+44,032$	1,00	$c=0,0103w+0,0224$	1,00	$\phi=-0,541w+39,362$	1,00	$c=0,0092w-0,0327$	0,99

Çizelge 4.22. Seviyelere göre örselenmiş-örselenmemiş kesme mukavemeti ilişkileri

Seviye	D - UD	R ²	3D - UD	R ²	D - 3D	R ²
T6	$\tau_{ud}=1,0574\tau_d+0,1207$	0,96	$\tau_{ud}=1,129\tau_{3d}+0,2493$	0,96	$\tau_{3d}=0,932\tau_d-0,0953$	0,98
T5	$\tau_{ud}=1,172\tau_d+0,1074$	0,99	$\tau_{ud}=1,1801\tau_{3d}+0,2302$	0,98	$\tau_{3d}=0,9782\tau_d-0,0761$	0,98
T4	$\tau_{ud}=1,1232\tau_d+0,3412$	0,98	$\tau_{ud}=1,0829\tau_{3d}+0,5159$	0,90	$\tau_{3d}=0,9388\tau_d-0,0367$	0,98
T3	$\tau_{ud}=0,9334\tau_d+0,3131$	0,99	$\tau_{ud}=1,3103\tau_{3d}+0,3214$	0,97	$\tau_{3d}=0,7019\tau_d+0,0097$	0,99
T2	$\tau_{ud}=0,6902\tau_d+0,6126$	1,00	$\tau_{ud}=1,0238\tau_{3d}+0,5428$	1,00	$\tau_{3d}=0,6741\tau_d+0,0681$	1,00
Ta	$\tau_{ud}=0,9652\tau_d+0,1221$	0,97	$\tau_{ud}=1,2462\tau_{3d}+0,2257$	0,98	$\tau_{3d}=0,7706\tau_d-0,0774$	0,99
Tş	$\tau_{ud}=1,0625\tau_d-0,0883$	1,00	$\tau_{ud}=1,2971\tau_{3d}+0,0515$	1,00	$\tau_{3d}=0,8191\tau_d-0,1078$	1,00
Al	$\tau_{ud}=0,8994\tau_d+0,3183$	0,99	$\tau_{ud}=1,2166\tau_{3d}+0,2498$	0,98	$\tau_{3d}=0,7264\tau_d+0,0747$	0,98

4.5.3.4. Sondaj Çalışmaları

Bu tez çalışması kapsamında, bütün hesaplama ve değerlendirmelerde, inşaat temel kazılarında alınan örselenmemiş numunelerden yapılan deneyler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçların arazi çalışmaları ile denetlenmesi amacıyla, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Alt Yapı Projelerince desteklenen bir proje kapsamında iki alanda toplam 6 adet sondaj çalışması yapılmıştır.

Sondaj yeri seçiminde arazi çalışmaları ile belirlenen jeolojik seviyelerinden, yüzeye en yakın olan T6 seviyesi hedeflenmiştir. Seçilen alanlarda, birbirlerini etkilemeyecek mesafede üçer adet sondaj kuyusu seçilmiştir. Sondajlardan bir tanesinden örselenmemiş numune alınması, diğer iki sondajdan ise örselenmemiş numune alınan metrelerde SPT (Standart Penetrasyon Deneyi) yapılarak bir

karşılaştırma yapılması hedeflenmiştir. Örselenmemiş numune alınmasından tez danışmanı tarafından tasarlanmış numune alıcılar kullanılmış ve 6 metre derinliğe kadar örselenmemiş numune alınabilmektedir. Alınan bütün örselenmiş-örselenmemiş numunelerden fiziksel-mekanik deneyler yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.23'te, sondajlardan geçilen seviyeler fiziksel özellikleri, numune alınan derinlikler sondaj loglarına işlenmiş ve Ek-9'da verilmiştir. Sondajlarda SPT darbe sayıları (4.1) bağıntıyı kullanarak düzeltilmiş ve normalize edilmiş deney sonuçları ile karşılaştırılması yapılmıştır (Şekil. 4.52).

$$(N'_{55} = N * C_N) \quad (4.1)$$

Burada N'_{55} düzeltilmiş SPT darbe sayısı, C_N örtü basıncı düzeltme katsayısı olup (4.2), (4.3), (4.4), (4.5) bağıntılardan bulunur,

$$C_N = 0,77 \log \left(\frac{1912}{\sigma'_v} \right) \quad (\text{Peck vd., 1974}) \quad (4.2)$$

$$C_N = 1 - 1,25 \log \left(\frac{\sigma'_v}{95,6} \right) \quad (\text{Seed vd., 1975}) \quad (4.3)$$

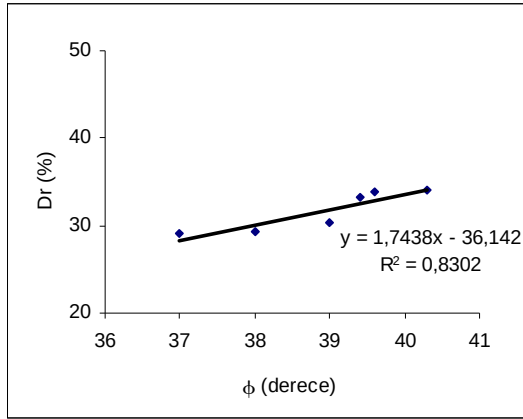
$$C_N = 9,78 \left(\frac{1}{\sigma'_v} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Liao ve Whitman, 1986}) \quad (4.4)$$

$$C_N = \frac{2}{1 + 0,01 \sigma'_v} \quad (\text{Skempton, 1986}) \quad (4.5)$$

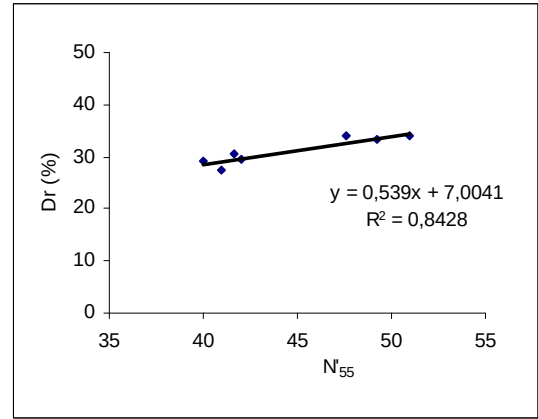
σ'_v (kN/m²) efektif basınçtır.

Çizelge 4. 23. Temel sondajlarda yapılan SPT deneyi ile laboratuvar deney sonuçları

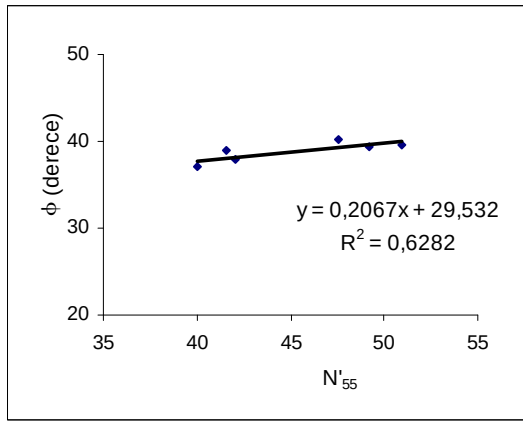
Numune No:	Derinlik (m)	N	N'_{55}	ϕ (°)	c (kg/cm ²)	γ_n (gr/cm ³)	γ_d (gr/cm ³)	w (%)	γ_{dmin} (gr/cm ³)	γ_{dmax} (gr/cm ³)	Dr (%)
SK2-UD1	2,00	28	48	40	0,290	1,490	1,333	12	1,183	1,767	32,3
SK2-UD2	3,00	26	40	37	0,424	1,420	1,310	10	1,208	1,651	29,09
SK2-UD3	4,00	29	41		-	1,443	1,293	11	1,199	1,632	27,43
SK2-UD5	6,00	38	51	40	0,226	1,151	1,361	11	1,247	1,657	33,86
SK6-UD2	4,00	30	42	39	0,335	1,542	1,346	15	1,240	1,672	30,44
SK6-UD3	5,00	38	49	39	0,264	1,552	1,381	12	1,265	1,695	33,2
SK6-UD4	6,00	52	63		-	1,586	1,398	11	-	-	-
SK7-UD1	2,00	25	42	38	0,270	1,550	1,360	14	1,252	1,713	29,37



a)



b)



c)

Şekil 4.52. Temel sondajlarda yapılan SPT ile laboratuvar da deney sonuçlarına ait grafikler a) ϕ - D_r , b) N'_{55} - D_r ve c) N'_{55} - ϕ

Bu sonuçlara göre yapılan sondaj çalışmaları ile alınan örselenmiş numunelerden belirlenen fiziksel özellikler yardımı ile mekanik özellikler de belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

Elde edilen bu sonuçlar T6 seviyesine ait ortalama değerler ile uyumludur. Ayrıca Şekil 4.52'de verilen grafiklerden de görülebileceği gibi düzeltilmiş SPT-N ile D_r ve ϕ , D_r ile ϕ arasında anlamlı ilişkiler vardır. Ancak bu ilişkinin güvenliği için veri sayısının artırılması gereklidir.

Sondajdan alınan örselenmemiş numuneye ait su muhtevalarını kullanılarak T6 seviyesine ait hesaplanmış sonuçlar deney sonuçları ile birlikte Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4. 24. Sondajlardan alınan örselenmiş numuneler deney sonuçları ile fiziksel özelliklerden hesaplanan değerler

Numune No:	w (%)	Örselenmemiş numune deney sonucu		Su muhtevasına bağlı hesaplanmış sonuçlar			
				Direk kesme		Üç eksenli	
		$\phi(^{\circ})$	c (kg/cm ²)	$\phi(^{\circ})$	c (kg/cm ²)	$\phi(^{\circ})$	c (kg/cm ²)
SK2-UD1	12	40,3	0,290	39,6	0,358	38,6	0,318
SK2-UD2	10	37,0	0,424	41	0,246	39,2	0,313
SK2-UD5	11	39,6	0,226	39,5	0,329	38,9	0,267
SK6-UD2	15	39,0	0,335	39	0,389	37,8	0,324
SK6-UD3	12	39,4	0,264	39,6	0,358	38,6	0,318
SK7-UD1	14	38,0	0,270	37,8	0,376	38,1	0,323
Ortalama	12,33	38,9	0,302	39,4	0,343	38,5	0,311

Çizelge incelendiğinde, hesaplanmış ve deney sonuçlarının ortalamaları oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. Bu uyum çalışılan seviyenin ve o seviyeye ait su muhtevasının bilinmesi halinde örselenmemiş koşullarda içsel parametrelerin bulunabileceği görülmektedir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Isparta Ovası ve yakın çevresini kapsayan yaklaşık 200 km²'lik bir alanın 1/25 000 ölçekli genel jeoloji haritası, eski çalışmalardan da yararlanarak yeniden yapılmıştır.

Genel jeoloji ve mühendislik jeolojisi ile ilgili arazi çalışmalarına göre, Isparta Ovasının tamamen alüvyonla kaplı olmadığı, büyük bir bölümün volkanik birimlerden oluştuğu belirlenmiştir.

Daha önceki çalışmalarda alüvyon olarak tanımlanan ova zeminin tamamen alüvyonla kaplı olmaması, ovanın güney bölümü hariç diğer kesimlerde gözlenebildiği yerlerde oldukça ince olması ve büyük bir çoğunluğunun volkanik malzeme ile kaplı olması nedeni ile Isparta Ovasının morfolojisini volkanizma ile eşyaşı olduğu sonucuna varılmıştır.

Isparta Ovasını oluşturan ve büyük çoğunluğu volkanik olan temel zeminin 15 - 20 m'lik üst kısmı 12 farklı seviyeye ayrılmıştır. Seviyenin kırmızımsı, koyu kahve, siyah kil ve siltlerle başlayıp, pomzalarla devam eden ve tüflerle sonlanan iki önemli faaliyet döneminin, değişik kalınlıklar içeren seviyeler halinde gözlem yapılan yerlerde gözlemlendiği ve bütün Isparta Ovasında da izlenebileceği ortaya konmuştur.

Isparta Ovasında açılan 80 adet inşaat temel çukurundan 64 adet örselenmemiş-örselenmiş numune alınmıştır. Bu numunelerden 521 adet örselenmemiş direk kesme, 644 adet örselenmiş direk kesme, 502 adet örselenmiş üç eksenli basınç deneyi yapılmış. Ayrıca fiziksel özellikleri de belirlenmiştir.

Yapılan bütün deneysel çalışmalar istatistiksel olarak değerlendirilerek önce her bir numune daha sonra her bir seviye için karakteristik mühendislik özellikleri ortaya konmuştur. Taşınmış ve alüvyal seviyeler hariç tane boyu dağılımı % 1 - 8 çakıl, % 50 - 73 kum, % 21 - 43 silt ve %1 - 7 kil arasında değişmekte ve birleştirilmiş zemin sınıflandırılmasına göre tamamı SM zemin sembolüne sahiptir. Kuru birim hacim ağırlıklar 1.224 - 1.445 gr/cm³, doğal biri hacim ağırlıklar 1.280 – 1.270 gr/cm³

arasında değişmektedir. Birim hacim ağırlık pomza çakılı yoğun seviyelerde düşmekte, andezit çakıl yoğun seviyelerde yükselmektedir. Tane birim hacim ağırlıklar $2.410 - 2.720 \text{ gr/cm}^3$, boşluk oranı $0.675 - 1.062$, porozite $0.403 - 0.515$, doğal su muhtevası $\% 3 - 22$ doygunluk derecesi $0.076 - 0.643$ arasında değişmektedir. Rölatif sıkılık $0.019 - 0.653$, içsel sürtünme açısı $32 - 44^\circ$, kohezyon ise $0.050 - 0,685 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir.

Örselenmiş koşullarda direk kesme ve üç ekseli basınç deneyi için örselenmiş numuneler hazırlanmış ve örselenmiş-örselenmemiş ilişkileri incelenmiştir. Örselenmiş-örselenmemiş deney sonuçları karşılaştırıldığında yüksek korelasyon değeri elde edilmiş ve örselenmiş deneylerden örselenmemiş deneylere geçiş yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Örselenmiş numunelerden değişik su muhtevalarda yapılan deneylerden de su muhtevası değişimi ile içsel parametreler arasında anlamlı ilişkiler elde edilmiş ve belirlenen her bir seviye için su muhtevasından içsel parametrelere geçiş bağıntıları ortaya konmuştur. Yapılan deneysel çalışmaların sonuçlarını kontrolü amacı ile T6 olarak tanımlanan tüf seviyesinde iki lokasyonda 6 adet temel sondaj yapılmış, sondajdan alınan örselenmemiş numunelere ait deney sonuçları ile o seviyeye ait önceden elde edilmiş bağıntılarla belirlenen hesapsal sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmada seviyenin su muhtevasının bilinmesi ile o seviyeye ait içsel parametrelerin elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Sondaj sonuçları ile elde edilen SPT-N ile rölatif sıkılık ve içsel sürtünme açısı arasında anlamlı ilişkiler elde edilmesine rağmen veri sayısının arttırılması ile kullanılmasının da daha doğru olacağı anlaşılmıştır.

Sonuç olarak Isparta Ovasının büyük bir bölümünün volkanik zeminlerden oluştuğu belirlenmiş ve bu volkanik zemin seviyelere ayrılarak her bir seviyesinin fiziksel mekanik özellikleri ortaya konmuştur. Mekanik özelliklerin fiziksel özellikleri ile olan ilişkisinde su muhtevasının belirleyici olduğu anlaşılmış ve her bir seviye için

su muhtevasına bağlı içsel parametrelerin elde edilmesine yönelik bağlantılar çıkarılmıştır.

Sondajlarla örselenmemiş numune alımının oldukça zor olduğu Isparta volkanik zeminlerinde, kohezyonsuz zeminleri için geliştirilmiş genel SPT-N grafikleri yardımı ile içsel parametreler elde edilmesinin doğru olmadığı, jeolojik olarak tanımlanması doğru olarak yapılan seviyenin su muhtevası kullanılarak içsel parametrelerin elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Akbulut, A., 1980. Eğirdir gölü güneyinde Çandır (Sütçüler-Isparta) yöresindeki Batı Torosların jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 23 (1), 1-9, Ankara.
- Altınlı, E., 1944. Antalya Bölgesinin stratigrafik etüdü. İ. Ü. F. F. Mecmuası, Seri: B-C, 1X, 3, 227-238.
- Barka, A., Reilinger, R., Şaroğlu, F., and Şengör, A.M.C., 1995, The Isparta Angle : Its evolution and importance in the tectonics of the eastern Mediterranean region : Int. Earth Sci. Colloq. Aegean Region, Abstract., p. 6.
- Bishop, A. W, Henkel, D. J., 1962, The Measurement of Soil Properties in The Triaxial Test. Edward arnold Ltd. London, 227p., London.
- Bowles, J. E., 1988. Foundation Analisis and Design. McCraw-Hill Book Co., 1221 Avenue of the Americas, New York.
- Çelik, Y., 2006. Isparta Ovası Mühendislik Jeolojisi Haritası Veri Tabanı Hazırlanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 85s., Isparta.
- Demir, S., 2008. Isparta Ve Yakın Çevresi Yeraltısularının Hidrojeolojik, Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal İncelenmesi ve İçme Suyu Kalitesinin İzlenmesi Sorunları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 171s., Isparta.
- Demirtaş, R. ve Yılmaz, R., 1996, Türkiye'nin Sismotektoniği. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yayınları, Ankara, 915s.
- DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü, 1993. Isparta Ovası Hidrojeolojik Etüt Ön Çalışması, DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Şube Müdürlüğü, Isparta.
- Dumont J. F. ve Kerey E., (1975). Eğirdir Gölü Güneydoğusunun Temel Jeolojik Etüdü: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 18 (2), 169-174.
- Görmüş, M. ve Karaman, M. E., 1992. Facies changes and new stratigraphical-paleontological data in the Cretaceous-Tertiary boundary around Söbüdağ (Çünür-Isparta). Geosound, Çukurova Üniversitesi 21, 43-47, Adana.
- Görmüş, M. ve Özkul, M., 1995. Gönen-Atabey (Isparta) ve Ağlasun (Burdur) arasındaki bölgenin stratigrafisi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1, 43-64, Isparta.
- Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A. ve Dumont, J. F., 1979. Geologie des Taurides occidentales (Turquie). Memoires Société géologique de France, 137, 112 p., Paris.

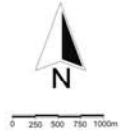
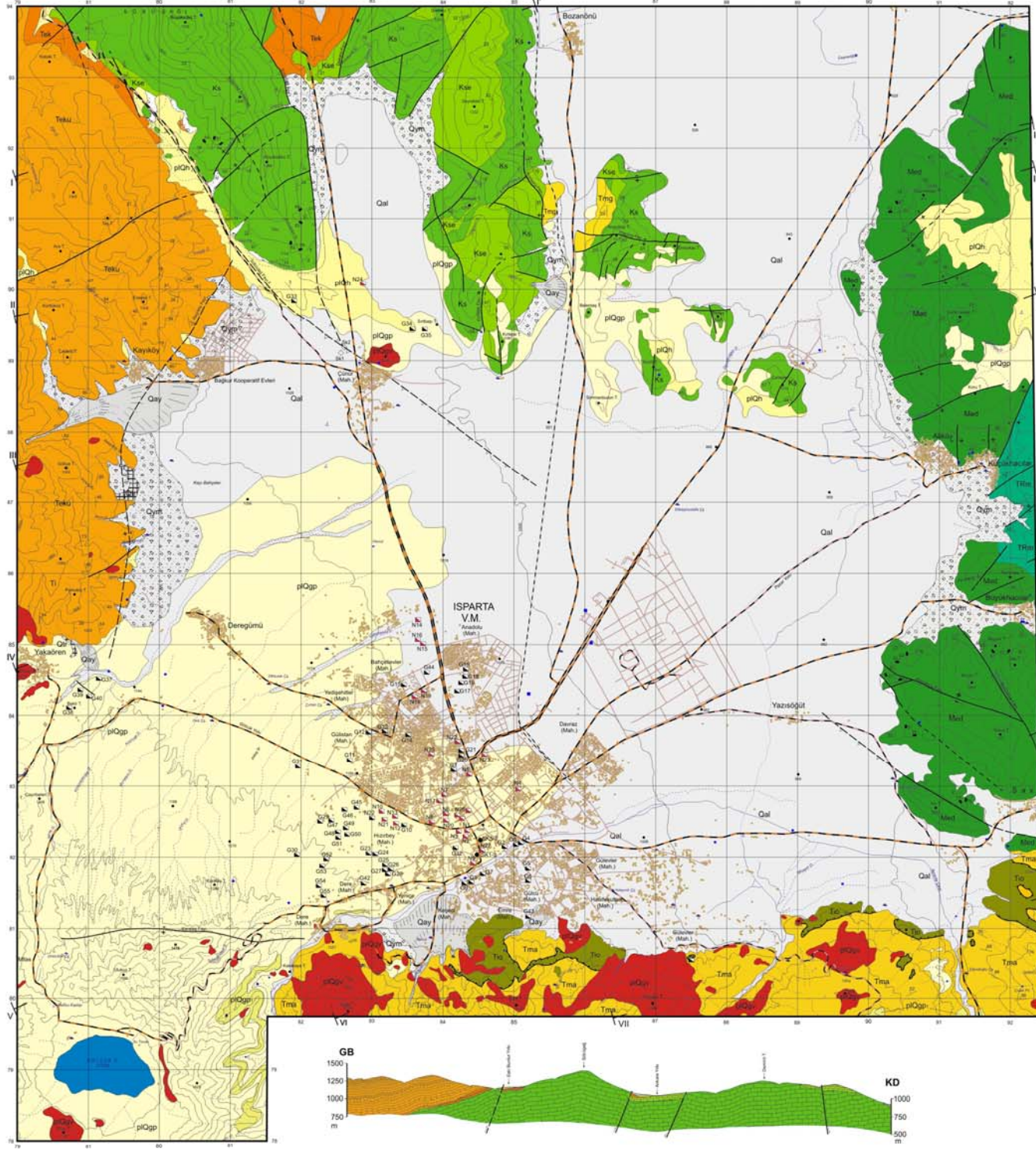
- Günay, Y., Bölükbaşı, A. S. ve Yoldemir, O., 1982. Beydağların stratigrafisi ve yapısı. Türkiye Altıncı Petrol Kongresi Tebliği, 91-101, Ankara.
- İrlayıcı, A., 1993. Isparta Ovası Hidrojeolojisi ve Yeraltı suları ile ilgili Çevre Sorunları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 93s., Isparta.
- Kalafat, D., 1988. Güneybatı Anadolu ve yakın çevresinin depremselliği, aktif tektoniği, Deprem Araştırma Bülteni. 63, 5-98.
- Karaman, M. E., 1990. Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 33, 57-67, Ankara.
- Karaman, M. E., 1994. Isparta-Burdur arasının jeolojisi ve tektonik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 37 (2), 119-134, Ankara.
- Kazancı, N. ve Karaman, M. E., 1988. Gölcük (Isparta) Pliyosen volkanoklastiklerinin sedimanter özellikleri ve depolanma mekanizmaları. Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi, 4, 16-35, Isparta.
- Koçyiğit, A., 1981. Isparta Büklümü'nde (Batı Toroslar) Toros Karbonat Platformunun Evrimi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni 24, 15-23.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) Dolayının Tektoniği. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni 26, 1-10.
- Koçyiğit, A., 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişim. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni 27, 1-15.
- Koçyiğit, A., Ünay, E., Saraç, G., 2000. Episodic graben formation and extensional neotectonic regime in west Central Anatolia and the Isparta Angle: a case study in the Akşehir-Afyon Graben, Turkey. Geological Society of London, Special Publication. 173. 405-421.
- Kuşcu, M., 1994. Gölcük (Isparta) Volkanizmasına Bağlı Olarak Gelişmiş Endüstriyel Hammadde ve Metallik Maden Yatakları. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 15. Yıl Sempozyumu, 169-185, Adana.
- Lefevre, C, Bellon, H., Poisson, A., 1983, Presence de Leucitites dans le volcanisme Pliocene de la region d'Isparta, Taurides occidentals, Turquie. Comte rendu des Seances de l'Academie des Sciences, Paris, 297-372.
- Liao S. S. C., and Whitman R. V., 1986. Overburden correction factors for SPT in sand. Journal of Geotechnical Engineering . American Society of Civil Engineers. Vol 112, no. 3, 373-377.

- Mohr, O. 1871. Beiträqe zur Theorid des Erddruckes. Z. Arch. U. Inng. ver. Hannover, Vols. 17 and 18.
- Mutlutürk, M., 2002. Standart Penetrasyon Deney Sonuçları Kohezyonsuz zeminlerde Nasıl Kullanılmalı. 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 182-183.
- Mutlutürk, M., İsmailov, T., Yılmaz, K., 2003. Mühendislik Jeolojisinde Alüvyon Kavramı ve Isparta Ovası Alüvyonları. SDÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Bildiri Özleri, 222-223.
- Mutlutürk, M., 2006. Zemin Tanımı ve Haritalanmasının Önemi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Jeolojisinde Çağdaş Uygulamalar Sempozyumu, 649-654, Denizli.
- Mutlutürk, M., 2008. Sözlü görüşme. SDÜ, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta.
- Özgül, N., Bölükbaşı, S., Alkan, H., Öztaş, Y., Korucu, M., 1991. Göller Bölgesinin Tektono-stratigrafik Birlikleri. Ozan Sungurlu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 213-237, Ankara.
- Peck, R. B. , Hanson W. E. and Thorburn T. H., 1974. Foundation Engineering, 2nd ed. Wiley, New-York.
- Platevoite, B., Scaillet, S., Guillou, H., Blamart, D., Nomade, S., Massault, M., Poisson, A., Elitok, Ö., Özgür, N., Yağmurlu, F. ve Yılmaz, K., 2008. Pleistocene eruptive chronology of the Gölcük volcano, Isparta Angle, Turkey.
- Poisson, A., 1977. Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquies). Doktorat d'etat Thése, Université de Paris-Sud Orsay, 795p.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F. ve Uysal, Ş., (1984). The Isparta Angle: A Mesozoic Paleorift in the Western Taurides. Geology of the Taurus Belt (eds., Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C.). International Symposium. 11-26, Ankara, Turkey.
- Poisson, A., Yağmurlu, F., Bozcu, M. and Şentürk, M., 2003. New insights on the tectonic setting and evolution around the apex of the Isparta Angle (SW Turkey): Geological Journal, 38, 257-282.
- Schemertman, J. H., 1978. Guidline for cone penetration test: Performance and Design. Report FHWA-TS-78-209, Federal Highway Administration, Washington, D. C.

- Seed, H. B, Arango I., and Chen C. K., 1975. Evaluation of soil liquefaction potential duiring earthquakes. Report No. EERC 75-28, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley.
- Skempton A. W., 1986. Standart penetration test procedures and the effect in sand of overburden pressure, relative density, particle size, ag,ng and overconsolidation. Geotechnique, Vol. 36, No. 3, 425-427.
- Stroud, M., 1974. SPT in insensitive clas. Prosedeedings,European symposium on Penetration Testing, Vol. 2, 2, 367-375.
- Şenel, M., 1997. 1:250 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Isparta paftası. MTA yayınları No:4, 47s., Ankara.
- Terzaghi, K., and Peck, R. B., 1948. Soil Mechanics in Engineering Practice. 1st Edition. John-Wiley and Sons, New York.
- TSE 1900, 2006. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Deneyleri, Türk Standartları Enstitüsü, 64s.
- Yağmurlu, F., (1994). Isparta güneyinde yeralan Tersiyer yaşlı türbiditik birimlerin fasiyes özellikleri. Yerbilimleri. 24, 17-28.
- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y. ve Ergün, M., (1997). Relation of Alkaline Volcanism and Active Tectonism within the Evolution of the Isparta Angle, SW-Turkey. The Journal of Geology. 105, 717-728.
- Yalçinkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö. P., Taner, K. Ve Dalkılıç, H., 1986. Batı Torosların jeolojisi; Isparta projesi raporu. MTA Genel Müdürlüğü raporları (yayınlanmamış), Ankara.
- Yalçinkaya, S., 1989. Isparta-Ağlasun (Burdur) dolaylarının jeolojisi. İ. Üniv. Fen Bilimleri Ens., Doktora tezi (yayınlanmamış), 176s., İstanbul.
- Yıldız, A. ve Toker, V., 1991. Çünür Köyü yöresindeki (Isparta kuzeyi) Üst Kretase-Eosen yaşlı birimlerin planktik foraminiferler ile biyostratigrafik incelemesi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 34 (2), 43-58, Ankara.

EKLER

Ek-1
Isparta ve Çevresinin Jeoloji Haritası ile Jeoloji Enine
Kesitleri



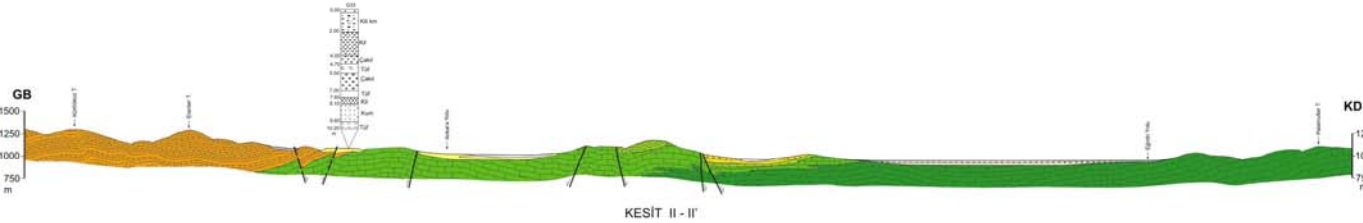
ACIKLAMALAR

Qay	ALÜVYON YELPAZESİ
Qal	ALÜVYON YAMAÇ MOLOZU
Qym	UYUMSUZLUK
Qtr	TRAVERTEN
Qtr	UYUMSUZLUK
pQh	HOROZOKUŞU FORMASYONU
pQg	pQg-TÜF - POMZA
pQg	pQg-KAYNAŞMIŞ TÜF
pQg	pQg-ANDEZİT - TRAKIANDİZİT
pQg	UYUMSUZLUK
Tmg	GAVURDÜZÜ FORMASYONU
Tio	UYUMSUZLUK
Tio	ISPARTA OFİYOLİTİK KARMAŞIĞI
Tma	AGLASUN FORMASYONU
Tma	UYUMSUZLUK
Tku	KURTEPE FORMASYONU
Tku	UYUMSUZLUK
Tek	KABAKTEPE FORMASYONU
Tek	UYUMSUZLUK
Ks	SEYREKLER KİREÇTAŞI
Ks	SÖBÜTEPE KİREÇTAŞI
Mam	DAVRAS FORMASYONU
TRm	MENTEŞE DOLOMITİ

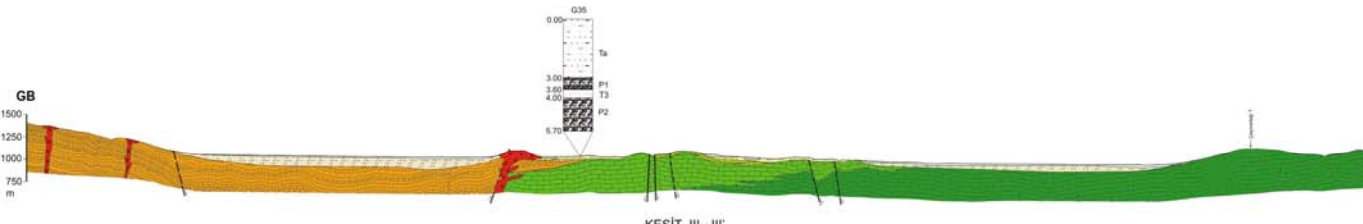
İŞARETLER

Yerleşim birimi	Dokanak
Anayol	Normal fay
Tali yol	Olası normal fay
Demir yolu	Yanal atılmış fay
Akarsu	Ters fay
Kuru dere	Olası ters fay
Kaynak	Bindirme
Çeyme	Tabaka konumu
Eşyükseki eğrisi	Antiklinal eksen
Tipe	Gözlem çukuru
	Nümunne - gözlem çukuru
	Temel sondaj kuyusu
	Su sondaj kuyusu
	Kesit doğrultusu
	Gözlem çukuru kesiti

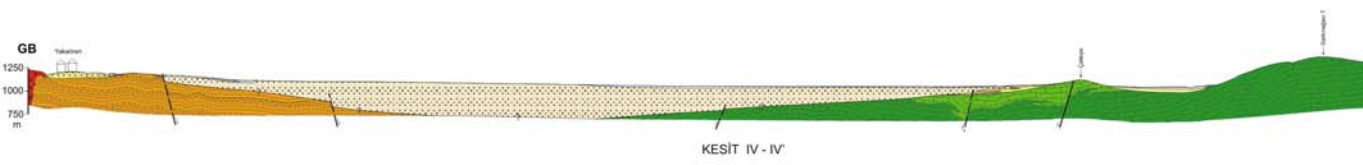
KESİT I - I'



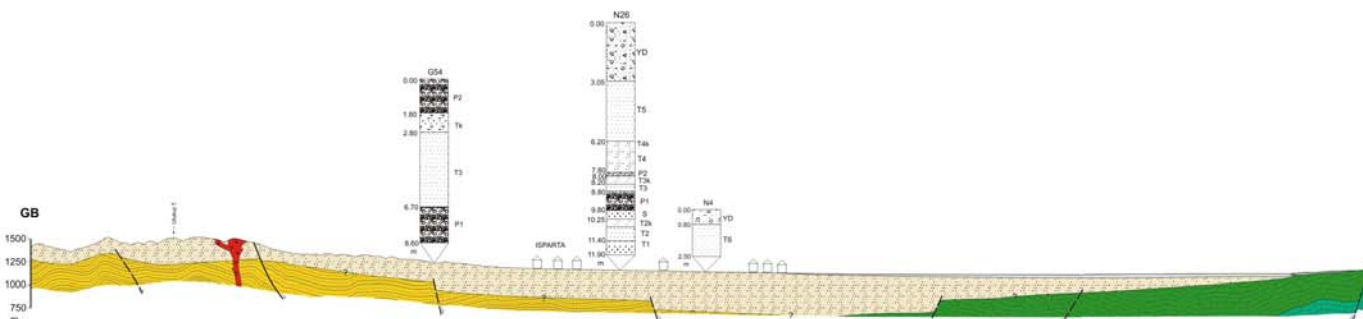
KESİT II - II'



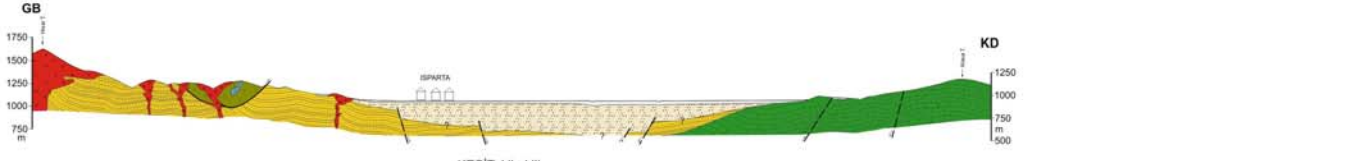
KESİT III - III'



KESİT IV - IV'



KESİT V - V'



KESİT VI - VI'



KESİT VII - VII'

ISPARTA ve ÇEVRESİNİN JEOLJİ HARİTASI ile
JEOLJİ ENİNE KESİTLERİ

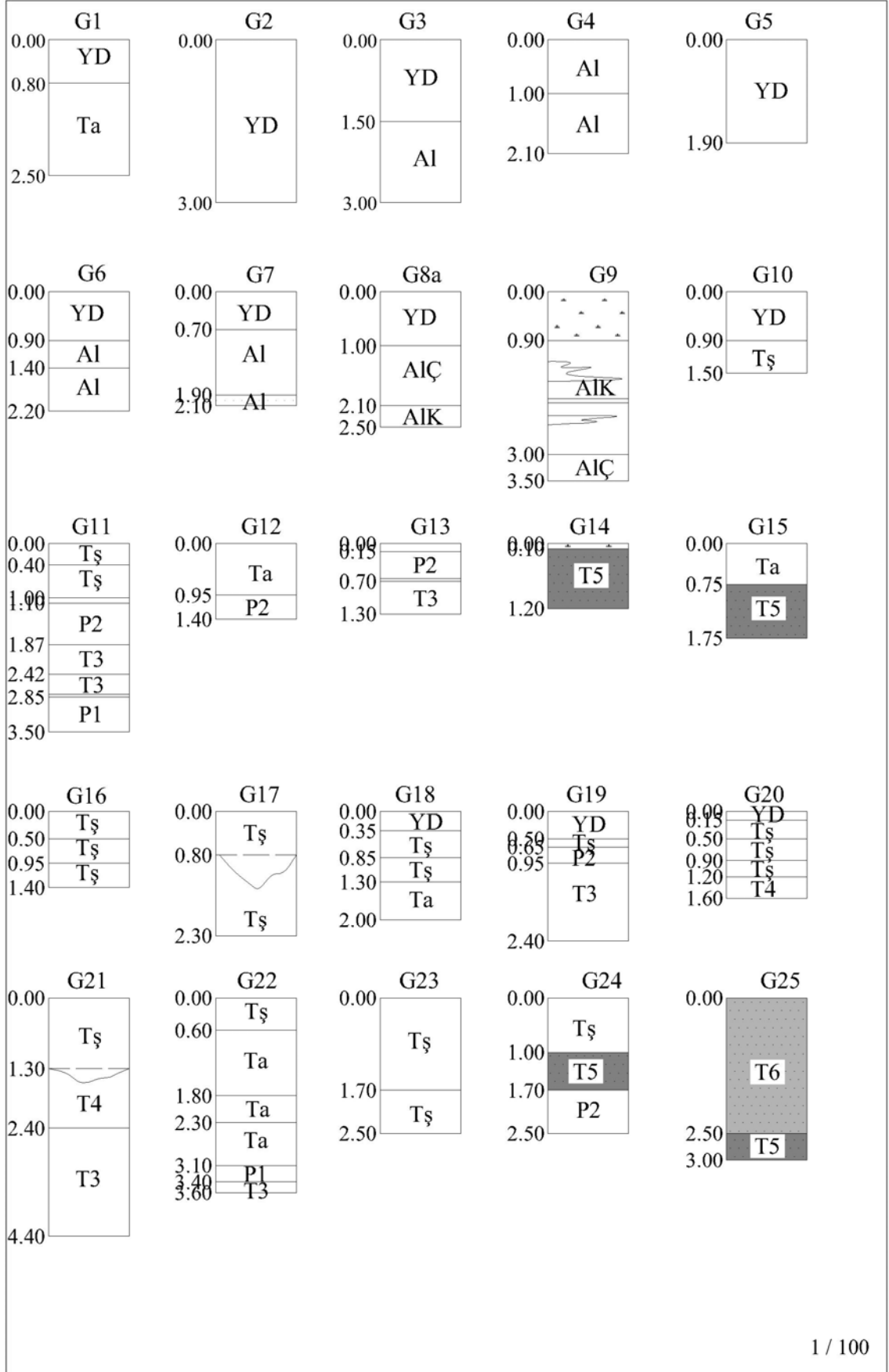
Ermidin Totiç
2009

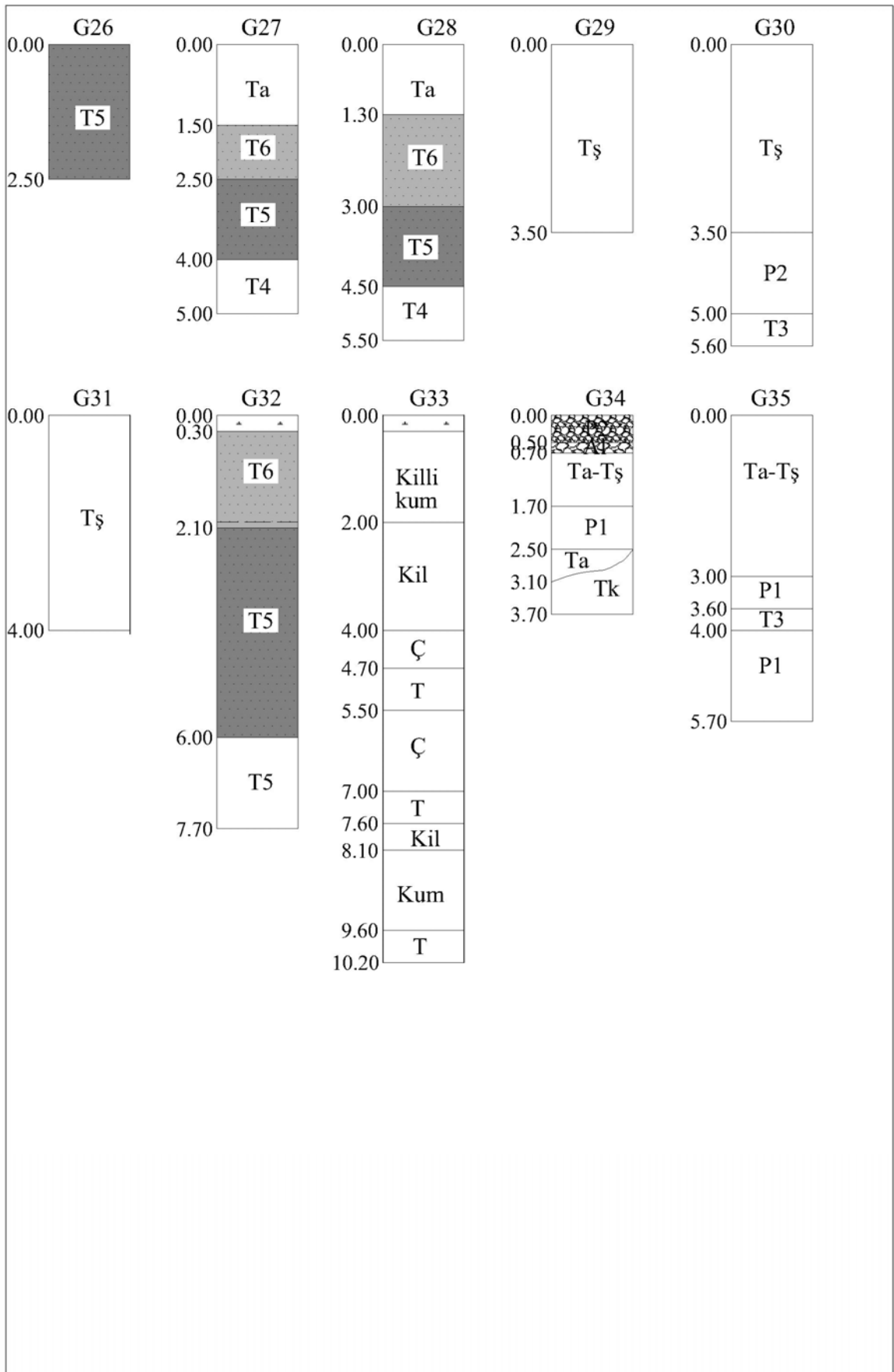
(Yalçinkaya, 1989; Şenel, 1997'den yararlanarak)

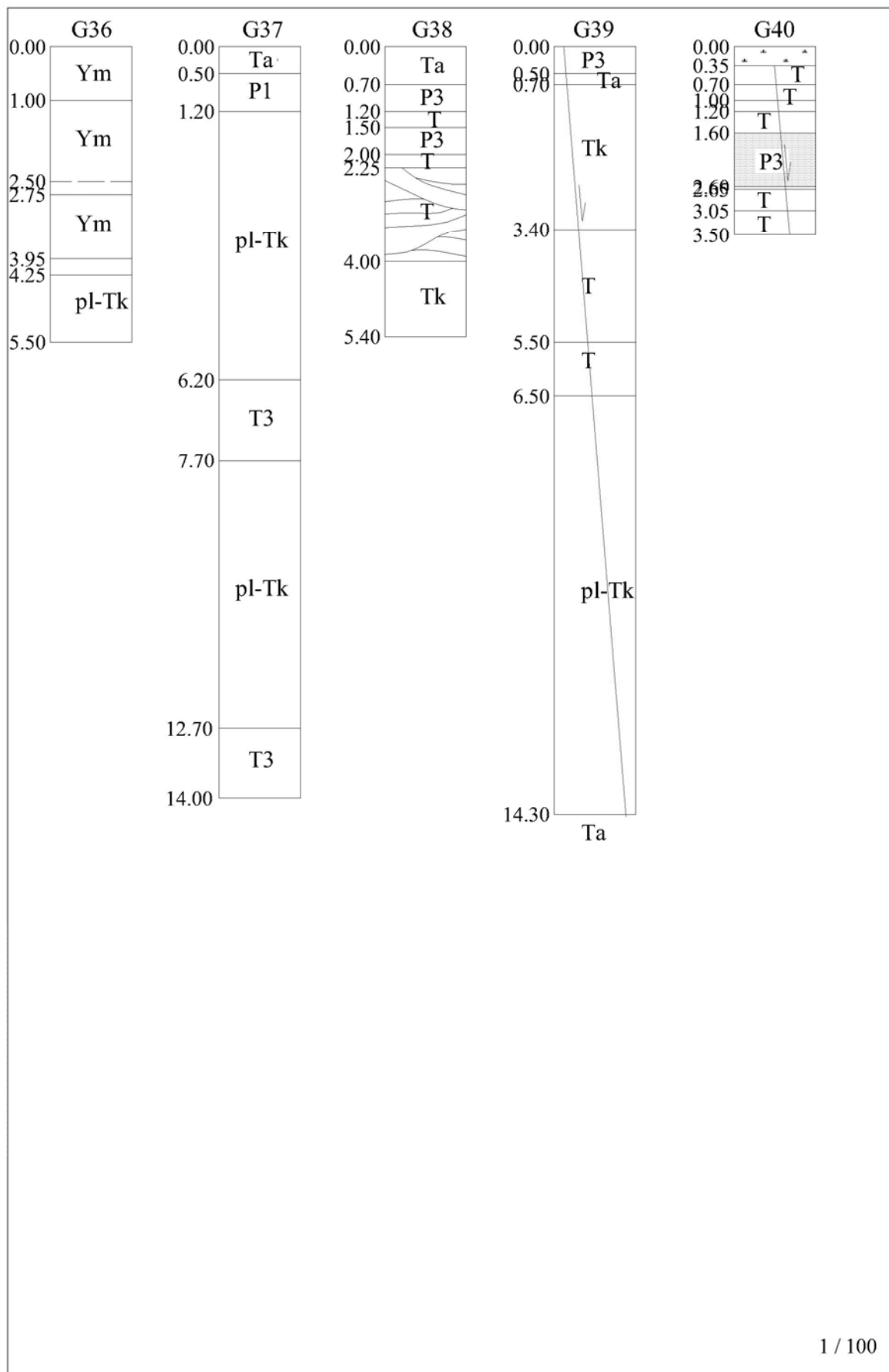
EK-1

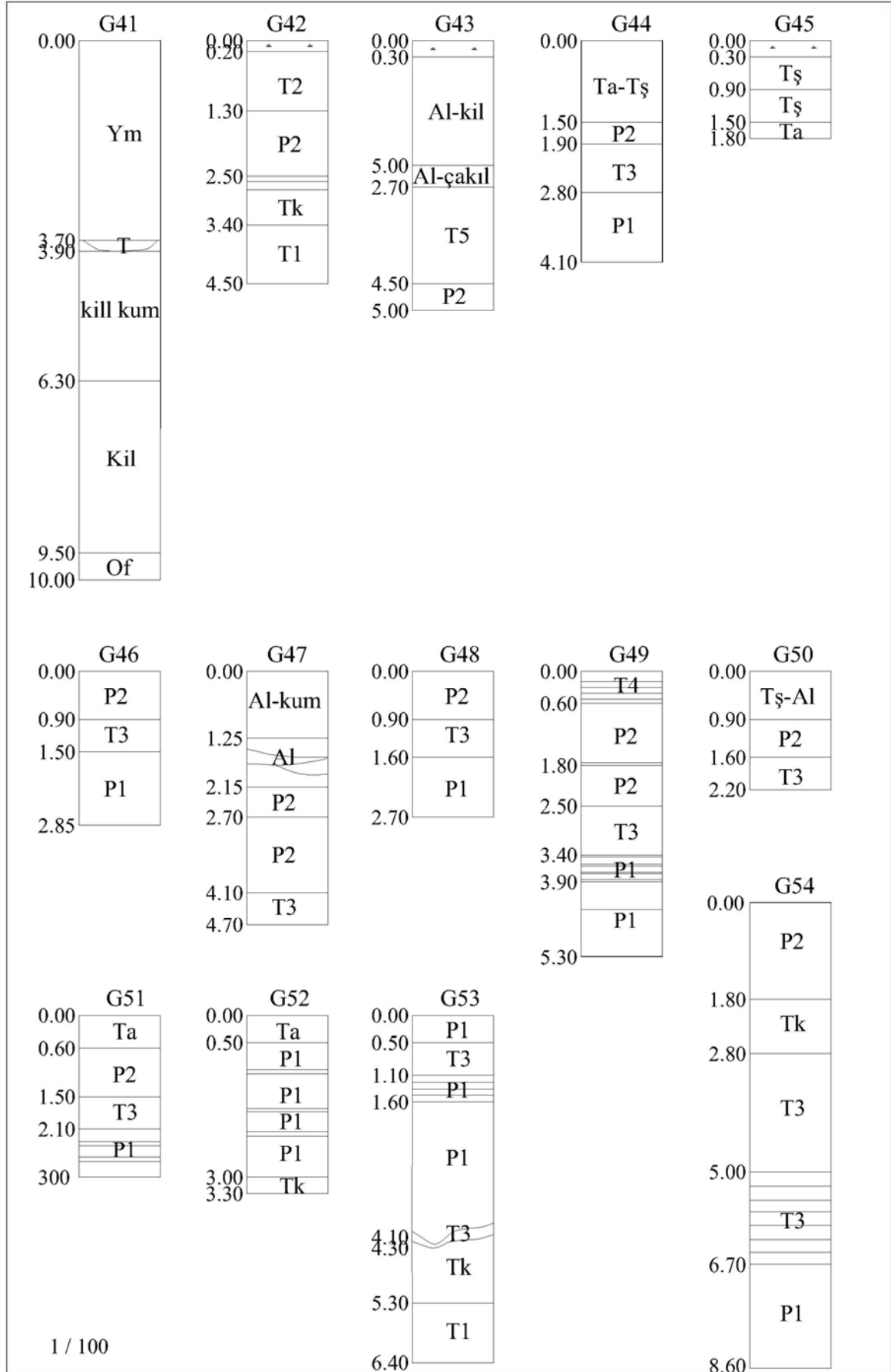
Ek-2
Gözlem Çukuru Enine Kesitleri

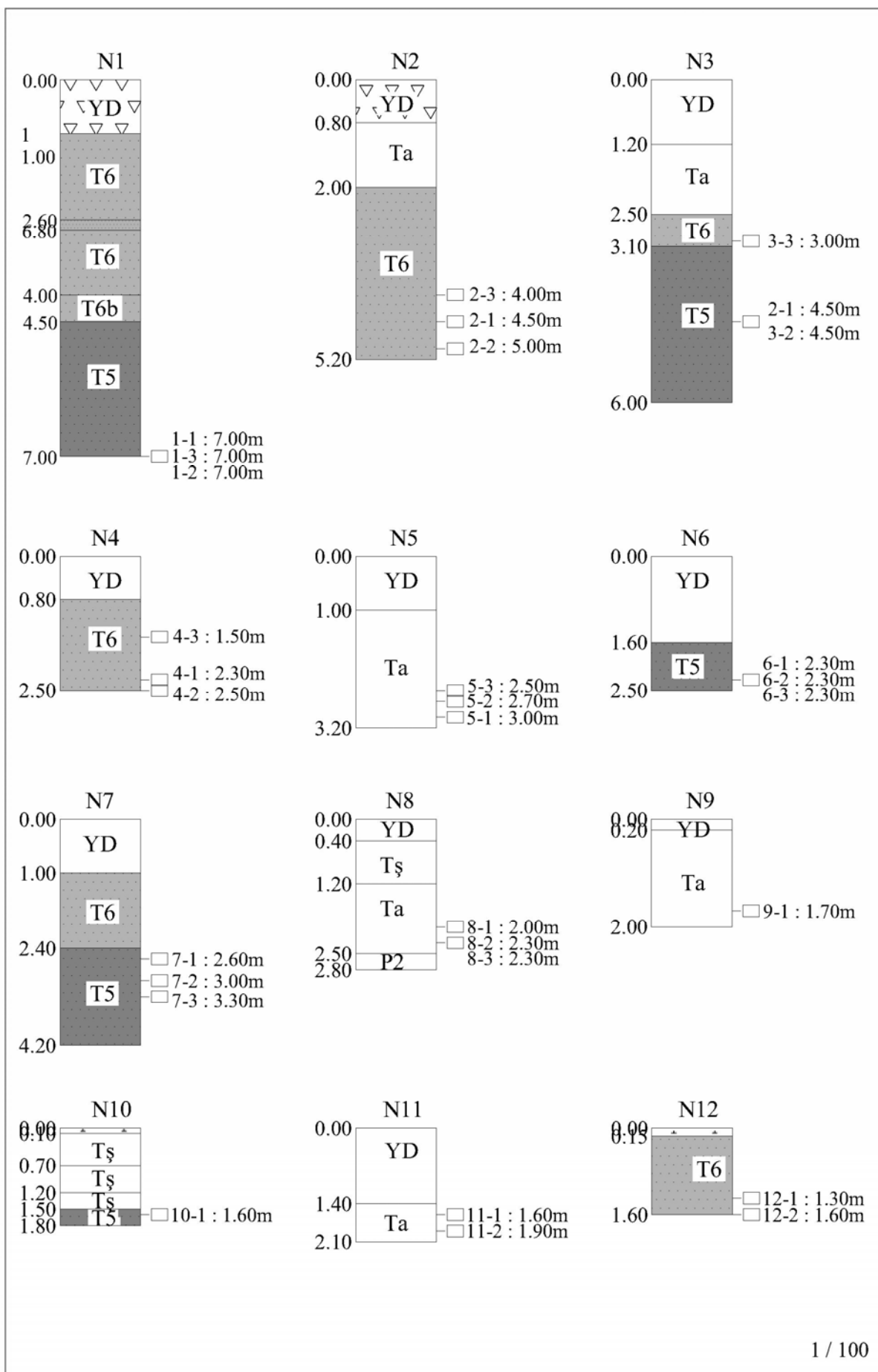
Gözlem Çukuru Kesitleri

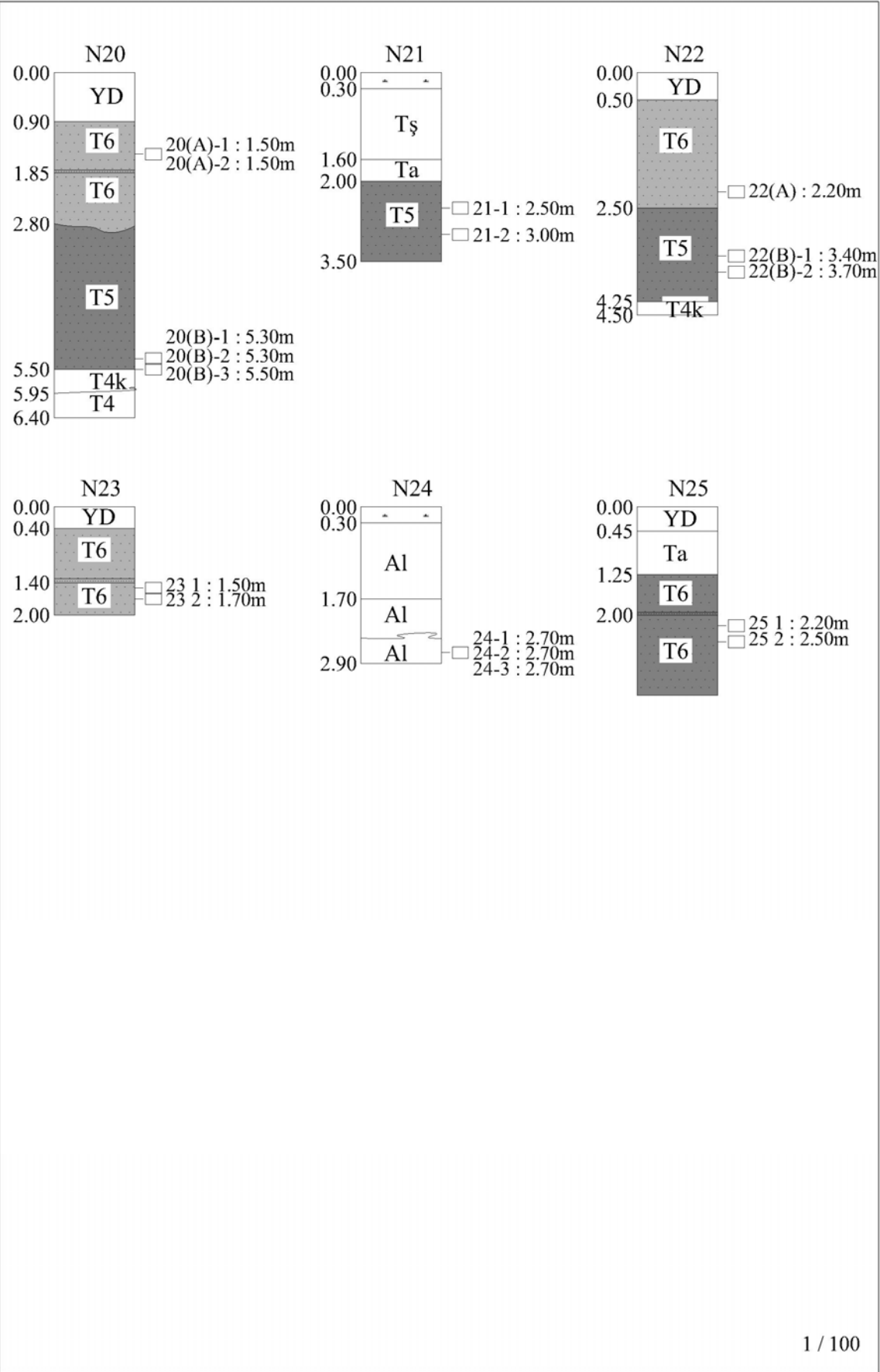


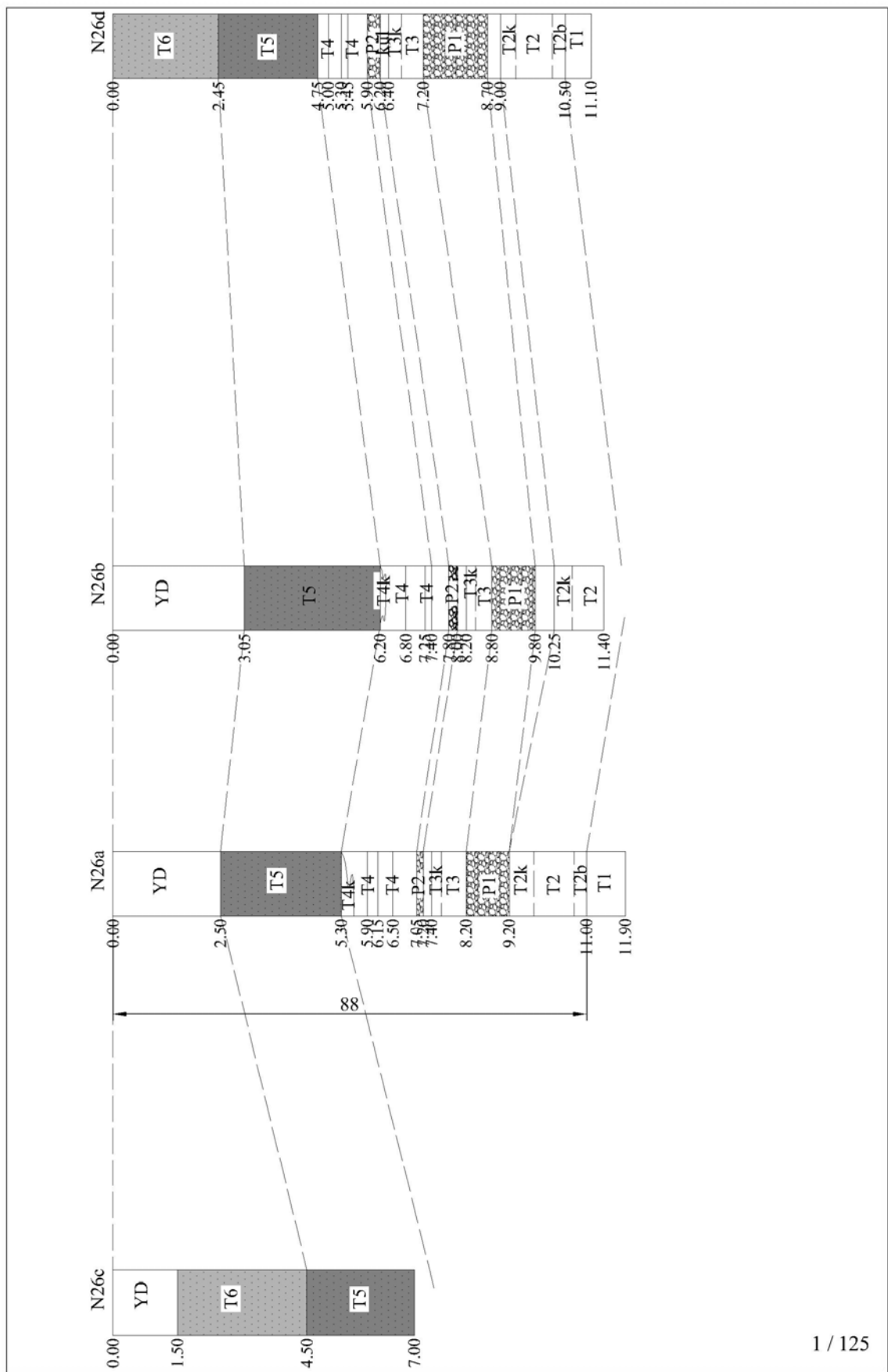




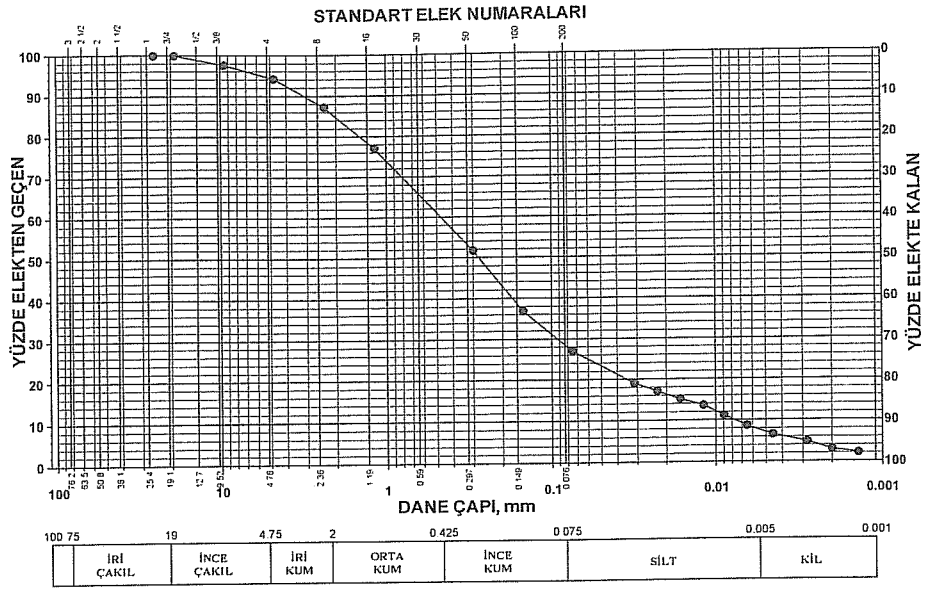








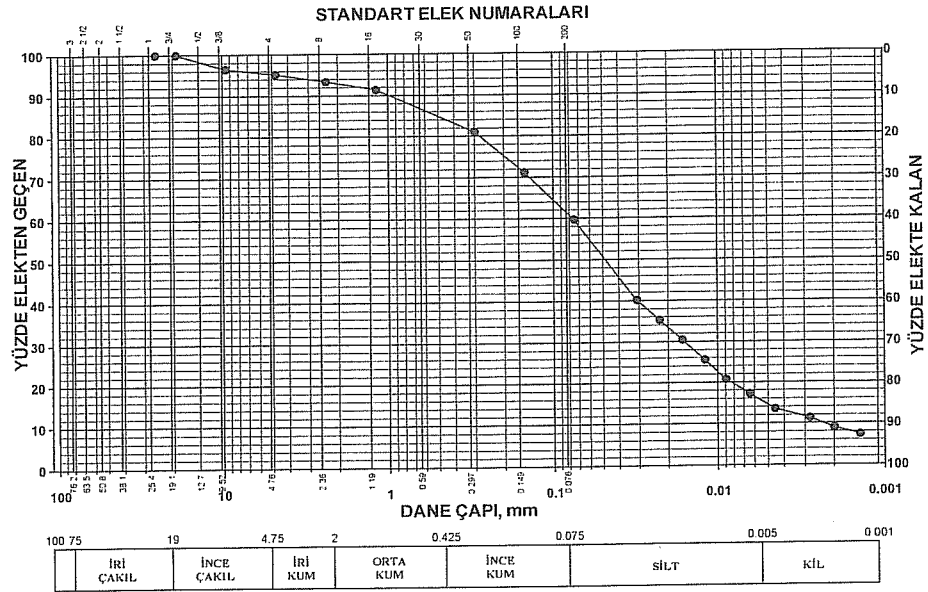
Ek-3
Elek Analizi Eğrileri



MM

ASTM(D 422;D 653), USC5

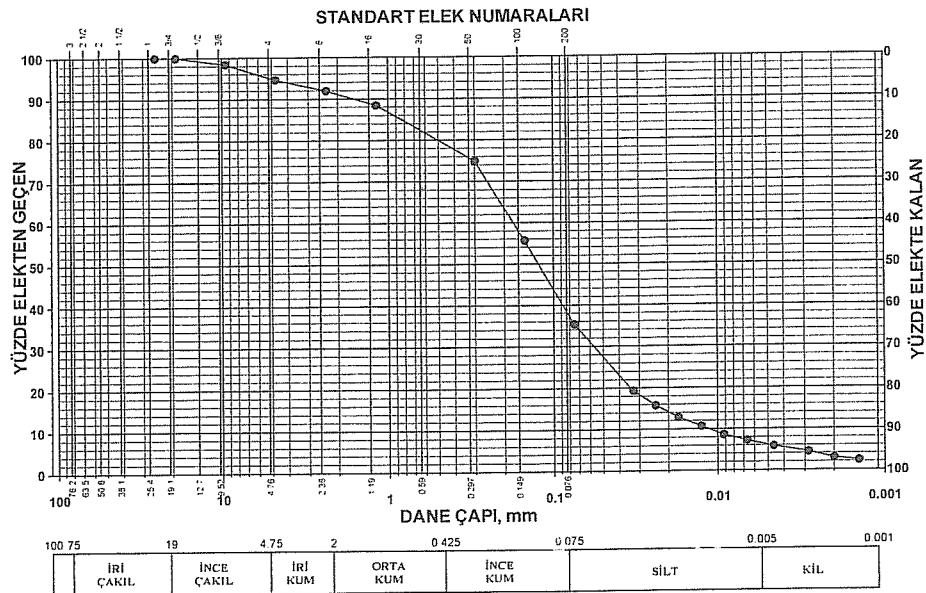
SEVİYE AI - NUMUNE NO: 24-2



MM

ASTM(D 422;D 653), USC5

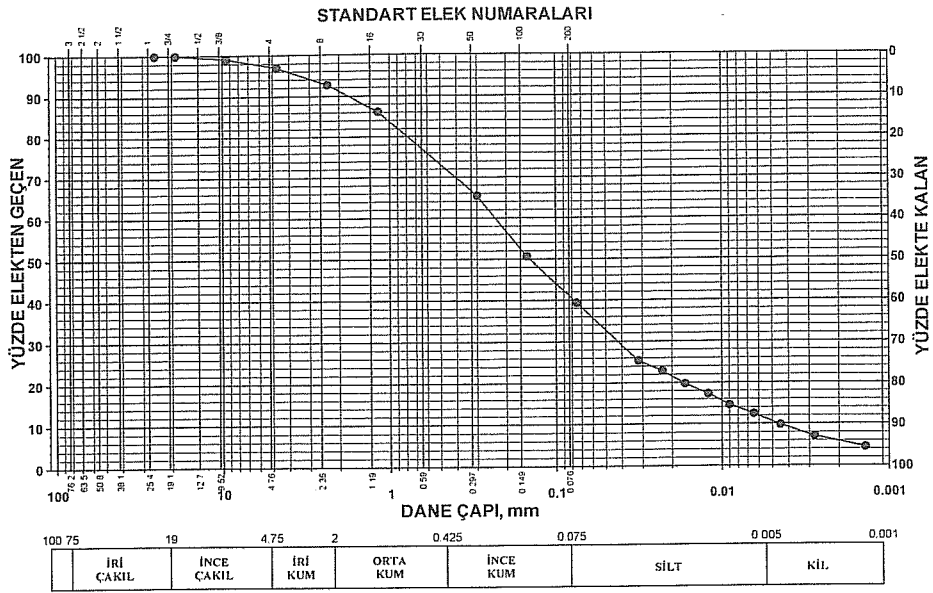
SEVİYE Ts - NUMUNE NO: 18-2



MM

ASTM(D 422;D 653), USC5

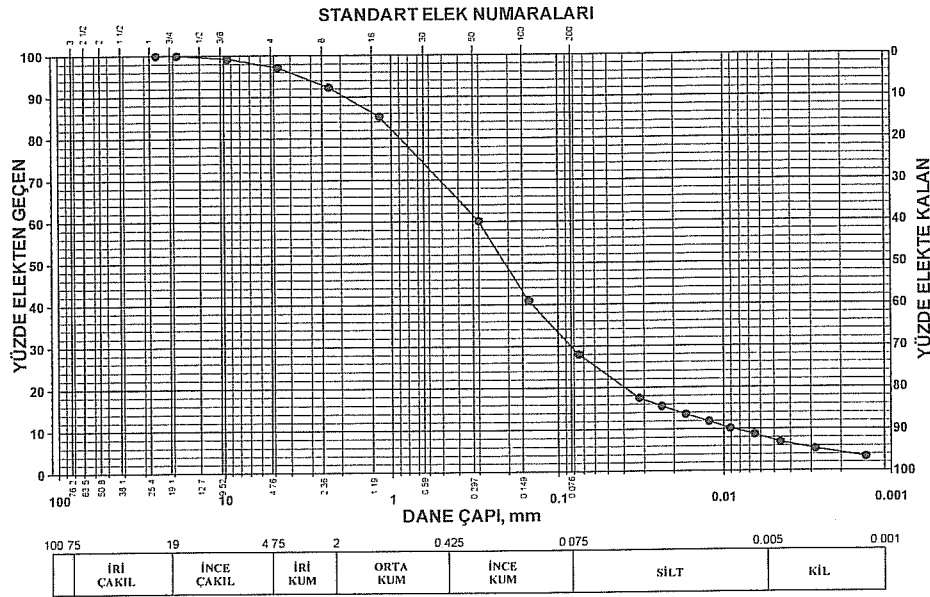
SEVİYE Ta - NUMUNE 5-1



MM

ASTM(D 422;D 653), USCS

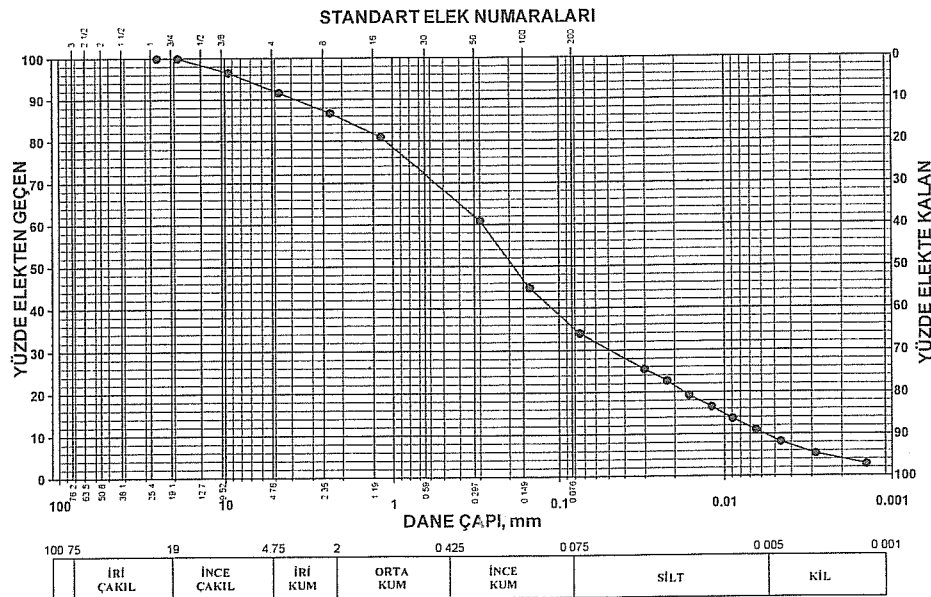
SEVİYE Ta - NUMUNE NO: 5-3



MM

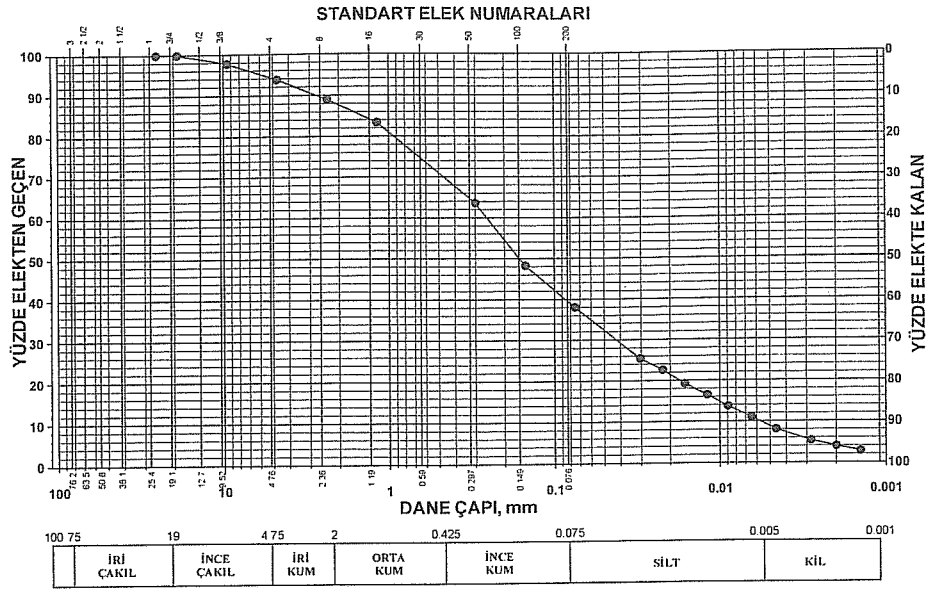
ASTM(D 422;D 653), USCS

SEVİYE Ta - NUMUNE NO: 8-1



MM

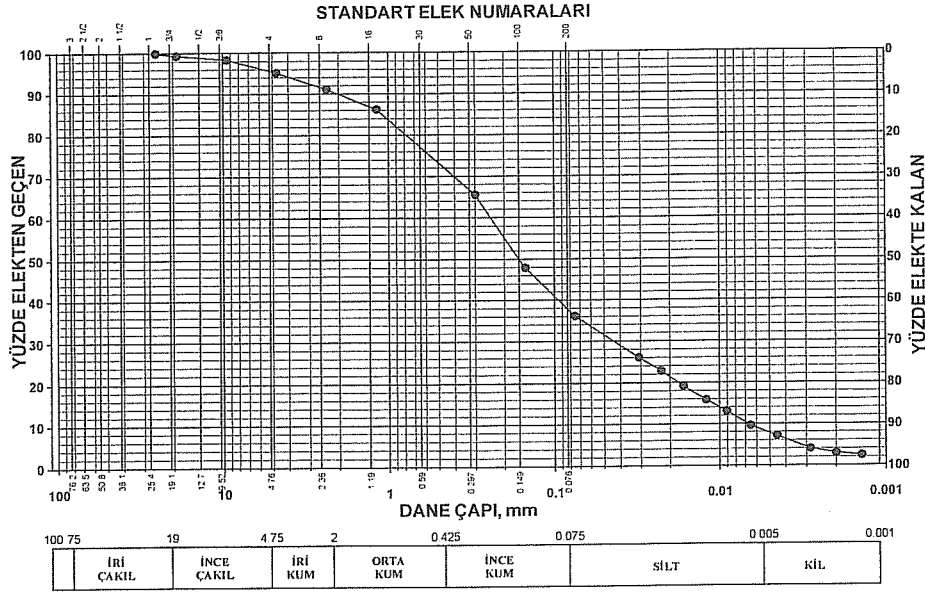
ASTM(D 422;D 653), USCS



MM

ASTM(D 422/D 653), USCS

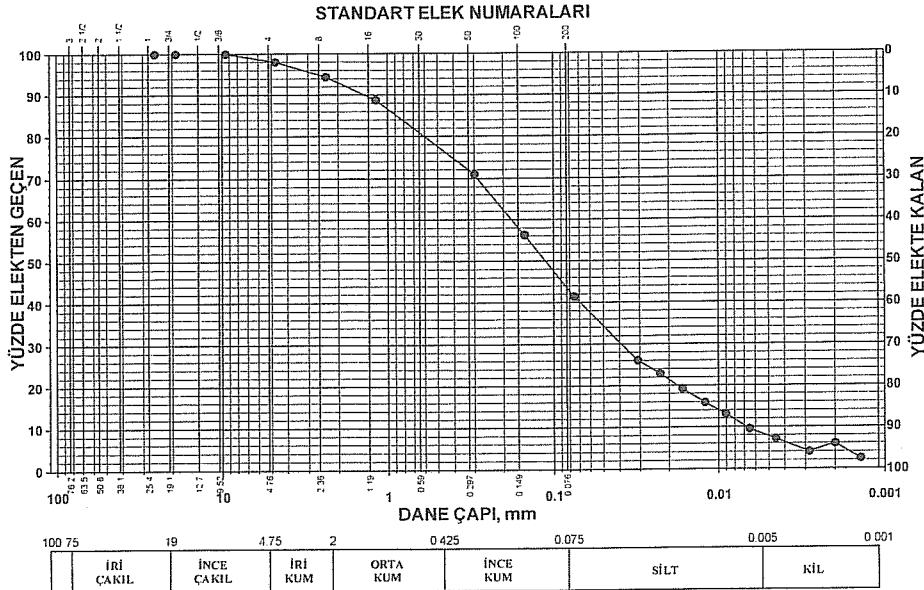
SEVİYE Ta - NUMUNE NO: 8-3



MM

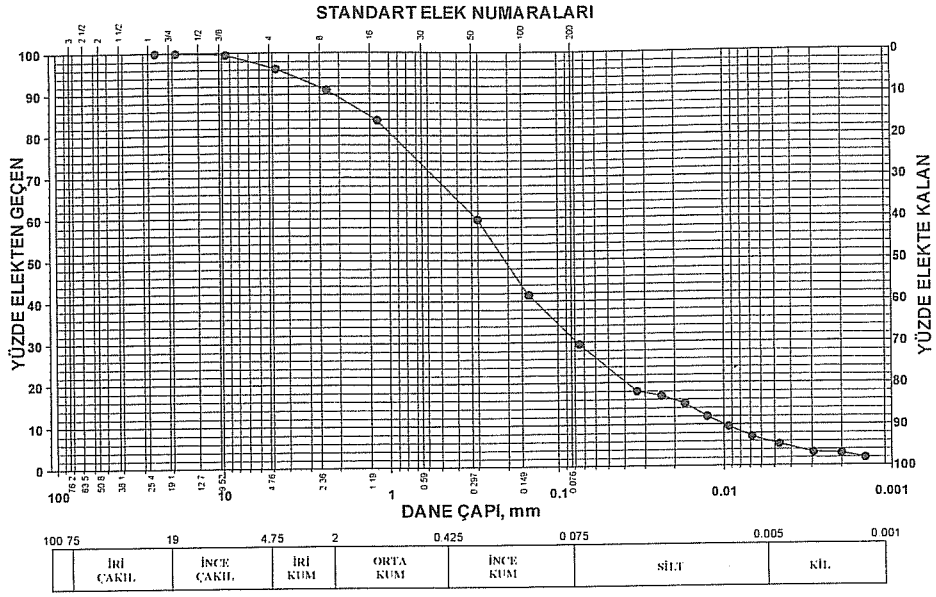
ASTM(D 422/D 653), USCS

SEVİYE Ta - NUMUNE NO: 9-1



MM

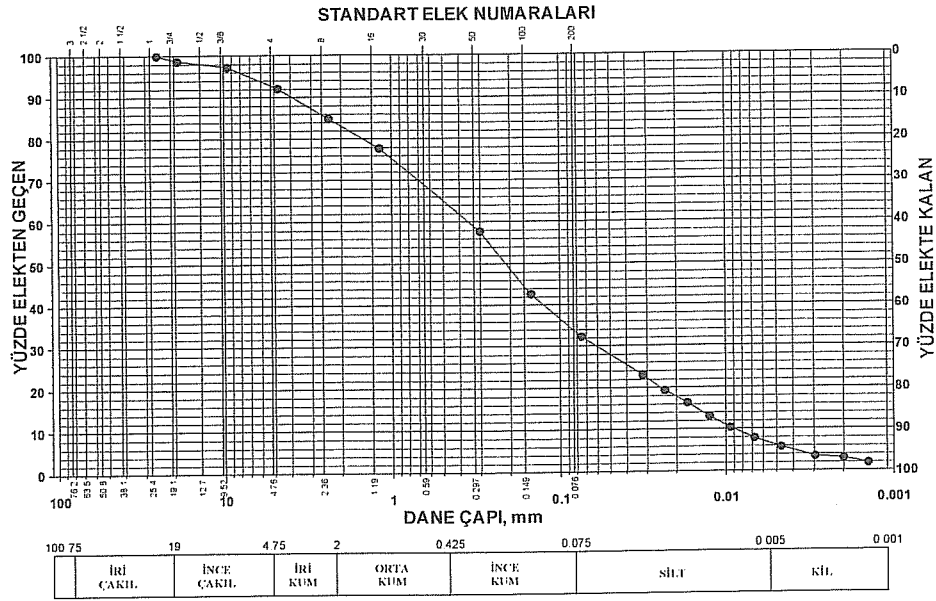
ASTM(D 422/D 653), USCS



MM

ASTM(D 422;D 653), USCS

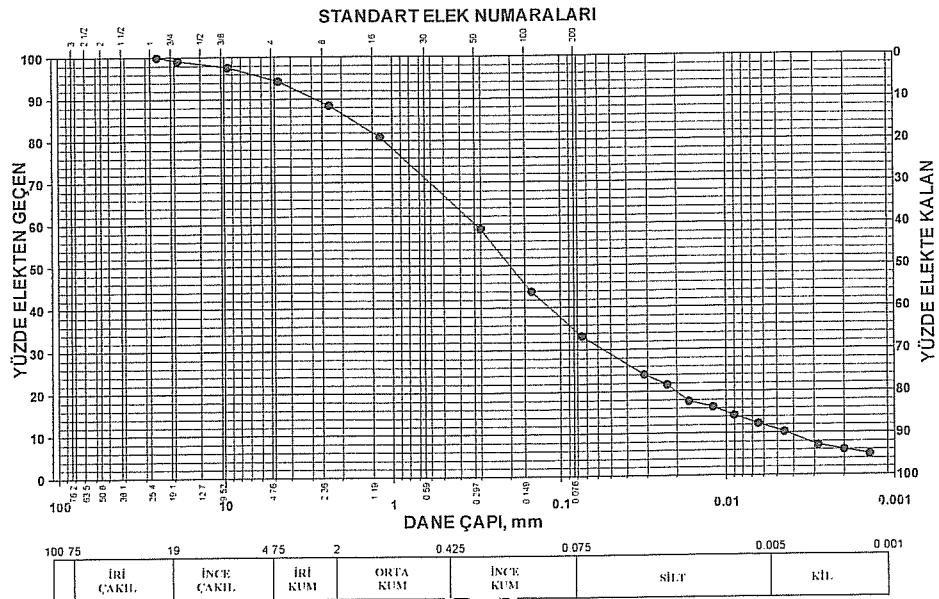
SEVİYE Ta - NUMUNE NO: 11-2



MM

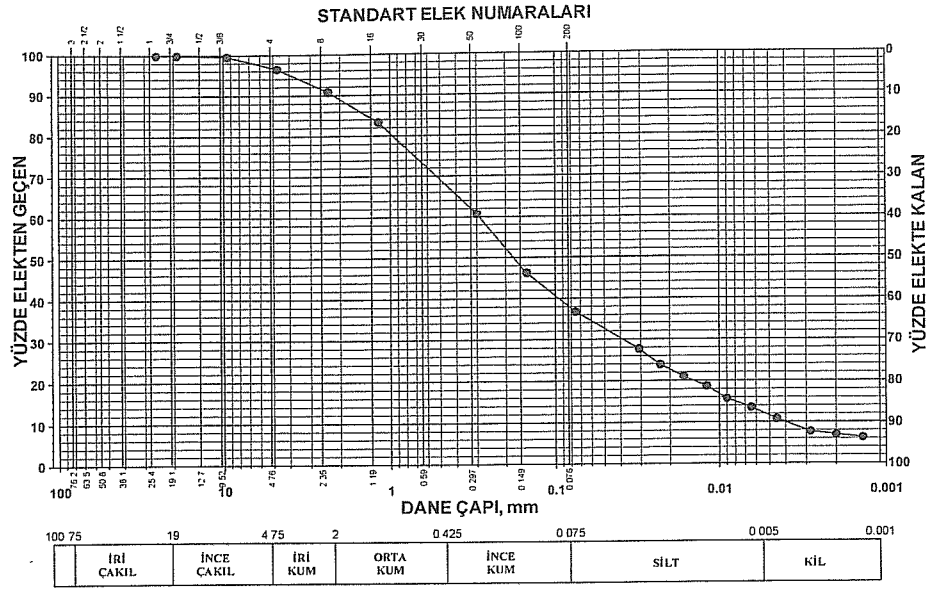
ASTM(D 422;D 653), USCS

SEVİYE Ta - NUMUNE NO: 13-1



MM

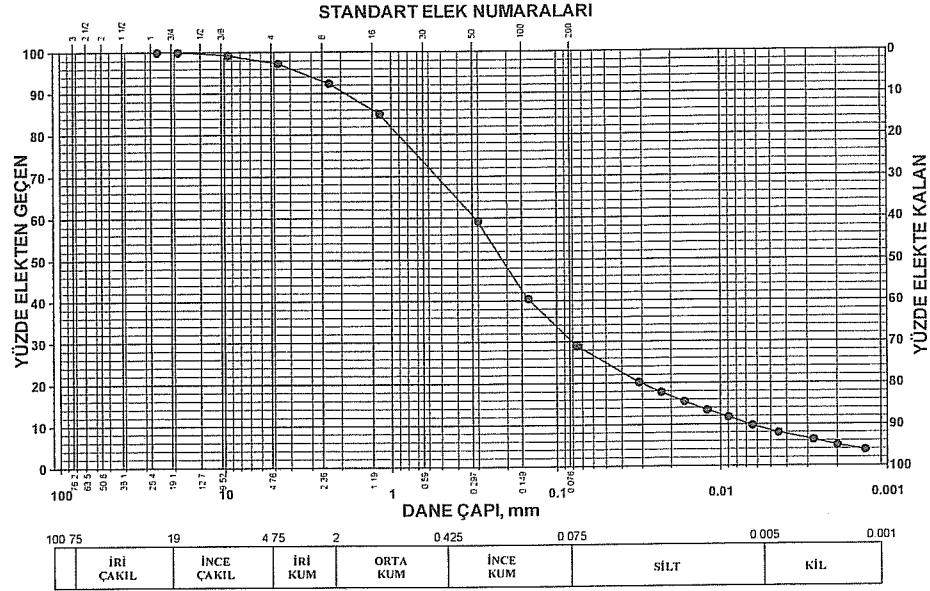
ASTM(D 422;D 653), USCS



MM

ASTM(D 422:D 653), USC5

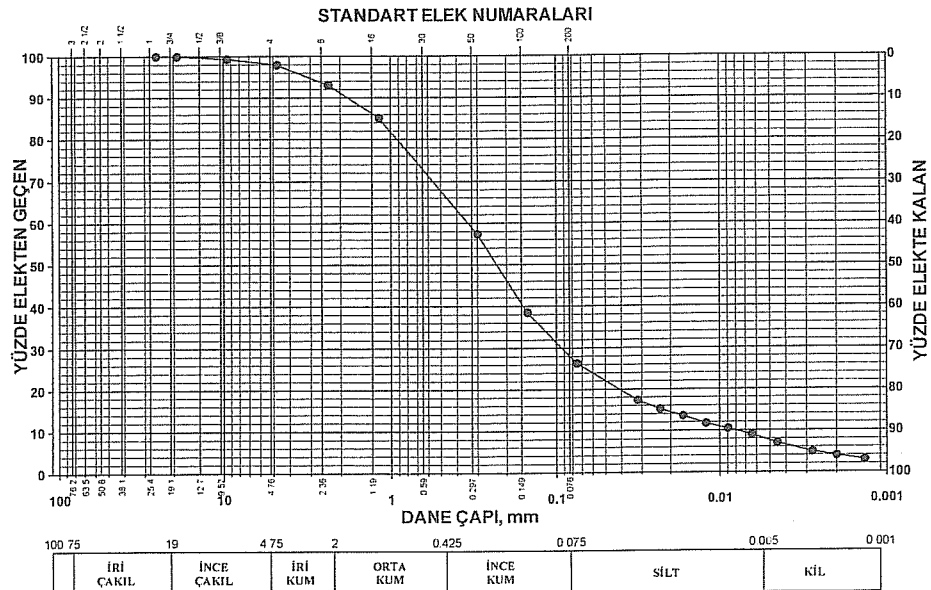
SEVİYE Ta - NUMUNE NO: 17-1



MM

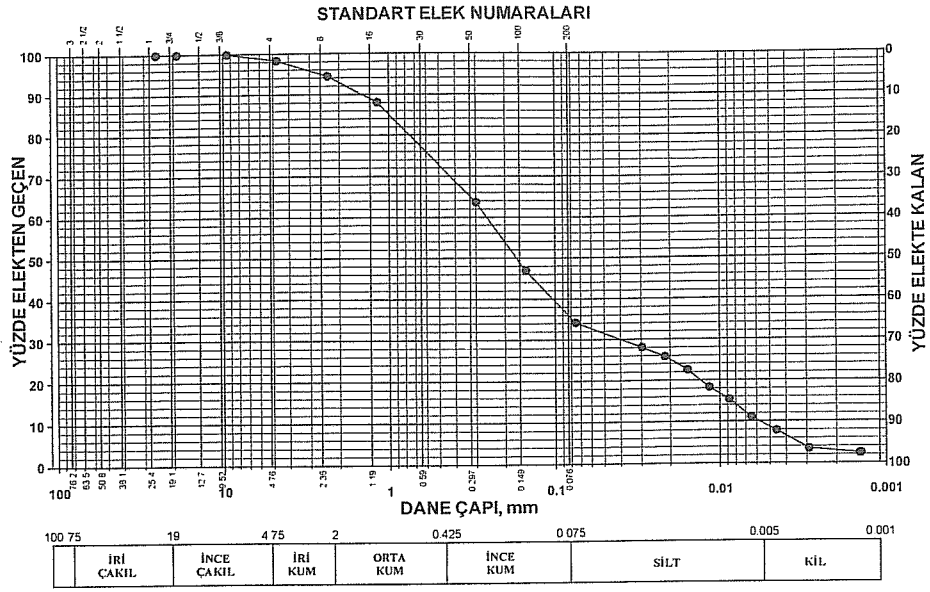
ASTM(D 422:D 653), USC5

SEVİYE Ta - NUMUNE NO: 17-2



MM

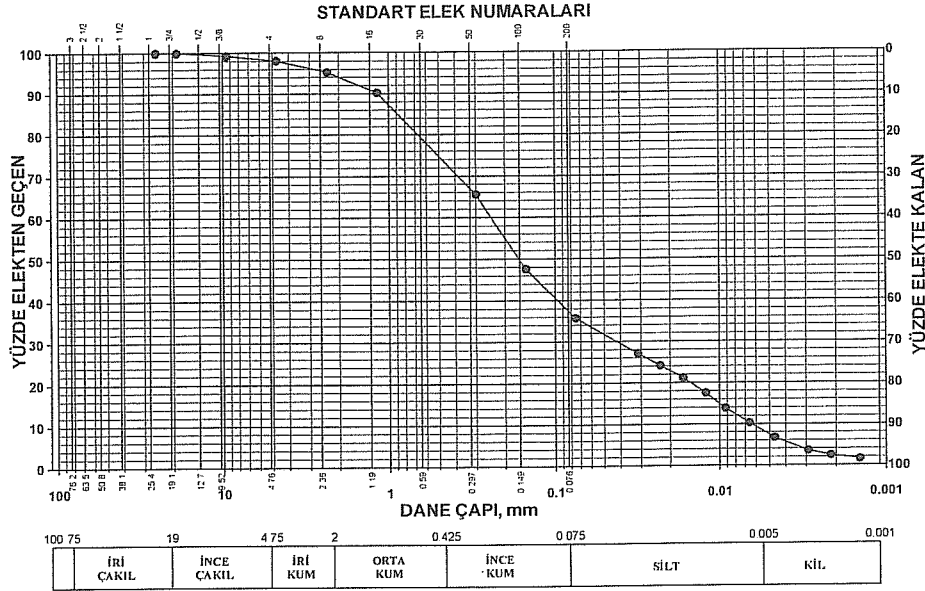
ASTM(D 422:D 653), USC5



MM

ASTM(D 422;D 653), USC5

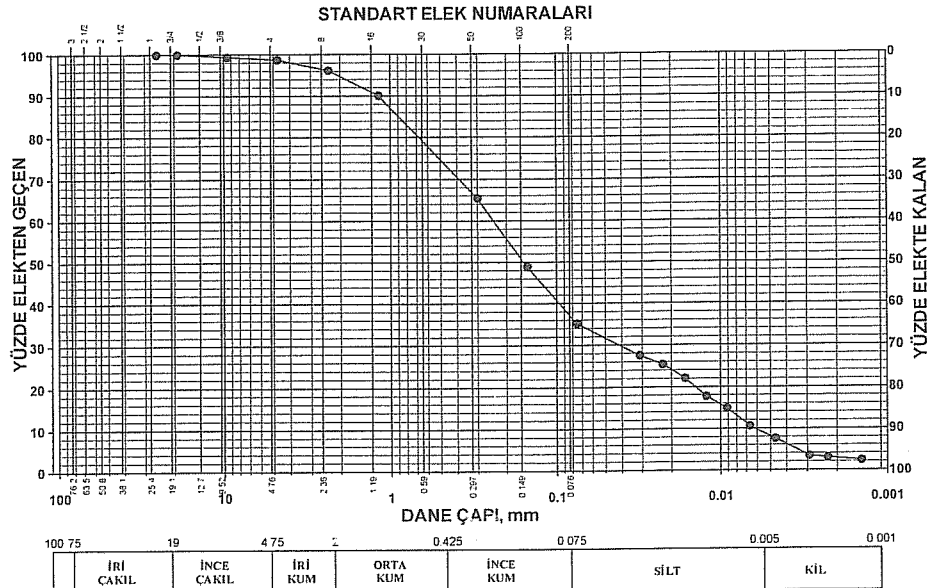
SEVİYE T6 - NUMUNE NO: 2-2



MM

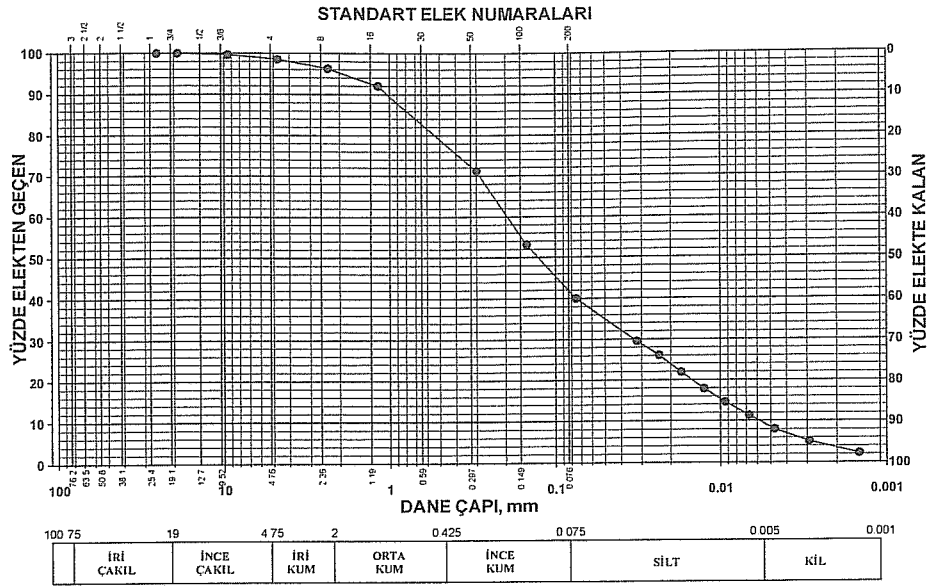
ASTM(D 422;D 653), USC5

SEVİYE T6 - NUMUNE NO: 2-3



MM

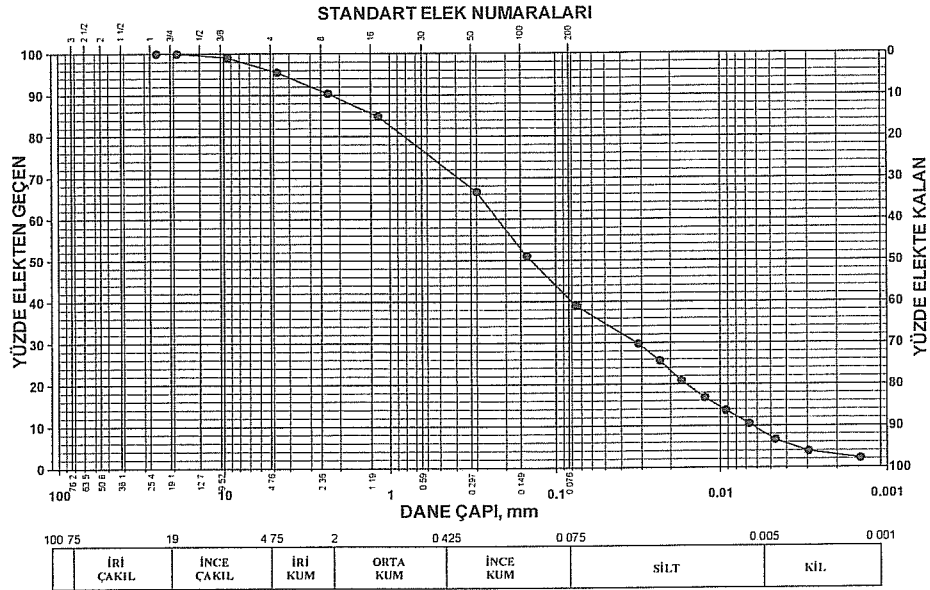
ASTM(D 422;D 653), USC5



MM

ASTM(D 422;D 653), USC5

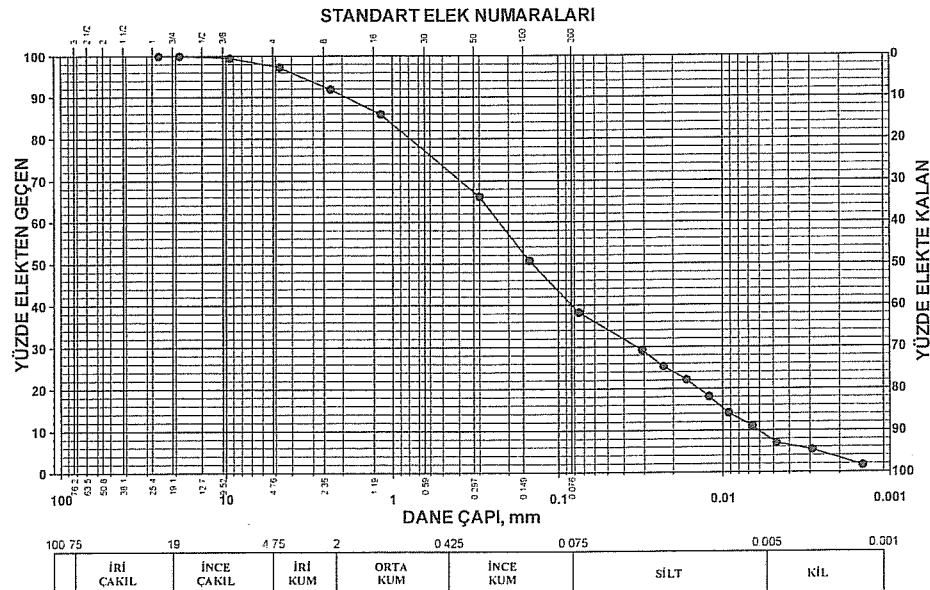
SEVİYE T6 - NUMUNE NO: 4-1



MM

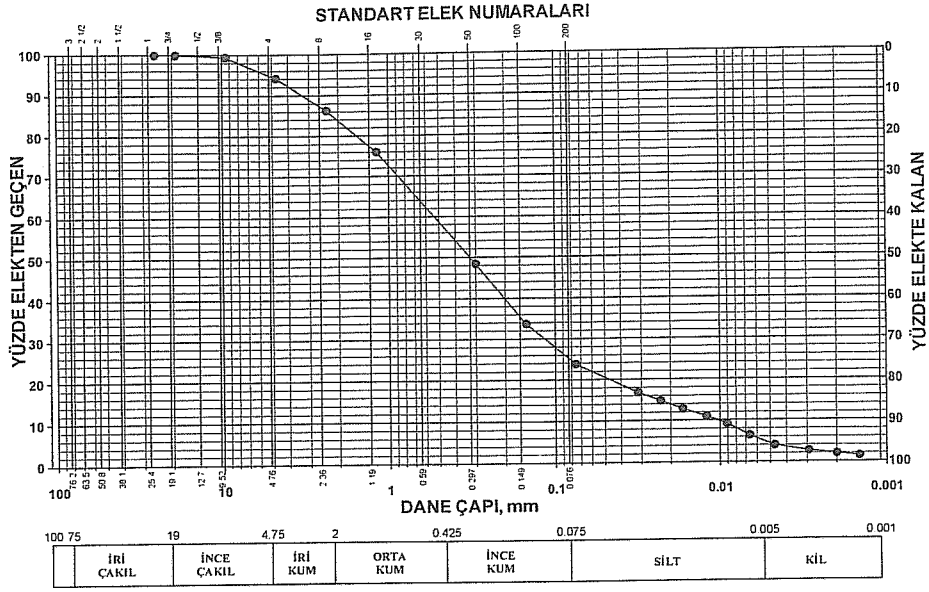
ASTM(D 422;D 653), USC5

SEVİYE T6 - NUMUNE NO: 4-2



MM

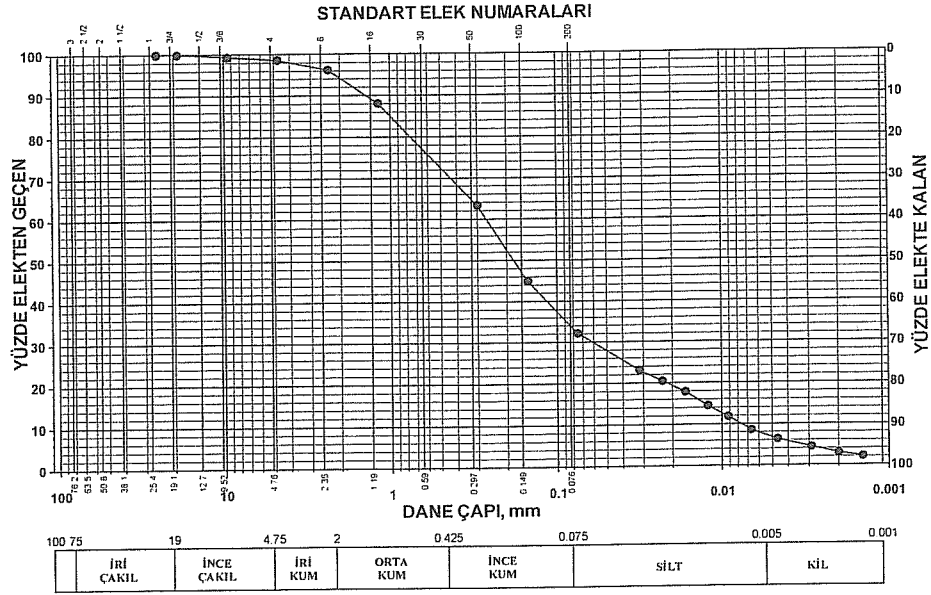
ASTM(D 422;D 653), USC5



MM

ASTM(D 422:D 653), USC5

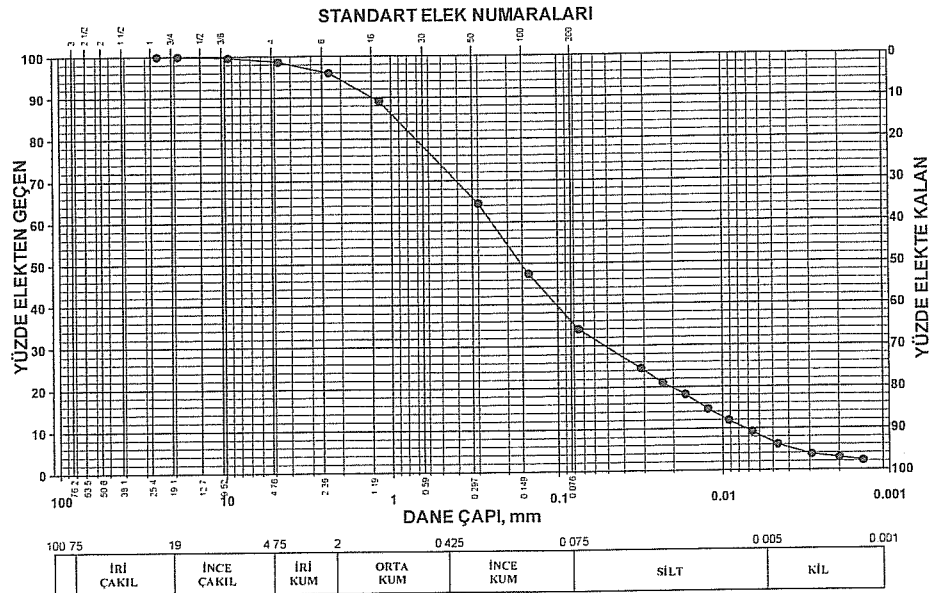
SEVİYE T6 - NUMUNE NO: 20A-1



MM

ASTM(D 422:D 653), USC5

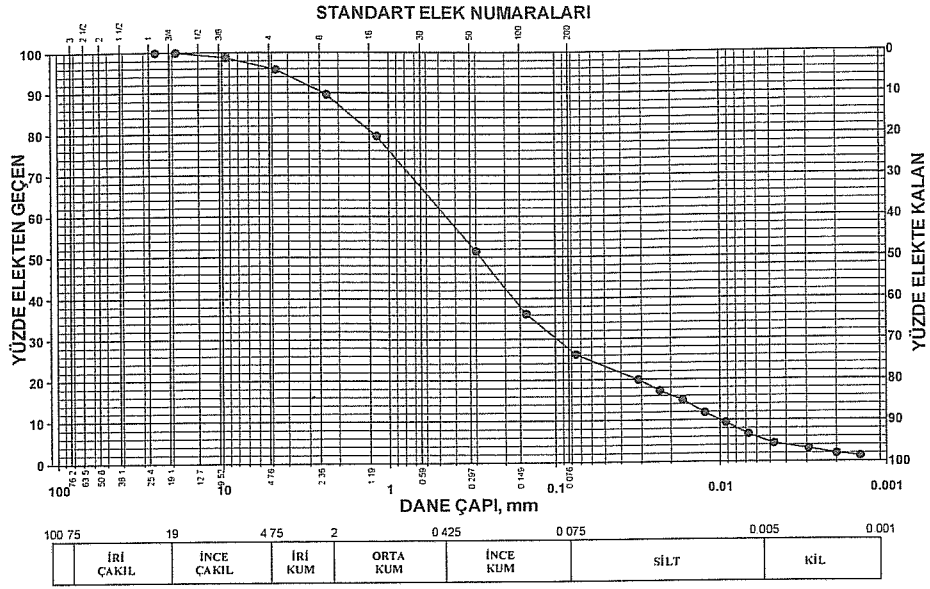
SEVİYE T6 - NUMUNE NO: 20A-2



MM

ASTM(D 422:D 653), USC5

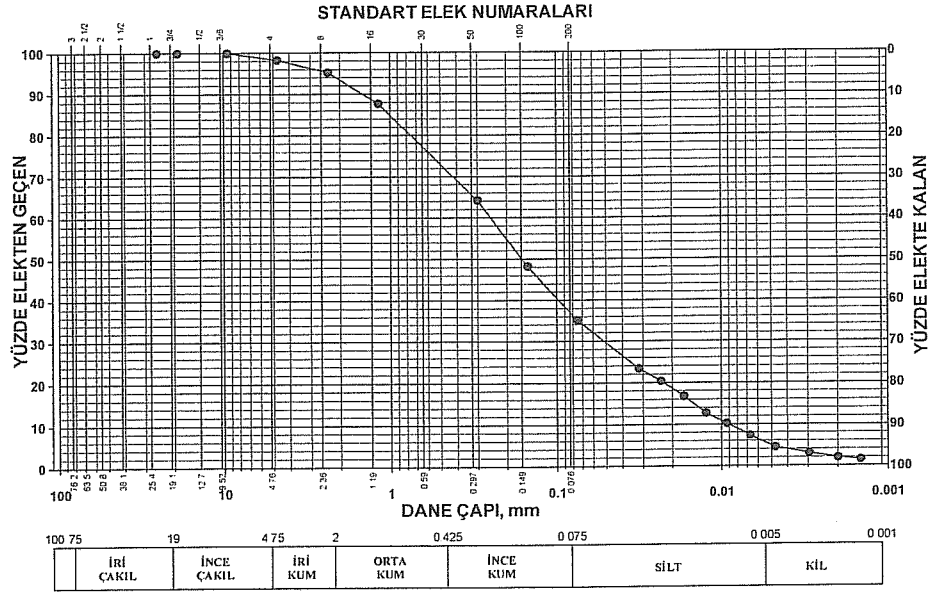
SEVİYE T6 - NUMUNE 22A



MM

ASTM(D 422;D 653), USC5

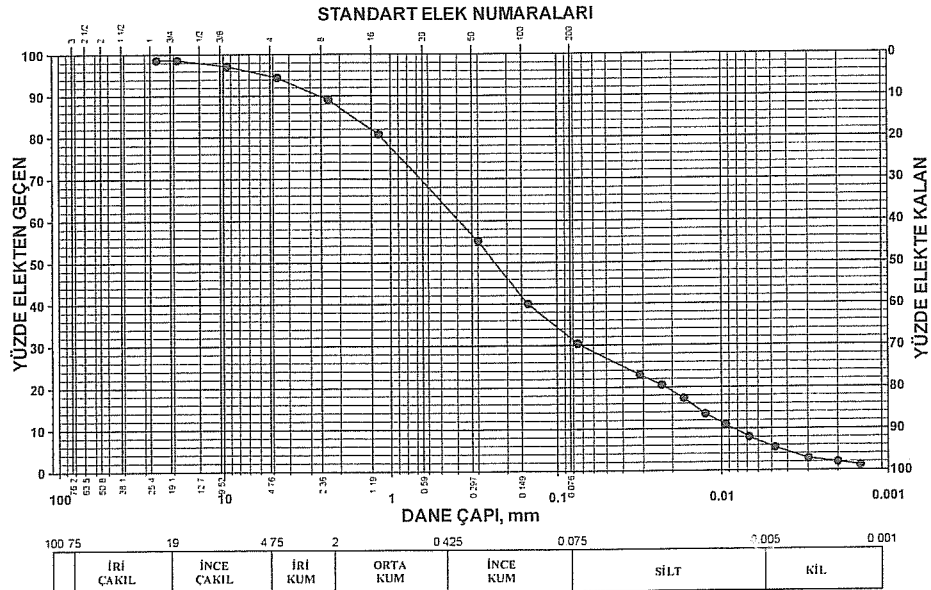
SEVİYE T6 - NUMUNE NO: 23-1



MM

ASTM(D 422;D 653), USC5

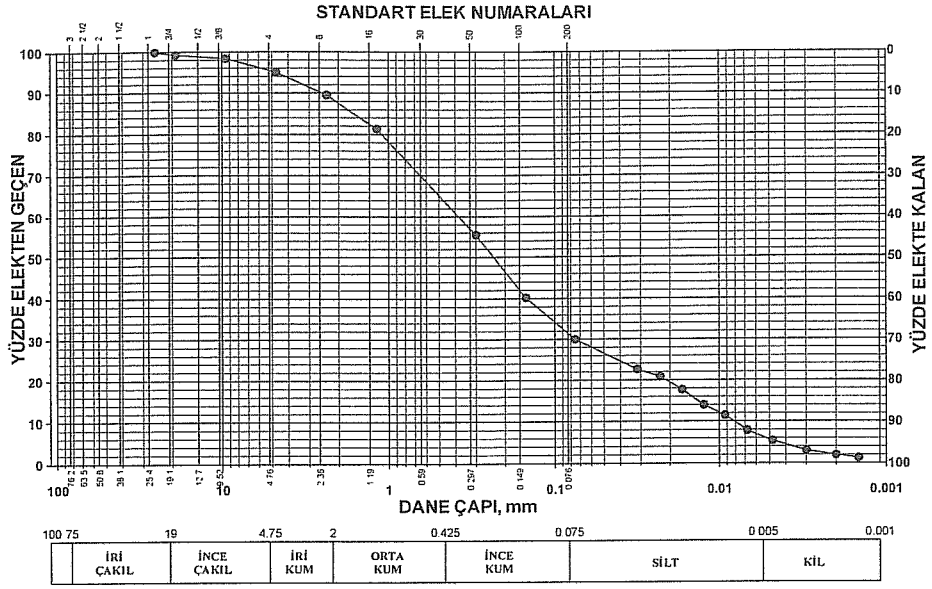
SEVİYE T6 - NUMUNE NO: 25-1



MM

ASTM(D 422;D 653), USC5

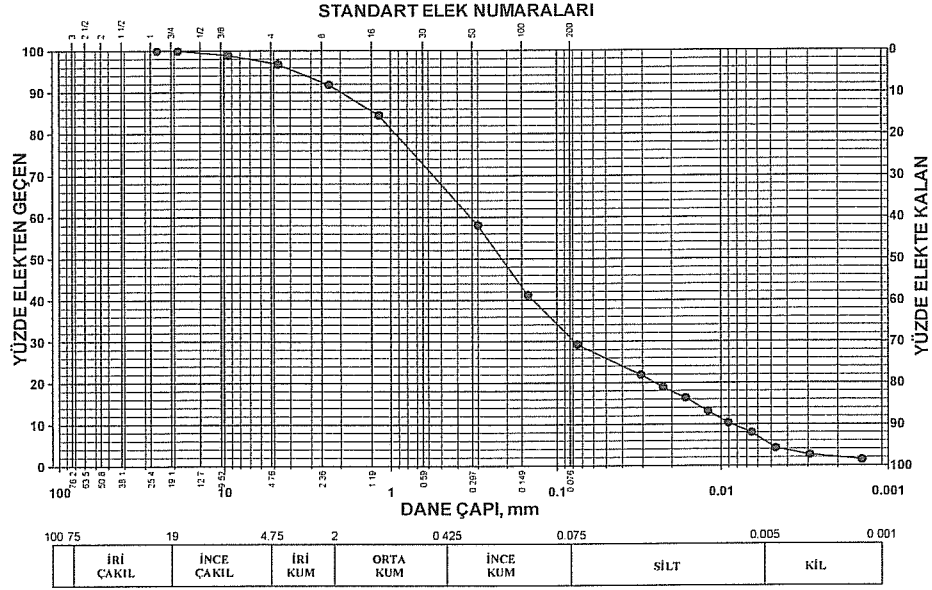
SEVİYE T6 - NUMUNE 25-2



MM

ASTM(D 422;D 653), USCS

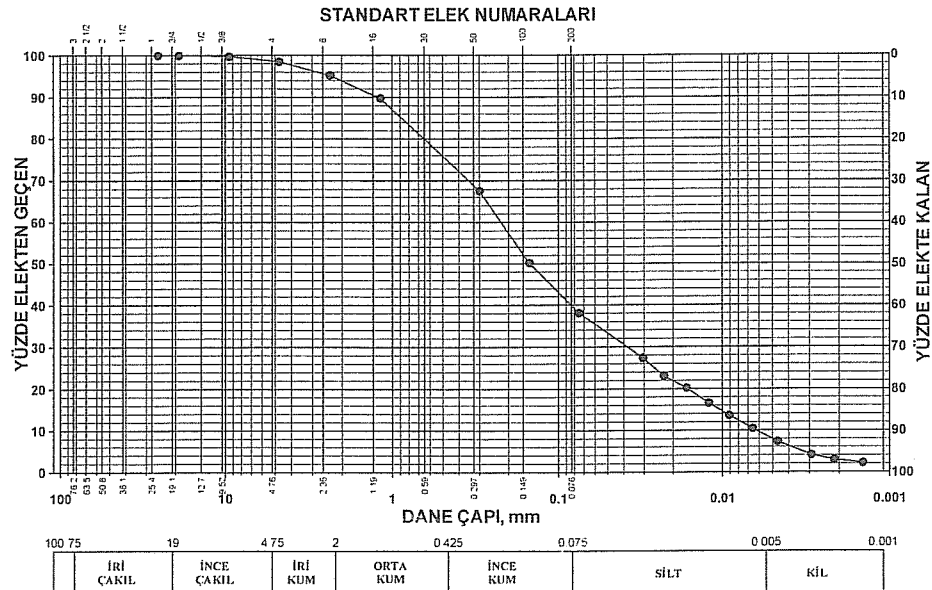
SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 1-3



MM

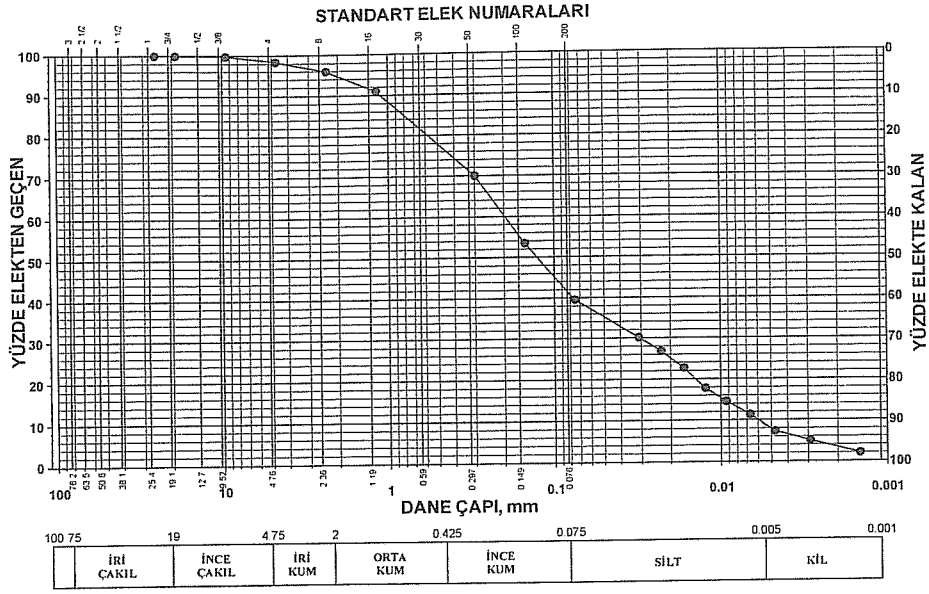
ASTM(D 422;D 653), USCS

SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 3-2



MM

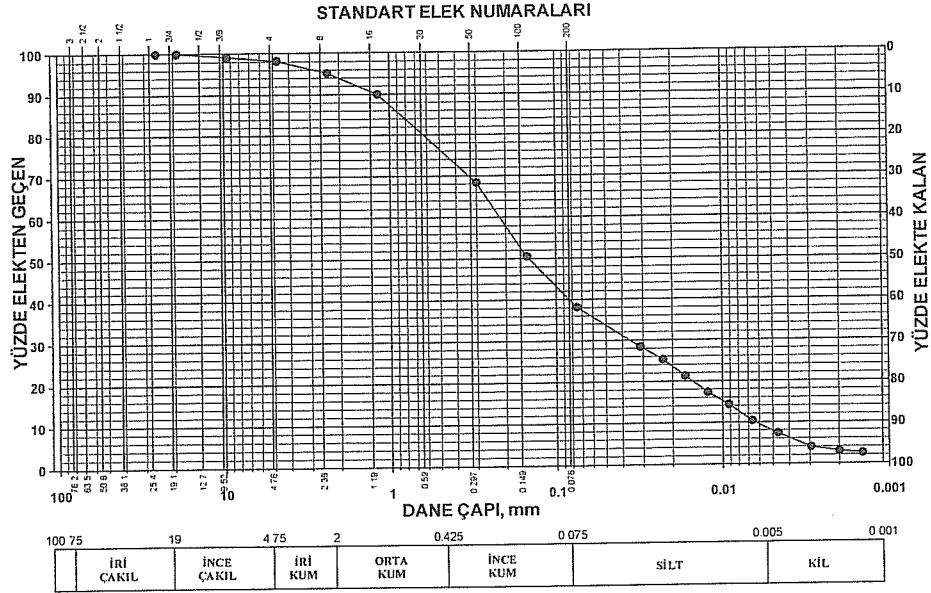
ASTM(D 422;D 653), USCS



MM

ASTM(D 422;D 653), USCS

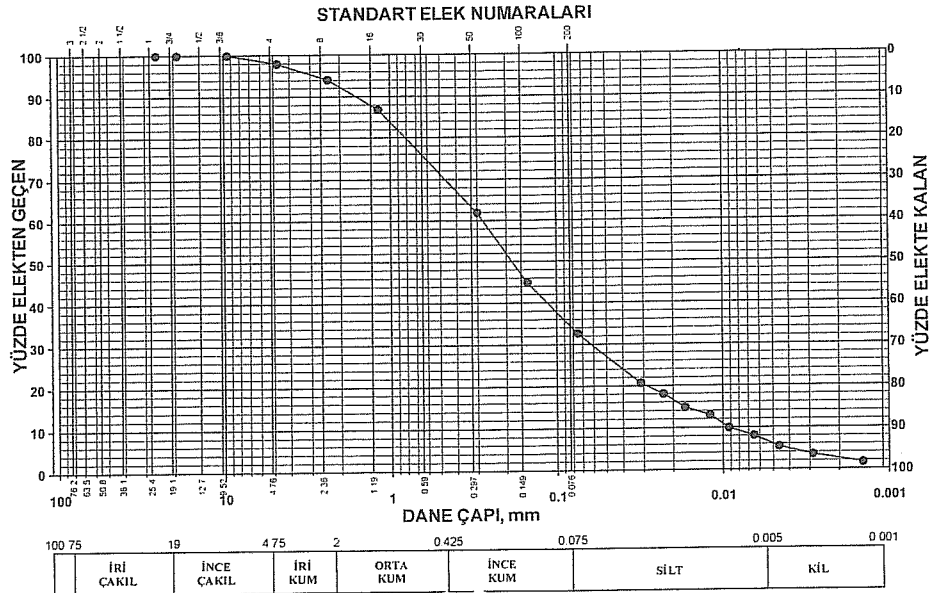
SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 6-2



MM

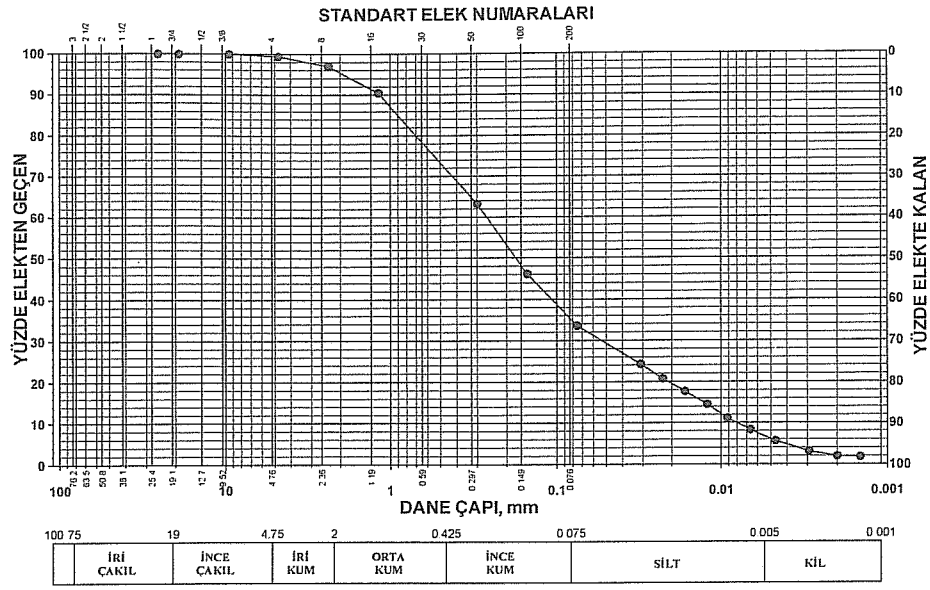
ASTM(D 422;D 653), USCS

SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 7-2



MM

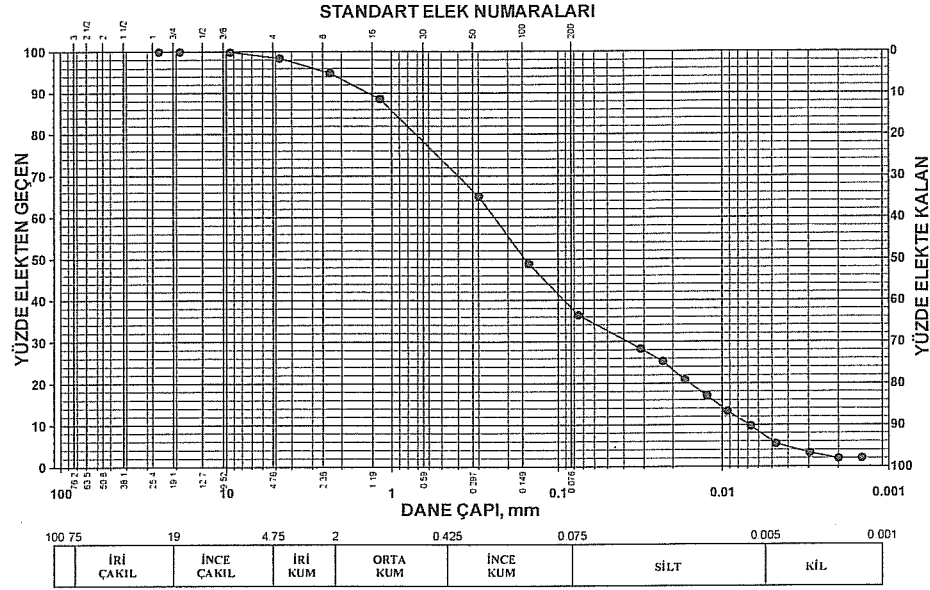
ASTM(D 422;D 653), USCS



MM

ASTM(D 422;D 653), USCS

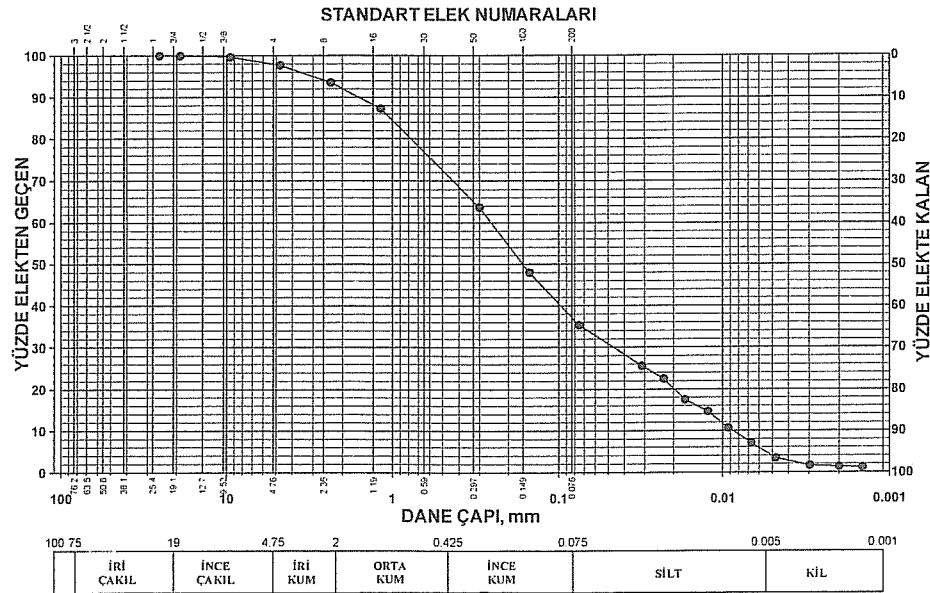
SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 20B-1



MM

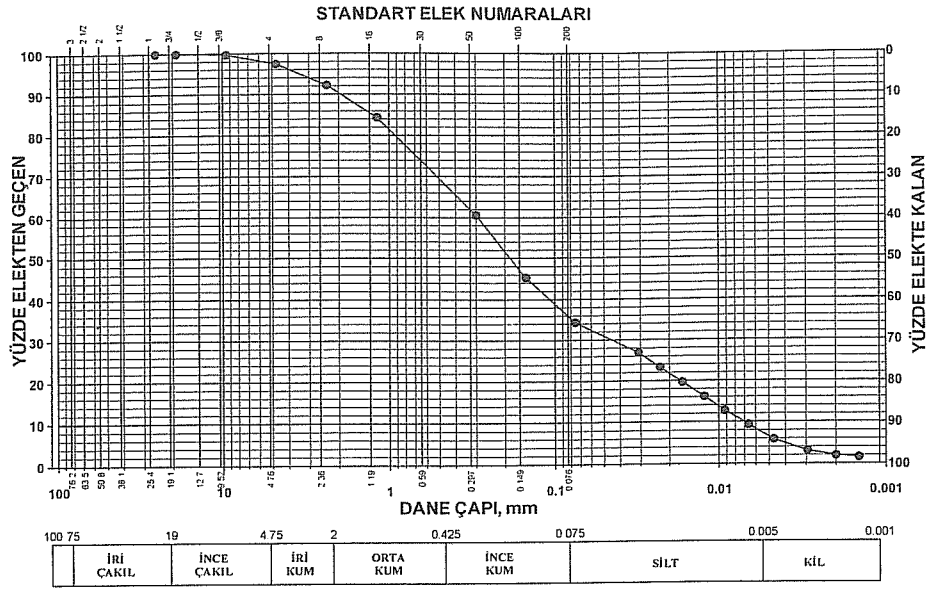
ASTM(D 422;D 653), USCS

SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 20B-2



MM

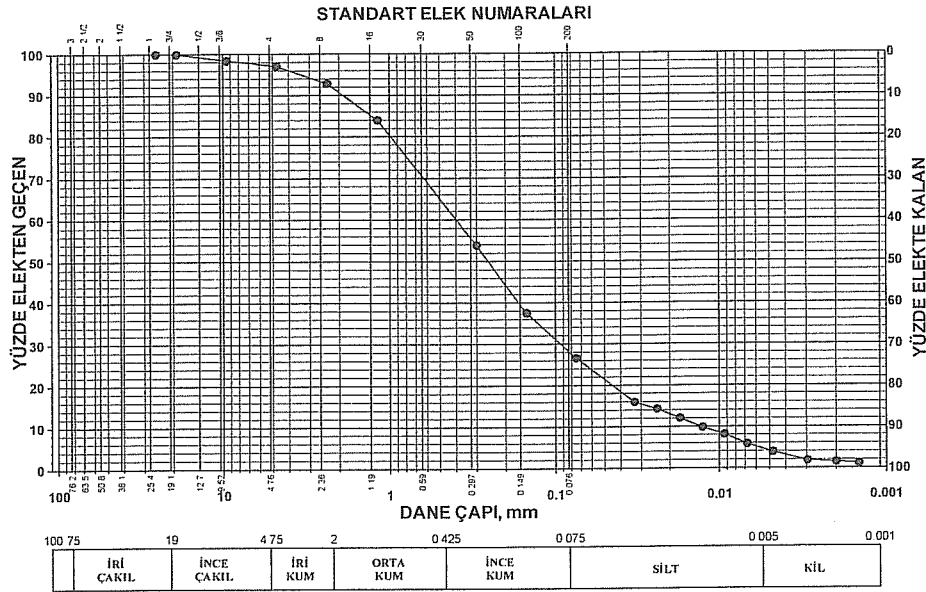
ASTM(D 422;D 653), USCS



MM

ASTM(D 422;D 653), USCS

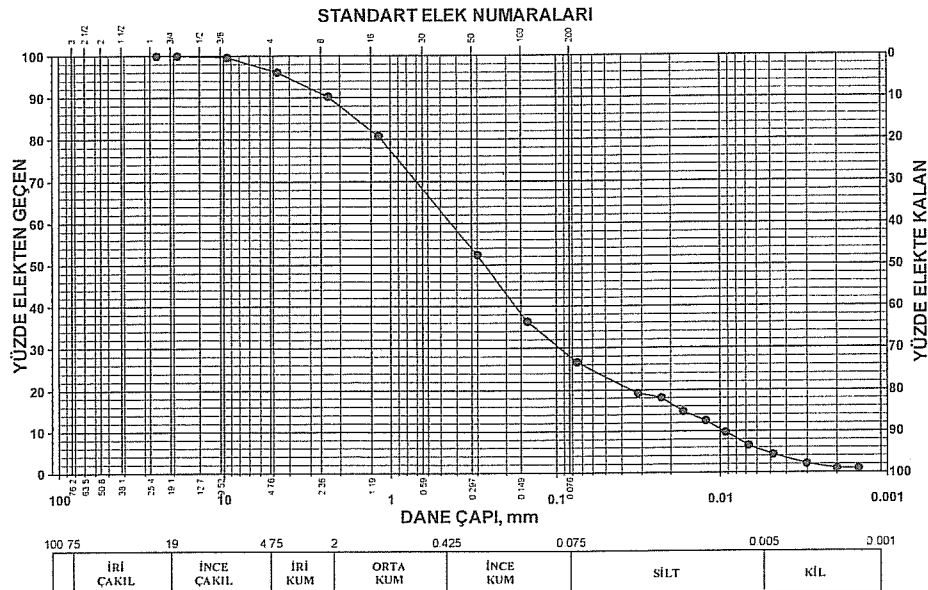
SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 21-2



MM

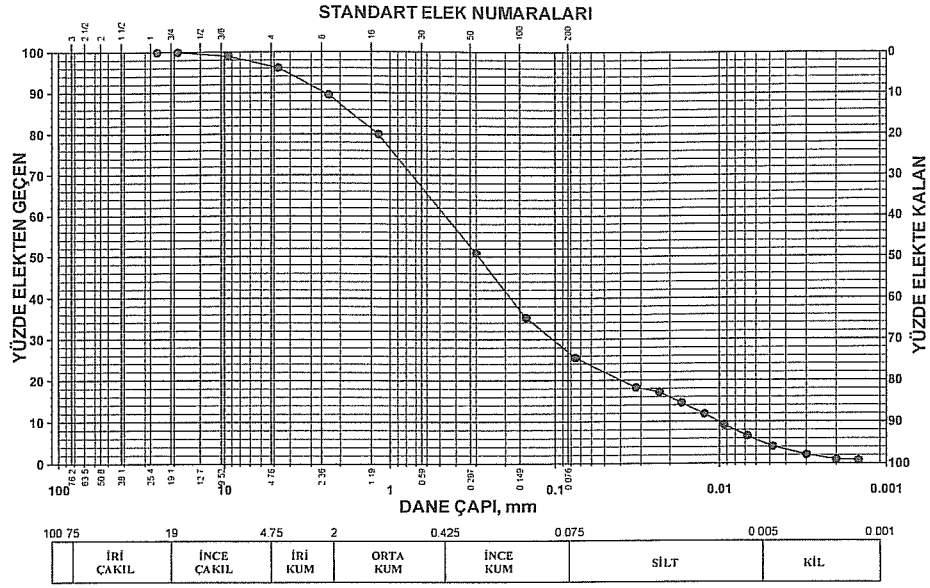
ASTM(D 422;D 653), USCS

SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 22B-1



MM

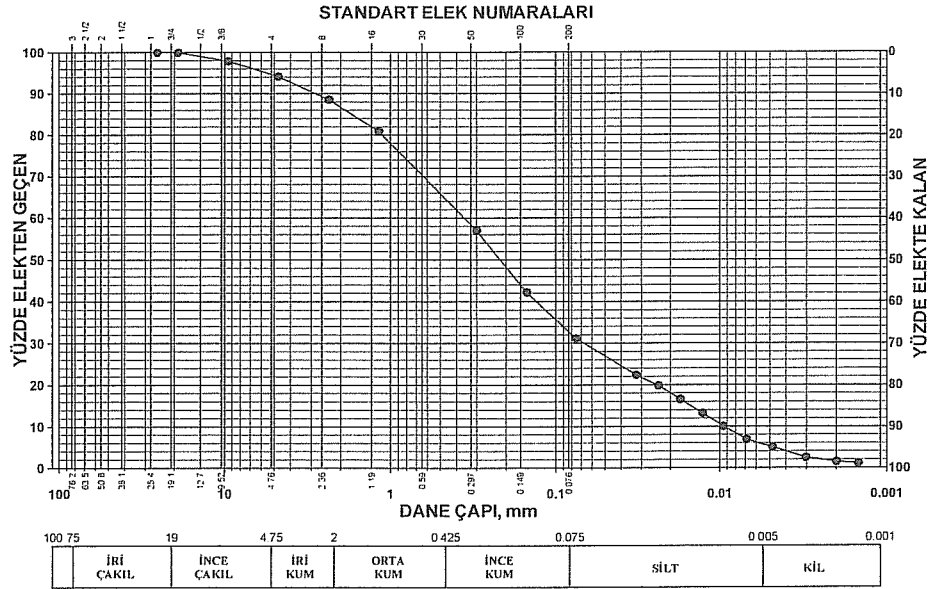
ASTM(D 422;D 653), USCS



MM

ASTM(D 422;D 653), USCS

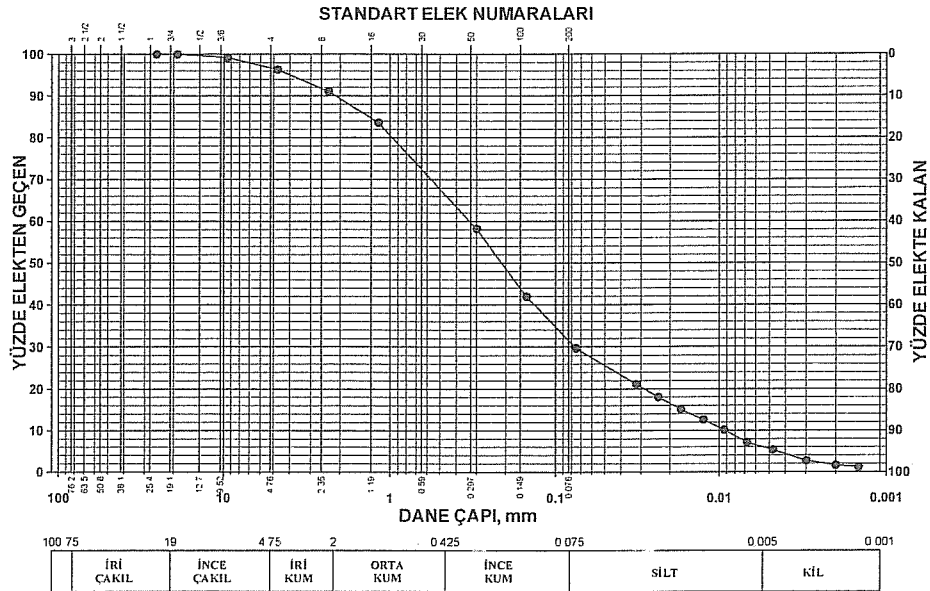
SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 26-1



MM

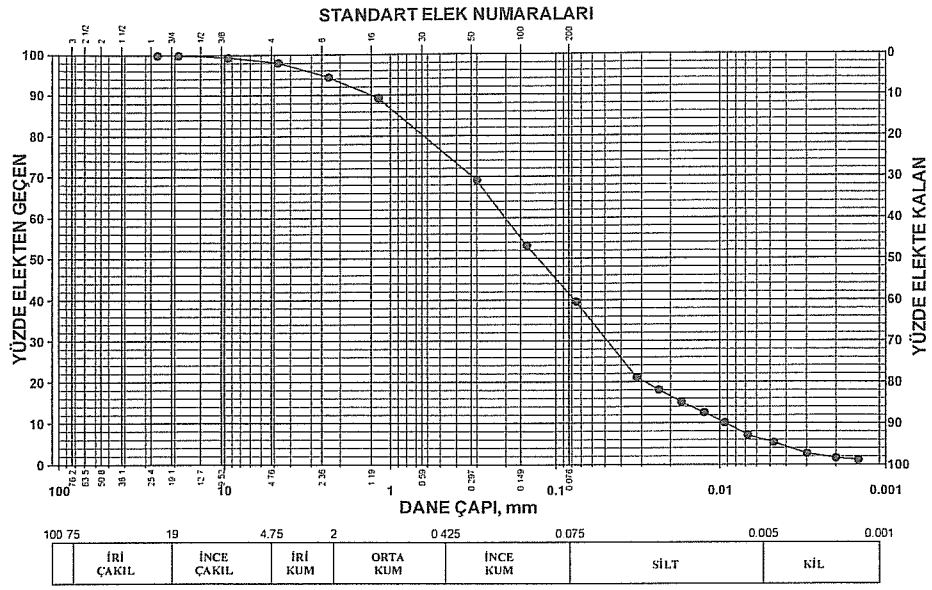
ASTM(D 422;D 653), USCS

SEVİYE T5 - NUMUNE NO: 26-2



MM

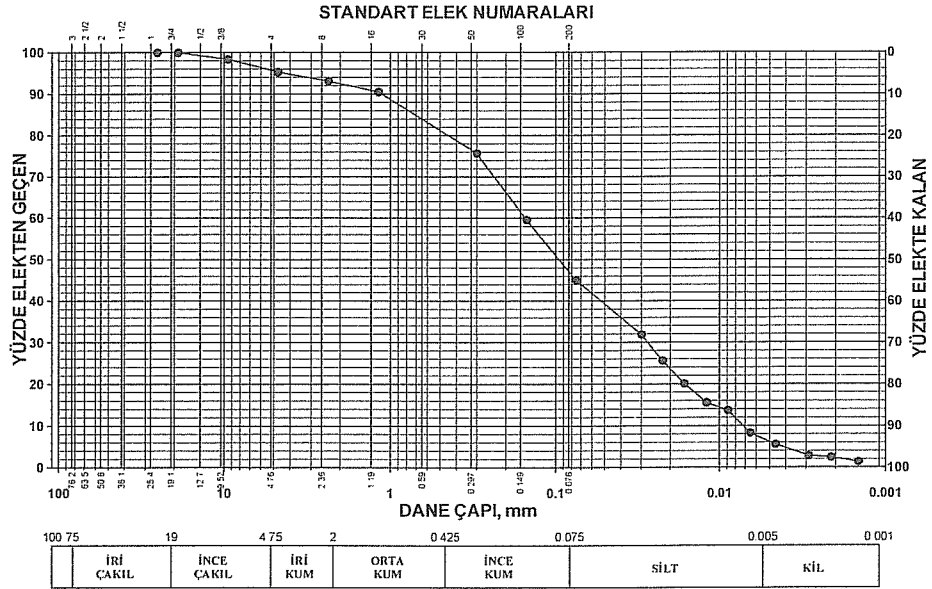
ASTM(D 422;D 653), USCS



MM

ASTM(D 422;D 653), USCS

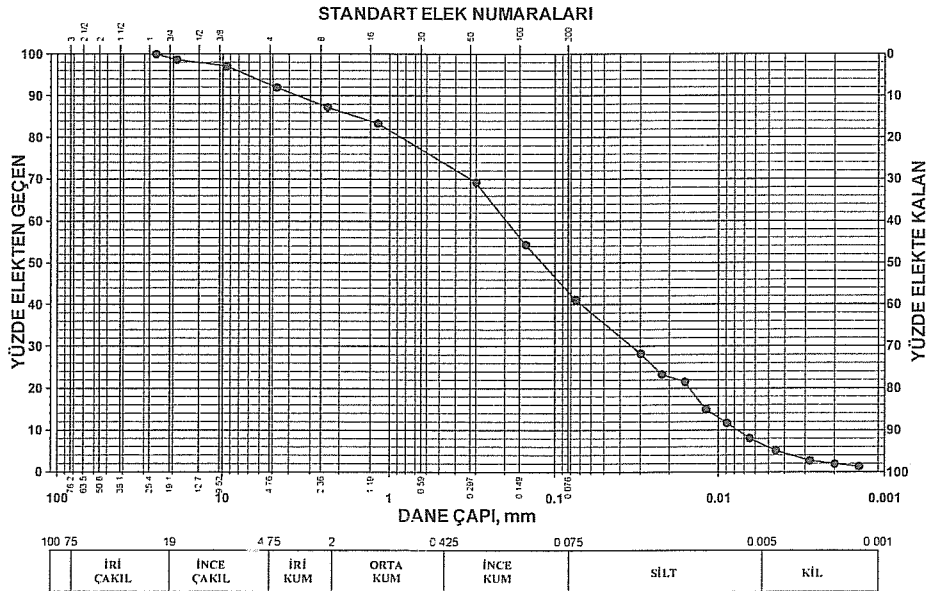
SEVİYE T4 - NUMUNE NO: 26B-1



MM

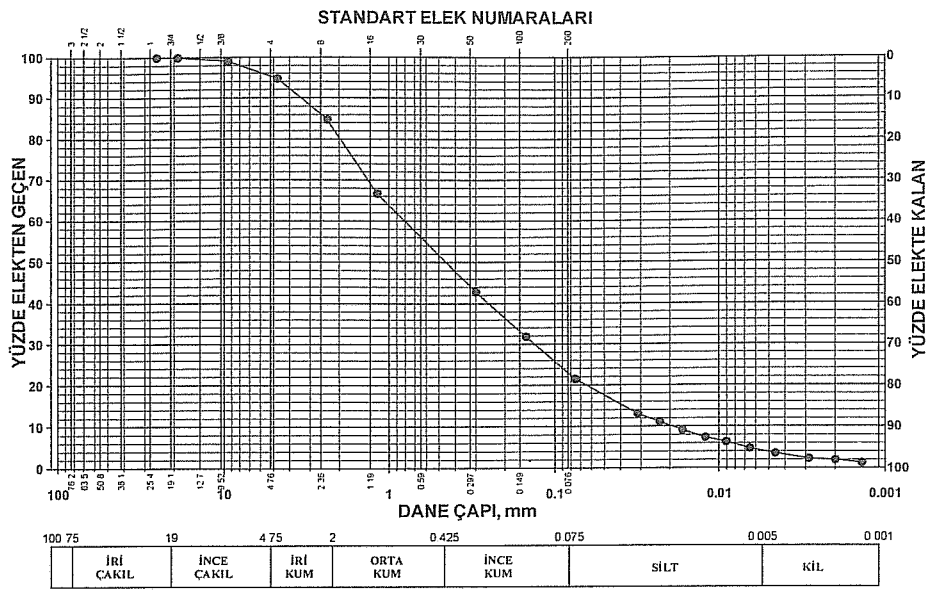
ASTM(D 422;D 653), USCS

SEVİYE T4 - NUMUNE NO: 26B-2



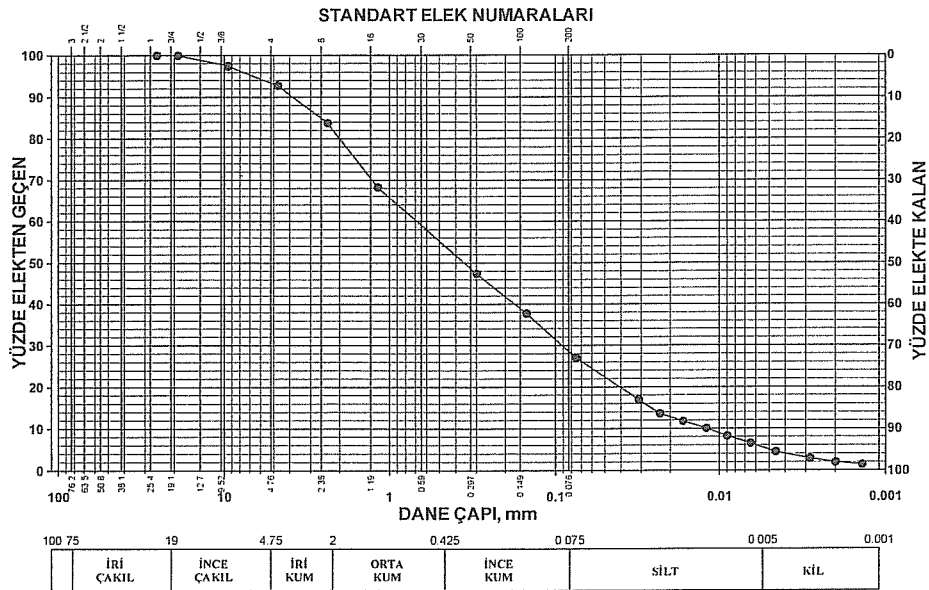
MM

ASTM(D 422;D 653), USCS



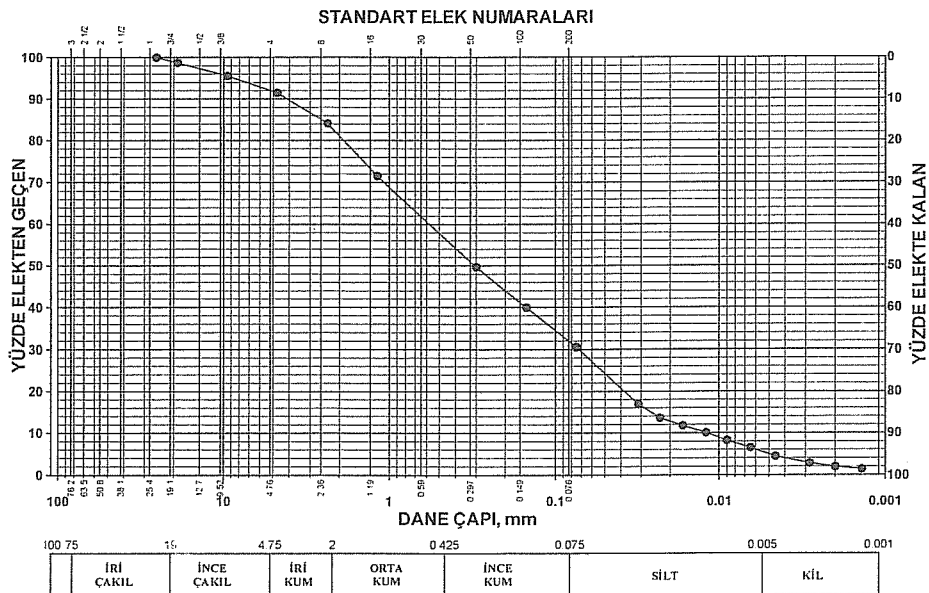
MM

ASTM(D 422;D 653), USCS



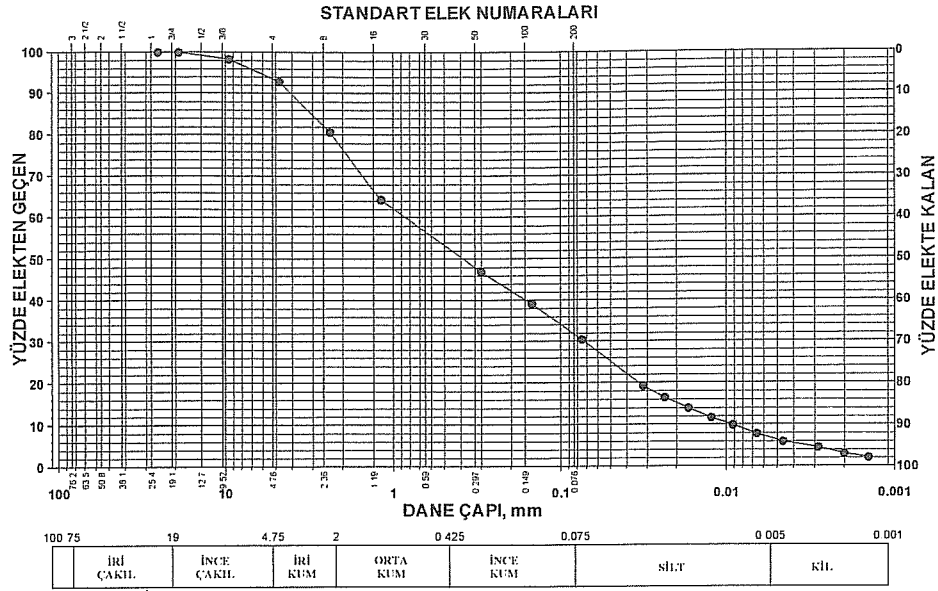
MM

ASTM(D 422;D 653), USCS

**MINI**

ASTM(D 422;D 653), USCS

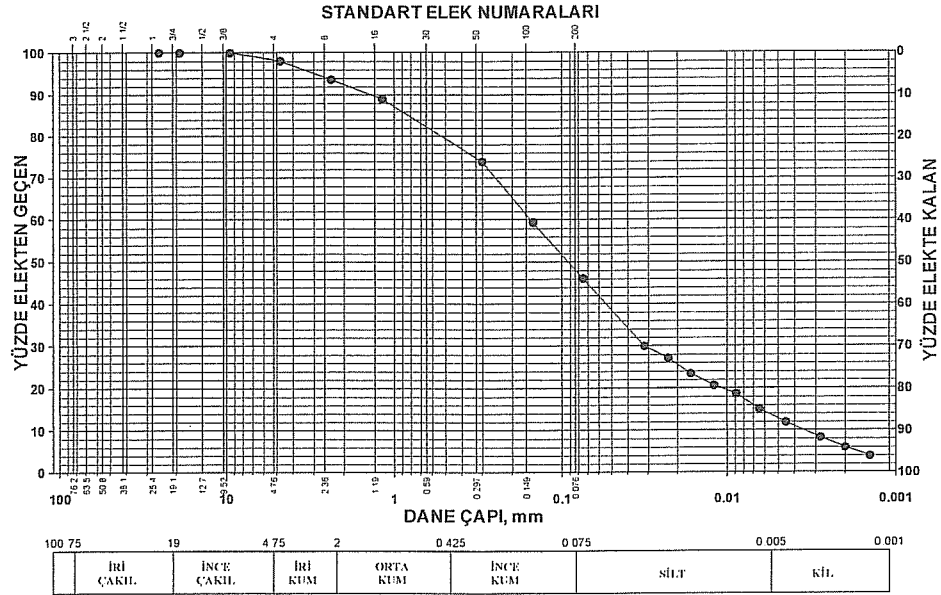
SEVİYE T3 - NUMUNE 19



MM

ASTM(D 422;D 653), USC5

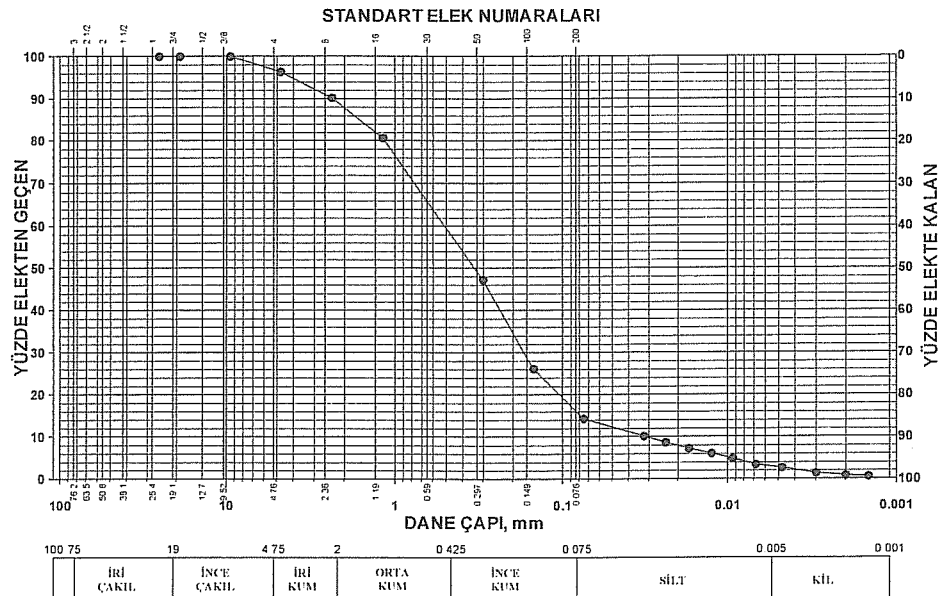
SEVİYE T2 - NUMUNE NO: 16-2



MM

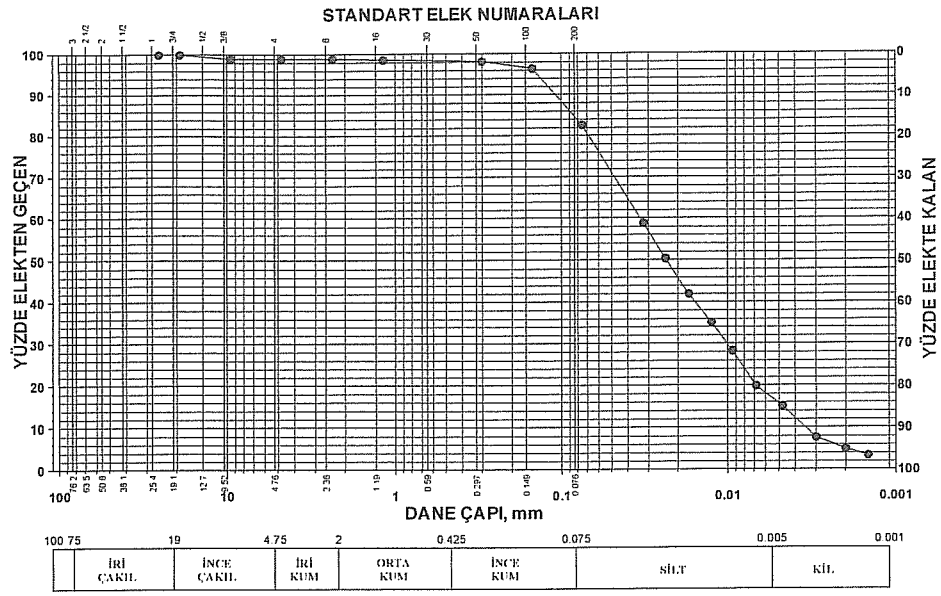
ASTM(D 422;D 653), USC5

SEVİYE T1 - NUMUNE NO: T1



MM

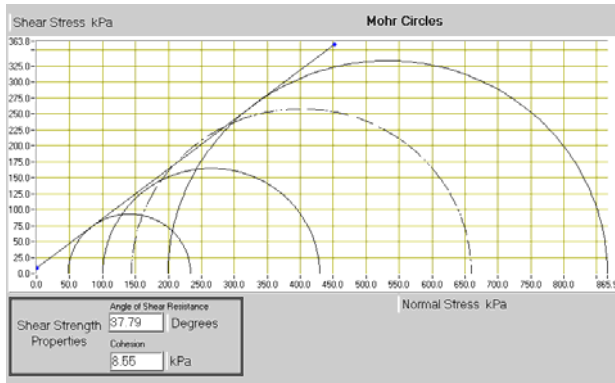
ASTM(D 422;D 653), USC5



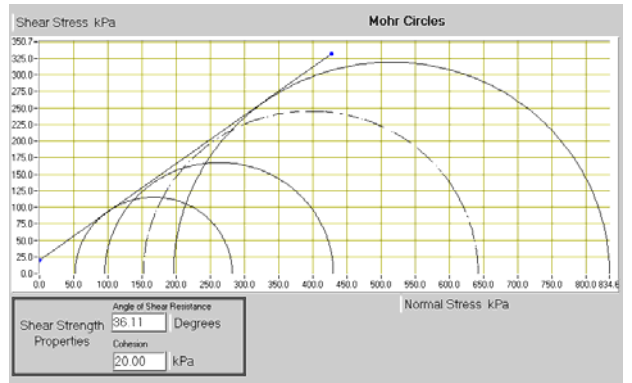
MM

ASTM(D 422/D 653), USCS

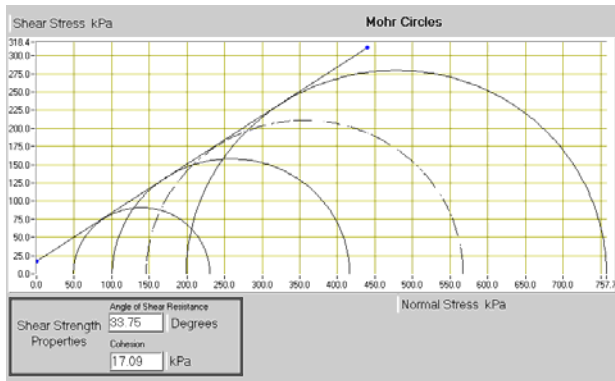
Ek-4
Üç Eksenli Basınç Deneylerine
Ait σ - τ Diyagramları



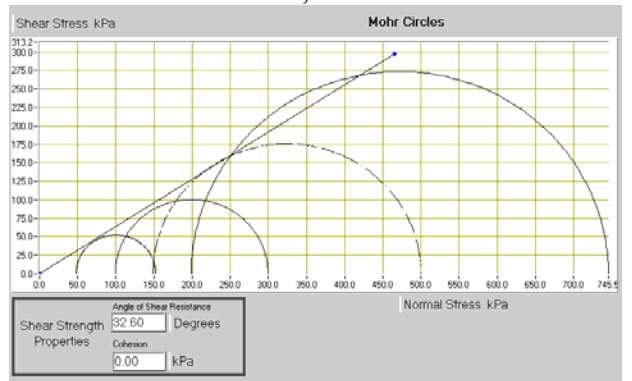
w=3



w=12,6

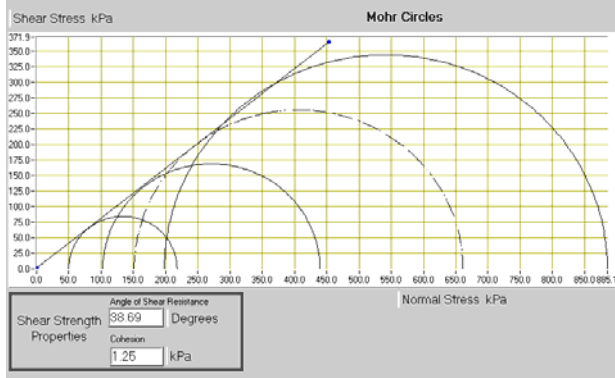


w=20

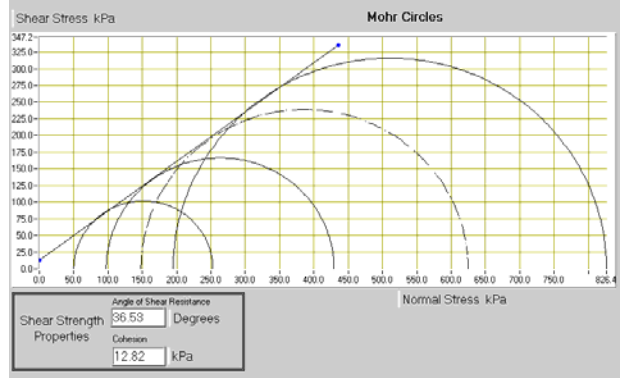


w=32,6

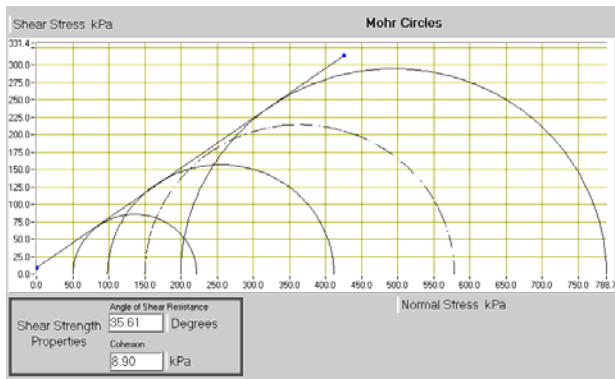
Numune No:1-1



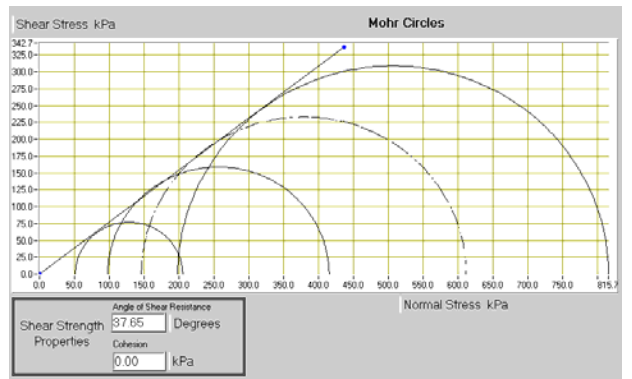
w=3



w=10,7

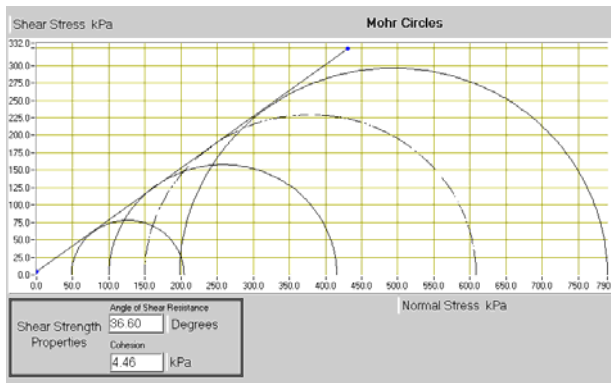


w=20

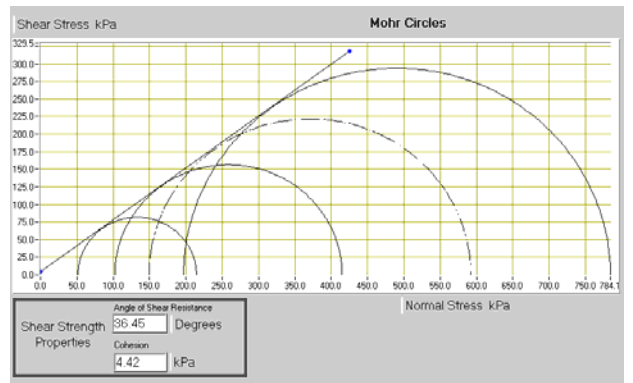


w=31,3

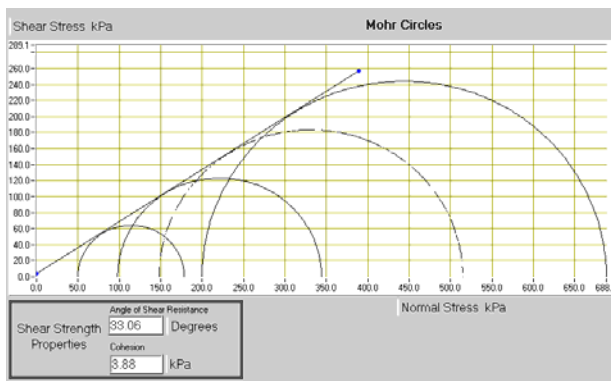
Numune No:1-3



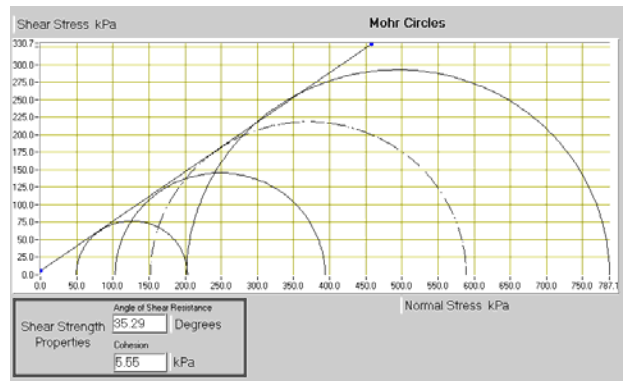
w=3



w=7,9

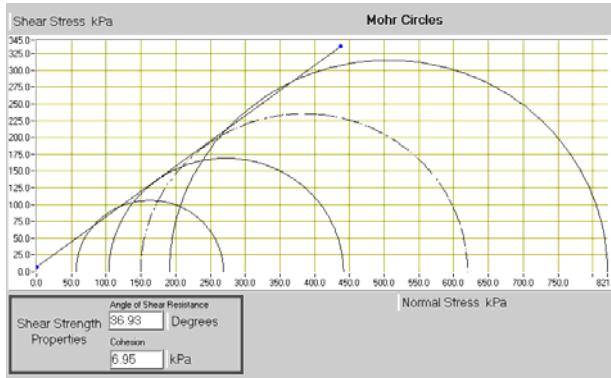


w=20

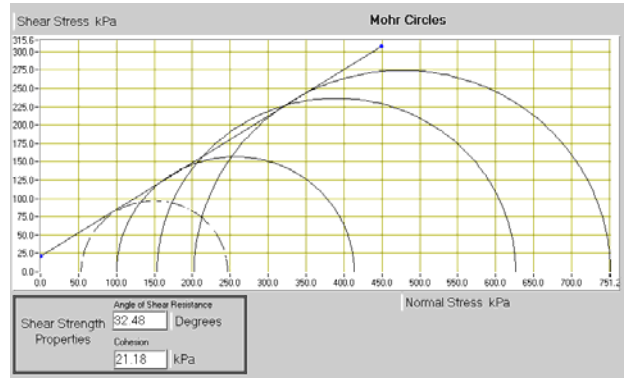


w=34,1

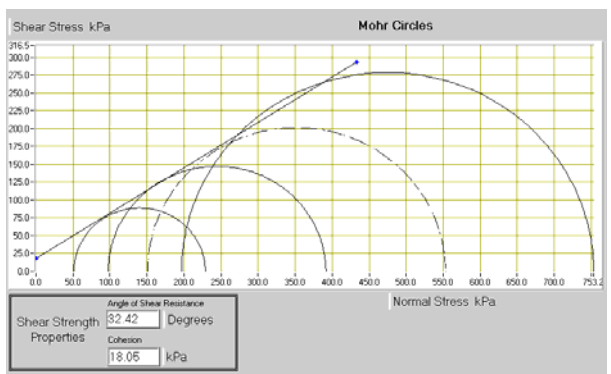
Numune No:2-1



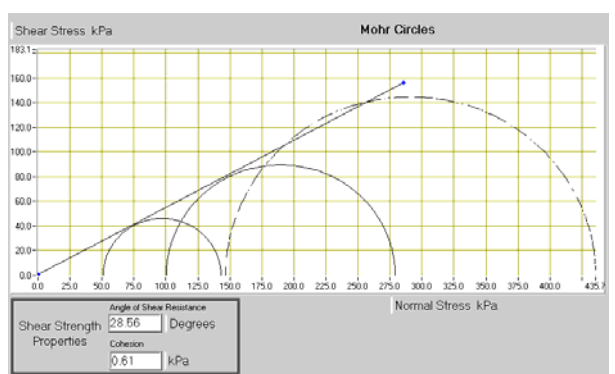
w=3



w=10

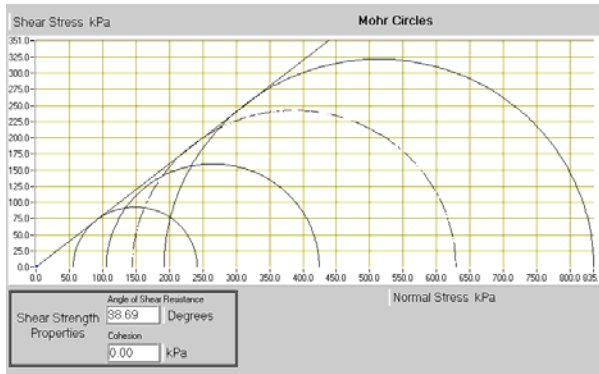


w=20

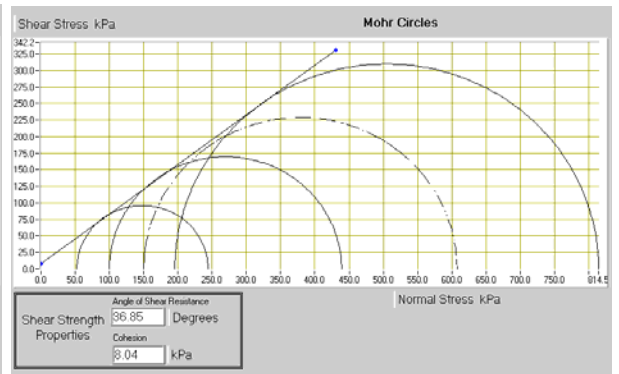


w=31,6

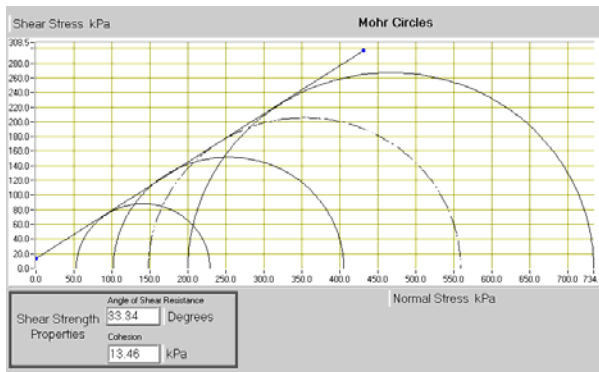
Numune No:2-2



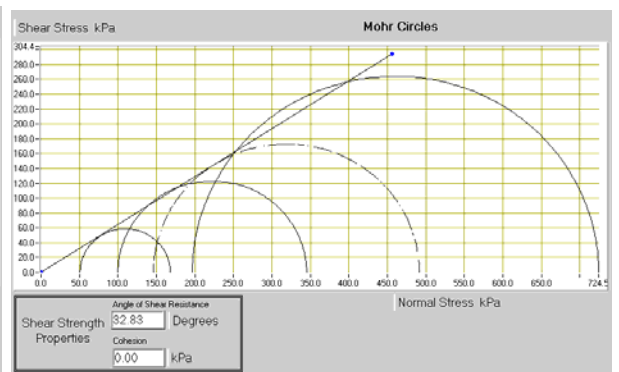
w=3



w=13,4

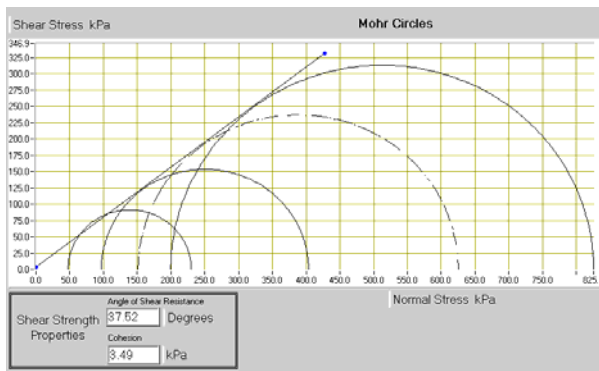


w=20

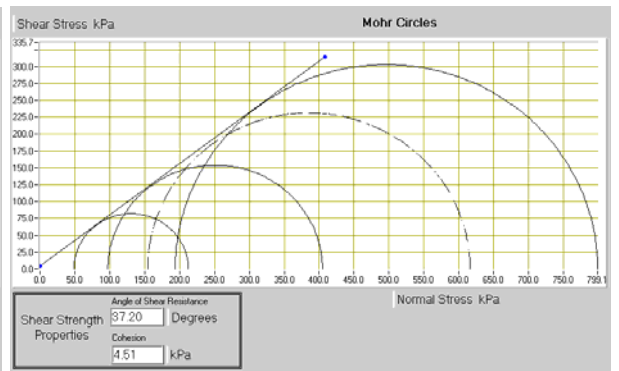


w=31,2

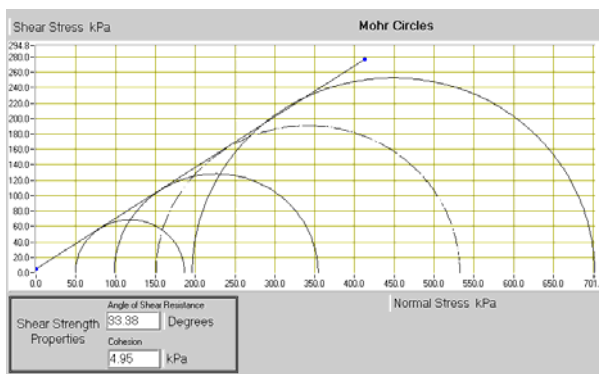
Numune No:3-3



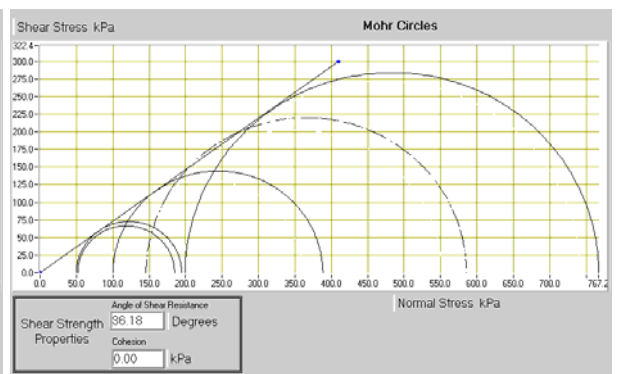
w=3



w=7,8

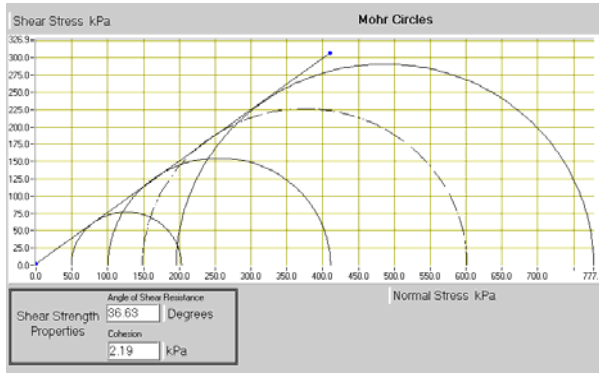


w=20

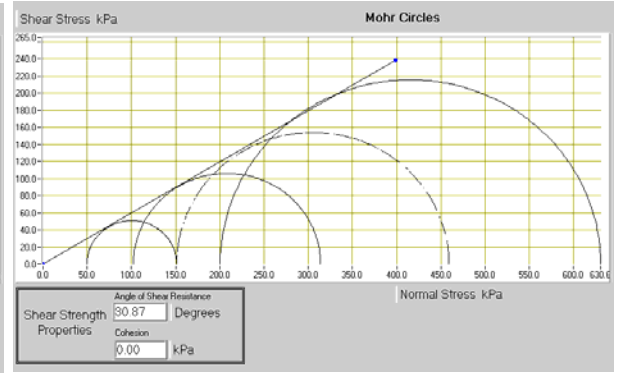


w=33,7

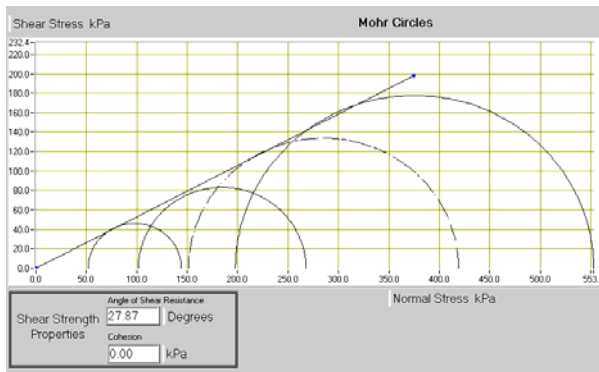
Numune No:4-2



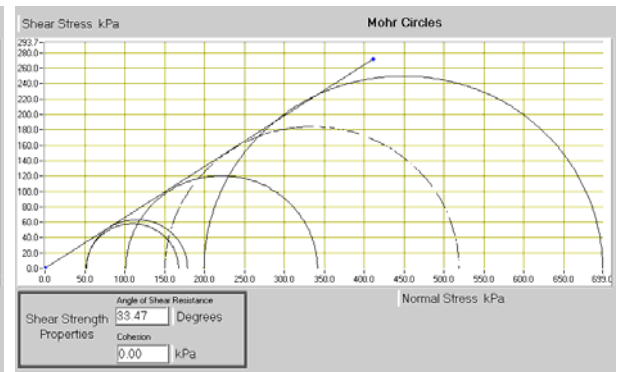
w=3



w=10,4

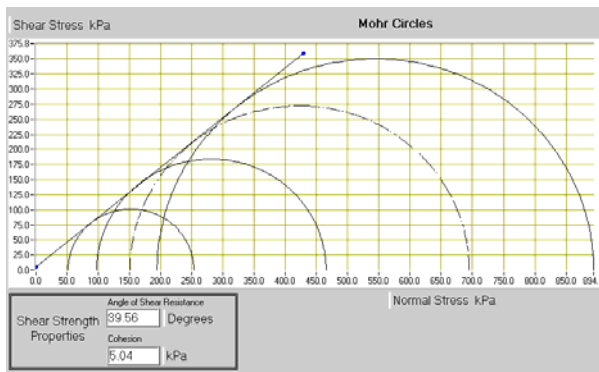


w=20

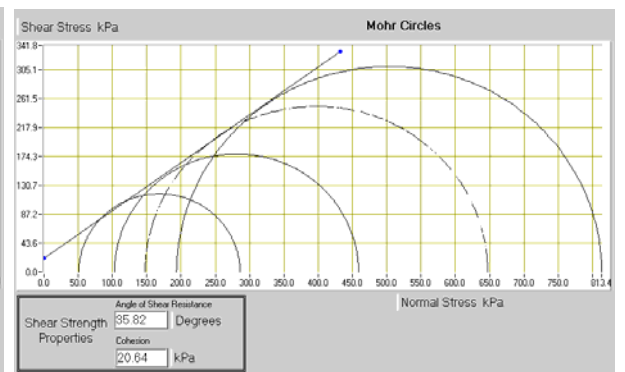


w=37,47

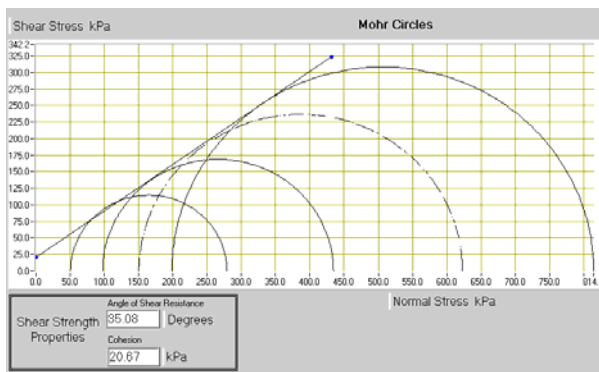
Numune No:5-1



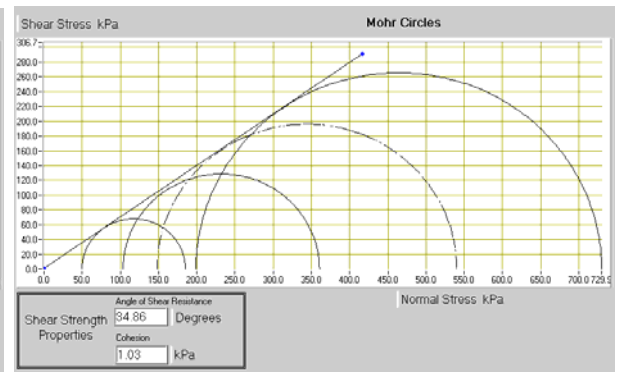
w=3



w=10

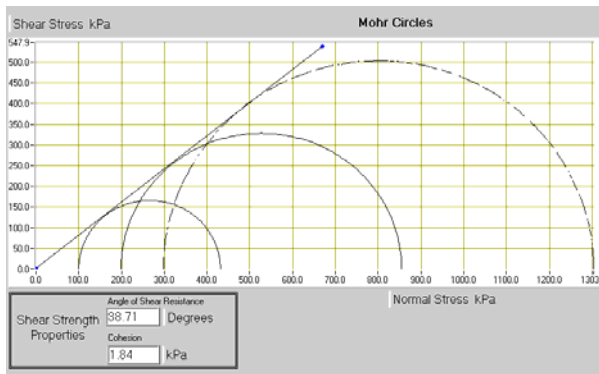


w=17,2

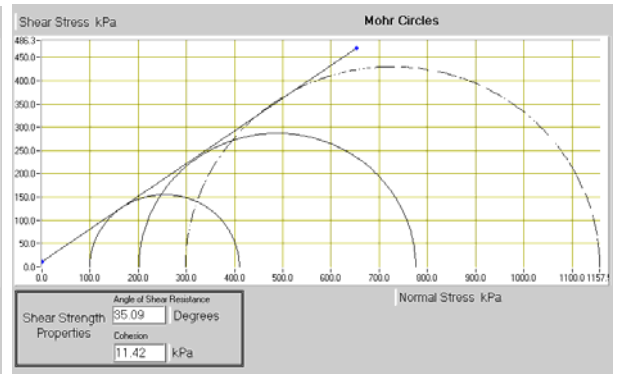


w=30

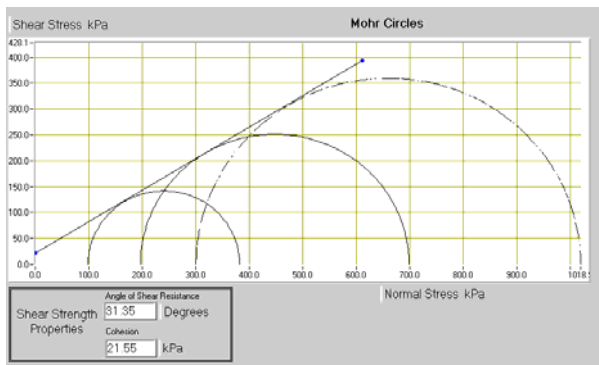
Numune No:6-1



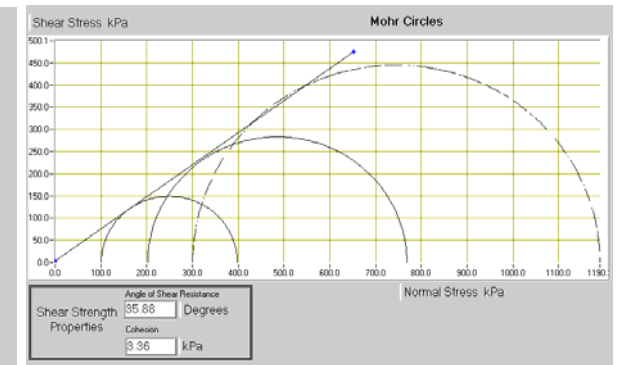
w=3



w=11,4

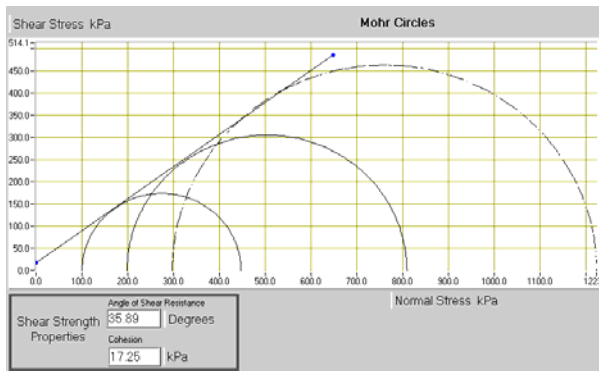


w=20

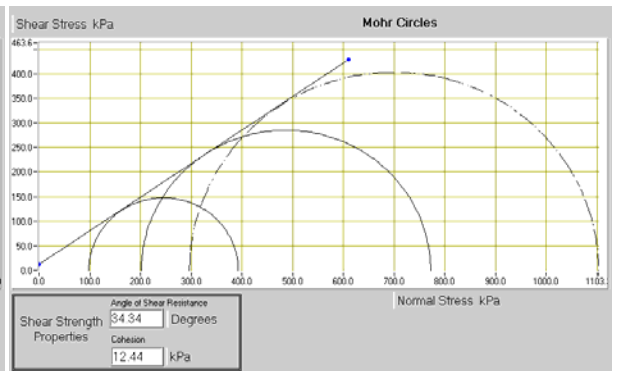


w=34,4

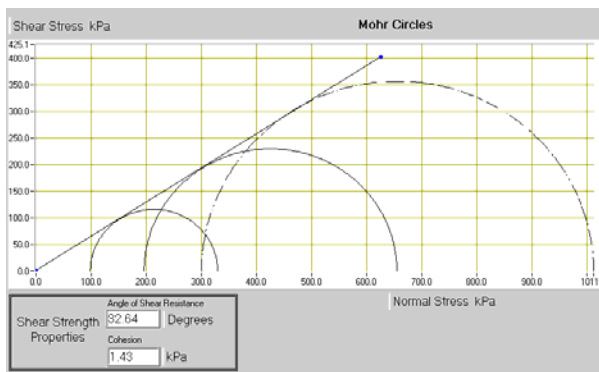
Numune No:7-2



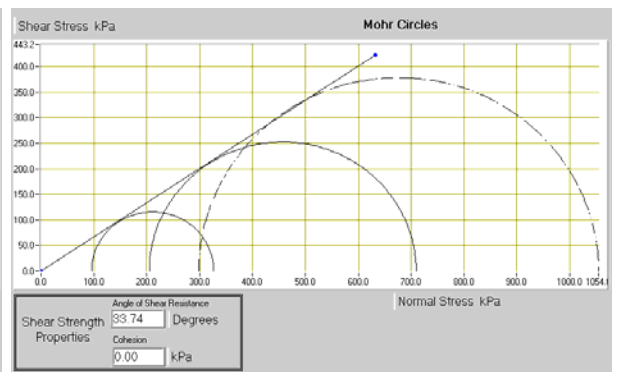
w=3



w=10

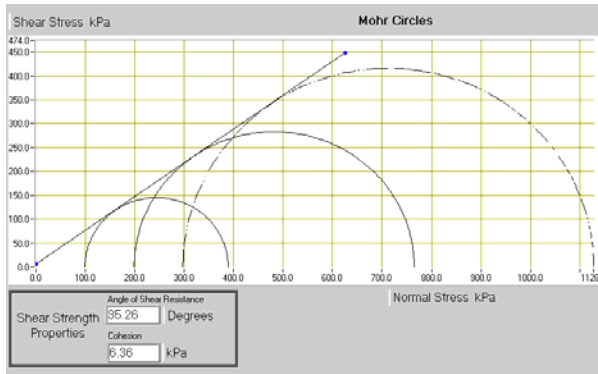


w=15

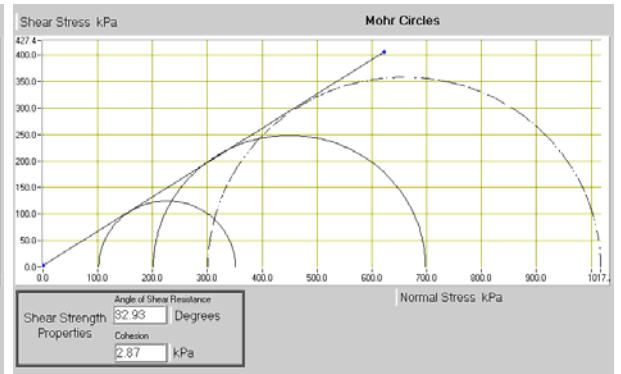


w=30,6

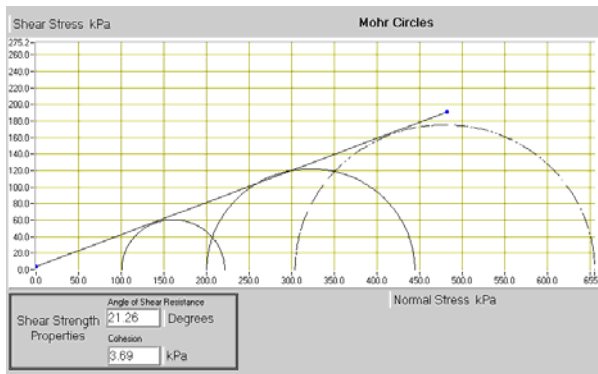
Numune No:8-2



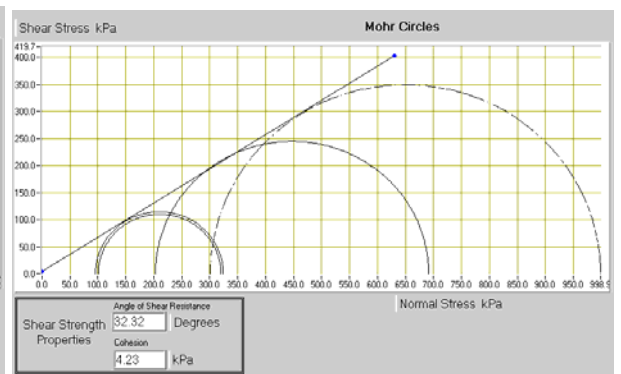
w=3



w=9,2

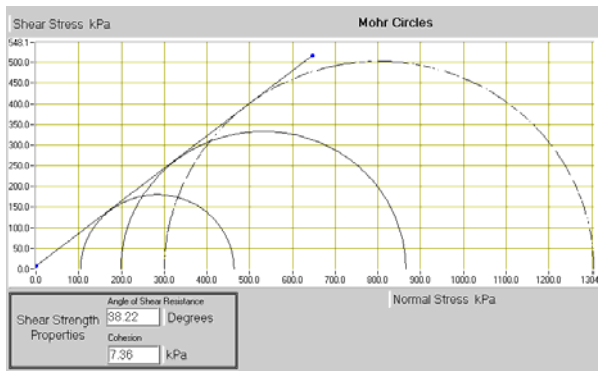


w=20

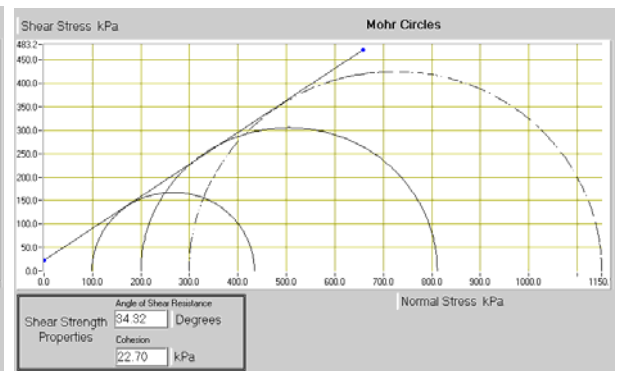


w=38,9

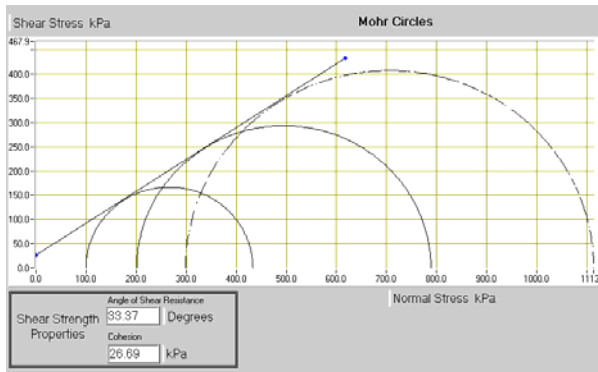
Numune No:9-1



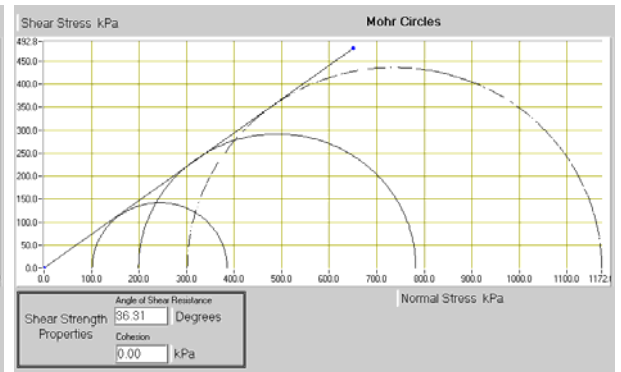
w=3



w=10,4

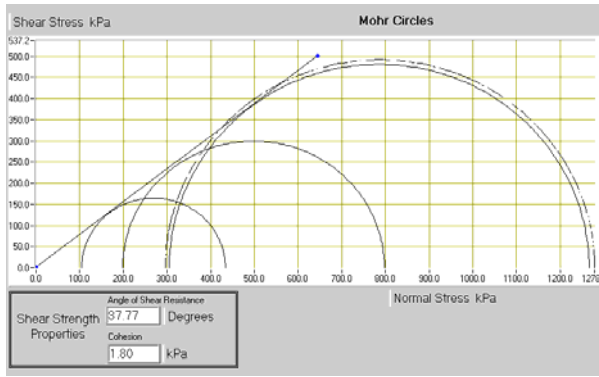


w=20

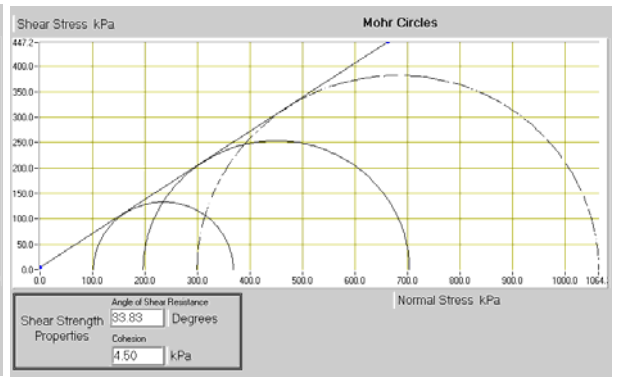


w=32,4

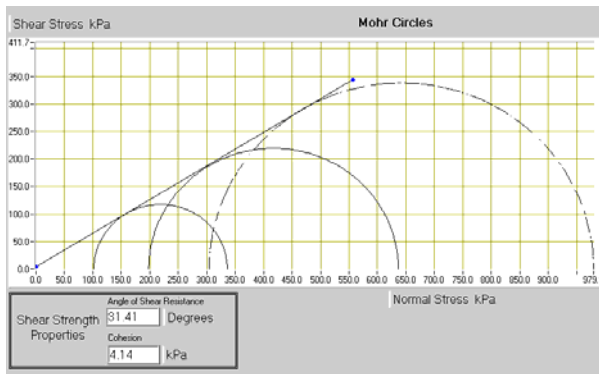
Numune No:10-1



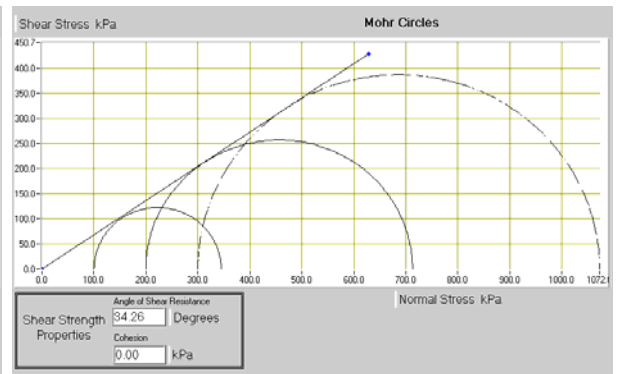
w=3



w=11,6

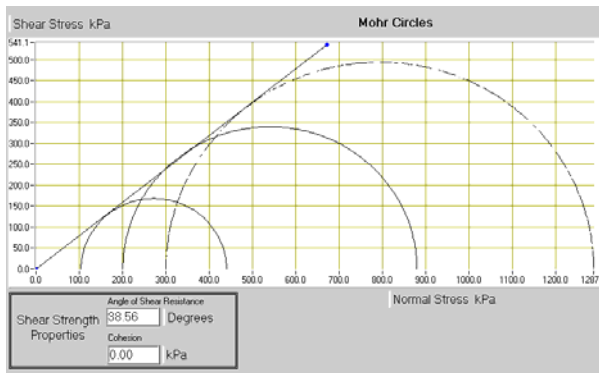


w=20

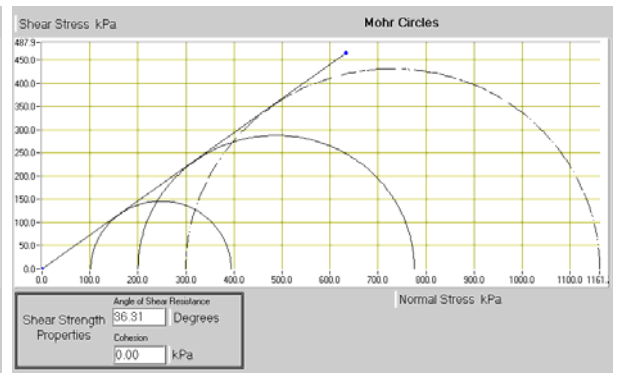


w=36,6

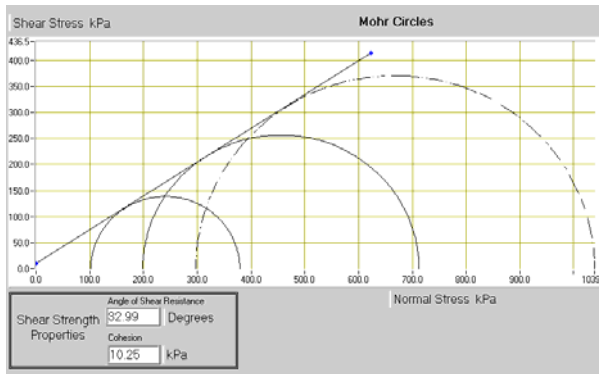
Numune No:11-1



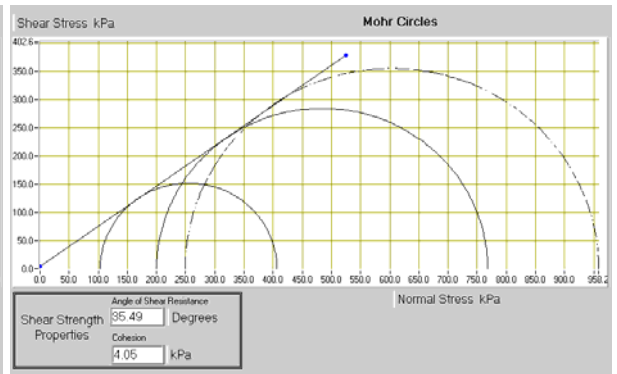
w=3



w=10

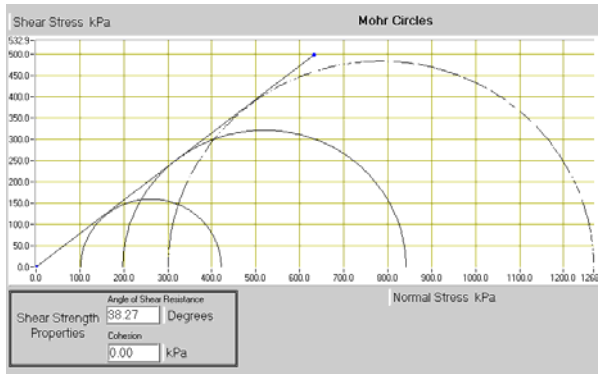


w=20

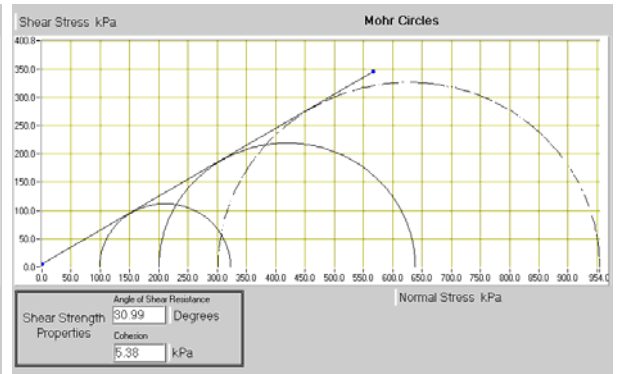


w=37,2

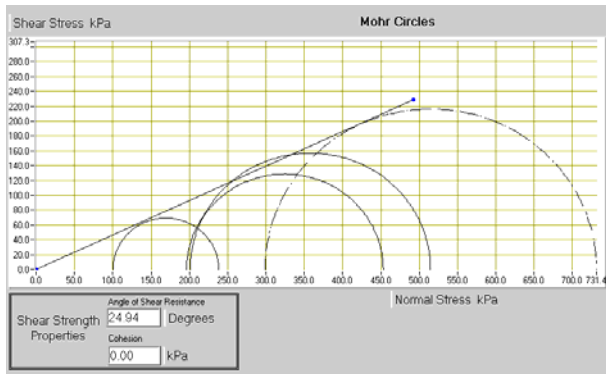
Numune No:12-1



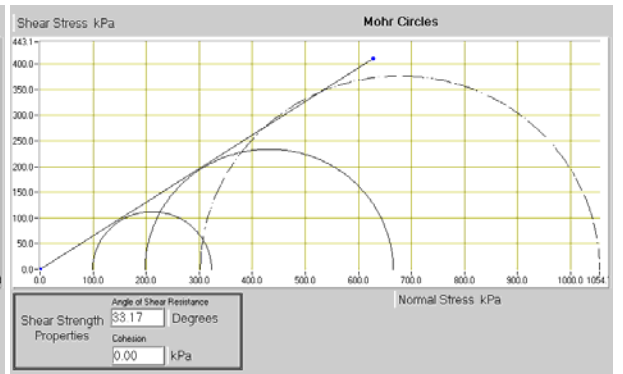
w=3



w=12,6

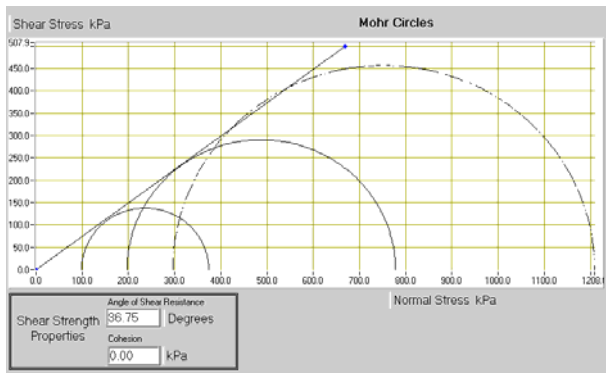


w=20

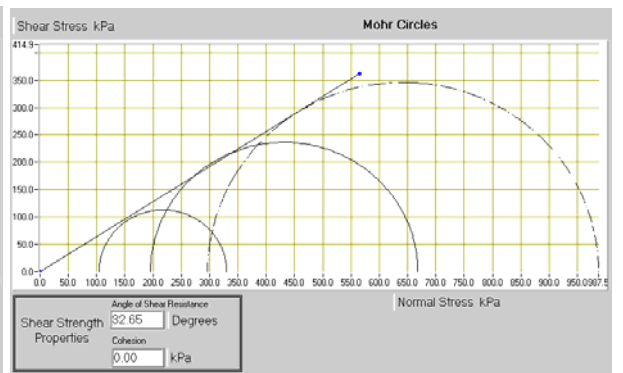


w=38,9

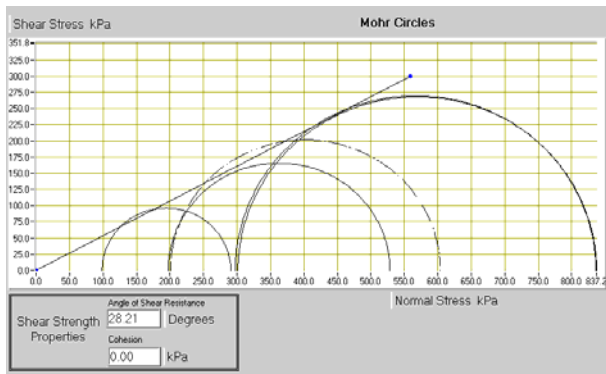
Numune No:13-2



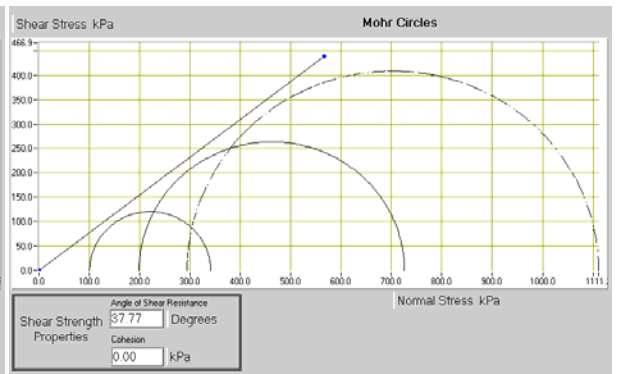
w=3



w=9,4

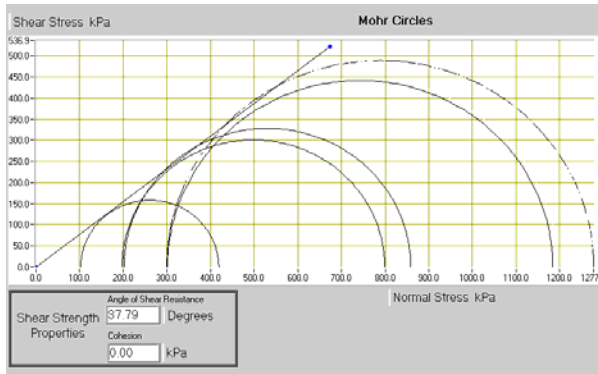


w=17

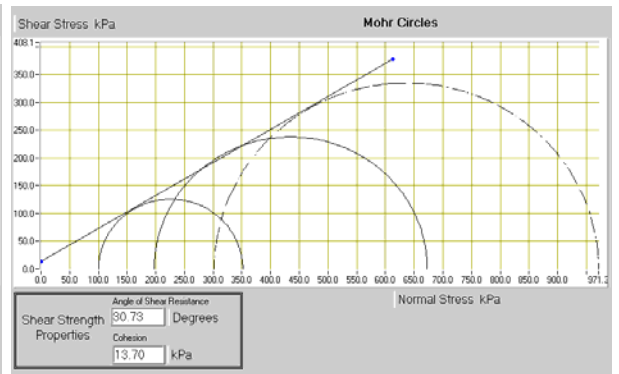


w=36,9

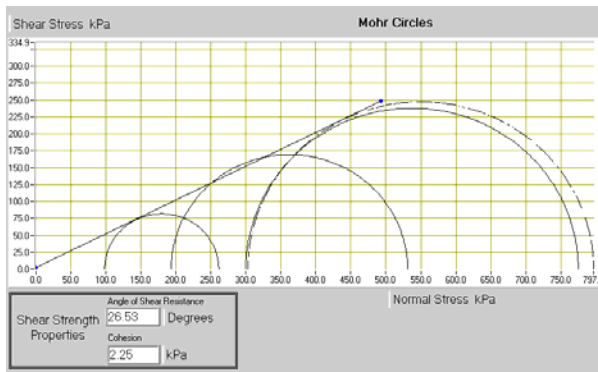
Numune No:14



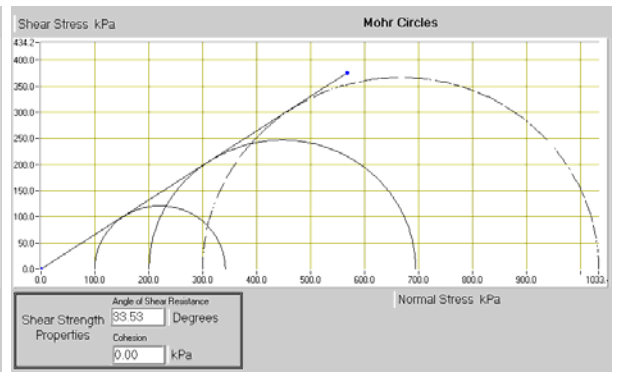
w=3



w=11,5

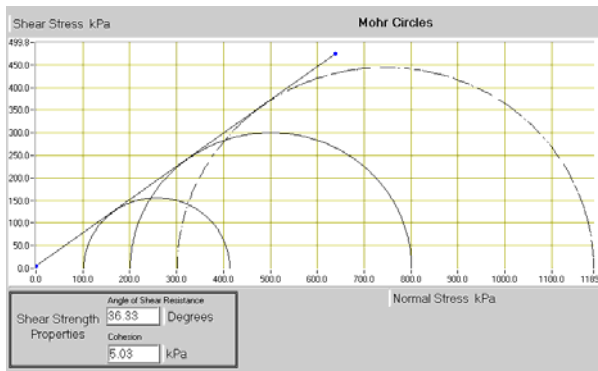


w=20

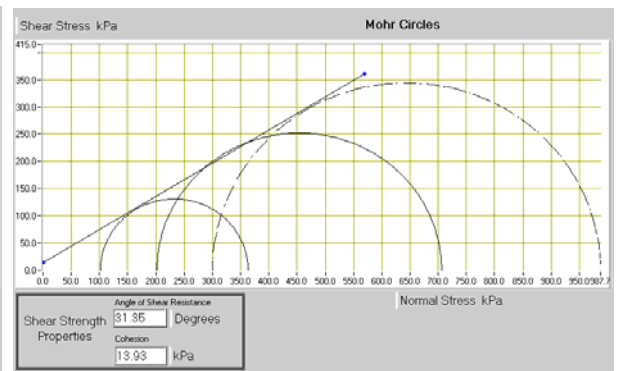


w=35,5

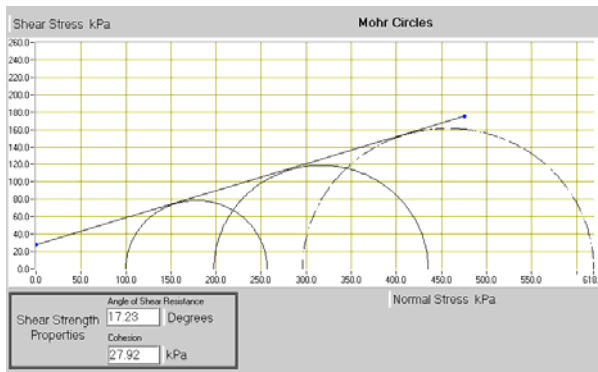
Numune No:15-2



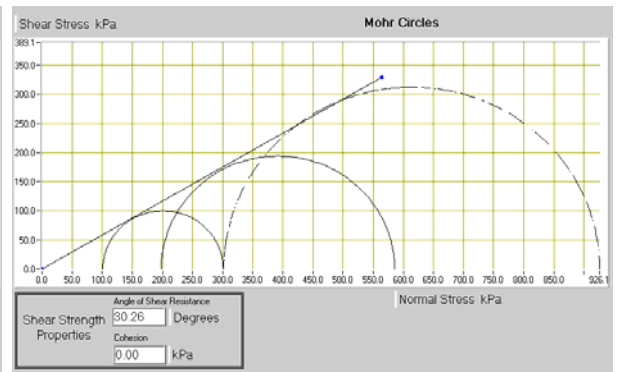
w=3



w=11

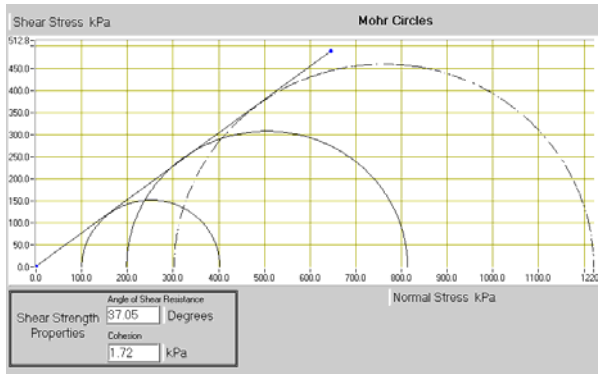


w=18

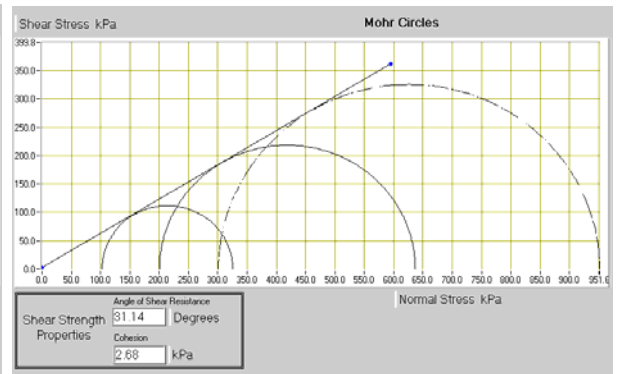


w=29,5

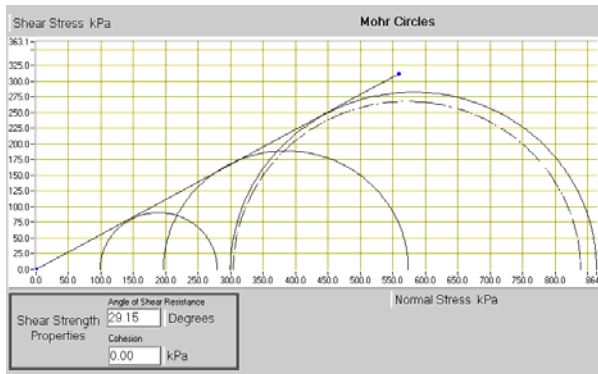
Numune No:16-2



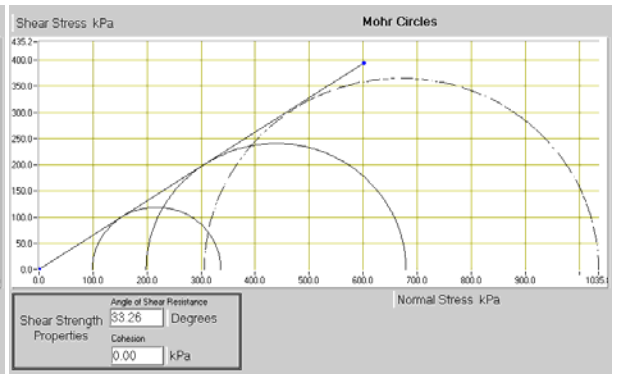
w=3



w=10

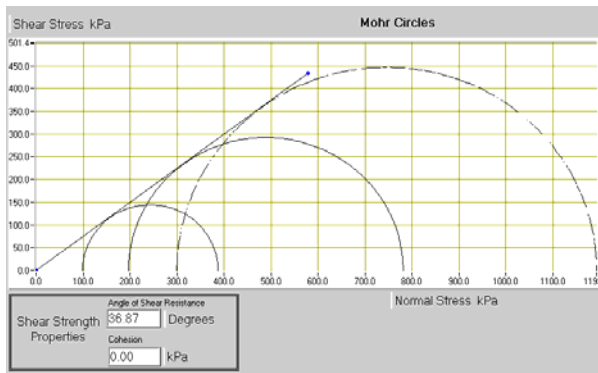


w=17,4

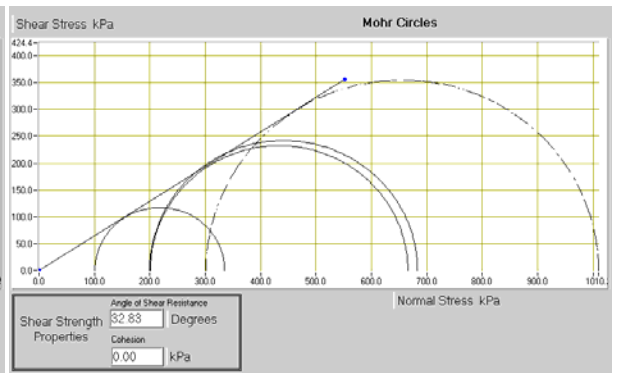


w=35,1

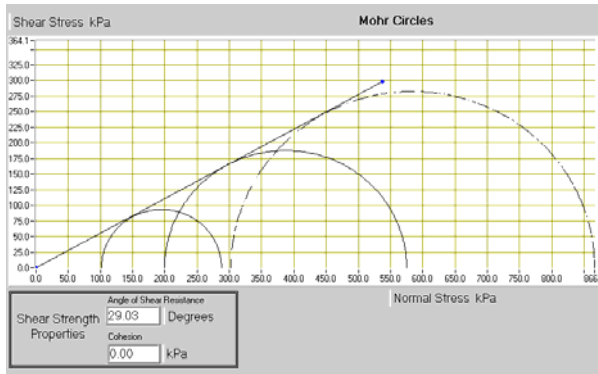
Numune No:17-2



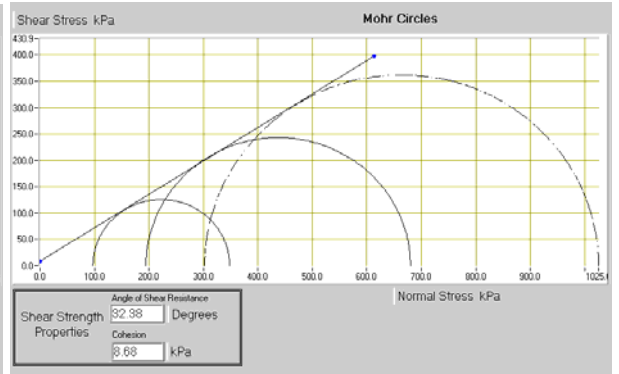
w=3



w=9,8

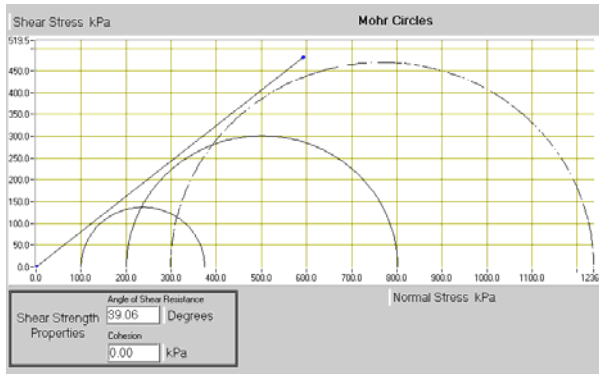


w=20

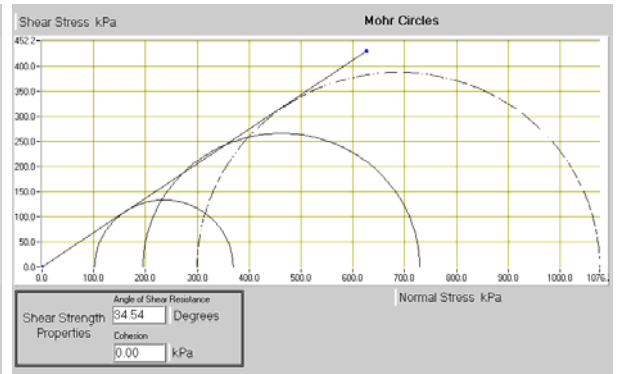


w=40,4

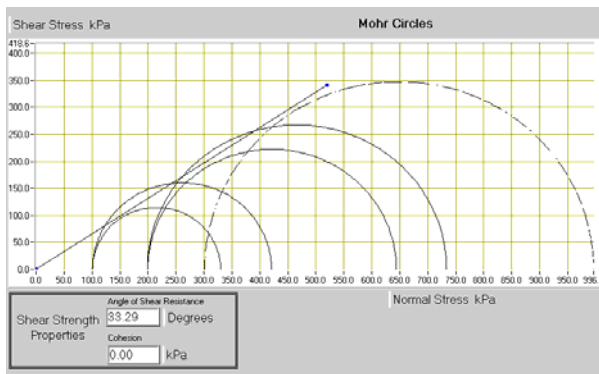
Numune No:18-2



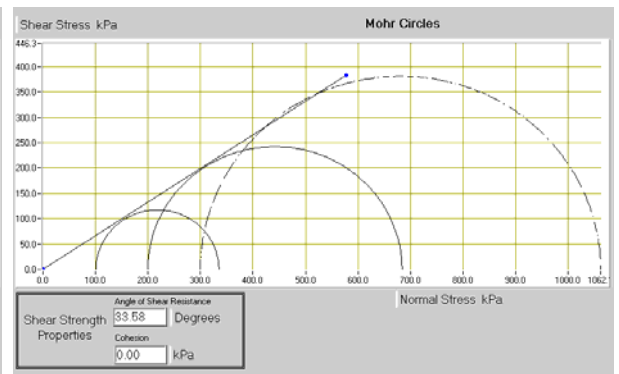
w=3



w=10

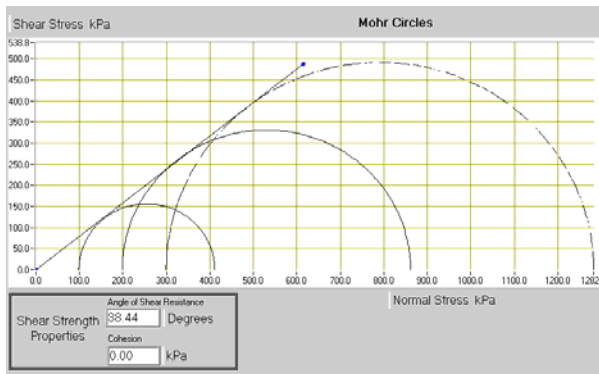


w=15

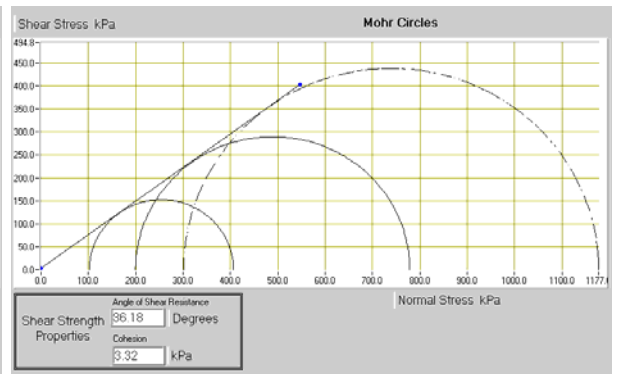


w=35,8

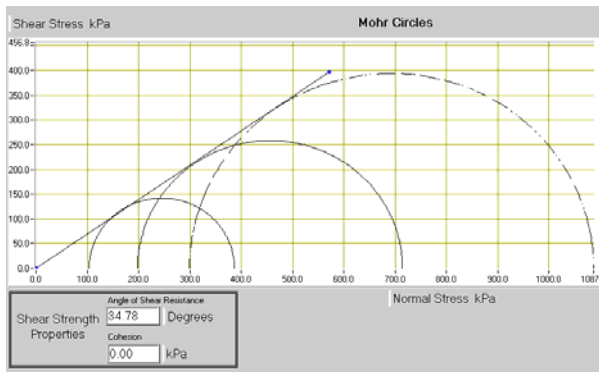
Numune No:19



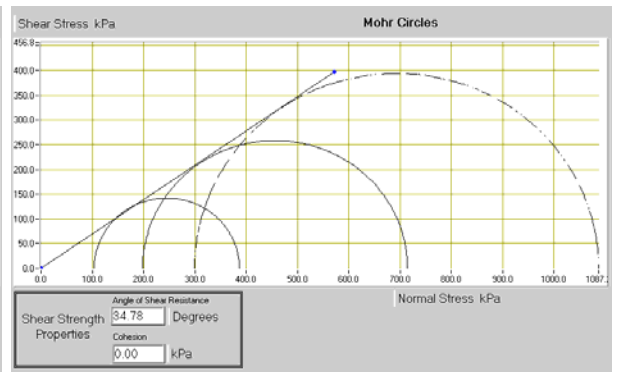
w=3



w=7,8

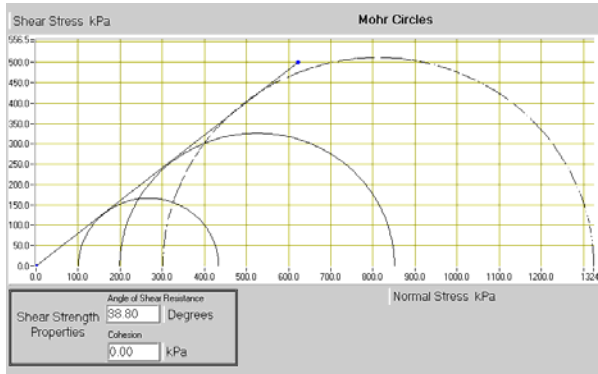


w=20

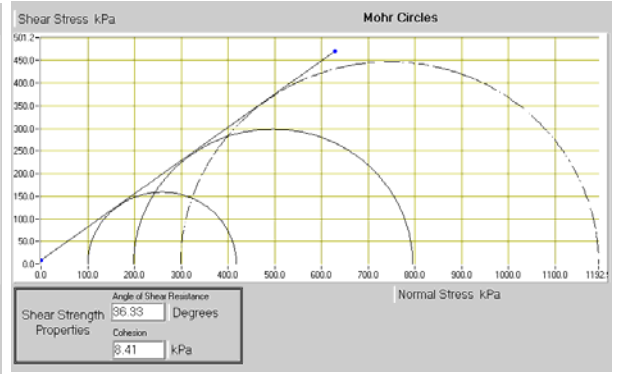


w=32,4

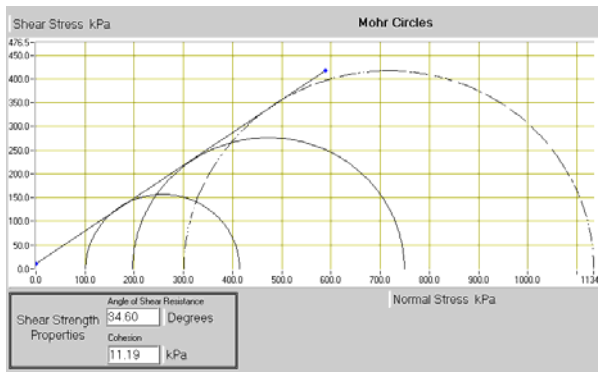
Numune No: 20(A)-2



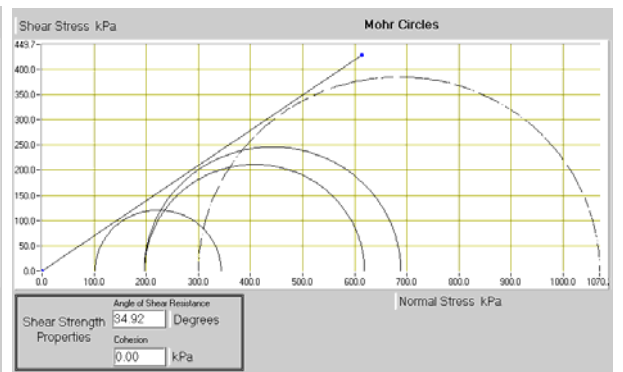
w=3



w=10

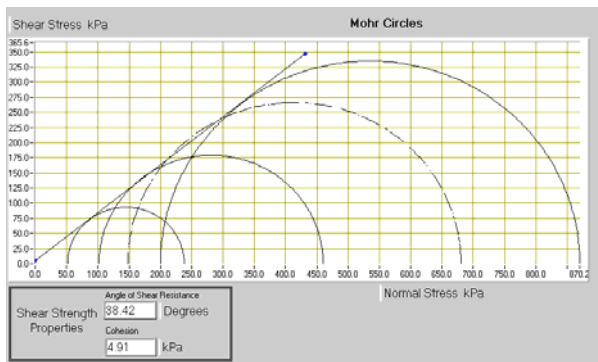


w=16,2

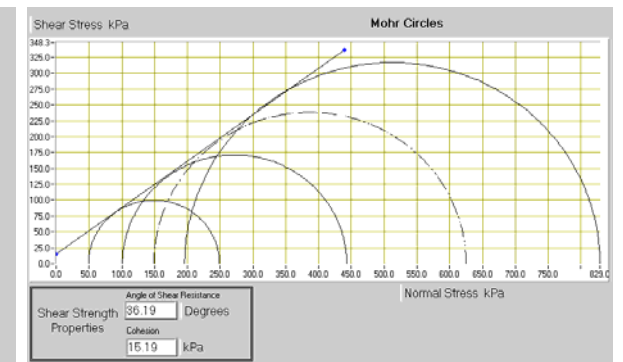


w=33,4

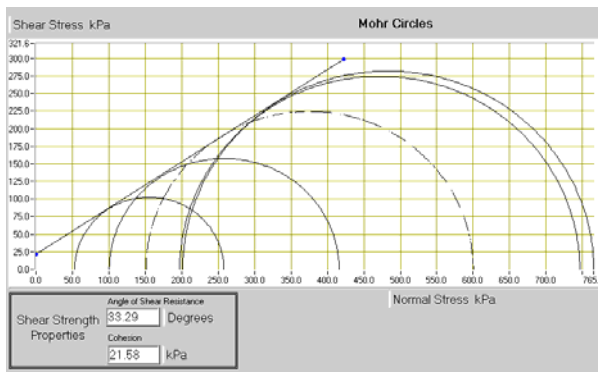
Numune No: 20(B)-1



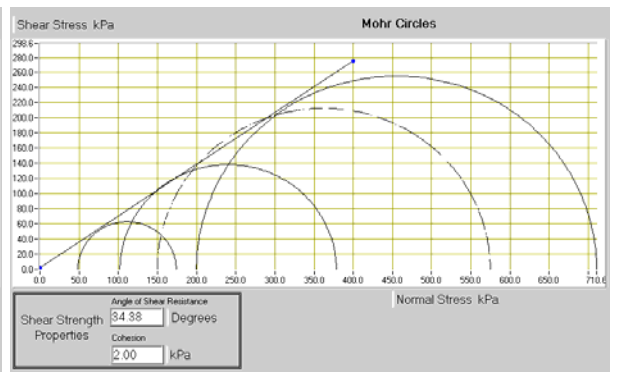
w=3



w=12,5



w=12,5

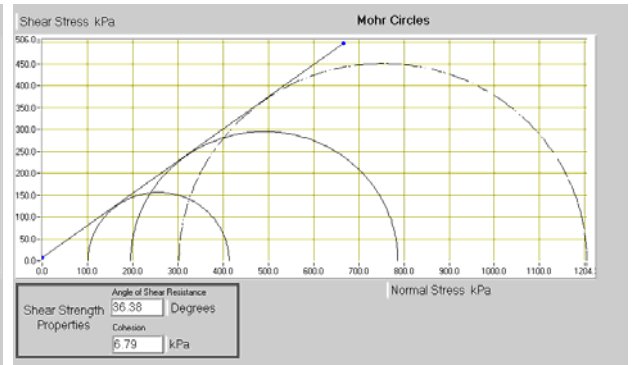


w=33,5

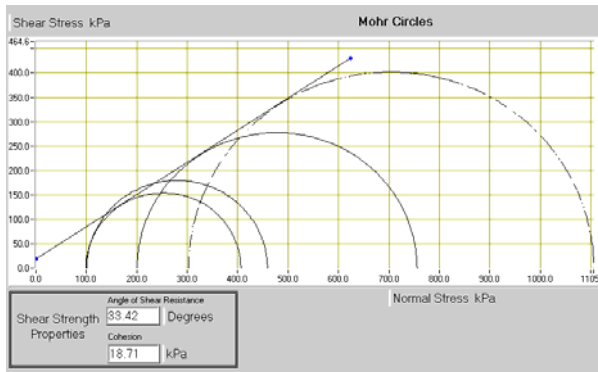
Numune No: 20(B)-2



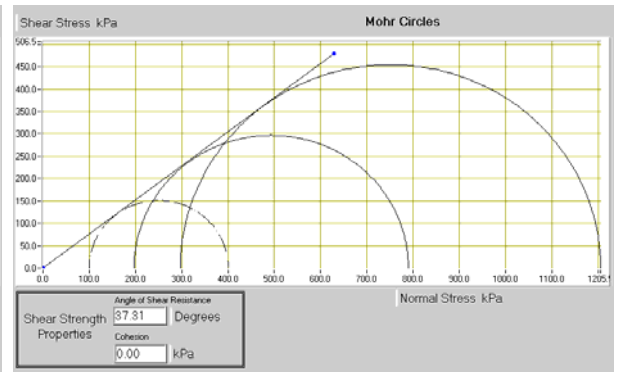
w=3



w=7,9

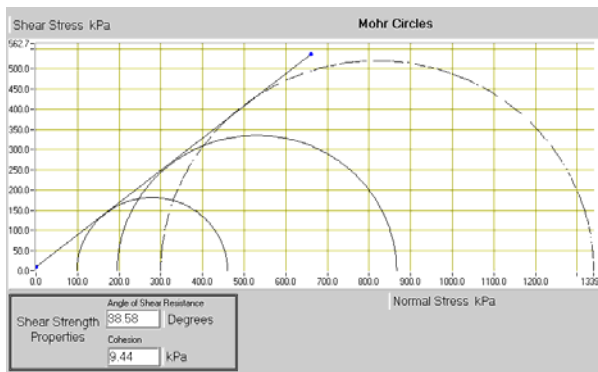


w=20

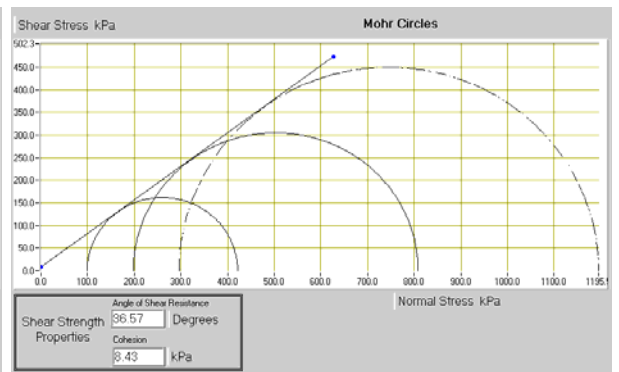


w=34,1

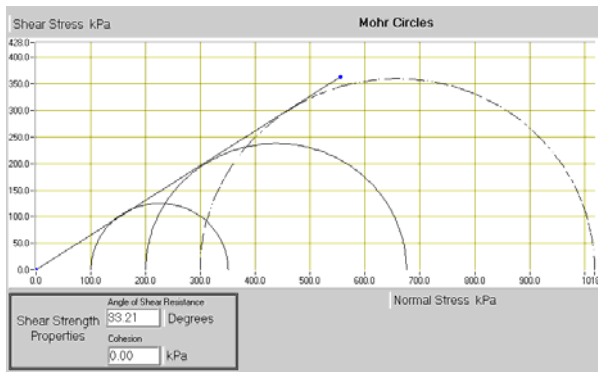
Numune No: 21-2



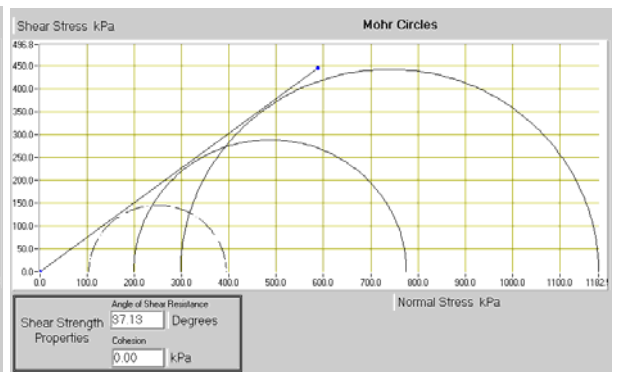
w=3



w=11,3

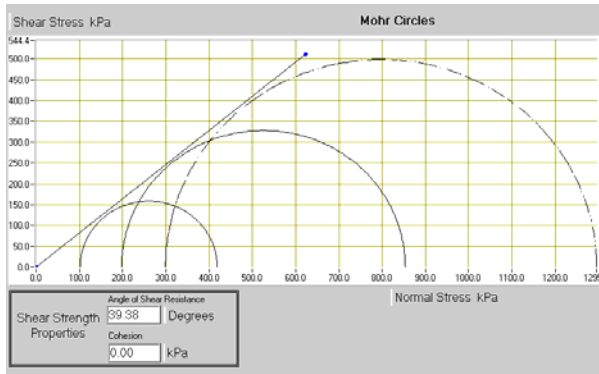


w=17

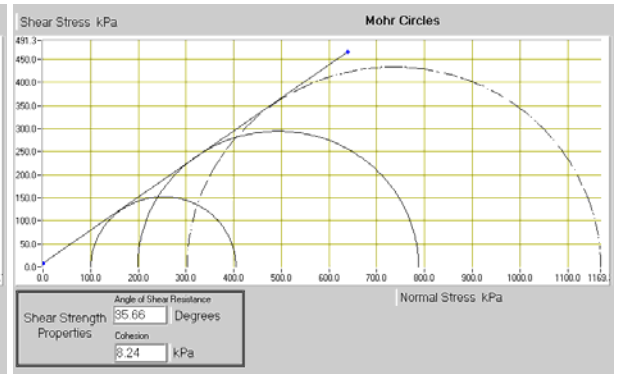


w=36,7

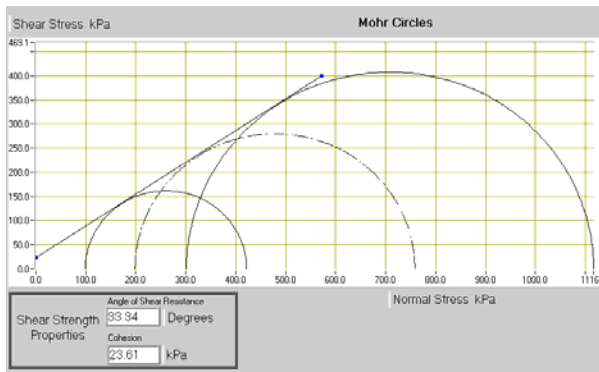
Numune No: 22(A)



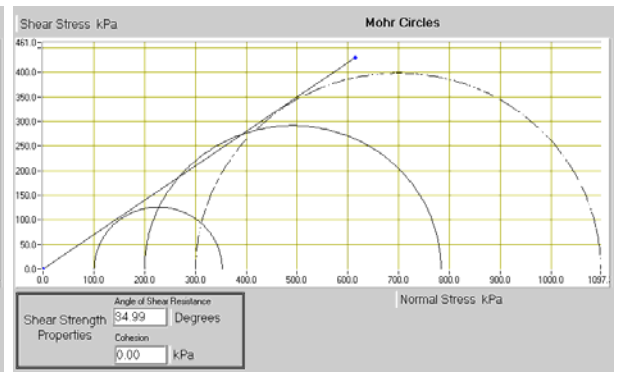
w=3



w=10

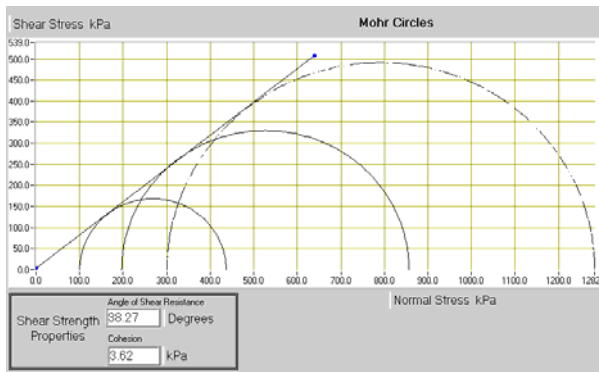


w=16,5

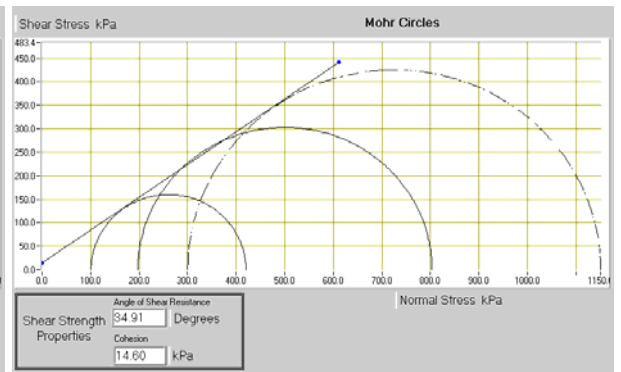


w=39,4

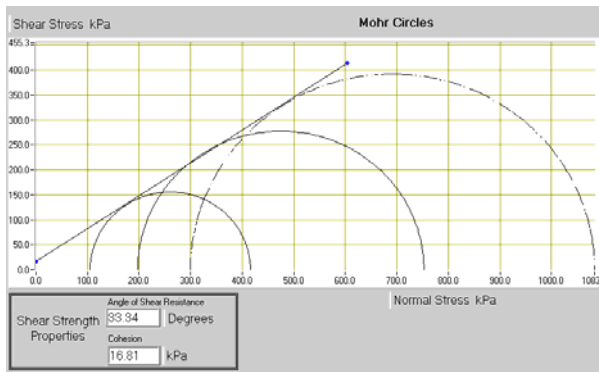
Numune No: 22(B)-2



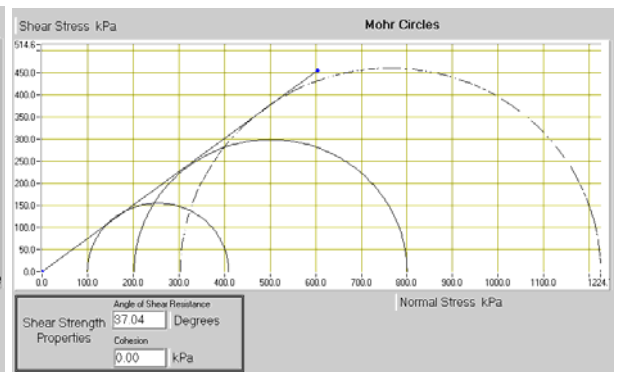
w=3,4



w=10

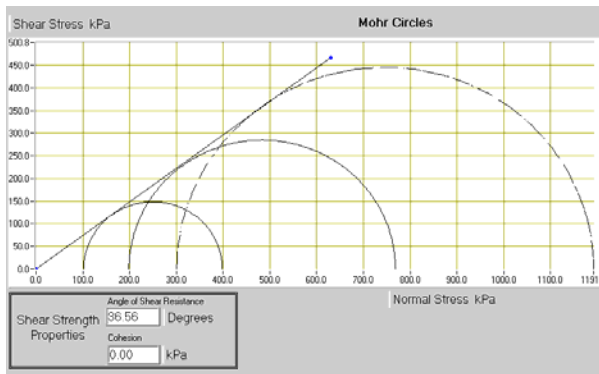


w=20

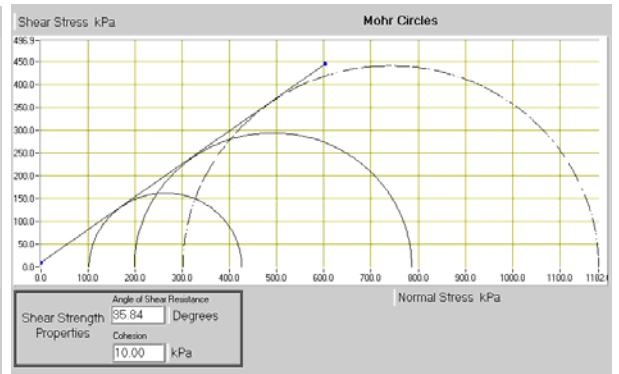


w=36,8

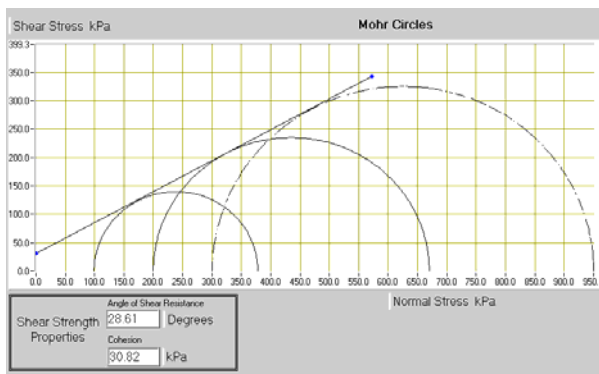
Numune No: 23-1



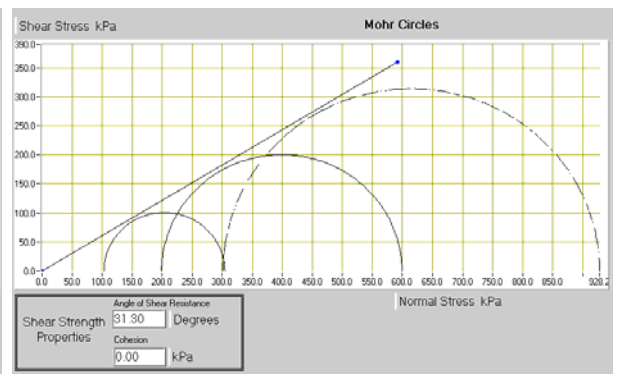
w=3



w=10

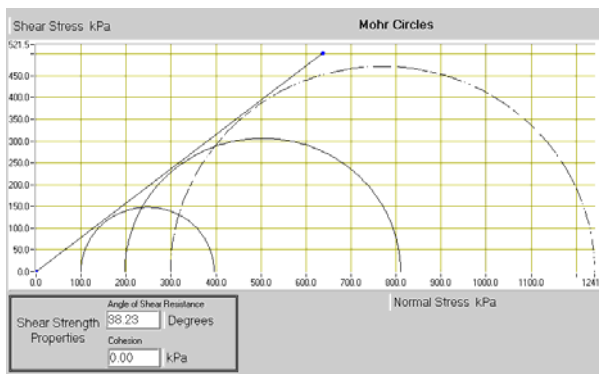


w=18,3

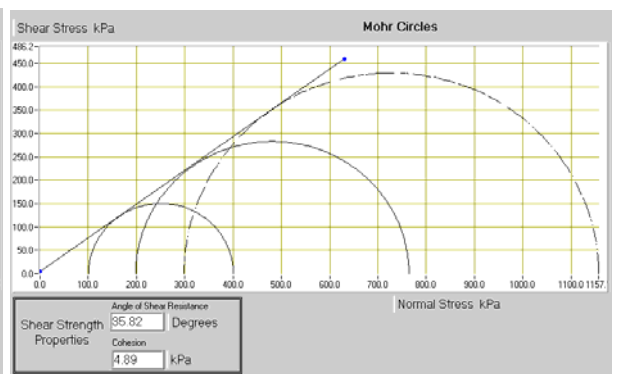


w=45,3

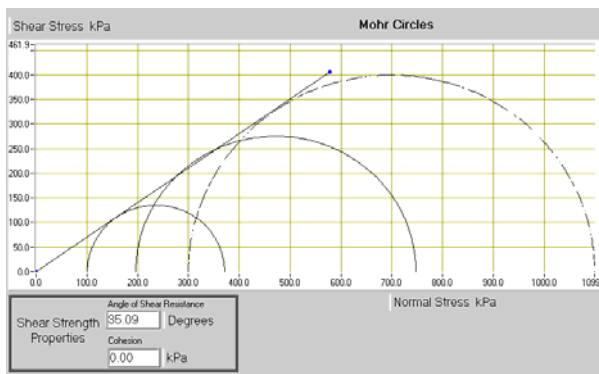
Numune No: 24-2



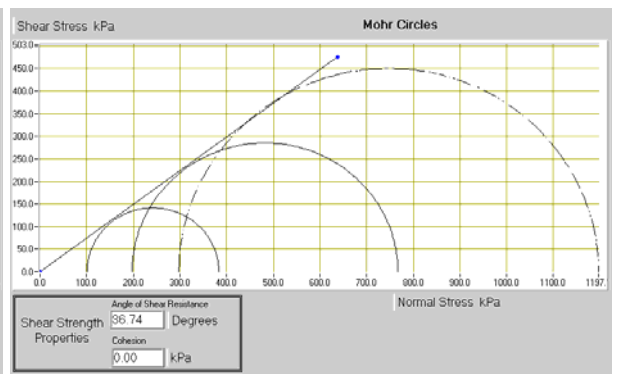
w=3



w=10,3

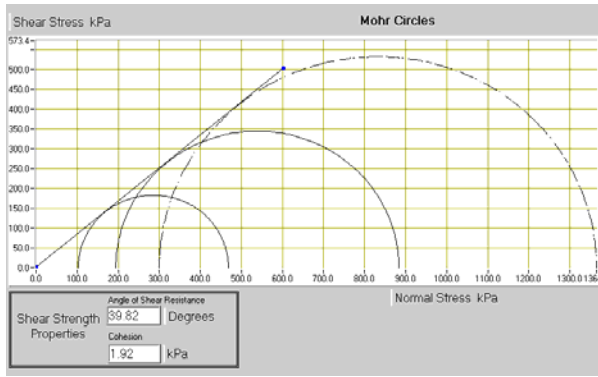


w=20

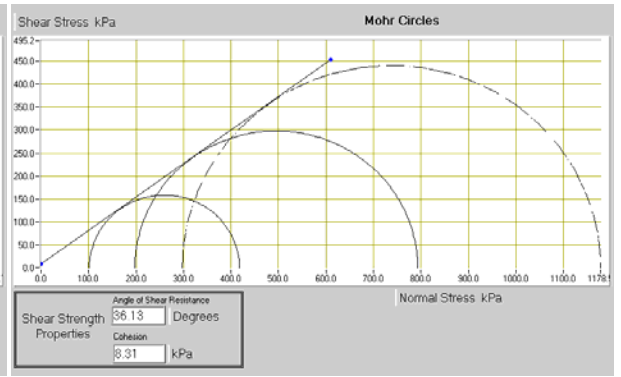


w=40

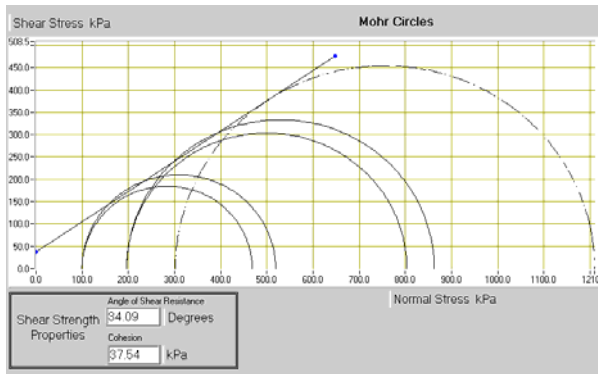
Numune No: 25-2



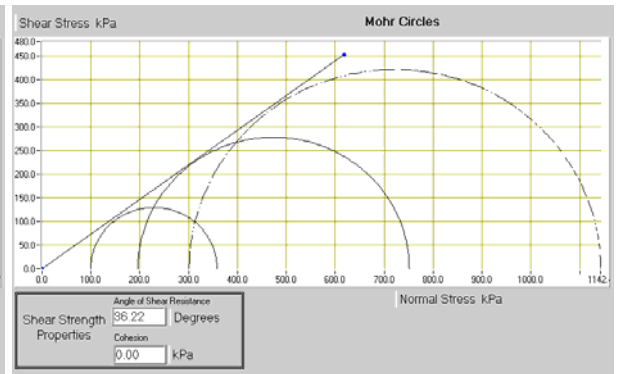
w=3



w=12,4

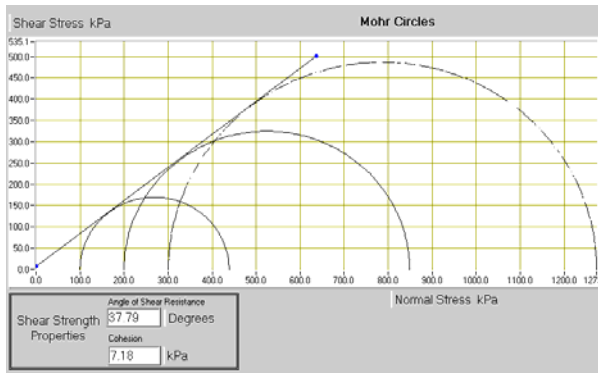


w=20

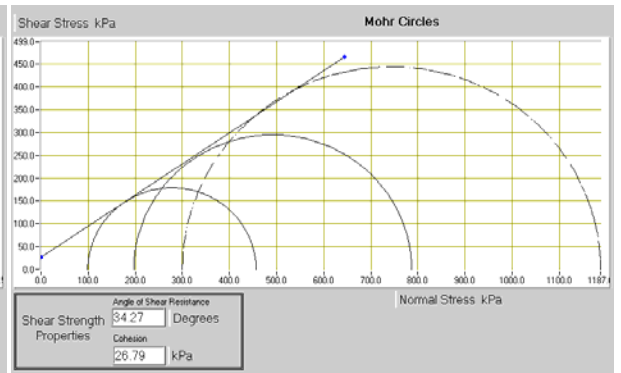


w=33,8

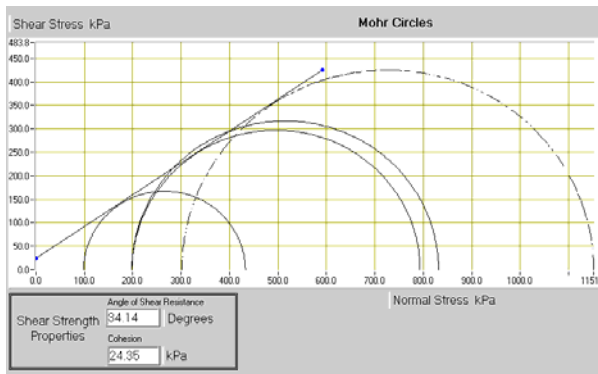
Numune No: 26-1



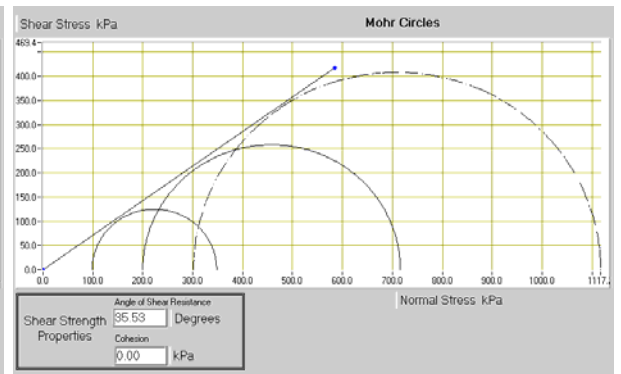
w=3



w=12,4

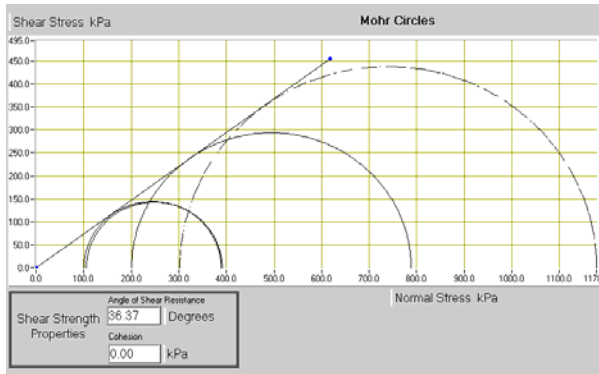


w=20

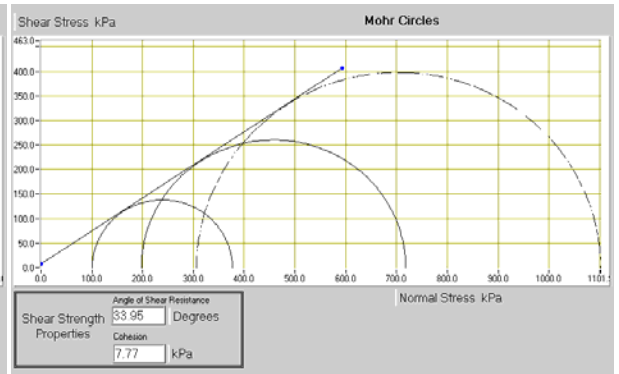


w=34,5

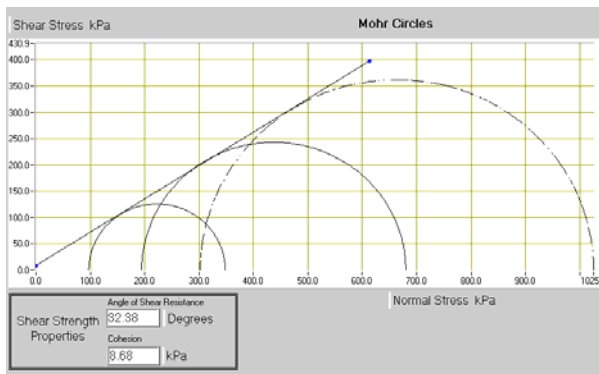
Numune No: 26(A)-1



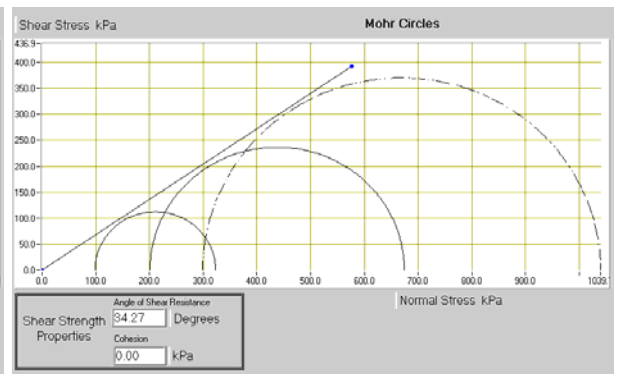
w=3



w=10

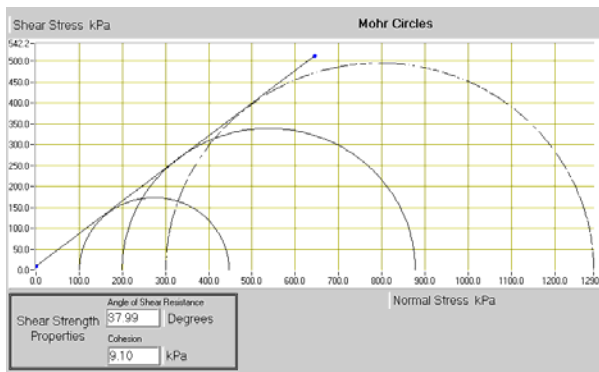


w=22,4

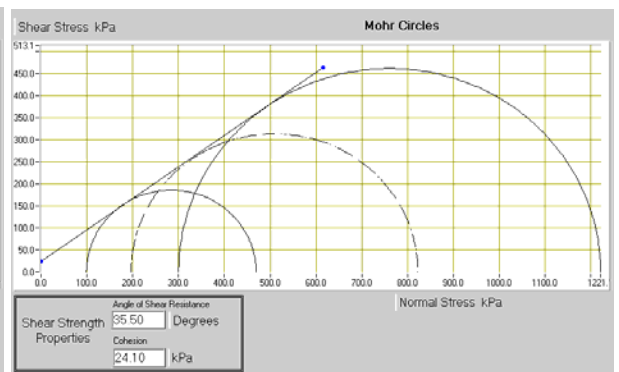


w=35,7

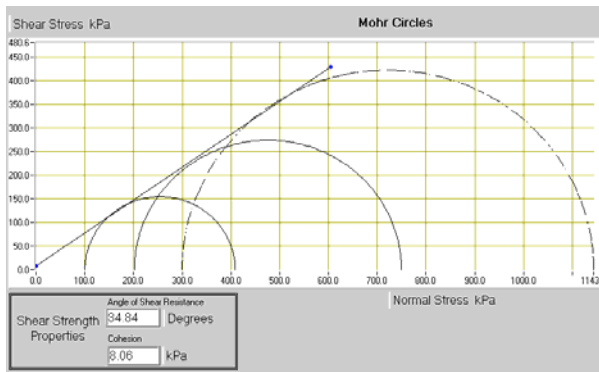
Numune No: 26(B)-1



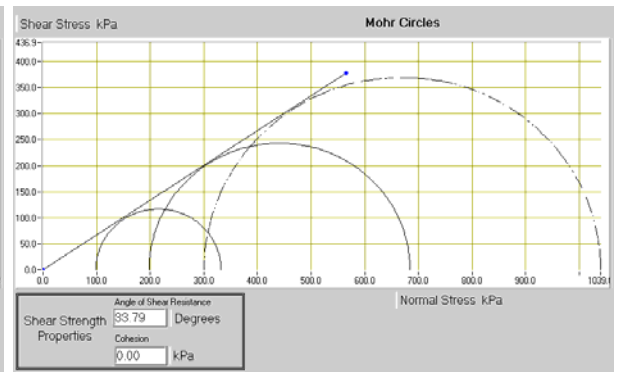
w=3



w=10



w=16,4

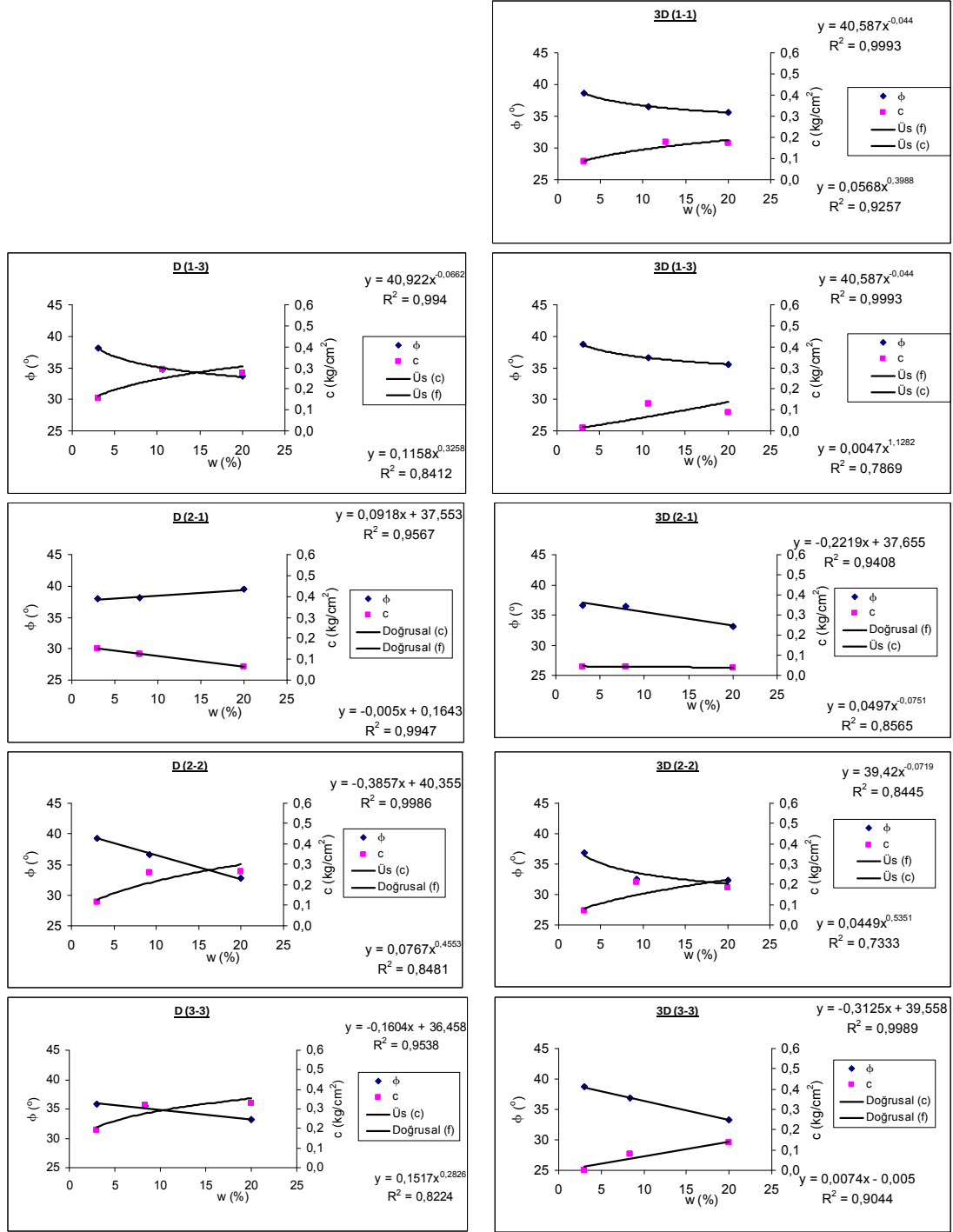


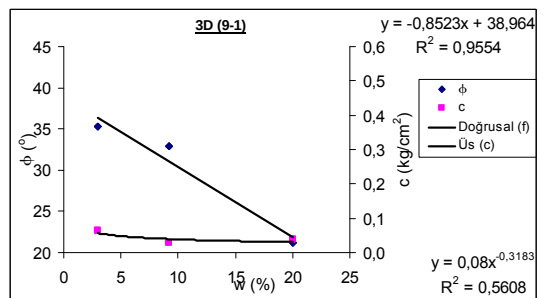
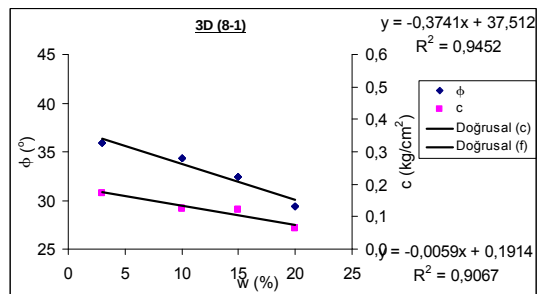
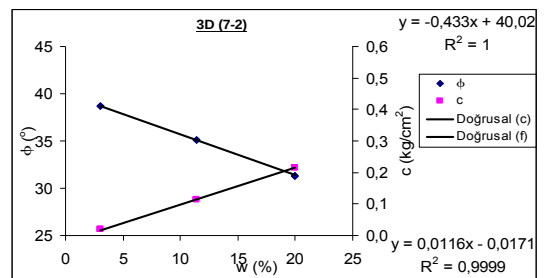
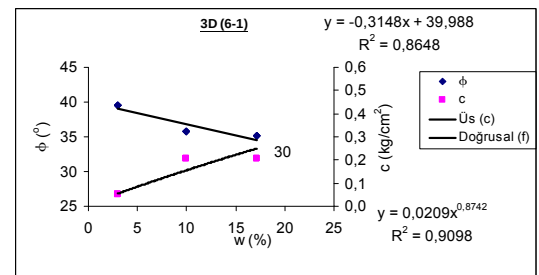
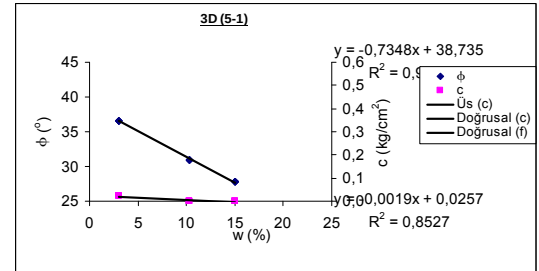
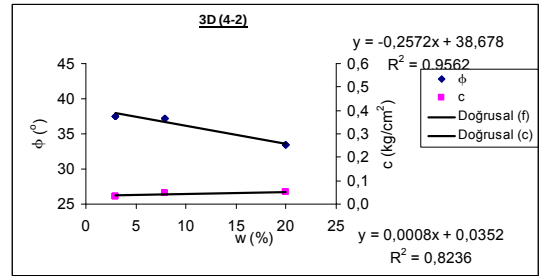
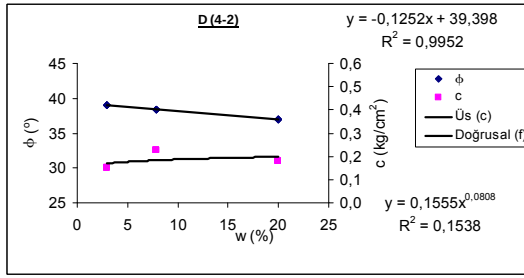
w=28,1

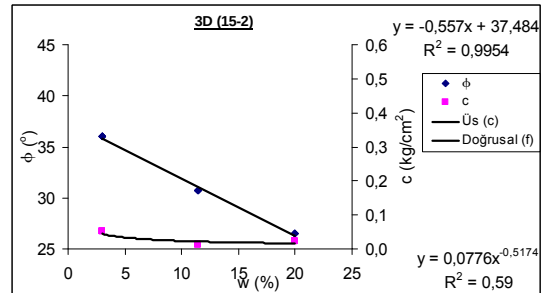
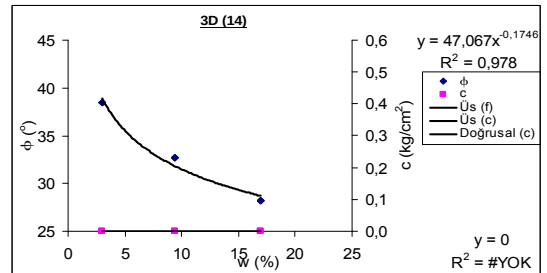
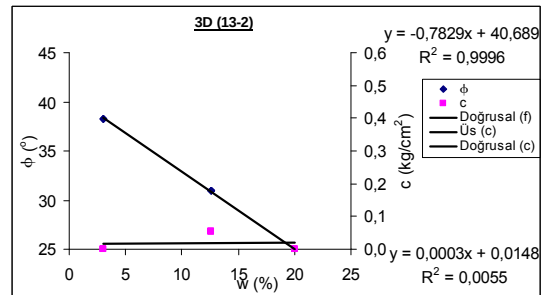
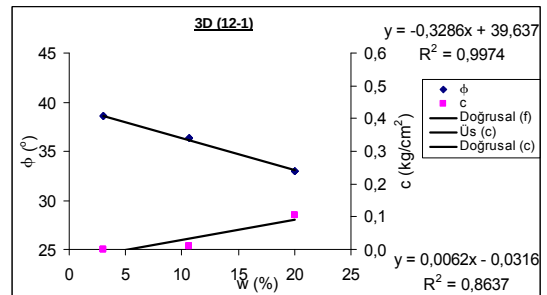
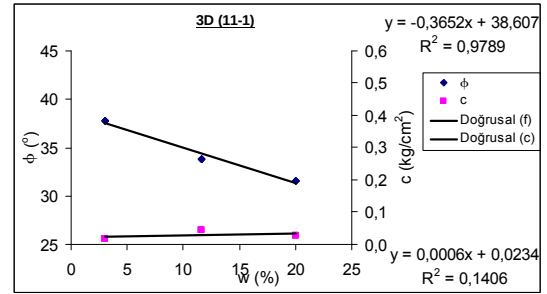
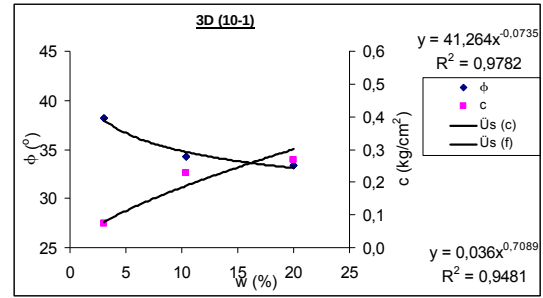
Numune No: 26(B)-2

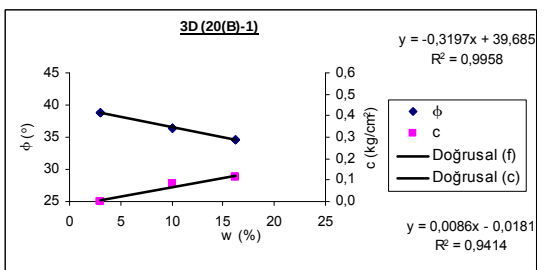
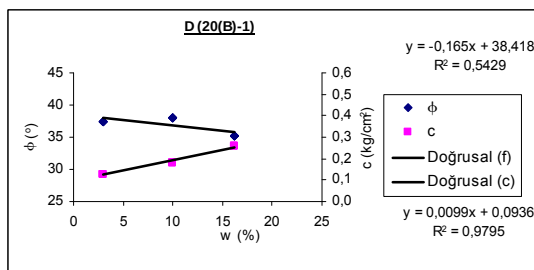
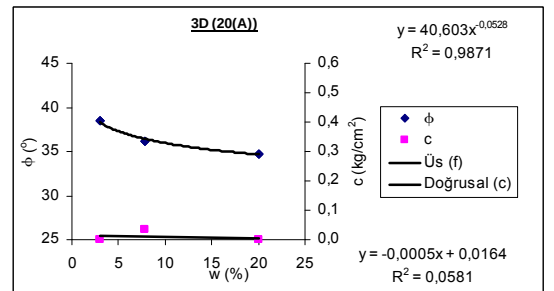
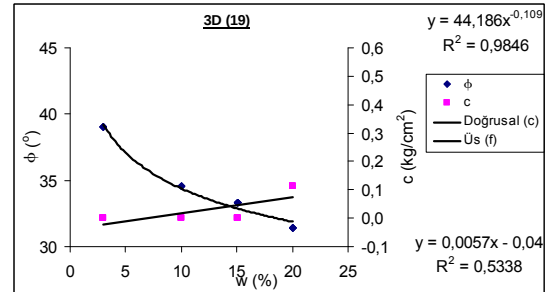
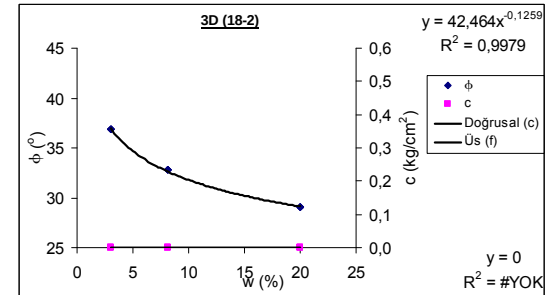
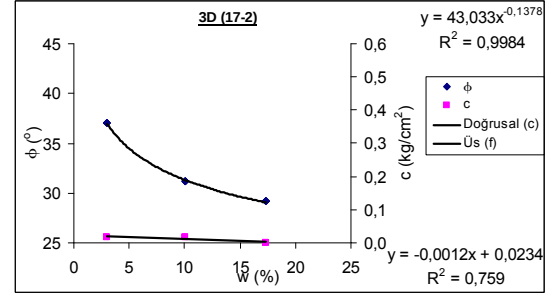
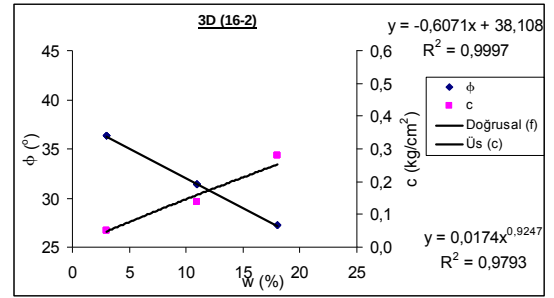
Ek-5
Numunelere Ait İsel Parametrelerin
Su Muhtevası İle eğişimi

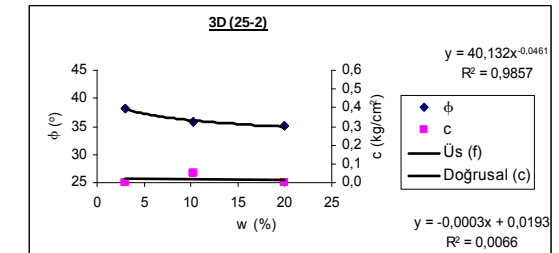
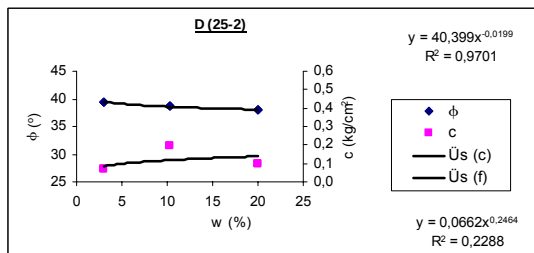
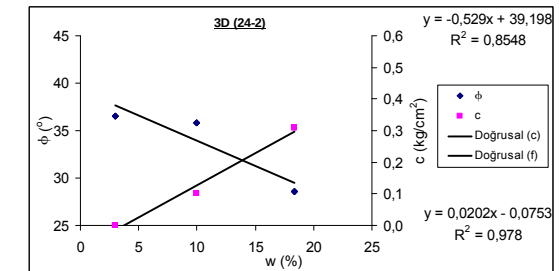
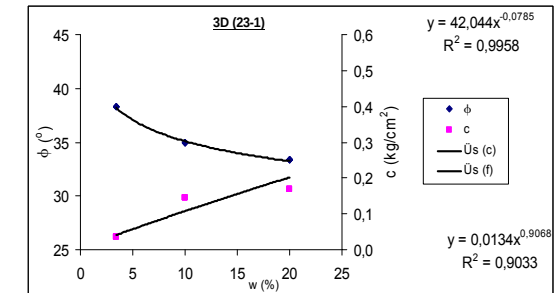
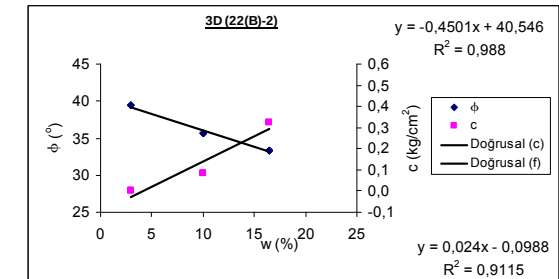
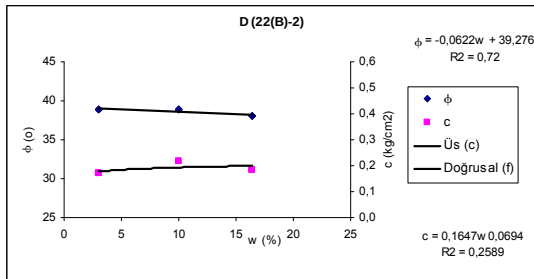
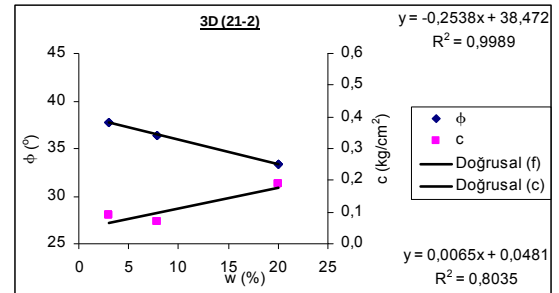
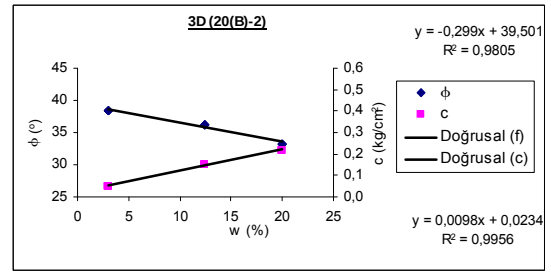
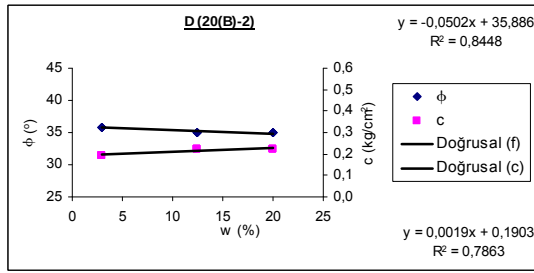
Numunelere ait içsel parametrelerin su muhtevasına bağlı değişimleri

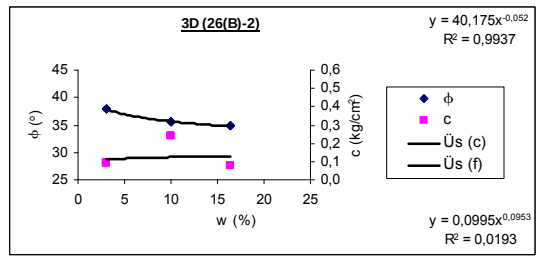
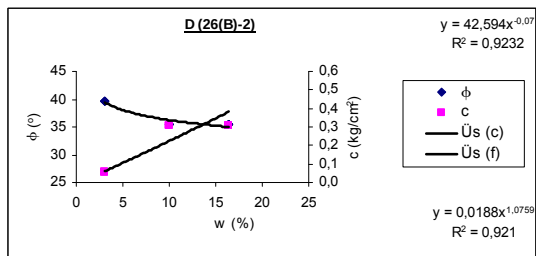
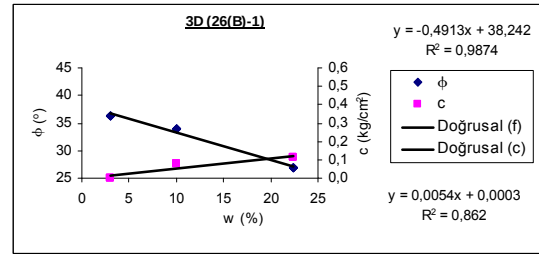
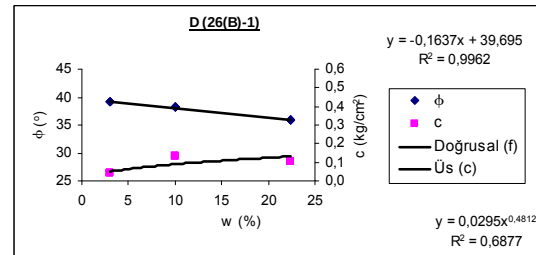
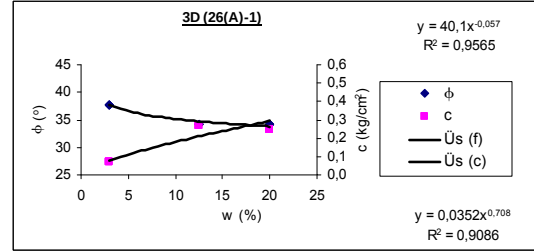
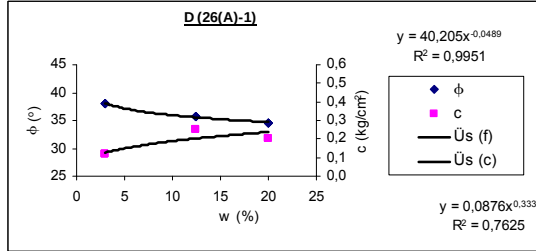
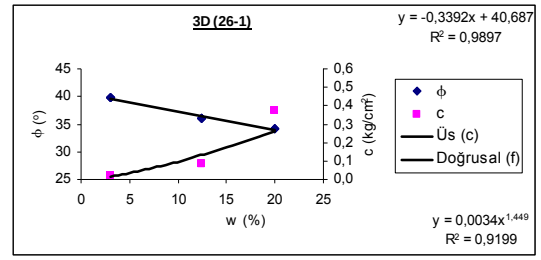
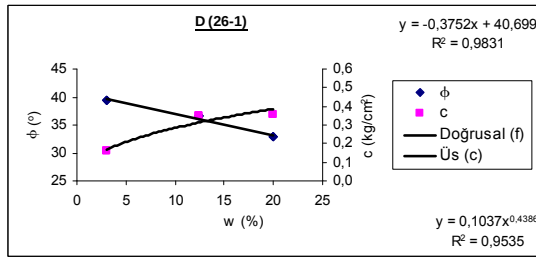






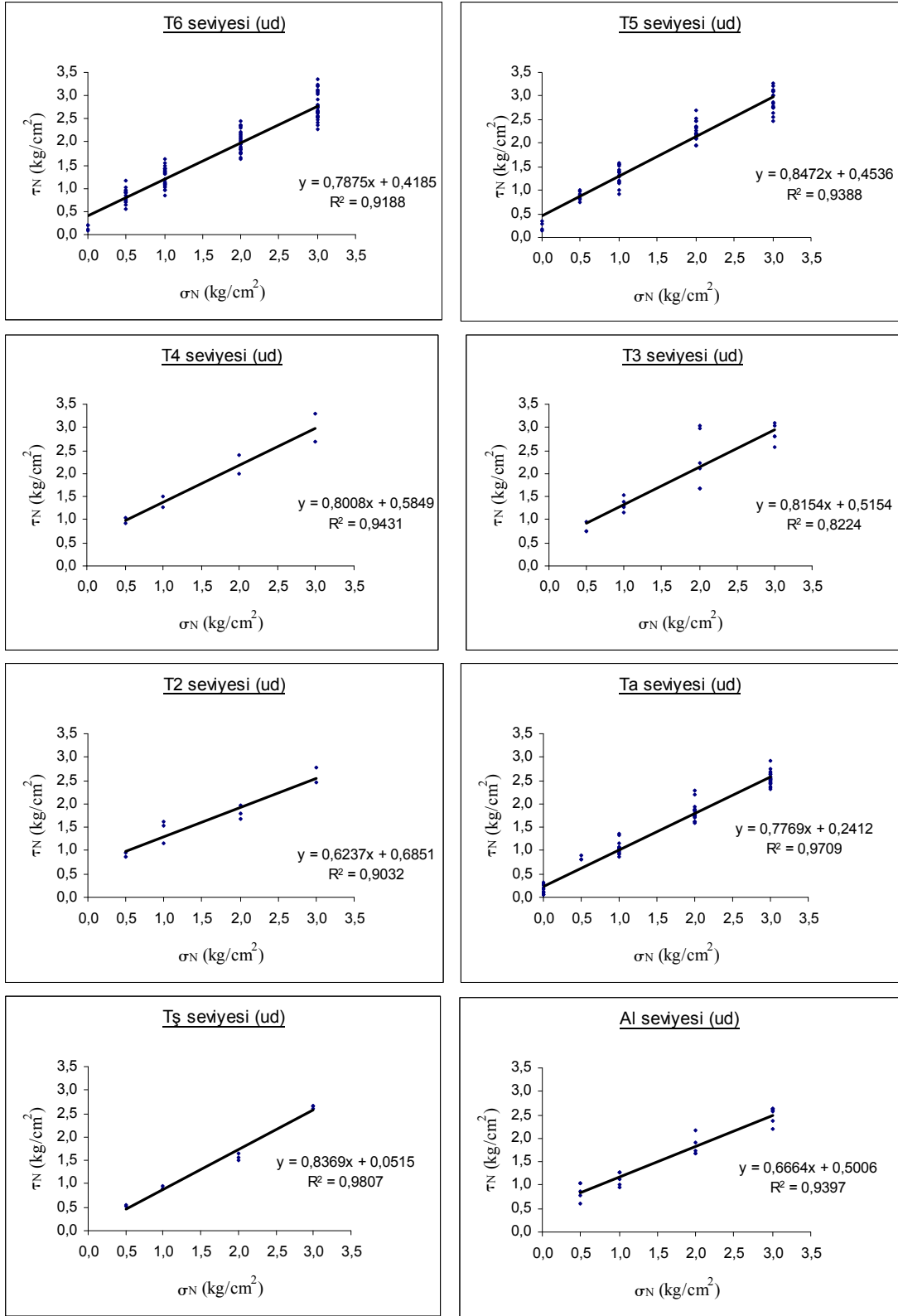




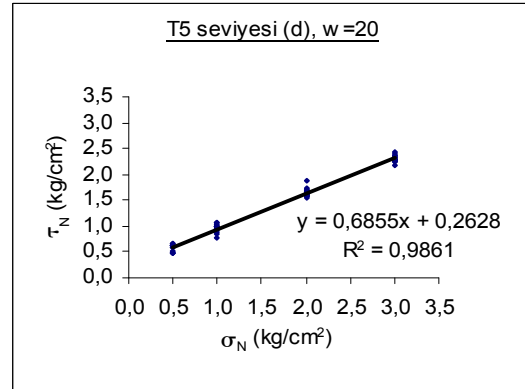
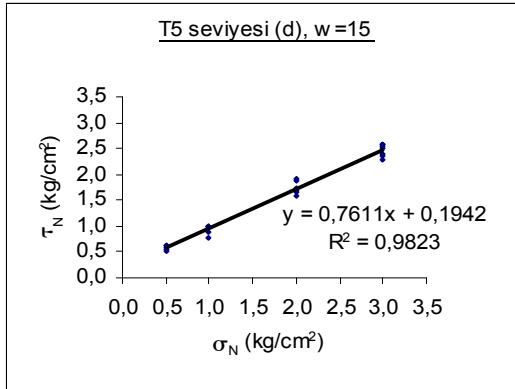
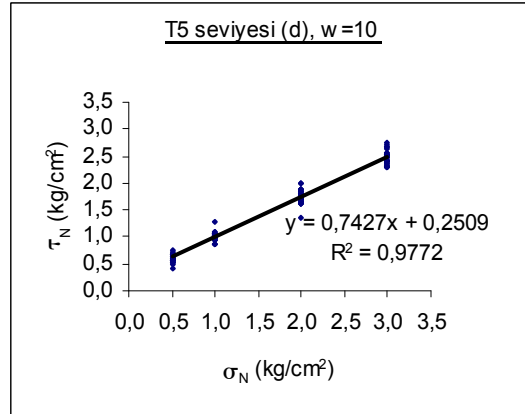
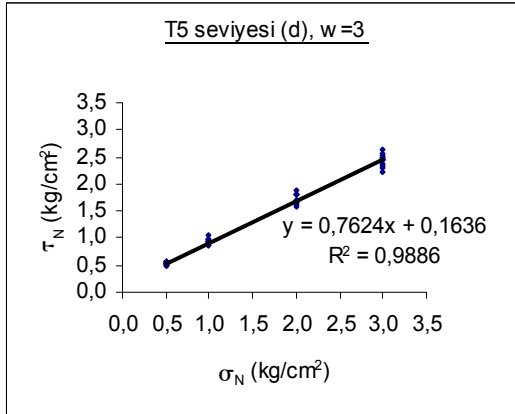
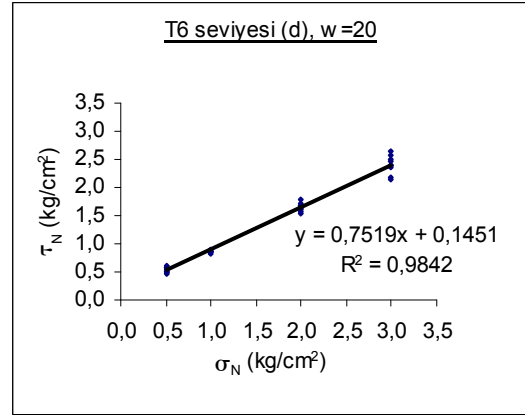
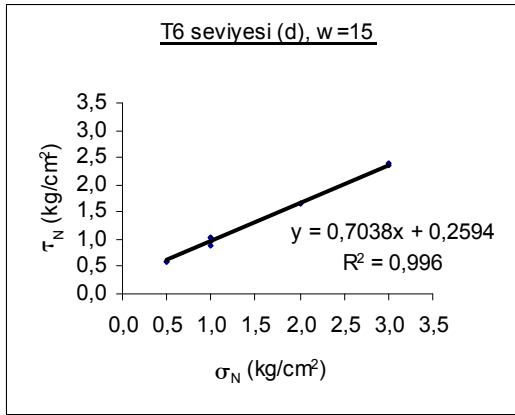
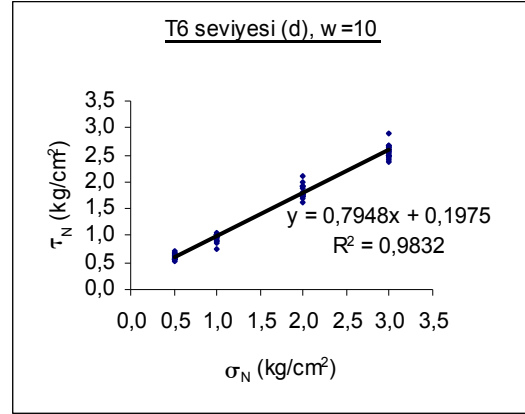
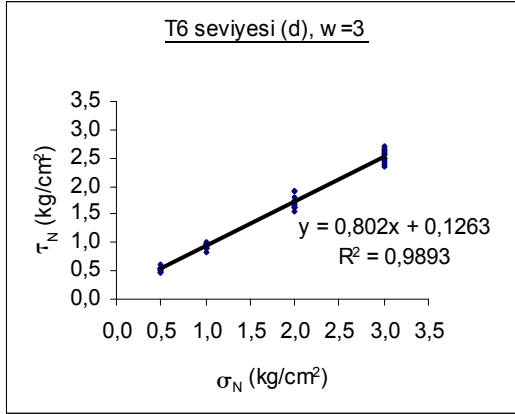


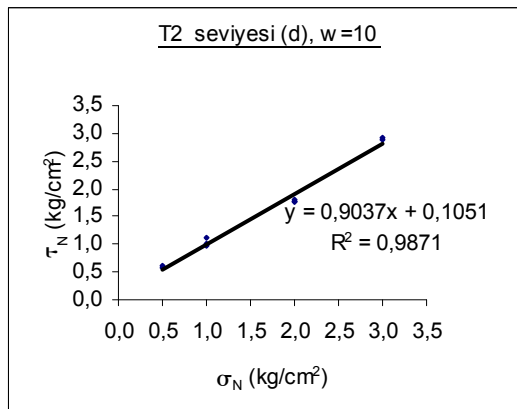
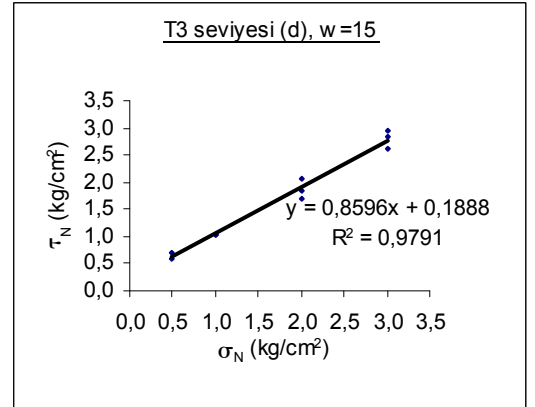
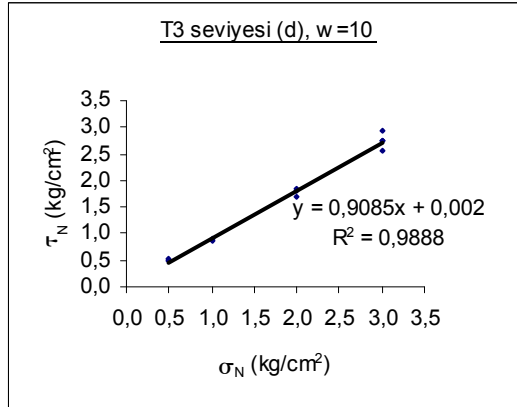
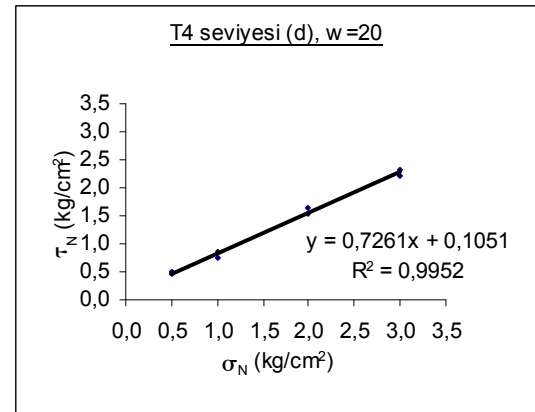
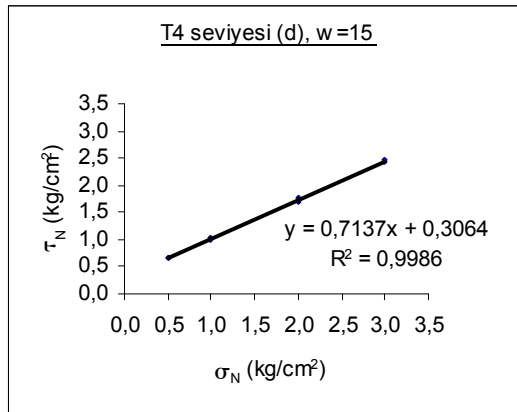
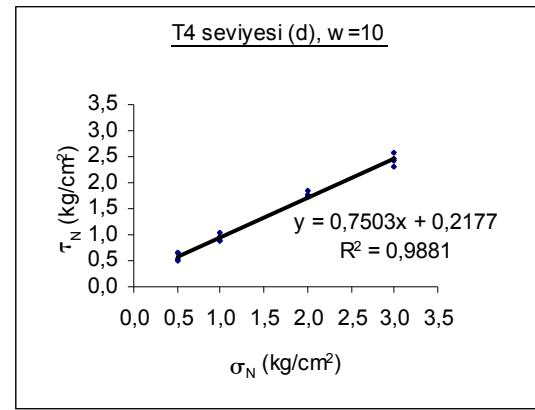
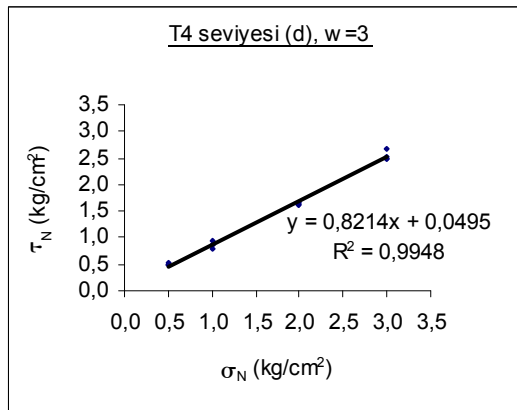
Ek-6
Seviyelere Ait Numunelerin Kayma
Mukavemeti Diyagramları

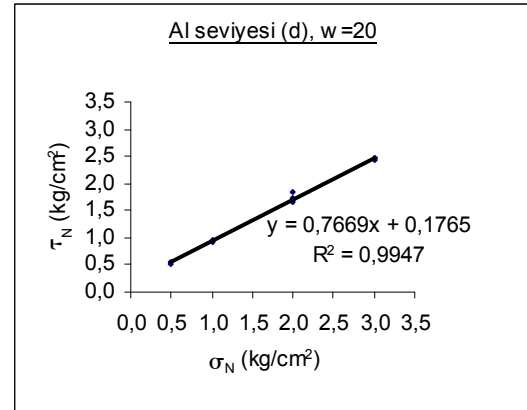
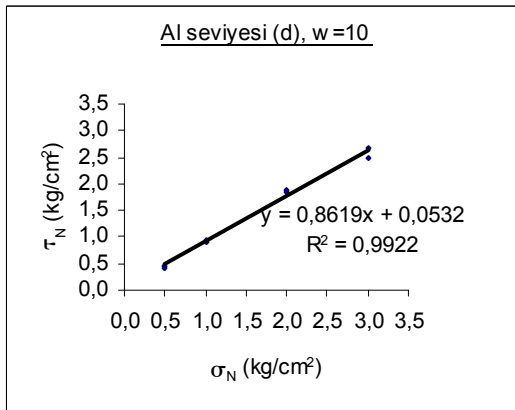
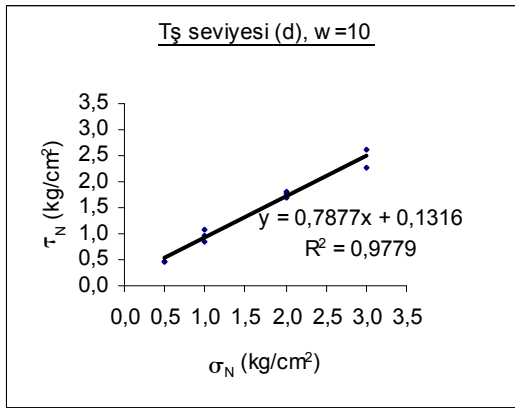
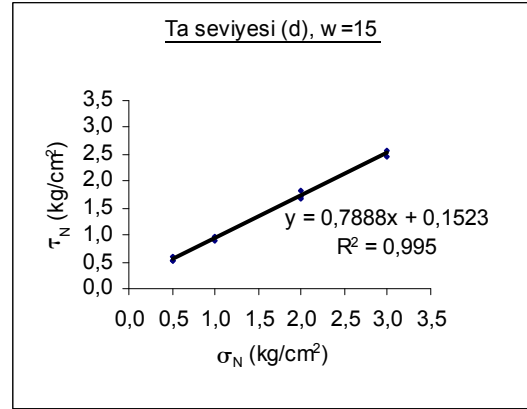
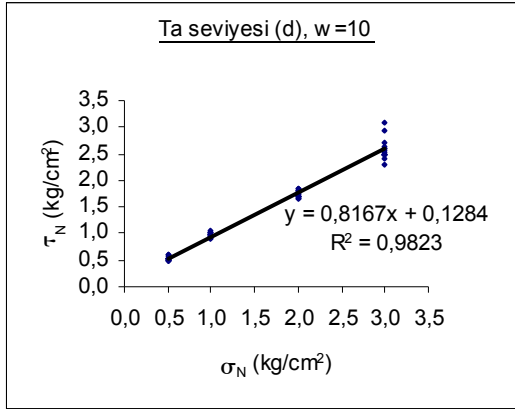
Seviyelere ait örselenmemiş numunelerin kayma mukavemeti diyagramları



Seviyelere ait örselenmiş numunelerin su muhtevasına (w) bağlı σ - τ diyagramları

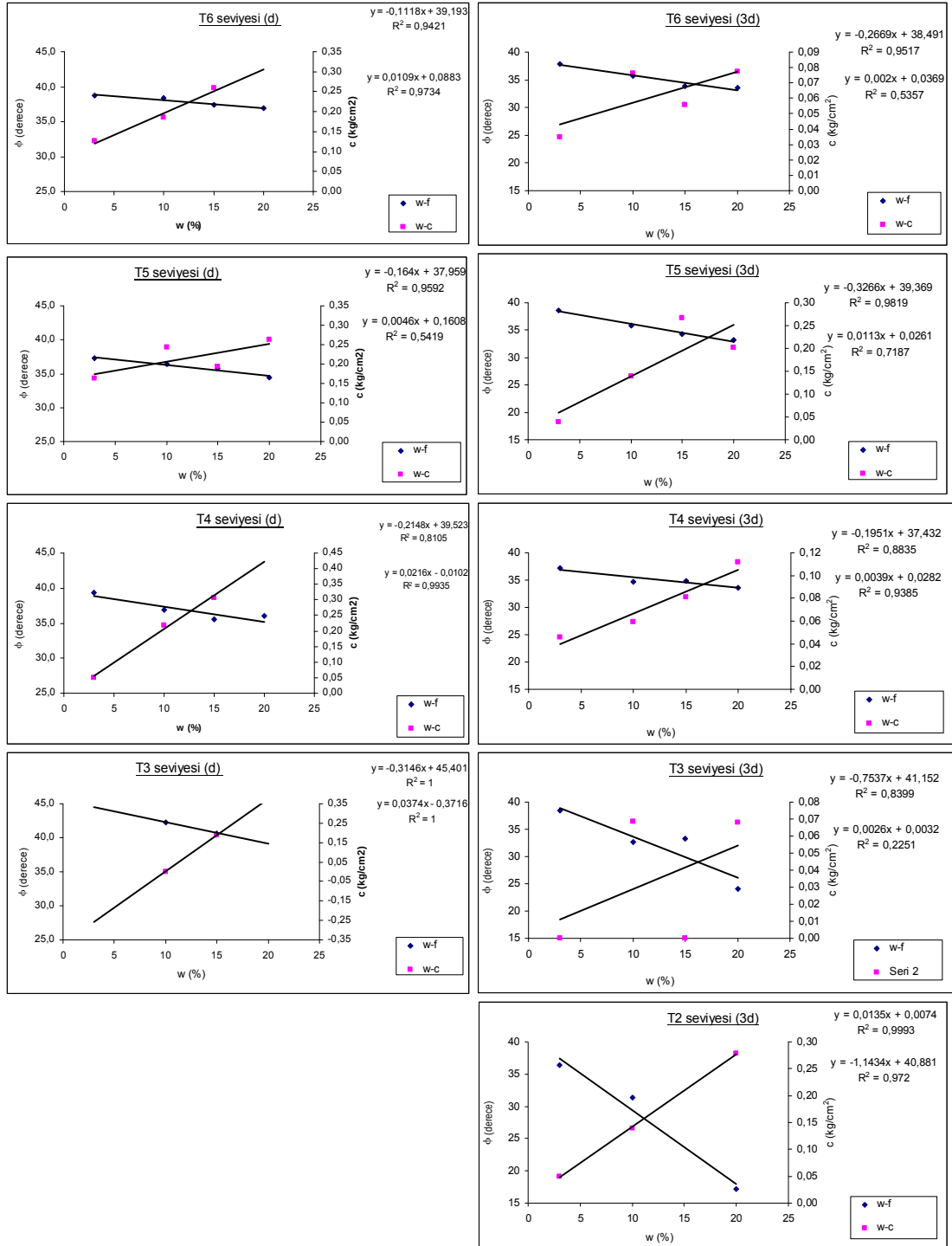


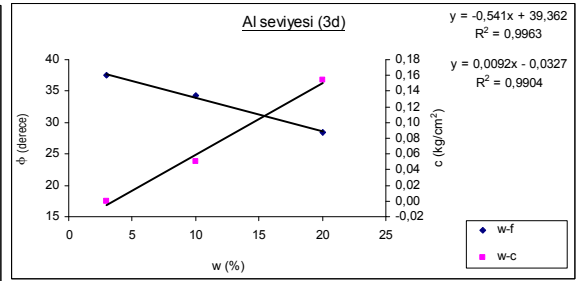
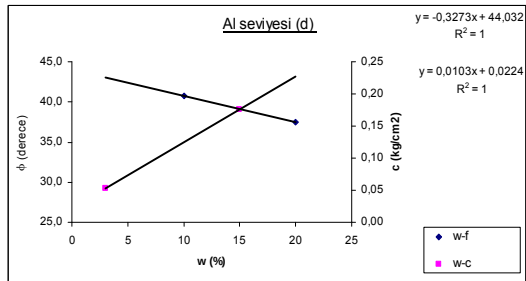
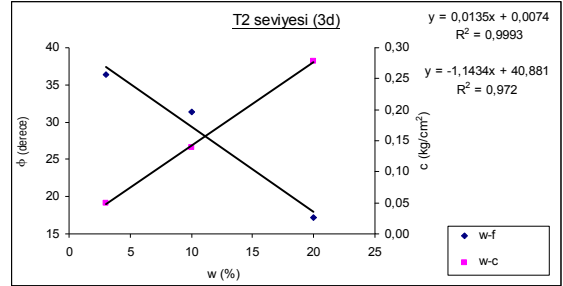
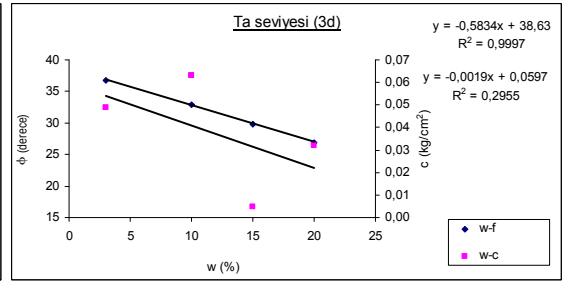
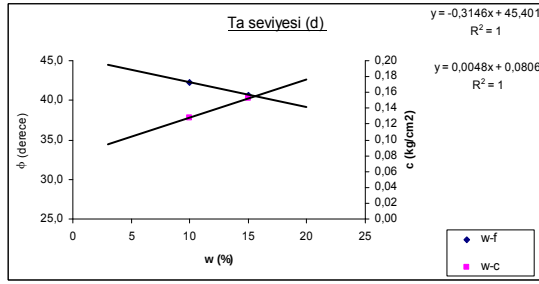




Ek-7
Seviyelere Göre İçsel Parametrelerin
Su Muhtevasına Bağlı Değişimleri

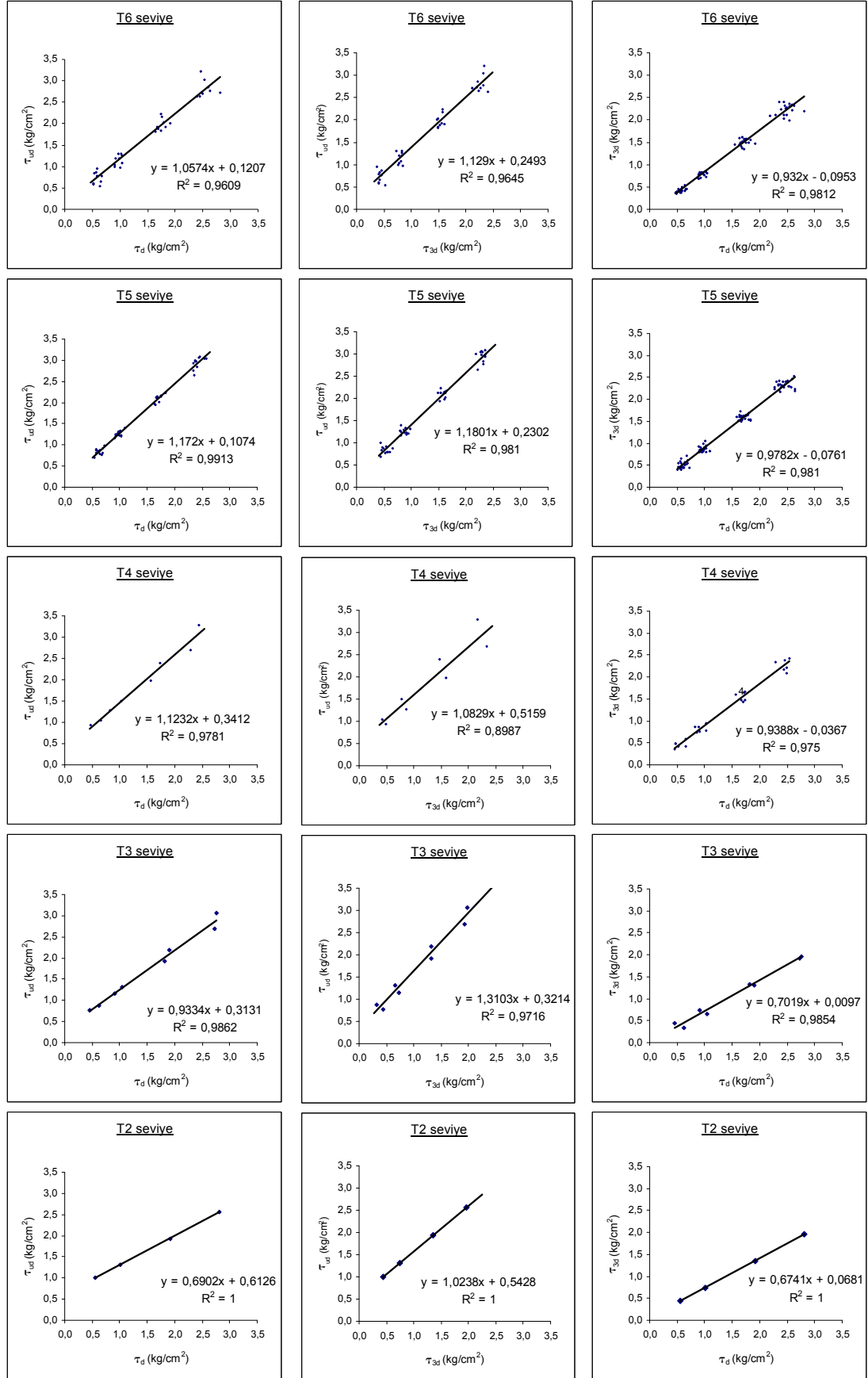
Seviyelere göre içsel parametrelerin su muhtevasına bağlı değişimleri

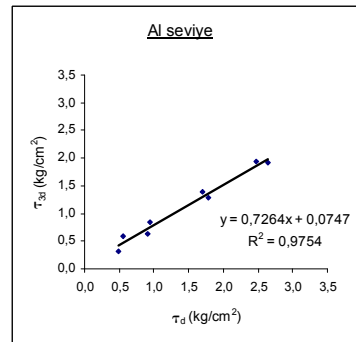
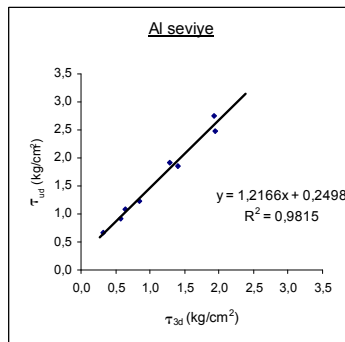
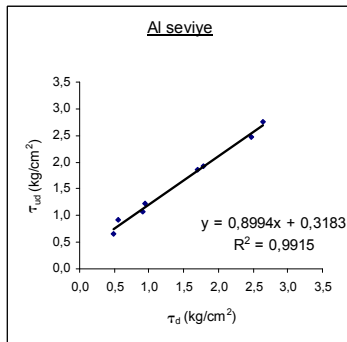
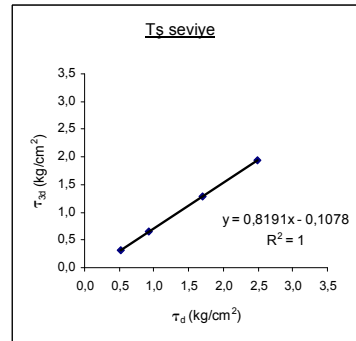
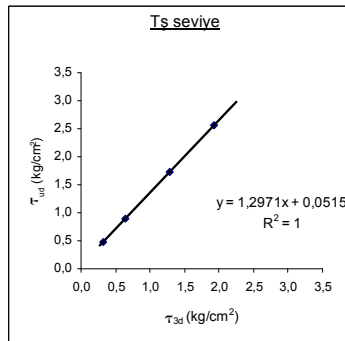
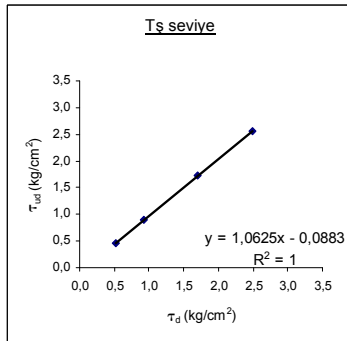
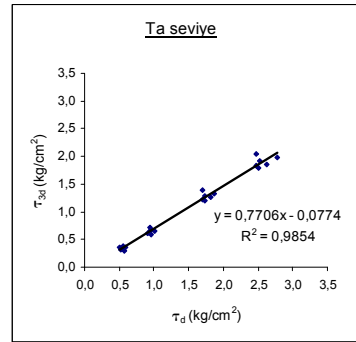
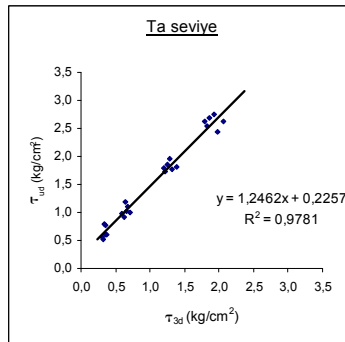
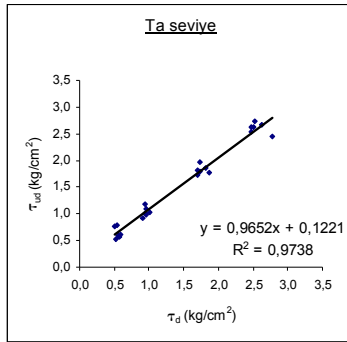




Ek-8
Seviyelere Göre Örselenmiş-Örselenmemiş
Kesme Mukavemeti İlişkileri

Seviyelere göre örselenmiş-örselenmemiş kesme mukavemet ilişkileri





Ek-9
Sondaj Logları

T.C. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLJİ ANABİLİM DALI JEOTEKNİK ZEMİN SONDAJ LOGU										PROJE ADI:				SAYFA			
										ISPARTA OVASI ARAŞTIRMA							
										SONDAJ NO: SK-1							
										KOORDİNAT		X: 85 514 Y: 82 240 Z: 1070					
										ROTARİ ☐ DARBELİ ☐ AUGER ☐							
MUHAFAZA BORUSU																	
BAŞLAMA TARİHİ 21.04.2009																	
BİTİŞ TARİHİ 21.04.2009																	
SONDAJ DERİNLİĞİ m	TABAKA DERİNLİĞİ m	ÖRNEK NO	ÖRNEK DERİNLİĞİ m	ÖRNEK TİPİ	SPT DENEYİ VE GRAFİĞİ			ZEMİN PROFİLİ	LABORATUVAR DENEYLERİ				USCS SİMGESİ	ZEMİN TANIMLAMASI			
					DARBE SAYISI		SON 30 cm İÇİN DARBE SAYISI		LL PL PI	γ_n γ_t γ_d	w_n	Çakıl Kum Silt Kil %					
					0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	10 20 30 40 50									
1	SPT1	1.00	D	3	4	4			NP	-	19	8	SM	Yapay dolgu			
2	SPT2	1.45	D	9	14	11			NP	2.50	11	44	SM	Kahverengimsi gri, seyrek yarıyuvarlak andezit-pomza çakıllı siltli kum boyutunda tuf.			
3	SPT3	2.00	D	9	12	12			NP	2.51	11	2	SM				
4	SPT4	2.45	D	10	14	15			NP	2.48	13	56	SM				
5	SPT5	3.00	D	16	20	16			NP	2.48	12	42	SM				
6	SPT6	3.45	D	14	15	18			NP	2.42	12	2	SM				
7	SPT7	4.00	D	15	16	21			NP	2.48	14	3	SM				
8	SPT8	4.45	D	15	18	19			NP	2.53	13	59	SM				
9	SPT9	5.00	D	17	20	23			NP	2.51	14	36	SM				
10	SPT9	5.45										2					
11		6.00										7					
12		6.45										57					
13		7.00										35					
		7.45										2					
		8.00										4					
		8.45										56					
		9.00										37					
		9.45										3					
İŞARETLER UD ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE D ÖRSELENMİŞ NUMUNE SPT STANDART PENETRASYON DENEYİ LL, PL, PI KIVAM LİMİTLERİ w_n DOĞAL SU MUHTEVASI (%) $\gamma_n, \gamma_t, \gamma_d$ DOĞAL, TANE, KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK USCS BİRLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SINIFLAMASI									SONDAJCI YAPAN AYSBERG İnşaat Madencilik San.Tic.Ltd. Şkt. SONDOR: Ahmet MALGIR LOG HAZIRLAYAN: Ermedin TOTİÇ								

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ ANABİLİM DALI
JEOTEKNİK ZEMİN SONDAJ LOGU

SAYFA

PROJE ADI:
ISPARTA OVASI ARAŞTIRMA

SONDAJ NO: SK-2

KOORDİNAT

X: 85 514
Y: 82 240
Z: 1070

ROTARİ ☐ DARBELİ ☐ AUGER ☐

MUHAFAZA BORUSU

BAŞLAMA TARİHİ 21.04.2009

BİTİŞ TARİHİ 21.04.2009

SONDAJ DERİNLİĞİ m	TABAKA DERİNLİĞİ m	ÖRNEK NO	ÖRNEK DERİNLİĞİ m	ÖRNEK TİPİ	SPT DENEYİ VE GRAFİĞİ				ZEMİN PROFİLİ	LABORATUVAR DENEYLERİ				USCS SİMGESİ	ZEMİN TANIMLAMASI	
					DARBE SAYISI			SON 30 cm İÇİN DARBE SAYISI		LL PL PI	γ_n γ_s γ_d	w_n	Çakıl Kum Silt Kil %			
					0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	10								20
1																
2		UD1	2.00 2.30	UD						NP	1,49 2,48 1,33	12		7 48 41 5 1	SM	Yapay dolgu
3		UD2	3.00 3.30	UD						NP	1,42 2,47 1,31	11		50 45 4 25	SM	Kahverengimsi gri, seyrek yarıyuvarlak andezit-pomza çakıllı siltli kum boyutunda tuf.
4		UD3	4.00 4.30	UD						NP	1,44 - 1,29	11		45 27 3 6	SM	
5		UD4	5.00 5.30	UD						NP				46 44 4 4	SM	
6		UD5	6.00 6.30	UD						NP	1,51 2,42 1,36	11		58 37 2	SM	
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
KUYU SONU 6.30																
İŞARETLER																
UD ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE																
D ÖRSELENMİŞ NUMUNE																
SPT STANDART PENETRASYON DENEYİ																
LL, PL, PI KIVAM LİMİTLERİ																
w_n DOĞAL SU MUHTEVASI (%)																
$\gamma_n, \gamma_s, \gamma_d$ DOĞAL, TANE, KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK																
USCS BİRLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SINIFLAMASI																
SONDAJ YAPAN																
AYSBERG İnşaat Madencilik San.Tic.Ltd. Şkt.																
SONDOR: Ahmet MALGIR																
LOG HAZIRLAYAN:																
Ermedin TOTİÇ																

T.C. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLJİ ANABİLİM DALI JEOTEKNİK ZEMİN SONDAJ LOGU										PROJE ADI:				SAYFA			
										ISPARTA OVASI ARAŞTIRMA							
										SONDAJ NO: SK-3							
										KOORDİNAT		X: 85 514		Y: 82 240		Z: 1070	
ROTARİ ☐ DARBELİ ☐ AUGER ☐ MUHAFAZA BORUSU BAŞLAMA TARİHİ 21.04.2009 BİTİŞ TARİHİ 21.04.2009																	
SONDAJ DERİNLİĞİ m	TABAKA DERİNLİĞİ m	ÖRNEK NO	ÖRNEK DERİNLİĞİ m	ÖRNEK TİPİ	SPT DENEYİ VE GRAFİĞİ			ZEMİN PROFİLİ	LABORATUVAR DENEYLERİ			USCS SİMGESİ	ZEMİN TANIMLAMASI				
					DARBE SAYISI	SON 30 cm İÇİN DARBE SAYISI			LL PL PI	γ_n γ_s γ_d	w_n			Çakıl Kum Silt Kil %			
					0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	10 20 30 40 50									
1														Yapay dolgu			
2		SPT1	2.00	D	12	13	12						SM	Kahverengimsi gri, seyrek yarıyuvarlak andezit-pomza çakıllı siltli kum boyutunda tüf.			
3		SPT2	3.00	D	10	13	14						SM				
4		SPT3	4.00	D	11	16	22						SM				
5		SPT4	5.00	D	21	22	23						SM				
6		SPT5	6.00	D	17	18	16						SM				
7			6.45						KUYU SONU 6.45								
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
İŞARETLER										SONDAJ YAPAN							
UD ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE										AYSBERG İnşaat Madencilik San.Tic.Ltd. Şkt.							
D ÖRSELENMİŞ NUMUNE										SONDOR: Ahmet MALGIR							
SPT STANDART PENETRASYON DENEYİ																	
LL, PL, PI KIVAM LİMİTLERİ										LOG HAZIRLAYAN:							
w_n DOĞAL SU MUHTEVASI (%)										Ermedin TOTİÇ							
$\gamma_n, \gamma_s, \gamma_d$ DOĞAL, TANE, KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK																	
USCS BİRLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SINIFLAMASI																	

T.C. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLJİ ANABİLİM DALI JEOTEKNİK ZEMİN SONDAJ LOGU										PROJE ADI:				SAYFA			
										ISPARTA OVASI ARAŞTIRMA							
										SONDAJ NO: SK-5							
										KOORDİNAT				X: 84 522			
														Y: 82 256			
				Z: 1061													
ROTARİ ☐ DARBELİ ☐ AUGER ☐																	
MUHAFAZA BORUSU																	
BAŞLAMA TARİHİ 29.04.2009																	
BİTİŞ TARİHİ 29.04.2009																	
SONDAJ DERİNLİĞİ m	TABAKA DERİNLİĞİ m	ÖRNEK NO	ÖRNEK DERİNLİĞİ m	ÖRNEK TİPİ	SPT DENEYİ VE GRAFİĞİ			ZEMİN PROFİLİ	LABORATUVAR DENEYLERİ				USCS SİMGESİ	ZEMİN TANIMLAMASI			
					DARBE SAYISI		SON 30 cm İÇİN DARBE SAYISI		LL PL PI	γ_s γ_d	w_n	Çakıl Kum Silt Kil %					
					0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm										
1														Yapay dolgu			
2		SPT1	2.00 2.45	D	11	13	12		NP	2.49	14		3 52 43 2	SM	Kahverengimsi gri, seyrek yarıyuvarlak andezit-pomza çakıllı siltli kum boyutunda tuf.		
3		SPT2	3.00 3.45	D	12	18	21		NP	2.50	16		3 66 28 3	SM			
4		SPT3	4.00 4.45	D	15	17	17		NP	2.49	15		3 62 33 2	SM			
5		SPT4	5.00 5.45	D	15	19	19		NP	2.48	13			SM			
6		SPT5	6.00 6.45	D	19	27	34		NP	2.51	14		1 52 42 5	SM			
7		SPT6	7.00 7.28	D	32	50/13	-		NP	2.50	14		2 54 42 2	SM	Grisi kahverengi, seyrek yarıyuvarlak andezit-pomza çakıllı siltli kum boyutunda tuf.		
8		SPT7	8.00 8.45	D	31	37	45		NP	2.45	14		3 58 37 2	SM			
9		SPT8	9.00 9.45	D	28	34	50		NP	2.52	13		5 58 35 3	SM			
10																	
11																	
12																	
13																	
İŞARETLER										SONDAJ YAPAN							
UD ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE D ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE SPT STANDART PENETRASYON DENEYİ LL, PL, PI KIVAM LİMİTLERİ w_n DOĞAL SU MUHTEVASI (%) γ_s, γ_d DOĞAL, TANE, KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK USCS BİRLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SINIFLAMASI										AYSBERG İnşaat Madencilik San.Tic.Ltd. Şkt. SONDOR: Ahmet MALGIR LOG HAZIRLAYAN: Ermedin TOTİÇ							

T.C. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLJİ ANABİLİM DALI JEOTEKNİK ZEMİN SONDAJ LOGU										PROJE ADI: ISPARTA OVASI ARAŞTIRMA				SAYFA					
										SONDAJ NO: SK-6									
										KOORDİNAT				X: 85 520 Y: 82 250 Z: 1061					
										ROTARİ ☐ DARBELİ ☐ AUGER ☐									
										MUHAFAZA BORUSU									
BAŞLAMA TARİHİ 29.04.2009																			
BİTİŞ TARİHİ 29.04.2009																			
SONDAJ DERİNLİĞİ m	TABAKA DERİNLİĞİ m	ÖRNEK NO	ÖRNEK DERİNLİĞİ m	ÖRNEK TİPİ	SPT DENEYİ VE GRAFİĞİ			ZEMİN PROFİLİ	LABORATUVAR DENEYLERİ				USCS SİMGESİ	ZEMİN TANIMLAMASI					
					DARBE SAYISI		SON 30 cm İÇİN DARBE SAYISI		LL PL PI	γ_s γ_r γ_d	w_n	Çakıl Kum Silt Kil %							
					0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm								10	20	30	40	50
1																			
2		UD	2.00	UD															
3		UD1	3.00	UD															
4		UD2	4.00	UD															
5		UD3	5.00	UD															
6		UD4	6.00	UD															
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
İŞARETLER UD ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE D ÖRSELENMİŞ NUMUNE SPT STANDART PENETRASYON DENEYİ LL, PL, PI KIVAM LİMİTLERİ w_n DOĞAL SU MUHTEVASI (%) $\gamma_s, \gamma_r, \gamma_d$ DOĞAL, TANE, KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK USCS BİRLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SINIFLAMASI										SONDAJCI YAPAN AYSBERG İnşaat Madencilik San.Tic.Ltd. Şkt. SONDOR: Ahmet MALGIR LOG HAZIRLAYAN: Ermedin TOTİÇ									

T.C. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLJİ ANABİLİM DALI JEOTEKNİK ZEMİN SONDAJ LOGU										PROJE ADI:				SAYFA			
										ISPARTA OVASI ARAŞTIRMA							
										SONDAJ NO: SK-7							
										KOORDİNAT		X: 84 520 Y: 82 245 Z: 1061					
										ROTARİ ☐ DARBELİ ☐ AUGER ☐							
MUHAFAZA BORUSU																	
BAŞLAMA TARİHİ 29.04.2009																	
BİTİŞ TARİHİ 29.04.2009																	
SONDAJ DERİNLİĞİ m	TABAKA DERİNLİĞİ m	ÖRNEK NO	ÖRNEK DERİNLİĞİ m	ÖRNEK TİPİ	SPT DENEYİ VE GRAFİĞİ			ZEMİN PROFİLİ	LABORATUVAR DENEYLERİ				USCS SİMGESİ	ZEMİN TANIMLAMASI			
					DARBE SAYISI				SON 30 cm İÇİN DARBE SAYISI			LL PL PI			γ_s γ_d	w_n	Çakıl Kum Silt Kil %
					0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		10	20	30						
1																	
2		UD	2.00 2.30	UD													
3		UD1 SPT1	3.00 3.30 3.30	UD D	7	6	8			NP	1,55 2,50 1,36	14	2 59 36 3 2	SM			
4		UD2 SPT2	4.00 4.20 4.65	UD D	17	23	20			NP	- 2,50 -	8	2 65 32 1	SM			
5		SPT3	5.00 5.45	D	15	18	20										
6		SPT4	6.00 6.45	D	15	18	20			NP	- 2,50 -	15	2 54 41 3	SM			
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
İŞARETLER UD ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE D ÖRSELENMİŞ NUMUNE SPT STANDART PENETRASYON DENEYİ LL, PL, PI KIVAM LİMİTLERİ w_n DOĞAL SU MUHTEVASI (%) γ_s, γ_d DOĞAL, TANE, KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK USCS BİRLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SINIFLAMASI										SONDAJCI YAPAN AYSBERG İnşaat Madencilik San.Tic.Ltd. Şkt. SONDOR: Ahmet MALGIR LOG HAZIRLAYAN: Ermedin TOTİÇ							

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Ermedin Totiç

Doğum Yeri ve Yılı : Yugoslavya, 1970

Medeni Hali :Evli

Yabancı Dili : Rusça

Eğitim Durumu

Lise : 1984-1989 Makine Meslek Lisesi

Lisans : 1993-1997 Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji
Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : 1997-2000 Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Çalıştığı Kurum ve Yıl :

2000-2003 Yalım Yerbilimcilik A.Ş.-Isparta

2003-2005 Metamar Mermer Granit Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş

2000-2009 Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yayınlar:

1. İsmailov, T., Mutlutürk, M., Totiç, E., 2009. Sismik Bölgelerde Yapı Temellerinin Dayanıklılığının Hesaplanmasına Dair Bir Araştırma Çalışması (Isparta Örneği). Sakarya Uluslararası Deprem Sempozyumu, 1-3 Ekim 2009, Sakarya. (başvuru)

2. Mutlutürk, M., İsmailov, T., Totiç, E., 2009. Kil Zeminlerinin Bazı Jeoteknik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Onların İnşaat Çalışmalarında Faydalı Kullanımı, Balkan, Kafkas ve Türk Devletleri Uluslararası Mühendislik Mimarlık Sempozyumu. 22-24 Ekim 2009. Isparta (başvuru)