

TÜRKİYE ULUSAL COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ JEOLojİ TEMASI GENİŞLETME ÇALIŞMALARI KAPSAMINDA JEOTEKNİK UYGULAMA ŞEMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Tolga ÇAN¹, Erol GÜRCAN², Akin KISA³, Nagehan KAÇKA³, Ayhan KAVŞUT³, Fulya
BATTAL ŞAMİLOĞLU³, Ezgi SARMUSAK³

¹Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, tolgacan@cukurova.edu.tr

² 1375 Graveley Street Vancouver, Canada, V5L 3A1, erlgrcn@gmail.com

³Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, akin.kisa@csb.gov.tr, nagehan.kacka@csb.gov.tr,
ayhan.kavsut@csb.gov.tr, fulya.battal@csb.gov.tr, ezgi.sarmusak@csb.gov.tr

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü koordinasyonunda coğrafi verilerin yerel yönetimler, üniversiteler, kamu kurum ve kuruluşları arasında birlikte çalışabilirlik esaslarına uygun olarak kullanımı ve paylaşımı amacıyla TUCBS veri üretim standartları belirlenmiştir. Bununla birlikte Coğrafi veri temalarında ilgili paydaşların ihtiyaçları doğrultusunda güncelleme/genişletme çalışmaları da devam etmektedir. Bu kapsamda 32 coğrafi veri temasından biri olan, jeoloji teması içerisinde Birleşik Modelleme Dili ile geliştirilen Jeoteknik alt veri teması hazırlanmıştır. Jeoteknik araştırmalar, jeoloji, jeofizik ve hidrojeoloji disiplinleri ile birlikte, belirli bir bölgede yapılması planlanan yeraltı ve yerüstü mühendislik yapıları ve bileşenlerinin, güvenli ve ekonomik koşullar altında tasarım ve inşaat aşamalarının gerçekleştirilebilmesi amacıyla, araştırma çukuru veya sondaj çalışmaları sonucu alınan numuneler üzerinde laboratuvar ve/veya arazi deneyleri ile yapay veya doğal kaya ve zemin malzemelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalardır. Bu çalışmada Jeoteknik Alt Veri Temasına ilişkin Birleşik Modelleme Dili kullanılarak oluşturulan paket yapıları, uygulama şemaları, detay ve veri tipleri ile ilgili kod listeleri sunulmuştur. Sonuç olarak, farklı kurum ve kuruluşlar tarafından belirli amaçlarla yapılan jeoteknik çalışmaların standart mekansal veri yapısı ve içeriğinde oluşturulması, proje bazlı arama ve yüksek seviyede sınıflandırma sistemi oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Coğrafi Bilgi Sistemi, Jeoloji, Jeoteknik, Birleşik Modelleme Dili

EVALUATION OF GEOTECHNICAL APPLICATION SCHEMA WITHIN THE TURKISH NATIONAL GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM GEOLOGY THEME EXTENSION STUDIES

ABSTRACT

Under the coordination of the General Directorate of Geographic Information Systems, TUCBS data production standards have been determined in order to use and share geographic data between local governments, universities, public institutions and organizations in accordance with the principles of interoperability. In addition, updates/expansion studies continue in line with the needs of relevant stakeholders in geographic data themes. In this context, Geotechnical sub-data theme was prepared by using Unified Modeling Language within the geology theme, which is one of 32 geographical data themes. Geotechnical surveys are carried out during the design and construction stages of underground and surface engineering structures and components planned to be built in a certain region, under safe and economic conditions, together with the disciplines of geology, geophysics and hydrogeology. In this context, the physical and mechanical properties of artificial or natural rock and soil materials are determined by laboratory and/or in situ tests on the samples taken from the pits or geotechnical borehole studies. In this study, code lists related to package structures, application schemas, feature and data types created using Unified Modeling Language for Geotechnical Sub-data Theme are presented. As a result, the standard spatial data structure and content of geotechnical studies carried out by different institutions and organizations for specific purposes, project-based exploration and a high-level classification system were created.

Keywords: Geographic Information System, Geology, Geotechnics, Unified Modeling Language

1. GİRİŞ

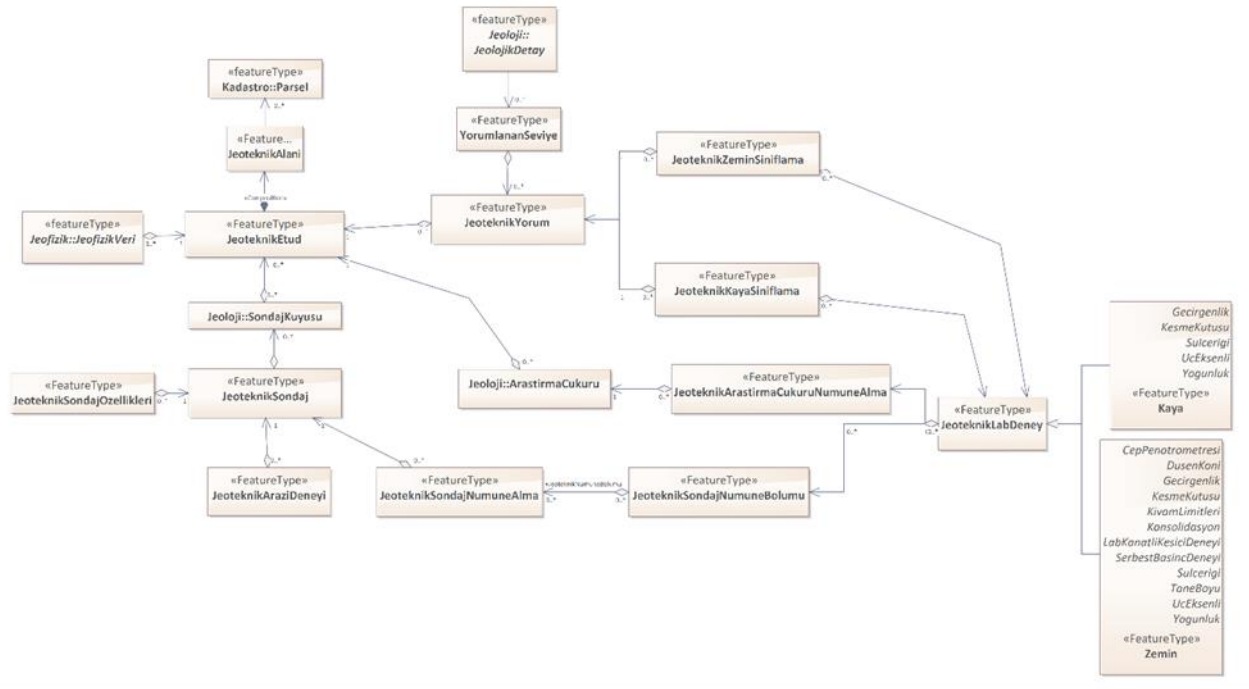
Planlama, arazi kullanım ve yerleşime uygunluk çalışmalarında jeolojik-jeoteknik ve mikrobölgeleme ile bina, ulaşım, su yapıları ve bunların alt bileşenlerine ilişkin mühendislik yapıların tasarım ve projelendirme çalışmalarında zemin ve temel etütleri, bölgenin jeolojisi, jeomorfolojisi, hidrojeolojik özellikler ile olası afet tehlikeleri durumu yanı sıra jeoteknik sondaj, laboratuvar ve arazi deneyleri ile jeolojik birimlerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmektedir. Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi altyapısı kapsamında tanımlanan coğrafi veri temalarından diğerleri ile birlikte jeoloji ve doğal risk bölgeleri yukarıda belirtilen verilerin büyük bir bölümünü kapsamakla birlikte jeoteknik verilere ilişkin bilgiler yer almamaktadır. Jeoteknik disiplini, kaya ve zemin mekaniği, kaya ve temel mühendisliği, mühendislik jeolojisi, hidrojeoloji ve mühendislik jeofiziği gibi mühendislik alt dallarını kapsayan ve inşaat, jeoloji, maden ve jeofizik mühendisliğinde yaygın bir uygulama alanına sahiptir (Ulusay 2010). Yapı kategorisi, çevresel

sınırlamalar, yeraltı suyu durumu, jeolojik ortam özellikleri, deprem ve diğer doğal olası tehlikeler göz önünde bulundurulduğunda mühendislik yapılarına ilişkin jeoteknik araştırmaların maliyeti, toplam proje maliyetinin yüzde ikisine kadar çıkmaktadır (Look 2007). Bu nedenle farklı projeler kapsamında gerçekleştirilen jeoteknik verilerin standart mekansal veri yapısı ve içeriğinde oluşturulması son derece önemli olup, mevcut veriler kullanılarak yapılabilecek farklı çalışmaların belirli ölçüde veri toplama ve değerlendirme ihtiyaçlarını da karşılayabileceği düşünülmektedir.

Coğrafi veri temalarının kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişilerin ihtiyaçları doğrultusunda, ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak belirleme ve güncelleme çalışmaları 49 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi temel alınarak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na bağlı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmektedir. Buna göre kamu kurum ve kuruluşları tarafından ulusal standartlara uygun olarak üretilmekte olan coğrafi veri servisleri ve metaverilere tek bir noktadan (Ulusal Coğrafi Bilgi Platformu) erişim sağlanabilecektir (TUCBS 2022a). Coğrafi veriyi ihtiyaç duyan kamu hizmetlerinin birbirine bağlı ve birlikte çalışabilir olmasının sağlanması ve hizmet kullanıcılarının ihtiyaçlarının tam olarak karşılanabilmesi için bu hizmetlerin yasal, organizasyonel, anlamsal ve teknik anlamda birbirleri ile kesintisiz olarak etkileşimi gereklidir. Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri coğrafi bilginin birlikte kullanılabilirliği hususunun etkin bir şekilde hayata geçirilmesini sağlamak üzere tüm paydaşları aktif bir şekilde bir araya getirerek ülkemizin kaynaklarının en etkin şekilde kullanılmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Coğrafi verinin değeri ve getirdiği faydalar veriyi paylaştıkça artmaktadır. Bu çalışmada Jeoloji ana teması genişletme çalışmaları kapsamında hazırlanan Jeoteknik Alt Temasına ilişkin özellikler sunulmuştur (TUCBS 2022b).

2. JEOTEKNİK UYGULAMA ŞEMASI

Jeoteknik uygulama şeması, yukarıda açıklanan mühendislik projelerinin planlama ve tasarımı sırasında yapılan jeoteknik çalışmalar dikkate alınarak geliştirilmiştir. Bu kapsamda, jeoteknik amaç ile uygulanan çeşitli yöntemler; jeoteknik sondaj, araştırma çukuru, jeofizik, jeolojik yorumlama uygulama şemasına dahil edilmiştir. Şema içerisinde bulunan *JeoteknikEtud* ana detay tipi olarak tanımlanmıştır. Bu detay tipine *JeoteknikAlan*, *SondajKuyusu*, *JeolojikYorum*, *ArastirmaCukuru* ve *JeofizikVeri* bütünleme ilişkisi ile bağlanmaktadır. Bu şekilde *JeoteknikEtud* sınıfı içerisinde, ilgili alt sınıflardan kalıtsal olarak gerekli görülen özneliliklerin aktarılması amaçlanmıştır. *JeoteknikEtud*, *JeoteknikEtud* alanı ile oluşum ilişkisi ile bağlanmaktadır. Buradaki oluşum ilişkisi ile jeoteknik çalışması yapılan yerin mekansal olarak tanımlanması zorunlu hale getirilmiştir (Şekil 1).

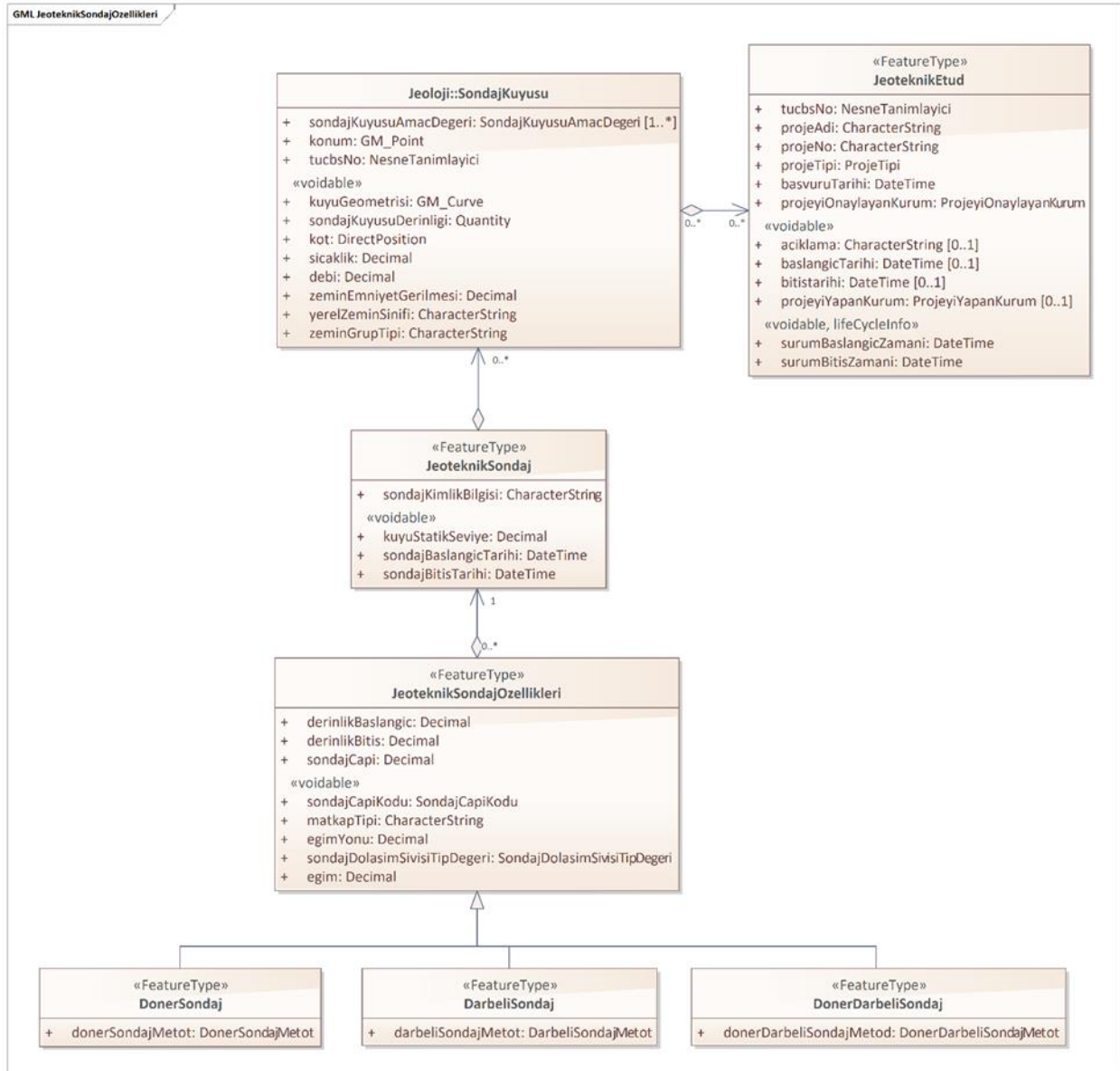


Şekil 1. Jeoteknik uygulama şemasının genel paket yapısı.

JeoteknikAlan içerisinde, ilgili projenin konumsal geometrisi gösterilmektedir. Aynı şekilde kavramsal olarak, *JeoteknikAlan* Kadastro temasında tanımlanan Parsel detay tipi ile anlamsal ilişki ile bağlanarak, gerekli durumlarda parsel alanının, jeoteknik proje alanı olarak kullanılabilmesi amaçlanmıştır. *JeoteknikYorum* detay tipi proje alanı içerisinde herhangi bir nokta, çizgi ve alan bazlı jeolojik yorum yapılmasına imkan sağlamak için bütünleme ilişkisi

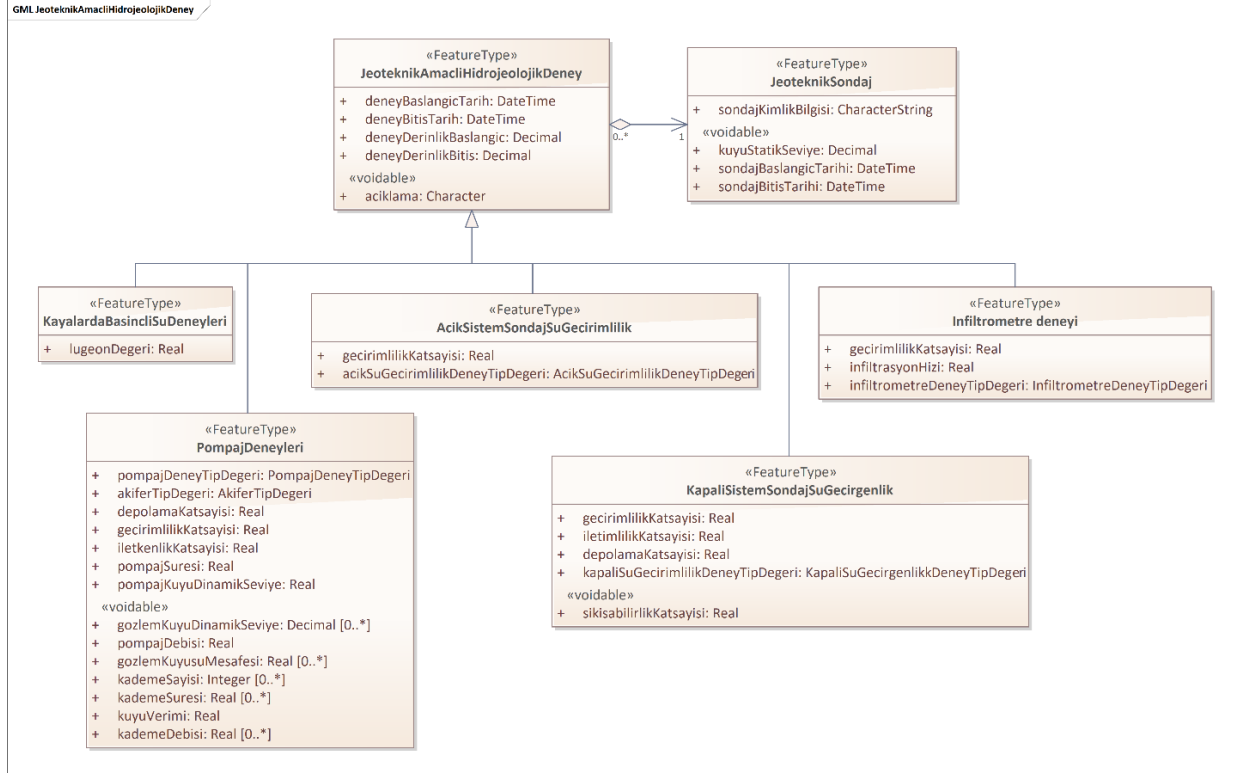
ile *YorumlananSeviye* ile ilişkilendirilmiştir. *YorumlananSeviye* detay tipi, *JeolojikDetay* ile anlamsal ilişki ile bağlanmış ve çeşitli jeolojik detaylar; litoloji, dokanak, fay vb. özelliklerin kullanılabilmesi amaçlanmıştır. *JeoteknikYorum* aynı zamanda, *JeoteknikZeminSiniflama* ve *JeoteknikKayaSiniflama* ile sırasıyla TS EN ISO 14688-1, 2 ve TS EN ISO 14689 standartları dikkate alınarak, bütünleme ilişkisi ile ilişkilendirilmiş ve alan bazında ilgili sınıflandırmanın gösterilmesi hedeflenmiştir.

JeoteknikSondaj detay tipi, Jeoloji temasında daha önceden belirlenmiş olan *SondajKuyusu* sınıfının bir alt sınıfı olarak, jeoteknik amaç ile açılan sondajların gösterimi amacı ile geliştirilmiştir. Bu kapsamda *JeoteknikSondajKuyusu*, bütünleme ilişkisi ile *JeoteknikEtud* detay tipine bağlanmakta ve alt sınıfı olarak *JeoteknikSondaj* gösterilmektedir. *JeoteknikSondaj* detay tipi, *JeoteknikSondajOzellikleri* ile bütünleme ilişkisi ile bağlanmıştır. Bu kapsamda, *JeoteknikSondajOzellikleri* ilgili sondaj kuyusundaki jeolojik birimlerin farklı seviyelerini tanımlayabilmek için çoklu şekilde (0..*) olarak gösterilmiştir. *JeoteknikSondajOzellikleri*, bir alt kısımda ise kalıtım ilişkisi ile 3 farklı sınıf olarak ayırt edilmiş ve *DonerSondaj*, *DarbeliSondaj*, *DonerDarbeliSondaj* yöntemlerinin gösterimi belirtilmiş TS EN ISO 22475-1 standartlarında belirtilen sondaj yöntemine ilişkin kod listeleri tanımlanmıştır (Şekil 2). *JeoteknikSondaj* detay tipi Jeoloji şemasında var olan *SondajKuyusu* detay tipinin bir alt sınıfı olarak, jeoteknik amaca uygun olması açısından geliştirilmiştir. *JeoteknikSondajOzellikleri* bütünleme ilişkisi ile *JeoteknikSondaj* bağlanmaktadır ve ilgili özneteliklerin (örneğin *derinlikBaslangic*, *derinlikBitis*) bir üste aktarılmasını sağlamaktadır. Bu şemanın en alt kısmında ise, jeoteknik çalışmalarda kullanılan ilgili sondaj metodunun kod listesi olarak seçilebilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 2. Jeoteknik UML Modeli: *JeoteknikSondaj* Şemasının gösterimi.

JeoteknikAmaciHidrojeolojikDeney, jeoteknik amaçlı yapılan hidrojeolojik deneyleri kapsamaktadır. Bu kapsamda, *JeoteknikAmaciHidrojeolojikDeney* detay tipi *JeoteknikSondaj* ile oluşum ilişkisi ile bağlantı kurmaktadır (Şekil 3). Aynı zamanda, TS EN ISO 22282 1-6 standartlarına göre tanımlanmış olan deney türleri kalıtım ilişkili ile alt detay tipleri olarak tanımlanmıştır (*KayalardaBasincliSuDeneyleri*, *AcikSistemSondajSuGecirgenlik*, *InfiltrmetreDeneyi*, *KapaliSistemSuGecirgenlik*, *PompajDeneyleri*). Bu alt detay tipleri içerisinde, ilgili standartlarda gösterilmiş olan deneylerin nicel çıktı değerleri ve deneyin yapılmasına ilişkin değişkenlerin kod listesi olarak gösterimi sağlanmıştır.

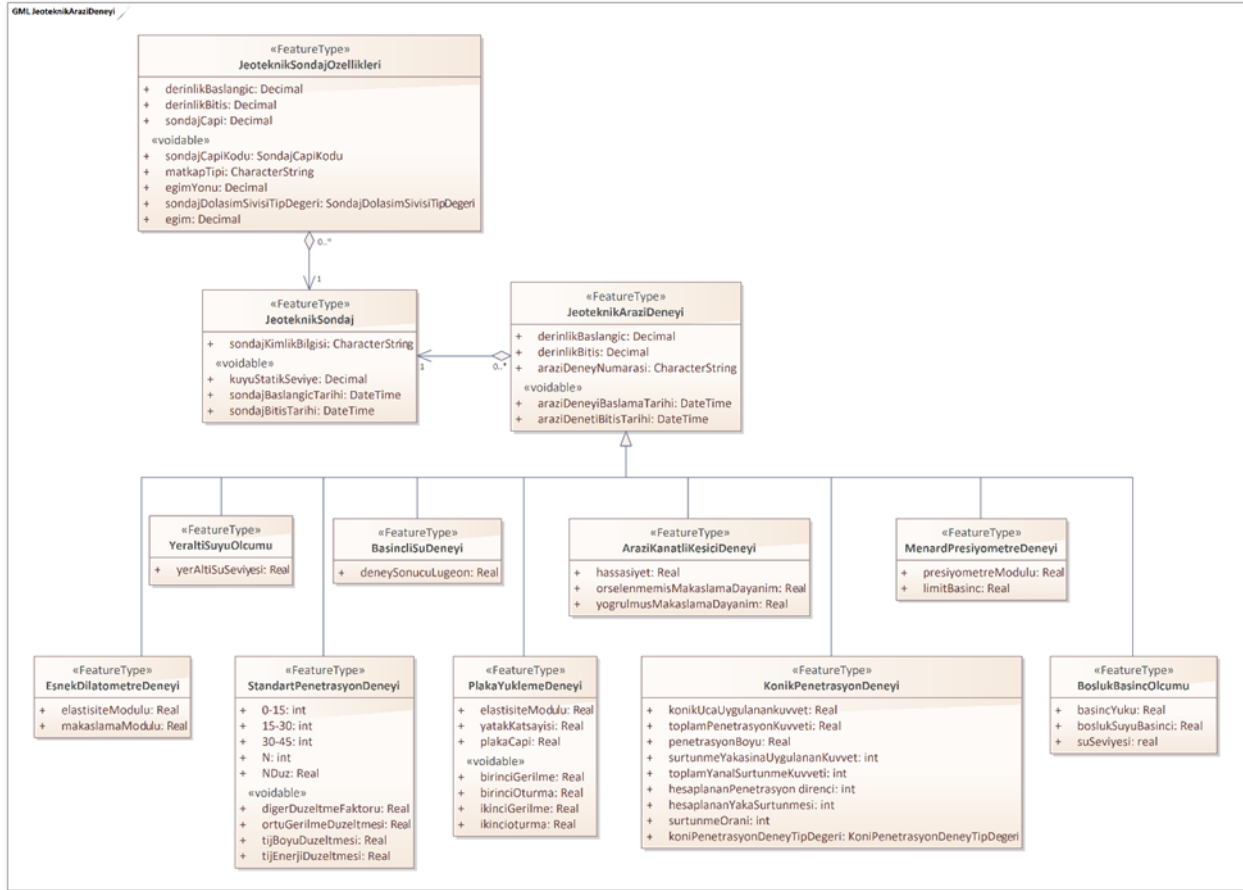


Şekil 1. Jeoteknik UML Modeli: Hidrojeolojik deneyler şemasının gösterimi.

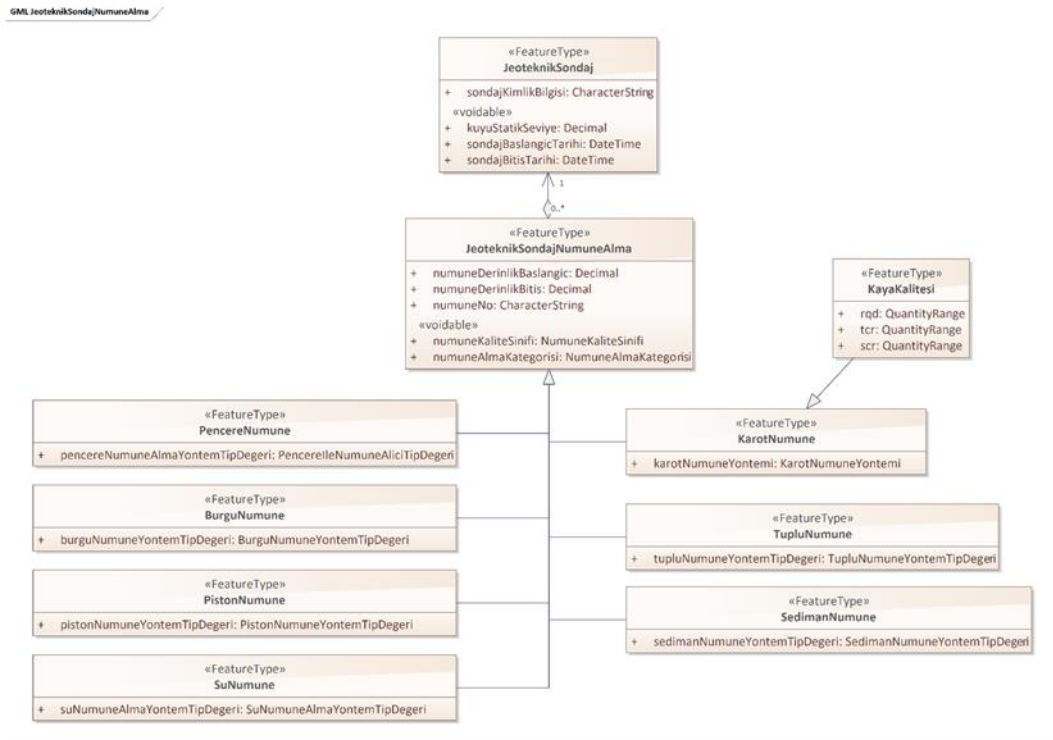
JeoteknikAraziDeneyleri, yerinde yapılan kanatlı kesici (TS EN ISO 22476-9), Menard pressiometre (TS EN ISO 22476-4), esnek diltometre (TS EN ISO 22476-5), standart penetrasyon (TS EN ISO 22476-3), koni penetrasyon (TS EN ISO 22476-12), plaka yükleme deneyleri (TS 5744) ile yeraltı suyu (TS EN ISO 22475-1) ve boşluk suyu basıncı ölçümlerinden (TS EN ISO 18674-4) oluşmaktadır (Şekil 4). İlgili deneyler (örn: *EsnekDilatometreDeneyi*) alt detay tipi olarak kalıtsal ilişki ile gösterilmiş, her bir deney için nicel değerler ve kod listeleri tanımlanmıştır.

JeoteknikSondajNumune alma, jeoteknik amaçlı açılan sondajdan TS EN ISO 22471-1'e uygun olarak karot, tüp, sediman, burgu ve su numunelerinin metre bilgisi ve niteliğinin gösterimini amaçlayan bir detay tipidir. Bu kapsamda *JeoteknikSondaj* ile bütünleme ilişkisi ile bağlanmıştır (Şekil 5). Alt detay tipleri ise, alınan örneğin niteliğine göre belirlenmiştir (örn: Piston Numune) ve *JeoteknikSondajNumune* alma detay tipine bütünleme ilişkisi ile bağlanmaktadır. Alt detay tiplerinde ise yapılan deneye ilişkin olarak belirlenen kod listeleri gösterilmiştir.

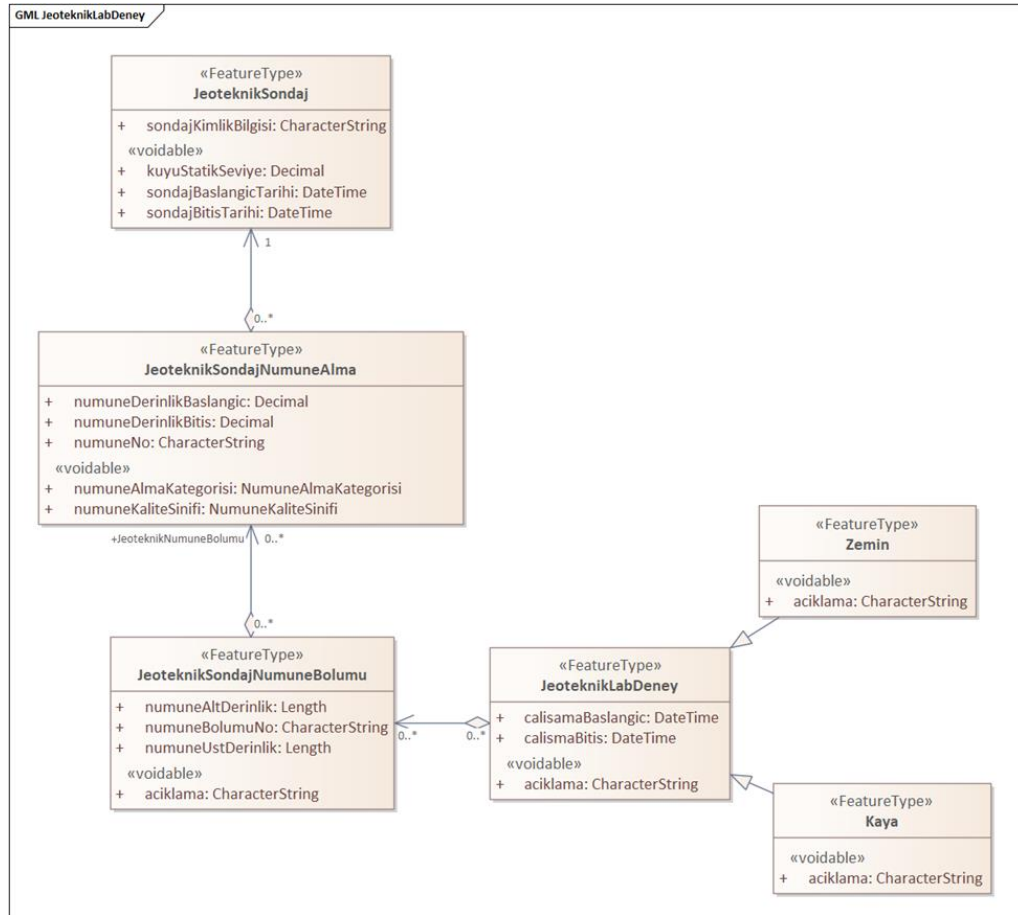
JeoteknikLabDeney, sondaj veya araştırma çukurundan alınan zemin veya kaya numunelerine ait laboratuvar deneylerinin tanımlanması amacı ile oluşturulmuş bir detay tipidir. *JeoteknikSondaj* ile arasında *JeoteknikSondajNumuneAlma* ve *JeoteknikSondajNumuneBolumu* olarak iki tane detay tipi yer almaktadır. Bu detay tipleri ile sondaj numunesinin metrajının ve bölümlenmesinin tanımlanması amaçlanmıştır. *JeoteknikLabDeney*, Kaya ve Zemin olarak kalıtsal ilişki ile iki farklı sınıfa ayrılmaktadır (Şekil 6). Kaya ve Zemin detay tipleri de kalıtsal ilişki ile ilgili deneylere ait detay tipleri ile bağlantı kurmaktadır. TS EN ISO 17892-1-12 standartları dikkate alınarak hazırlanmış zemin laboratuvar deneyleri Şekil 7, ISRM (2007) ve ISRM (2015)'e göre kaya laboratuvar deneyleri Şekil 8'de verilmiştir.



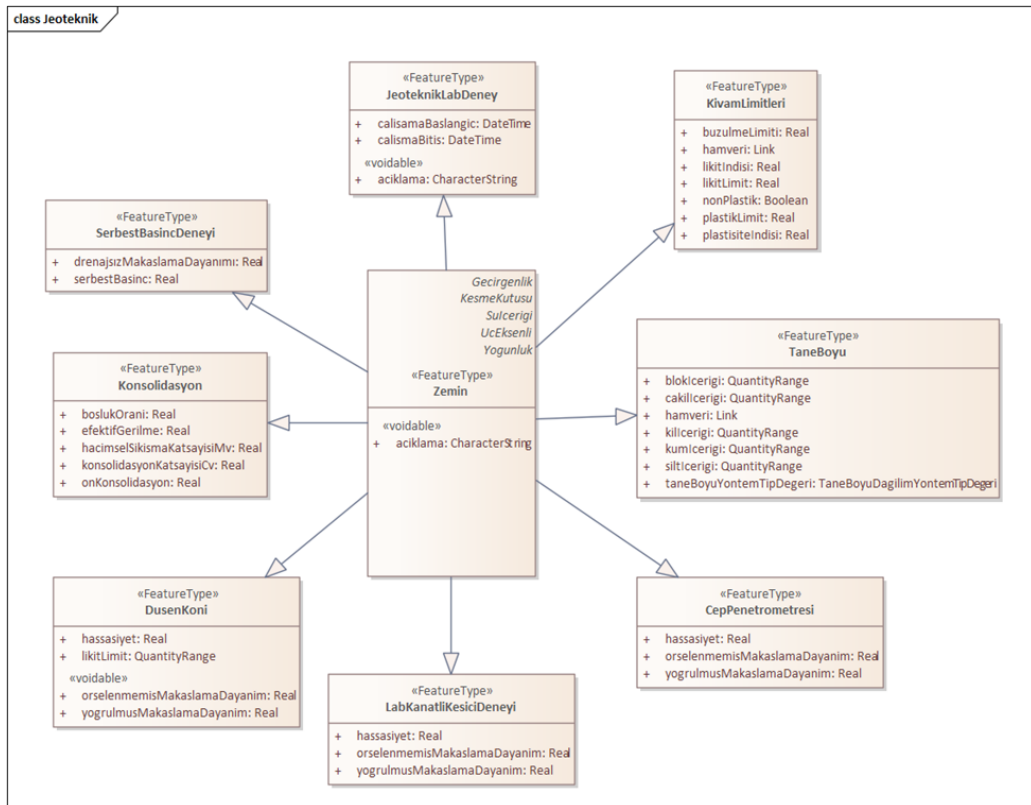
Şekil 4. Jeoteknik UML Modeli: Jeoteknik amaçlı arazi deneyleri şemasının gösterimi. Şema içerisinde, *JeoteknikAraziDeneyi*, *JeoteknikSondaj*'ın bir alt detay tipi gösterilmiştir.



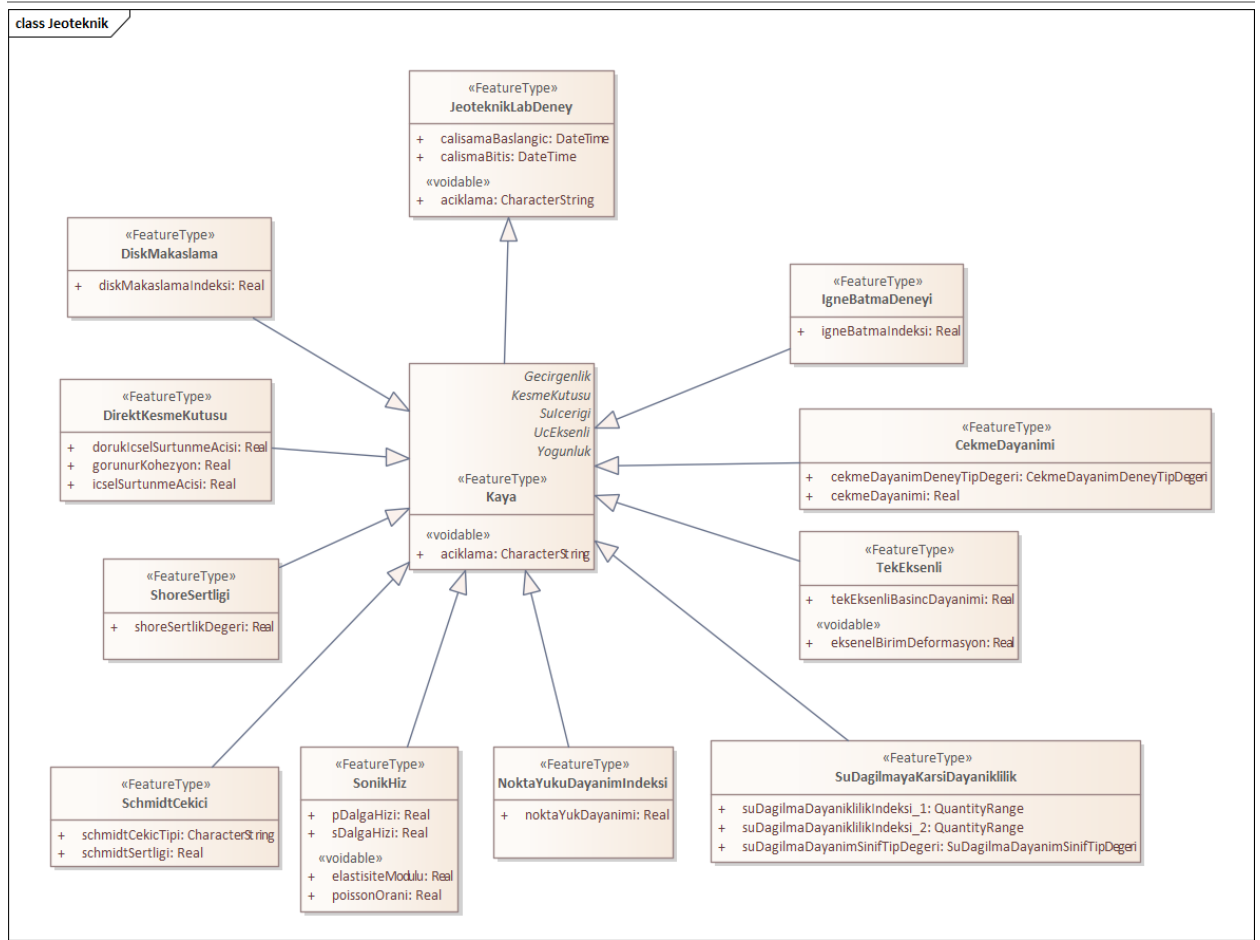
Şekil 5. Jeoteknik UML Modeli: Jeoteknik amaçlı sondaj numune şemasının gösterimi. Alt detay tipleri alınan örneğin niteliğini göstermekte ve ilgili kod listesini içermektedir.



Şekil 6. Jeoteknik UML Modeli: Jeoteknik amaçlı laboratuvar deneylerine ilişkin şema gösterimi. Zemin ve Kaya detay tipleri iki farklı deney tipi olarak *JeoteknikLabDeney* detay tipine bağlanmıştır.

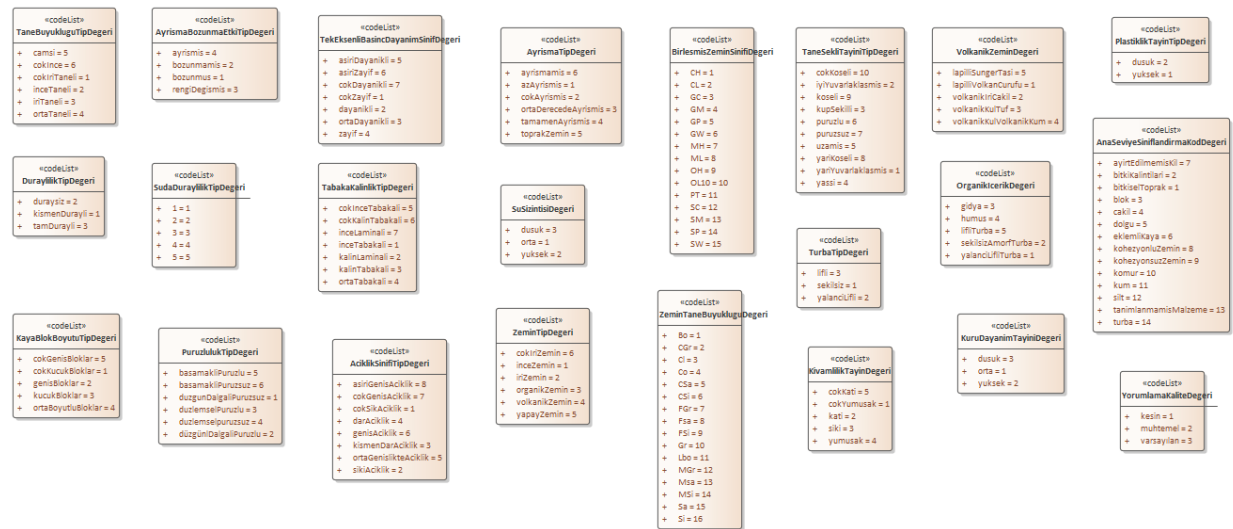


Şekil 7. Jeoteknik UML Modeli: Jeoteknik amaçlı zemin deneylerinin şemasının gösterimi.



Şekil 2. Jeoteknik UML Modeli: Jeoteknik amaçlı kaya deneylerinin şemasal gösterimi.

Diğer taraftan her bir jeoteknik şemasına ilişkin olarak seçilebilir öznel değerler listesi olarak 50 sınıfta toplam 282 adet kod listesi tanımlanmıştır. *JeoteknikYorum* için hazırlanan kod listesi örneği Şekil 9'da verilmiştir. Kod listeleri veri sağlayıcılar veya kullanılan standartlarda belirtilen değerler dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Şekil 9. Belirli bir alan, hat veya noktadaki birim koşullarının yorumlanması için hazırlanan *JeoteknikYorum* kod listesi örneği.

3. SONUÇLAR

Arazi kullanım planlamaları, risk yönetimi, yapısal risk azaltma çalışmaları, yeraltı ve yerüstü mühendislik yapılarının tasarımı ve uygulamasını etkileyen jeolojik, hidrojeolojik ve doğal olası tehlikelere karşı gerekli değerlendirme ve analizlerin yapılabilmesi için ayrıntılı jeoteknik araştırmaların yapılması gerekmektedir. Jeoteknik araştırmalar ile yüksek kalitede, güvenli ve emniyetli tasarımların yapım ve uygulamasına ilişkin gerekli olan girdi parametrelerinin toplanması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, jeoteknik araştırmalar inşaat, maden, jeoloji ve jeofizik mühendisliği alanlarında yaygın uygulama alanına sahiptir. Ancak, yetersiz jeoteknik incelemeler, sonuçların hatalı yorumlanması veya sonuçların standart bir şekilde gösterilmemesi, uygun olmayan tasarımlara, inşaat süreçlerinde gecikmelere, inşaat maliyetli tasarım değişikliklerine, çevresel hasarlara, inşaat sonrası iyileştirme çalışmalarından yapıların yıkılmasına varan sonuçlara kadar değişik problemlere yol açabilmektedir.

Bu çalışmada Jeoloji teması içerisinde tanımlanan Jeoteknik Alt Teması ile farklı kurum ve kuruluşlar tarafından üretilmiş ayrıntılı jeoteknik veriler (Jeoteknik etüd tipi, sondaj, araştırma çukuru, numune tipleri, arazi deneyleri, zemin ve kaya laboratuvar deneyleri), Birleşik Modelleme Dili kullanılarak, paket yapıları, uygulama şemaları, detay ve veri tipleri ile ilgili kod listeleri oluşturulmuştur. Jeoteknik alt teması Jeoloji ana teması altında, 65 adet coğrafi nesne tipi, 53 adet kod listesi 230 adet öznitelik ve 282 adet kod listesi değerinden oluşmaktadır. Sonuç olarak, ülkemizde belirli amaçlarla yapılan jeoteknik çalışmaların standart mekansal veri yapısı ve içeriğinde değerlendirilmesine, proje bazlı arama ve yüksek seviyede sınıflandırma sistemi sayesinde ilgili verilere TUCBS platformu üzerinden erişim sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- ISRM, 2015 The ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 2007–2014, Ulusay R (ed.), DOI: 10.1007/978-3-319-07713-0,
- ISRM, 2007. The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006.Suggested Methods Prepared by the Commission on Testing Methods, ISRM, R.Ulusay and J.A.Hudson (eds.), Compilation Arranged by the ISRM Turkish National Group, Ankara, Turkey, 628p.
- Look, B. 2007. *Handbook of geotechnical investigation and design tables*. Taylor & Francis Group, London, 331p.
- TS EN ISO 14688-1 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zeminlerin tanımlanması ve sınıflanması - Bölüm 1: Tanımlama ve tarif
- TS EN ISO 14688-2 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zeminlerin tanımlanması ve sınıflanması - Bölüm 2: Sınıflandırma prensipleri
- TS EN ISO 14689 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Kayaçların tanımlanması, tarif edilmesi ve sınıflandırılması
- TS EN ISO 22475-1 Jeoteknik etüt ve deneyler - Numune alma yöntemleri ve yeraltı suyu ölçümleri - Bölüm 1: Teknik uygulama esasları
- TS EN ISO 17892-3 Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 3: Tane yoğunluğunun belirlenmesi
- TS EN ISO 17892-1 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 1: Su içeriğinin belirlenmesi
- TS EN ISO 17892-2 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 2: Birim hacim kütleinin belirlenmesi
- TS EN ISO 17892-4 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 4: Tane büyüklüğü dağılımının belirlenmesi
- TS EN ISO 17892-5 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 5: Kademeli yükleme yoluyla odometre deneyi
- TS EN ISO 17892-6 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 6: Düşen koni deneyi
- TS EN ISO 17892-7 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 7: Tek eksenli basınç deneyi
- TS EN ISO 17892-8 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 8: Konsolidasyonsuz ve drenajsız üç eksenli deney
- TS EN ISO 17892-9 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 9: Suyu doymuş zeminlerde, konsolidasyonlu, üç eksenli basınç deneyleri
- TS EN ISO 17892-10 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 10: Doğrudan kesme deneyi
- TS EN ISO 17892-11 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 11: Geçirgenlik deneyleri
- TS EN ISO 17892-12 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler- Zemin laboratuvar deneyleri- Bölüm 12: Likit ve plastik limitlerinin tayini

- TS EN ISO 18674-4 Geoteknik etüt ve deneyler- Araziye yerleştirilen cihazlarla geoteknik izleme-Bölüm-4 Zemin boşluk suyu basıncının ölçülmesi:Piyezometreler
- TS 5744 Plaka yükleme deneyi ile zemin taşıma gücünün yerinde tayini
- TS EN ISO 22476-3 Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 3: Standard penetrasyon deneyi
- TS EN ISO 22476-4 (İngilizce Metin) Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 4: Menard presiyometre deneyi
- TS EN ISO 22476-5 (İngilizce Metin) Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 5: Esnek dilatometre deneyi
- TS EN ISO 22476-9 (İngilizce Metin) Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 9 : Arazi kanatlı kesme (veyn) deneyi
- TS EN ISO 22476-12 (İngilizce Metin) Geoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 12: Mekanik konik penetrasyon deneyi (cptm)
- TS EN ISO 22282-1 Jeoteknik etüt ve deneyler - Hidrojeolojik deneyler - Bölüm 1: Genel kurallar
- TS EN ISO 22282-2 Jeoteknik etüt ve deneyler - Hidrojeolojik deneyler - Bölüm 2: Açık sistemler kullanılarak sondaj kuyusunda yapılan su geçirgenlik deneyleri
- TS EN ISO 22282-3 Jeoteknik etüt ve deneyler – Hidrojeolojik deneyler - Bölüm 3: Kayaçlarda basınçlı su deneyleri
- TS EN ISO 22282-4 (İngilizce Metin) Jeoteknik etüt ve deneyler – Hidrojeolojik deneyler - Bölüm 4: Pompaj deneyleri
- TS EN ISO 22282-5 (İngilizce Metin) Jeoteknik etüt ve deneyler – Hidrojeolojik deneyler - Bölüm 5: İnfiltrometre deneyleri
- TS EN ISO 22282-6 (İngilizce Metin) Jeoteknik etüt ve deneyler – Hidrojeolojik deneyler - Bölüm 6: Kapalı sistemlerde, sondaj kuyusunda yapılan su geçirgenlik deneyleri
- TUCBS 2022a. Coğrafi Veri Temalarına İlişkin Tanımlama Dokümanları ve Standartlar Eğitim Dokümanı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü Ankara, 65s.
- TUCBS 2022b. Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi, Jeoloji Teması veri tanımlama dökümanı, SÜRÜM 2.0, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 334s.
- ISRM, 2015 The ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 2007–2014, Ulusay R (ed.), DOI: 10.1007/978-3-319-07713-0,
- ISRM, 2007. The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006.Suggested Methods Prepared by the Commission on Testing Methods, ISRM, R.Ulusay and J.A.Hudson (eds.), Compilation Arranged by the ISRM Turkish National Group, Ankara, Turkey, 628p.
- Ulusay, R. 2010. *Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler*, Güncelleştirilmiş ve genişletilmiş 5. Baskı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 38, Ankara. 458 sayfa.