

F.Ü.
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

GEOTEKNİK LABORATUVARI

Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Laboratuvarı, 300 m2'den fazla bir alan üzerinde yer almakta ve bu laboratuvarında araştırma ile uygulamaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Zemin Mekaniği Laboratuvarı modern zemin mekaniğinin standart ve gelişmiş deneylerini, uluslararası standartlarda yapacak kapasitededir. Laboratuvarında bilgisayar ile gerilme ve deformasyon kontrollü üç eksenli basınç, basit kesme, kesme kutusu, ödometre, Rowe hücresi, permeabilite aletleri ile dinamik sonda seti mevcuttur.

CİHAZLAR

1- Rowe Hücresi

Ödometrede konsolidasyon ölçümünün getirdiği bazı eksiklikleri bertaraf etme amacıyla 1960' lı yıllarda geliştirilen Rowe hücresi, zeminlerin sıkışabilirliğinin daha iyi koşulların kontrol edilebildiği bir deneyde ölçülmesi fikrinden ortaya çıkmıştır. Hidrolik konsolidasyon hücresi olarak da bilinen Rowe hücresi düzeni gösterilmektedir. Hidrolik hücre içinde konsolidasyon basıncı numuneye içi su dolu bir lastik körük vasıtasıyla uygulanmaktadır. Hücre içinde numuneye düşey ve/veya radyal drenaj uygulanabilmekte, geri basınç ve drenaj genelde hücre kenarından sağlanmaktadır. Numune çapı 75, 100, 250 ve 500 mm olabilmekte, kalınlık ise 30 mm' den 200 mm' ye çıkabilmektedir. Deneyde basınç artışı uygulanırken drenaj vanaları kapalı tutulmakta, boşluk suyu basıncının maksimum değere ulaştığı görüldükten sonra vanalar açılmakta ve boşluk suyu basıncının sönümlenmesi, sıkışma ve hacim ile birlikte sürekli olarak izlenmektedir.



2- Vane Deneyi

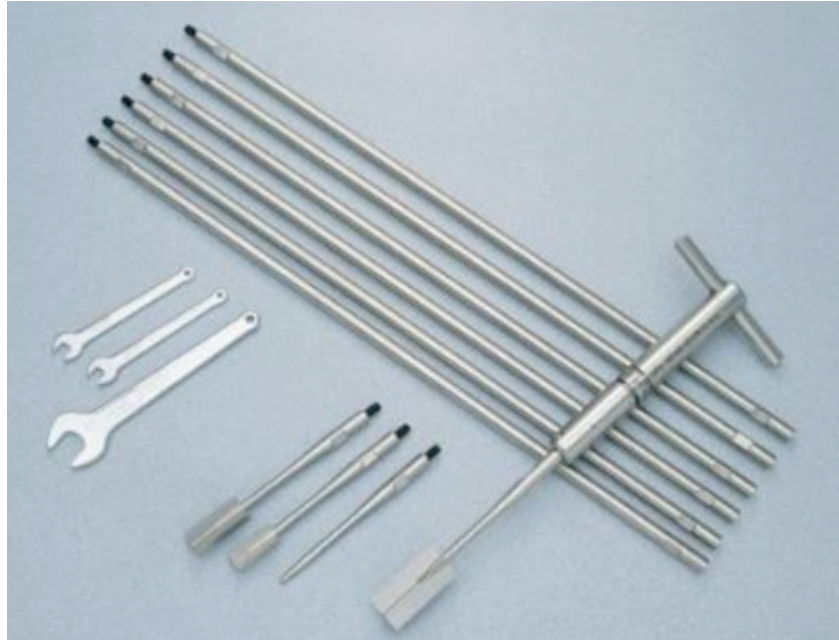
Veyn Kırme Deneyi (UST – Unconfined Shear Test), kohezyonlu zeminlerin kırme dayanımını doğrudan ve hızlı bir şekilde ölçmek amacıyla laboratuvarıa uygulanan bir mekanik deneydir. Genellikle zeminlerin dayanım parametrelerinin belirlenmesinde, geoteknik tasarım ve zemin stabilitesi analizlerinde kullanılır.

Deneyin Amacı:

- Kohezyonlu (kil ve silt) zeminlerin kırme dayanımını belirlemek
- Zeminlerin kayma mukavemet parametrelerini tespit etmek
- Tasarımda kullanılacak parametreler için veri sağlamak
- Şev, temel ve dolgu stabilitesi değerdendirmesinde referans oluşturmak

Nerelerde Kullanılır?

- Kohezyonlu zeminlerin mekanik analizlerinde
- Şev stabilitesi hesaplarında
- Dolgu ve kazı işleri öncesi zemin değerdendirmesinde
- Temel tasarımı ve zemin iyileştirme projelerinde
- Arazi ve laboratuvar çalışmaları karşılaştırmasında



3- Permeabilite Deneyi (Sabit seviyeli)

Düşen Seviyeli Permeabilite Deney Seti, killi veya siltli ince taneli toprakların, su akışına maruz kalmaları halinde, gösterecekleri davranış özelliklerinin belirlenmesinde kullanılır.

4- Permeabilite Deneyi (Düşen seviyeli)

Düşen seviyeli permeabilite deneyi, zeminlerin su geçirgenliğini (permeabilite) belirlemek amacıyla yapılan bir laboratuvar testidir. Bu deney, zeminlerin suyun geçiş hızını ve zemin özelliklerinin suyun hareketi üzerindeki etkilerini anlamak için kullanılır. Düşen seviyeli permeabilite deneyi, zeminlerin hidrolik iletkenlik katsayısını (k) belirlemeyi amaçlar. Hidrolik iletkenlik, zeminin suyu iletme kabiliyetini gösterir ve geoteknik mühendisliğinde su hareketi, drenaj ve stabilite analizleri için kritik bir parametredir.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Düşen seviyeli permeabilite deneyinin sonuçları, zemin numunesinin su geçirgenlik özelliklerini ortaya koyar. Elde edilen permeabilite değeri, zeminin suyun geçişine karşı olan direncini gösterir. Yüksek permeabilite değeri, zeminin suyu kolaylıkla geçirdiğini ve bu nedenle zemin stabilitesi üzerinde etkili olabileceğini belirtirken, düşük permeabilite değeri suyun geçişinin sınırlı olduğunu ve zemin drenajının yavaş olabileceğini gösterir.

Sonuçlar, zemin mühendisliği uygulamalarında zeminlerin su geçirme kapasitelerinin doğru bir şekilde belirlenmesini sağlar ve yapı tasarımında dikkate alınarak zemin iyileştirme veya drenaj çözümleri için bilgi sağlar.

Uygulama Alanları

Düşen seviyeli permeabilite deneyi, inşaat mühendisliğinde temel tasarımı, zemin stabilitesi analizi, drenaj sistemlerinin tasarımı ve zemin iyileştirme projeleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca, zeminlerin su geçirme kapasitelerinin doğru bir şekilde belirlenmesi, yapıların uzun ömürlülüğünü ve güvenliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir.



5- Plaka Yükleme

Plaka yükleme deneyi, zemin ve kaya mekaniğinde kullanılan bir arazi deney yöntemidir. Plaka yükleme deneyi, seçilen zeminin yük taşıma değerlerini ve bu yüke karşı göstereceği davranışı (deformasyon, oturma miktarı) tespit etmek için tercih edilen bir deneydir. Oturma miktarı ile yük arasındaki ilişki hesabı ile zeminin taşıma gücü hesaplanır. Yerinde yapılan bu deney ile hızlı şekilde sonuca ulaşılır. Bu nedenle sıkça tercih edilen bir arazi deneyidir.

Plaka Yükleme Deneyi Hangi Alanlarda Kullanılır?

Plaka yükleme deneyi; Demir yolları, Oto yollar, Havalimanı ve pistleri, bina temelleri, geri dolgular ve muhtelif zeminlerde sıklıkla kullanılır. Zeminin yük taşıma değerini ve bu yüke karşı göstereceği davranışı görmek için plaka yükleme deneyi hızlı ve etkili bir çözümdür.



6- Kompaksiyon Deneyi

Standart Proktor deneyi, zeminlerin maksimum kuru birim hacim ağırlığını ve optimum su içeriğini belirlemek amacıyla yapılan bir laboratuvar deneyidir. Bu deney, bir zeminin sıkışabilirlik özelliklerini ve taşıma kapasitesini belirlemek için kullanılır.

Deneyin Amacı:

Standart Proktor deneyi, zeminlerin farklı su içerikleri altında en iyi şekilde nasıl sıkıştırılabileceğini belirlemek için yapılır. Zeminlerin en yüksek yoğunluğa ulaştığı su içeriği, “optimum su içeriği” olarak adlandırılır ve bu su içeriğinde elde edilen maksimum kuru birim hacim ağırlık “maksimum kuru yoğunluk” olarak adlandırılır.

Standart Proktor deneyi, mühendislik projelerinde (örneğin yol yapımı, baraj inşaatı) kullanılan zeminlerin sıkıştırma özelliklerinin belirlenmesinde kritik bir rol oynar. Bu deney sayesinde, zeminlerin nasıl en iyi şekilde sıkıştırılabileceği ve en yüksek taşıma kapasitesine nasıl ulaşabileceği belirlenebilir.



7- Koni Penetrasyon Deneyi

Koni penetrasyon deneyi, insan müdahalesi olmadan yapılan sürekli ölçüm sayesinde zemin profilinin ayrıntılı ve gerçeğe en yakın şekilde elde edilmesine imkan vermektedir. Bu çalışmada zemin özelliklerini belirlemek amacıyla zemin etüdü kapsamında yapılan arazi deneylerinden Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) incelenmiştir.



8- Rötire- Likit- Plastik Limit Tayini

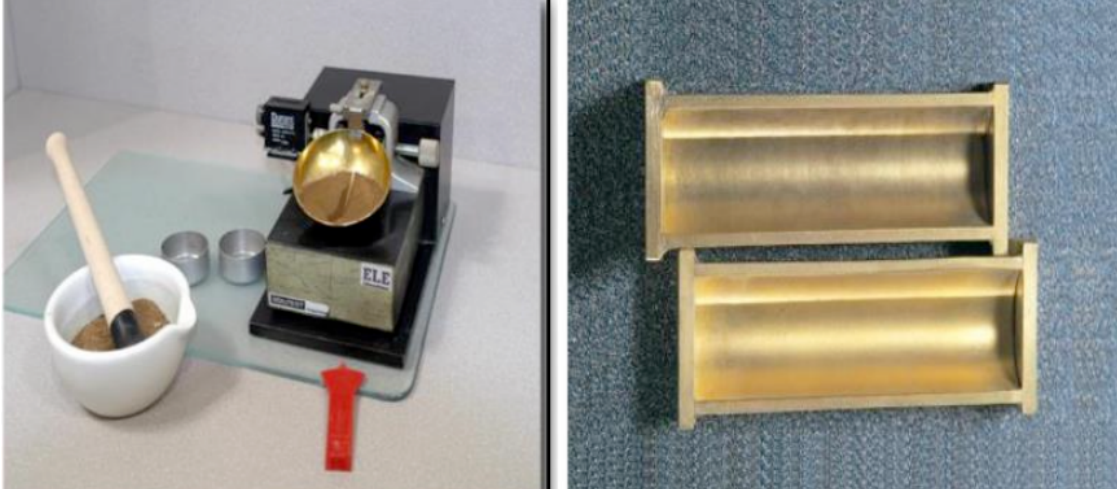
Zeminin kıvamı içerisindeki su içeriğine bağlı olarak geniş aralıkta değişir. Örneğin killi zeminler içeriğindeki su muhtevasına göre plastik özellikleri değişir. Bu değişimleri deneysel olarak belirleyebilmek için Attenberg (1911) tarafından kıvam limitleri geliştirilmiştir.

1. LİKİT LİMİT (WL): Zeminin viskoz bir sıvıdan plastik bir kıvama dönüştüğü su muhtevasıdır. Zeminin kendi ağırlığı altında çıkabileceği minimum su içeriğidir.

2. PLASTİK LİMİT (WP): Zeminin plastik bir malzemeden yarı plastik bir malzemeye dönüştüğü su muhtevasıdır. Zeminin kırılmadan 3 mm çapında bir silindir haline getirilebildiği minimum su içeriğidir.

3. RÖTRE(BÜZÜLME) LİMİTİ (WS): Zeminin yarı plastik bir malzemeden katı bir malzemeye dönüştüğü su muhtevasıdır. Daha fazla su kaybının zemin hacminde bir azalmaya neden olmadığı andaki su içeriğidir.

Limitler yüzde olarak kuru ağırlığına göre hesaplanır.



9- Konsolidasyon Deneyi

Zemin tabakalarının sıkışma ve oturma miktarı, konsolidasyon deneyi ile elde edilen zemin sıkışma parametreleri ile belirlenir. Killi zeminler yapı yükleri sebebiyle ortaya çıkan ilave gerilmeler altında, zamana bağlı olarak, bünyelerindeki suyu dışarı atarak boşlukların oluşması ve yük altında zemin danelerinin yer değişmesi veya sıkışmaları sonucunda oturmaya neden olması beklenmektedir. Bu olay, konsolidasyon olarak ifade edilir.

Zeminde boşluk suyu basıncının zamana bağlı sönümlenmesi konsolidasyon sıkışmasını ifade etmektedir. Zemin sıkışmalarından dolayı yüzeyde oluşan oturmalar, yapılarda çeşitli oranlarda hasarlara neden olmaktadır. Bundan dolayı yapı yapılmadan önce zeminde meydana gelebilecek oturma miktarının bilinmesi gerekir. Zeminlerin oturma potansiyeli laboratuvar ortamında yapılan konsolidasyon deneyi ile belirlenir. Konsolidasyon deneyi zemin numunelerinin boşluklarında bulunan suyun hareketine izin verilerek belirli yükler altında sıkışma miktarlarının belirlenmesi olarak ifade edilebilir. Konsolidasyon deneyi ile zemin sıkışma parametreleri bulunarak arazide uygulanan yüklemeyle ilgili olarak zemin tabakasında meydana gelecek oturma miktarları belirlenir.



10- Üç Eksenli Basınç Deneyi

Üç eksenli basınç dayanımı deneyi (üç eksenli basınç testi), zeminlerin taşıma kapasitesini ve mekanik özelliklerini belirlemek için yapılan laboratuvar testlerinden biridir. Bu test, zemin numuneleri üzerindeki stres ve deformasyon ilişkilerini inceleyerek zeminlerin dayanım özelliklerini değerlendirir.

UU – CU ve CD olmak üzere üç farklı türü vardır.

Testin Önemi ve Kullanımı

- **Dayanım Analizi:** UU testi, zeminlerin kısa süreli yükleme altında taşıma kapasitesini belirlemede kullanılır. Bu, temel tasarımı ve zemin stabilitesi analizleri için önemlidir.
- **Kohezyonlu Zeminler:** Kil gibi kohezyonlu zeminlerin dayanım özelliklerini belirlemek için uygundur, çünkü bu zeminler su doygunluğunda bile farklı davranışlar sergiler.
- **Kısa Süreli Yükler:** Test, zeminlerin kısa süreli yükler altındaki davranışlarını değerlendirmek için kullanılır, bu da özellikle inşaat projelerinde geçici yüklerin etkilerini anlamak için önemlidir.

UU testi, zemin mühendisliğinde, inşaat mühendisliğinde ve yapı mühendisliğinde zeminlerin dayanım ve stabilitesini değerlendirmek için kritik bir testtir. Bu testin sonuçları, proje tasarımlarının güvenli ve etkili bir şekilde yapılmasına yardımcı olur.

UU Testinin Amacı

UU testi, zeminlerin drenaj şartları altında, yani suyun numune içinden serbestçe hareket edemediği durumlarda, dayanım özelliklerini belirlemeyi amaçlar. Bu test, özellikle kısa süreli yüklemelerde zemin davranışlarını incelemek için kullanılır.



11- Serbest Basınç Deneyi

Tek Eksenli Basınç ya da diğer adıyla Serbest Basınç Deneyi, eksenel uygulanan yük karşısında numunenin boyundaki kısalma ve gerilme-şekil değiştirme gibi fiziksel değişimler incelenir. Eksenel deformasyon ve düşey gerilme grafikleri deney sonucunda elde edilir. Bu grafiklerden elde edilen verilerle de tek eksenli basınç dayanımı indeksi elde edilir. Kıl ağırlıklı zeminlerde tercih edilir.

Serbest Basınç yani Tek Eksenli Basınç deneyi, ancak herhangi bir yanal destek olmaksızın kendi kendini dik tutabilecek özelliklere sahip zeminler üzerinde uygulanabilmektedir. Bu yüzden kumlar üzerinde uygulanması mümkün değildir. Kıl oranı yüksek zeminlerde tercih edilir. “Üç Eksenli Basınç Deneyi”nin yanal basıncının olmadığı özel bir halidir. Üç Eksenli Basınç Deneyi ’ne göre çok daha hızlı, ucuz ve pratik bir deneydir.



12- CBR Deneyi

Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) deneyi, zeminlerin taşıma kapasitesini belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir laboratuvar ve saha testidir. Bu test, özellikle yol yapımında ve havaalanı pistlerinin inşasında, zeminin taşıma kapasitesini değerlendirmek için kullanılır.

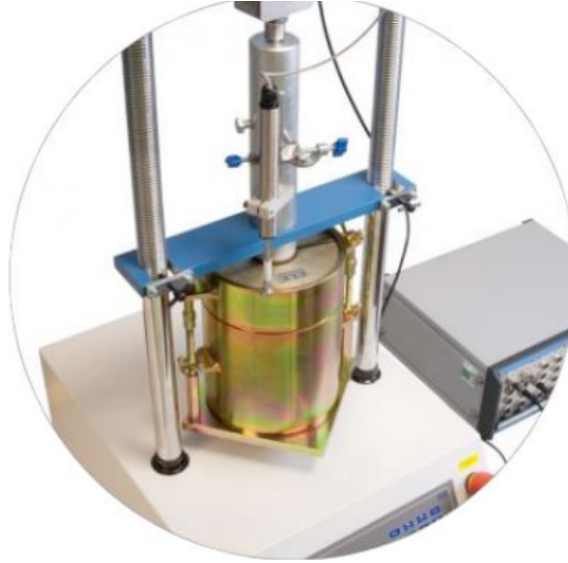
Deneyin Amacı

CBR deneyi, zeminin suya doymun olduğu veya belirli bir nem içeriğine sahip olduğu durumlarda, zeminin taşıma kapasitesini belirlemeyi amaçlar. Bu test, zeminin penetrasyon direncini ölçerek, zeminin taşıma kapasitesini yüzde cinsinden ifade eder.

Önemi ve Kullanımı

CBR deneyi, yol ve havaalanı pistlerinin tasarımında zeminlerin taşıma kapasitesini değerlendirmek için kritik bir öneme sahiptir. Yüksek CBR değerleri, zeminin yüksek taşıma kapasitesine sahip olduğunu ve yapıların güvenle inşa edilebileceğini gösterir. Bu test, zemin iyileştirme yöntemlerinin etkinliğini değerlendirmek ve uygun temel tasarımını yapmak için de kullanılır.

CBR deneyi, mühendislik projelerinde zeminlerin performansını ve stabilitesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu nedenle zemin mekaniği ve geoteknik mühendisliği alanında temel bir test olarak kabul edilmektedir.



13- Hidrometre Analizi (Hidrometre Analizi)

Hidrometre deneyi, zemin veya agregaların tane boyutlarının dağılımını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu deney, özellikle ince taneli zeminlerin, yani silt ve kil gibi küçük tane boyutlarına sahip zeminlerin tane boyutlarının analiz edilmesinde kullanılır. Deney, zeminlerin sedimentasyon özelliklerini ve su içerisindeki taneciklerin dağılımını belirleyerek, zemin mühendisliği uygulamaları için gerekli bilgileri sağlar. Hidrometre Deneyi, ince taneli

maddelerin çökelme hızları ve çapları arasındaki ilişkiyi “Stokes Yasası”nı kullanarak verir ve kil-silt yüzdesini belirler.

Uygulama Alanları

Hidrometre deneyi, inşaat mühendisliği, zemin mühendisliği, çevre mühendisliği ve jeoteknik çalışmalar gibi birçok alanda kullanılır. Özellikle ince taneli zeminlerin analizinde ve zeminlerin su geçirme kapasitesinin belirlenmesinde, drenaj sistemlerinin tasarımında ve sedimentasyon süreçlerinin incelenmesinde yaygın olarak uygulanır.



14- Granülometre Analizi

Elek analizi (dane boyu dağılımı) deneyi, zemin ve agregaların tane boyutlarının dağılımını belirlemek amacıyla yapılan bir testtir. Bu deney, zemin ve agregaların farklı tane boyutlarıyla nasıl dağıldığını ve bu dağılımın zemin özellikleri üzerindeki etkilerini anlamak için kullanılır. Özellikle zemin mühendisliğinde, yapı malzemelerinin kalite kontrolü ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesi için önemli bir yöntemdir. Ayrıca “Kıvam (Atterberg) Limitleri” deneyi ile birlikte “zemin sınıflandırması” için kullanılmaktadır.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Elek analizi sonuçları, zemin veya agreganın tane boyutları hakkında bilgi sağlar. Elde edilen dağılım, zemin özelliklerinin anlaşılması ve mühendislik uygulamaları için önemli veriler sunar. Özellikle, zeminlerin sıvılaşma potansiyelini, taşıma kapasitesini ve işlenebilirliğini etkileyen tane boyutları hakkında bilgi edinilir.

Yüksek oranlı ince taneli (küçük tane boyutlu) numuneler, genellikle daha düşük geçirgenlik ve daha yüksek sıvılaşma potansiyeline sahip olabilirken, büyük tane boyutlarına sahip numuneler daha iyi drenaj özellikleri ve stabilite sağlar. Bu veriler, yapı projelerinde uygun malzeme seçimi ve zemin iyileştirme stratejilerinin belirlenmesine yardımcı olur.

Uygulama Alanları

Elek analizi, inşaat mühendisliğinde, zemin tasarımı, temel mühendisliği, yol ve havaalanı alt yapılarında kullanılan agregaların kalitesini kontrol etmek için yaygın olarak kullanılır. Ayrıca, zemin stabilitesi ve drenaj özellikleri ile ilgili mühendislik analizlerinde, zeminlerin uygunluğunu belirlemek ve proje gereksinimlerine göre malzeme seçimini optimize etmek için önemlidir.



15- Kum Konisi Deneyi

Kum Konisi Deneyi, saha dolgularında yapılan sıkıştırma işlemlerinin başarısını ölçmek amacıyla kullanılan klasik ve güvenilir bir yerinde zemin yoğunluk testidir. Bu test sayesinde, zemin sıkışma yüzdesi hesaplanarak dolgunun yeterli olup olmadığı belirlenir. Özellikle altyapı projelerinde kalite kontrol amacıyla yaygın şekilde uygulanmaktadır.

Kum Konisi Deneyi Nerelerde Kullanılır?

- Yol, otoban ve demiryolu dolgularında
- Sanayi ve konut projelerindeki zemin dolgularında
- Baraj ve gölet dolgularında
- Havaalanı pist ve apronlarında
- Kanal, menfez, istinat yapılarında
- Saha sıkışma kontrolü gerektiren tüm inşaat uygulamalarında

Testin Avantajları

- **Basit ve güvenilir**dir: Onlarca yıldır standart olarak uygulanmaktadır.
- **Saha koşullarına uygundur**: Elektrik veya dijital cihaza ihtiyaç duymaz.
- **Uygun maliyetlidir**: Diğer yerinde test yöntemlerine kıyasla ekonomiktir.
- **Net sonuç verir**: Dolgunun yeterliliği doğrudan tespit edilebilir.
- **Proktor ile entegre çalışır**: Laboratuvar verileriyle karşılaştırılarak yorum yapılır.

Sonuçların Yorumlanması ve Raporlama

Kum Konisi Deneyi sonucunda aşağıdaki bilgiler elde edilir:

- Yerinde kuru birim hacim ağırlığı
- Nem oranı
- Maksimum kuru birim hacim ağırlığına göre sıkışma yüzdesi
- Dolgu kabul kriteri (%95 Proktor gibi)

Bu sonuçlar **şantiye kontrol listeleri, kalite güvence belgeleri ve geoteknik raporlar** için temel teşkil eder.



İletişim

Geoteknik LAB Dahili Numara: 4274

Birim Sorumluları	Dahili Numara	E-mail Adresi
Dr. Öğr. Üyesi Aykut ÖZPOLAT	4277	aozpolat@firat.edu.tr