

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİNDE GEOTEKNİK BİLİMİ İLE İLGİLİ MESLEKİ SORUMLULUKLARIN BİLİNÇLENDİRİLMESİ

Zeki Gündüz, Uğur Dağdeviren

ÖZET

Türkiye’de inşaat mühendisliği lisans eğitimi; yapı, mekanik, yapı malzemesi, ulaştırma, hidrolik, yapı işletmesi, geoteknik anabilim dalları tarafından düzenlenen programlarla verilmektedir. İnşaat mühendisliği öğrencileri, bu konularda gerekli asgari eğitimi alarak inşaat mühendisi ünvanı ile mezun olurlar. İnşaat mühendisleri genellikle şantiye veya proje hizmetlerinde görev almaktadırlar. Uygulamada çalışan inşaat mühendislerinin sürekli eğitimini sağlamak üzere İnşaat Mühendisleri Odası (İMO) tarafından eğitim seminerleri düzenlenmektedir. Yapılan bu eğitim seminerleri sırasında, inşaat mühendislerinin oldukça büyük bölümünün kendi sorumlulukları altında olan bazı hizmet ve görevleri diğer mühendislik konularına girdiği düşüncesiyle sahiplenmedikleri izlenmekte ve bunun sonunda ciddi sıkıntılar içerisinde kaldıkları ve beraberinde büyük ekonomik kayıplarla karşılaştıkları görülmüştür. Eğitim seminerlerinde iletilen olayların genellikle geoteknik konular kapsamında yoğunlaştığı görülmüştür. Olayların özüne inildiğinde, problemlerin yanlış bir şekilde olaya dahil olan jeoloji ve jeofizik mühendisleri tarafından ortaya çıkarıldığı görülmektedir. İnşaat mühendislerinin karşılaştıkları bu durumun temelinde; kendi sorumluluklarında olan bazı görevleri sahiplenmemeleri yatmaktadır. Bu durum, ancak inşaat mühendislerine kendi sorumlulukları altında olan görevlerin hatırlatılması ile çözülebilir.

GİRİŞ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNDE çok farklı maksatlara yönelik olarak bina, hastane, okul, köprü, viyadük, havaalanı, demiryolu, karayolu, tünel, baraj, deniz yapıları, limanlar ve metro gibi çok değişik mühendislik yapıları yapılmaktadır. İnşaat mühendislerinin uygulamada karşılaşacağı konuların çözümünde yardımcı olacak bilgi ve beceriler; inşaat mühendisliği eğitimi süresi içerisinde, yapı, mekanik, yapı malzemesi, ulaştırma, hidrolik, yapı işletmesi, geoteknik anabilim dalları tarafından düzenlenen programlarla verilmektedir. Böylece öğrenciler inşaat mühendisliği konularında gerekli asgari eğitimi alarak inşaat mühendisliği bölümlerinden inşaat mühendisi ünvanı alarak mezun olurlar. İnşaat mühendisleri genellikle proje ve şantiye hizmetlerinde görev almaktadırlar. Araştırma ve geliştirme hizmetlerinde görev yapanların sayısı ise yok denilebilecek kadar azdır. İnşaat mühendislerinin ana görevi; yapacakları mühendislik yapılarını güvenli ve ekonomik olarak tasarlamak ve inşasını sağlamaktır. İnsanların istifadesi için yapılan tüm mühendislik yapılarının, zeminin içinde veya üzerinde olduğunu düşünürsek, mutlaka zeminle bir ara kesiti bulunacaktır. İnşaat mühendisinin görevini gerektirdiği şekilde yapabilmesi için; öncelikle yapının yapılacağı arazideki zemin özelliklerinin sağlıklı ve güvenilir olarak belirlenmesi gerekir. Hiç

Zeki Gündüz Uğur Dağdeviren
Sakarya Üniversitesi, İnşaat Müh. Bölümü, 54187, Sakarya, Türkiye
E-posta: gunduz@sakarya.edu.tr, udagdeviren@sakarya.edu.tr

şüphesiz bu konular inşaat mühendislerine geoteknik anabilim dalı tarafından aktarılmaktadır. Geoteknik anabilim dalının amacı; inşaat mühendislerine yapacağı mühendislik yapıları ile ilgili olarak zeminden kaynaklanabilecek sorunları ve bu sorunların çözümü için gerekli yöntem ve yolları aktarmaktır.

Gelişen dünyada, ihtiyaçların kapsamı ve şekli sürekli değişmektedir. Bu ihtiyaçlara cevap verebilmek için, bilim dallarının birbirine yakın disiplinlerle bir arada çalışması gerekmektedir. İnşaat mühendisliğinin bir uzmanlık alanı olan geoteknik mühendisliği de jeoloji mühendisliği ve jeofizik mühendisliği ile yakın temas halindedir. Ancak bu durum, uygulamada çalışan bazı inşaat mühendislerinin, geoteknik problemlerin çözümünde kendilerini yetkin görmemelerine ve çözümün jeoloji ve jeofizik mühendislerince yapılacağı gibi yanlış bir kanıya kapılmalarına neden olmaktadır. Bu düşünce tarzından inşaat mühendislerinin bir an önce kurtarılması gerekir. Konuya sahip çıkılmadığı takdirde gerek inşaat mühendisliği gerekse toplum telafisi mümkün olmayacak kayıplara maruz kalacaktır.

Bu çalışmada, inşaat mühendisliğinin bir bilim dalı olan geoteknik mühendisliğinin, inşaat mühendisliğindeki yerinin ve çalışma konularının hatırlatılması gerekli görülmüştür. Ayrıca, zemin ve temel etüd çalışmalarında, yanlış bir şekilde konuya dahil edilen jeoloji ve jeofizik mühendisliğinin geoteknik mühendisliğindeki yeri açıklanmıştır. İnşaat mühendislerinin, belki de geotekniği çok fazla sahiplenmemelerinin sonucu olarak yeni düzenlemelerde, jeoloji ve jeofizik mühendislerine aldıkları eğitimin çok dışında sorumluluklar yüklendiği gösterilmiştir. Çalışmada son olarak, geoteknik mühendisliğinin, inşaat mühendisliğinin bir dalı olduğunun tekrar hatırlatılması için yapılması gereken bazı önerilere yer verilmiştir.

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNDE GEOTEKNİĞİN YERİ

İnsanoğlu yaşadığı dünya üzerinde yaşamını sürdürebilmek için bir takım yapı ve tesisler yapmaktadır. Bu yapı ve tesisleri yaparken de sürekli olarak yeryüzünün şeklini değiştirmektedir. Tabiiatta mevcut olan denge insanlar tarafından sürekli olarak zorlanmaktadır. Bu değişim tabiatın dengesini bozacak düzeye erişince bundan yine insanlar zarar görmektedirler. Örneğin ormanların tahrip edilmesi ile sellerin oluşumuna zemin hazırlanır. Bilimin amacı doğadaki mevcut dengeyi doğru bir şekilde okumak ve dengeyi korumaktır. Bu noktada inşaat mühendisine düşen görev yapacağı mühendislik yapılarında doğada olan mevcut dengeyi korumak olmalıdır. Bu işlevi yapabilmek için ise öncelikle doğadaki mevcut dengenin ne olduğunu doğru olarak anlayabilmek gerekir. Bu dengenin argümanları doğru bir şekilde öğrenilir ise yapılacak yapıların güvenliği sağlanabilir. Aksi halde yapılacak yapıların güvenliği zedelenmiş olacaktır. İnsanlar mühendislik yapılarını yaparken yeryüzü üzerinde yaptığı değişiklik genelde iki şekilde olmaktadır. Bunların birincisinde kazılar, ikincisinde ise dolgu veya yapıların teşkili şeklinde olmaktadır. Her iki faaliyette de yeryüzü üzerinde gerilme durumu değiştirilmektedir. Meydana gelen gerilme durumu değişimi dengeyi bozacak şekilde olması durumunda, zeminde göçme ve heyelan şeklinde ciddi problemlerle karşılaşılır. Bu durum beraberinde üzerinde yer alan mühendislik yapılarının kullanılamaz duruma gelmesine sebep olur.

İnşaat mühendisliğinde çok farklı maksatlara yönelik olarak yapılan yapıların ya zeminin içinde ya da üzerinde yapıldığını düşünürsek, zeminle ilgili olarak bir ara kesiti bulunmaktadır. Her yapı; temeli altında bulunan zemin tabakalarında yapı yükü ile orantılı olarak gerilmelerin ve deformasyonların meydana gelmesine sebep olur. Zemin tabakalarında meydana gelen bu deformasyonlar, üzerinde bulunduğu yapıda arzu edilmeyen ilave zorlamalara yol açar. Bu yapıların bir bölümünde geoteknik konusu ağırlıkta olmasına karşılık bazılarında ise daha az ağırlıkta olabilmektedir. Yapı ile zeminin karşılıklı tesirlerini açıklamak, bu tesirlerin büyüklüğünü önceden belirleyebilmek oldukça önemli olmaktadır. Zemin davranışları ve çözüm yöntemleri geotekniğin uğraştığı konuların başında gelmektedir.

İnşaat mühendisleri hem yapının yer aldığı zeminin, hem de tasarladığı mühendislik yapısının ortam özelliklerini bir arada düşünüp projelendirmeyi buna göre yapmak zorundadır. Burada, yapı farklı bir ortam, yapının yer aldığı zemin katmanları farklı bir ortamdır. Zemin ortamının özelliklerini çok fazla değiştirmek mümkün değildir. İnşaat mühendisi öncelikle, zemin ortamının özelliklerinin geoteknik açıdan incelemesini tamamlamakta ve daha sonra yapabileceği değişiklikleri de göz önünde tutarak mühendislik yapısını projelendirmektedir. Bu nedenle, statik projelendirme öncesinde, yapı altındaki zeminin davranış özelliklerinin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİNİN UĞRAŞTIĞI KONULAR

Geoteknik mühendisliği; zemin, kaya ve yeraltı suyu ile bunların mühendislik projelerinin tasarımı, yapımı ve işletilmesi ile ilişkisini ele alan inşaat mühendisliği dalıdır (Coduto, 2006). 1980'li yıllara kadar Zemin Mekaniği ve Temel İnşaatı olarak bilinen bu bilim dalının adı dilimize İngilizce (Geotechnical) karşılığı olan, Geoteknik kelimesi olarak girmiştir (Ansal, 2000). Bilim dalı, 1980'lerin başından beri bilinçli ve kasıtlı bir yaklaşımla Geoteknik/Jeoteknik isim karmaşası içerisine sokulmuştur (Soygür ve Mutlu, 2005). Ayrıca, geoteknik bilim dalının, esas olarak zemin mekaniği ve temel mühendisliğinden oluştuğu da kimi çevreler tarafından unutturulmaya çalışılmaktadır. Geoteknik mühendisliği, her şeyden önce iyi bir mekanik, mukavemet ve hidrolik bilgisi ve buradaki kavramları zemin mekaniğine uygulayabilme yeteneği gerektirir. Ancak bu tek başına yeterli değildir. Elde edilen veriler, bir tasarım için kullanıldığında ve uygulamaya konulduğunda gerçek anlamıyla geoteknik mühendisliğinden bahsedilebilir.

Günümüzde geoteknik mühendisliğinin başlıca çalışma alanları şu şekilde özetlenebilir:

- Yapı yüklerinin güvenle zemine aktarılmasını sağlamak için bazen yüzeysel temel, bazen de derin (kazıklı) temel projelendirmeleri,
- Deniz, nehir içinde ve kıyılarında yapılacak köprü ayaklarının temel tasarımı,
- Barajların tasarımı ve yapım aşamaları,
- Karayolu, baraj gibi büyük dolgu işlemlerinin gerçekleştirildiği projelerde en uygun sıkıştırma özelliklerinin seçimi ve inşaat sonrası oturmaların sınırlandırılması,
- Tünel güzergâhlarının belirlenmesi, uygun delme yöntemlerinin seçilmesi,

- Şev ve yamaç stabilitesine uygun kazı, inşaat ve uygun destek sistemlerini belirlenmesi,
- Deprem, dalga yükleri gibi tekrarlı yükler altındaki temel zeminlerinin göçmeye karşı tasarımı,
- Zemin ve kaya numuneleri elde etmek için araştırma sondajları açılması,
- Zemin etütleri için alınan numunelerin proje kapsamına uygun olarak laboratuvar deneylerinin yapılması ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesi,
- Zeminlerin bazı arazi deneyleri ile yerinde geoteknik özelliklerinin belirlenmesi,
- Yapılar için gerekli olan zemin ve temel etüt (geoteknik) raporlarının hazırlanması.
- İnşaat öncesinde ve sırasında, temel kazısının yapımı sırasında alınacak önlemlerin belirlenmesi, drenaj için gerekli sistemin seçimi,
- Yapılacak olan mühendislik yapısına uygun zemin koşullarının bulunmaması durumunda, uygun iyileştirme yönteminin seçimi, projelendirilmesi ve uygulanması.

GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİNDE JEOLOJİ VE JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİNİN YERİ

17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri ile birlikte mühendislik yapılarının inşası öncesinde zemin etüt çalışmalarının önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Bu tarihe kadar zemin etüt raporları "geoteknik rapor" adı altında inşaat mühendisliğince yürütülmüştür. Depremden bu yana zemin etüt çalışmalarının önemine karşın, Jeoloji ve Jeofizik Mühendisliği meslek guruplarının, bu etütleri kendi çalışma alanları içerisine dahil etme çabasına girdikleri görülmektedir. Bu bölümde, öncelikle, zemin etüt çalışmalarında bu disiplinlerin görev ve sorumlulukları özetlenecektir. Daha sonrada, bu disiplinler arasındaki çatışmalara değinilecektir.

Zemin araştırmaları, bir inşaat yapısının ekonomik ve güvenli şekilde meydana getirilmesini sağlamak için yapıldığına göre, zemin mekaniği ve temel inşaatı bilgisiyle donanmış bir inşaat mühendisinin her aşamada işin içinde olması gerektiği açıktır. Birand (2000), zemin araştırması ve araştırma aşamalarının kimlerin sorumluluğunda olması gerektiğini detaylı bir şekilde açıklamıştır. Burada özetlenecek olunursa;

- Genel arazi gözlemleri, genel arazi tanımlama deneyleri, mevcut harita ve dokümanların değerlendirilmesi, bulguların sentezi ve takdimi inşaat veya jeoloji mühendisleri tarafından yapılabilir. Gerekli olması durumunda, jeofizik deneyler, jeofizik mühendisleri tarafından yapılarak, bir rapor halinde takdim edilir.
- Hazırlanan rapor sonrası, önerilen yapının jeoloji haritalarına tatbiki ve uygun sondaj sayısı, derinliği, gerekli arazi deneyleri ve laboratuvar deneyleri için alınacak numune derinliklerinin planlanması inşaat ve jeoloji mühendislerinin ortak çalışması ile gerçekleştirilir.

- Planlanan işlerin arazide yapılması işlemleri inşaat veya jeoloji mühendisleri tarafından yapılabilir.
- Elde edilen sonuçların, yapı-zemin etkileşimi çerçevesinde değerlendirilmesi, uygun temel tipi ve boyutlarının seçilmesi, gerekli durumlarda zeminde yapılması önerilecek iyileştirme yöntemleri, temelin taşıma gücü, oturma hesapları, sıvılaşma analizleri, şev **duraylılığı**, kazı güvenliği gibi zemin mekaniği ve temel inşaatı bilgisi gerektiren aşamalar ise sadece inşaat mühendisinin görev ve kapsamına girmektedir.
- Kaya ile özdeşleşen işlerde (tüneller gibi), inşaat mühendisleri; tünel jeolojisi ve yapım teknikleri konusunda uzman jeoloji mühendisleri ile birlikte çalışır.

Görüldüğü gibi, bir zemin etüt raporunun hazırlanması için disiplinler arası çalışmanın gerekliliği gayet açıktır. Ancak, Jeoloji ve Jeofizik Mühendisleri Odalarının, kendi kapsamları dışında kalan bölümleri de sahiplenmeye çalışmaları, beraberinde disiplinler arası çatışmayı da getirmektedir. Ülkemizde, bu disiplinler arasındaki çatışma, 1980'lerin başından beri devam eden Geoteknik/Jeoteknik kelime karmaşası ile başlamaktadır. Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO), 2005 yılında, tartışmaya Türk Dil Kurumu (TDK) ve Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK)'nü de katarak, kelime tartışmalarıyla, Geoteknik Mühendisliğini sahiplenme çalışmaları içerisine girmiştir. YÖK, 27.09.2006 tarihli yazısında, 2547 sayılı Yükseköğretim Yasası öncesinde, üniversitelerin İnşaat Mühendisliği Bölümü bünyesindeki "Zemin Mekaniği" ve "Temel Mühendisliği" adlı iki ayrı bilim dalı birleştirilerek, yurtdışındaki gelişmelere de paralel olarak "Geoteknik" anabilim dalı olarak tanımlandığını tekrar vurgulamıştır. Bu oluşumun doğal bir sonucu olarak, inşaat mühendisliğinin geoteknik uzmanlık alanının, yalnızca zemin mühendisliği ile değil, bunun çok ötesinde temel mühendisliği problemleriyle uğraştığı ve bu nedenle geoteknik mühendisliğinin, inşaat mühendisliği içinde mütalaa edilmesi gerekliliği hakkındaki düşünceler bir kez daha yinelenerek, geoteknik kavramının kullanımı yönünde son nokta konulmuştur.

Mühendislik yapılarının projelendirilmesi için gerekli zemin etüt raporlarının hazırlanması, İnşaat-Jeoloji-Jeofizik disiplinlerinin ortak çalışmasını gerektirmektedir. Burada önemli olan husus, her disiplinin kendi alanıyla ilgili konular hakkında çalışmasını gerektirecek uygun yönetmeliklerin geliştirilmesi zorunluluğudur. Bu yönetmeliklerin, disiplinlerin, diğer disiplinlere müdahalesine yol açmayacak şekilde hazırlanması gereklidir. Ancak, 19.08.2008'de yürürlüğe giren, "Planlı Alanlar Tıp İmar Yönetmeliği"nin 57. maddesinde, yapı ruhsatı işleri için uyulması gereken esaslar başlığı altında, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nın konuyu çözmek yerine daha da karmaşık bir hale getirdiği görülmektedir. Bu maddeye göre, statik projeye esas teşkil edecek zemin etüdü (jeoteknik etüt) raporunun;

1. *Yeraltının dinamik esneklik direnişleri ve yerin dayanımı, taşıma gücü, yeraltı suyu varlığı, yeraltı yapısı, deprem bölgelenmesi, yer kırıklıklarının hareketleri, oturma, sıvılaşma ve yer kaymalarının boyutları gibi zeminin fizikî özelliklerini belirleyen çalışmalar yönünden jeofizik mühendislerince,*
2. *Sondajlar, arazi çalışmaları, zemin ve kaya mekaniği, laboratuvar deneylerini ihtiva eden zemin-yapı etkileşiminin analizinde kullanılacak temel-zemin, zemin profili ve zemini oluşturan birimlerin fizikî ve mekanik özelliklerini konu alan çalışmalar yönünden jeoloji mühendislerince,*

3. *Zemin mekaniği, zemin dinamiği ve zemin emniyet gerilmesi hesaplaması gibi çalışmalar yönünden inşaat ve jeoloji mühendislerince, mühendislik hizmetleri standartlarına uygun olarak hazırlanması gerektiği belirtilmektedir.*

Yukarıdaki yönetmelik maddesinde jeoloji ve jeofizik mühendislerine verilen yetkiler incelendiğinde, aslında bu disiplinlerin, "bu araştırmaların önemli bir kısmını yapabilecek kadar iyi bir eğitim alıp almadıkları" sorusu akla gelmektedir. Bu sorunun cevabı için, bu disiplinlerin üniversitede aldıkları eğitimlere ve geoteknik bilimine bakış açılarının incelenmesi yararlı olacaktır.

JMO'ya göre, jeoloji mühendisliği; jeoloji biliminin veri, teknik ve ilkelerini her türlü mühendislik kullanıma sunmak üzere, proje alanının 4 boyutlu (x-y-z-t) jeolojik modelini hazırlamak ve jeolojik verileri yorumlamak, yeraltı suyu ortam ve hareketleri ile kaya ve zemin özelliklerine ilişkin kavramsal modelleri ortaya koymak, mühendisliğin sanat ve bilime dayalı tanımı çerçevesinde, yer kabuğunu oluşturan malzeme özelliklerini incelemek, tanımlamak, sorunları önceden belirlemek ve sorunlara karşı mühendislik çözümlerini geliştirmek olan mühendislik dalı olarak tanımlanmaktadır. Jeoloji mühendislerine göre, geoteknik; kaya mekaniği, zemin mekaniği ve mühendislik jeolojisi alt disiplinlerinin bileşkesinden oluşmaktadır (Türkel, 1994). JMO'nun kendi tanımlarından, geotekniğin temelini oluşturan konuların aslında jeolojinin içeriğinde yer almadığı ortaya çıkmaktadır. Ülkemizdeki üniversitelerin Jeoloji Mühendisliği Bölümlerinin bazısında zorunlu olarak haftalık 2-3 saatlik zemin mekaniği dersi yer almakta ve bu kısa zamanda çok geniş bir içerik verilmeye çalışılmaktadır. Bunun da öğrenciler için, sadece genel bilgi edinme haline dönüştüğü gözlenmektedir. Ayrıca, bu bölümde Temel İnşaatı / Temel Mühendisliği ile ilgili herhangi bir ders ise müfredatlarında yer almamaktadır. Buna rağmen, oturma davranışı (özellikle konsolidasyon) ve sıvılaşma kavramlarının temelini oluşturan boşluk suyu basıncı kavramı hakkında bilgi sahibi bile değillerken, zemin dinamiği, temel taşıma gücü gibi konularda söz sahibi olabilmeleri düşündürücüdür.

Jeofizik Mühendisliği ise, yakın zamana kadar jeoloji bölümlerinde bir anabilim dalı olarak görülmekteydi. Günümüzde, yer kürenin fiziksel özelliklerinin ölçülmesi, alınan ölçümlerin matematik ve fizik esaslarına göre işlenmesi, yorumlanması, elde edilen bilgilerin insanlığın yararına kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Disiplinin ana ilgi alanları; yerin çekim, manyetik, elektrik, elektromanyetik alanındaki değişimlerden ve sismik özelliklerinden yararlanarak ekonomik amaçlı yerin sığ kesimlerinin araştırılması; yerin ve diğer gezegenlerin manyetik, ısıl ve radyoaktif özelliklerinin ve kaynaklarının incelenmesi; depremlerin oluşumu, özellikleri, önceden kestirilmesi ve deprem dalgalarının yer içinde yayılımlarından yerin iç yapısının ortaya çıkartılmasıdır. Jeofizik yöntemler, özellikle geniş arazi alanlarında maden ve petrol arama gibi hizmetlerde, düşük maliyet ve zaman açısından büyük avantaj sağlamıştır. Bu yöntemlerin, inşaat mühendisliğinde, zemin araştırmalarında, yeraltı su seviyesi yeri, tabaka kalınlıkları ve eğimi gibi konularda ön bilgi edinme açısından kullanılmaya başlanmıştır. Jeofizik Mühendisliği Bölümlerinin çoğunda Zemin Mekaniği dersinin müfredata yeni konulmaya çalışıldığı görülmektedir. Jeofizik mühendisleri, geoteknik mühendisliğinin iki önemli ayağı olan zemin mekaniği ve temel mühendisliği ile ilgili bilgi sahibi değillerdir. Jeofizik yöntemlerin inşaat mühendisliğinde kullanım şekli Bayındırlık Bakanlığının 10 Ağustos 2005 tarihli Zemin ve Temel Etüt Raporlarının hazırlanmasına ilişkin formatta da açıkça belirtilmiştir. Söz konusu bu formatta jeofizik yöntemler " Jeofizik yöntemler sondaj çalışmalarına yardımcı bir

unsur olacağı ilkesi esas alınarak sondaj sayısını azaltarak arada geçilen zemin tabakalarının belirlenmesi, özellikleri ve sınırlarının anlaşılması amacıyla kullanılabilir.” şeklinde açıkça ifade edilmektedir. Ancak, jeofizik mühendislerinin, yapı özelliklerini dikkate almadan, sismik ölçümlerle zemin ve temel mühendisliği ilkelerine aykırı olarak temel güvenli taşıma gücü, yatak katsayısı ve oturma hesapları yapmaktan da geri kalmadıkları görülmektedir.

İnşaat mühendisliği eğitimi alan bir mühendis ise, geoteknik anabilim dalı tarafından verilen genellikle Mühendislik Jeolojisi, Zemin Mekaniği I, Zemin Mekaniği II ve Temel İnşaatı dersleri almakta ve bu dersler kapsamında veya başka bir ders olarak laboratuvar deneyleri ile de uğraşarak haftalık 13 saatin üzerinde ders almaktadır. Ülkemizdeki hemen hemen tüm İnşaat Mühendisliği Bölümlerinde zemin mekaniği laboratuvarı bulunurken, Jeoloji Mühendisliği Bölümlerinin pek azında laboratuvar bulunmaktadır. Ancak, ilgili yönetmeliğe göre, zemini oluşturan birimlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini konu alan çalışmalar için jeoloji mühendislerinin, inşaat mühendislerine göre daha uygun görülmesi dikkat çekicidir.

1999 depremleri ardından günümüze kadarki süreçte, zemin etütlerinin hazırlanması için jeoloji mühendislerine büyük haklar sağlanmıştır. JMO da, geoteknik etütlerin hazırlanabilmesi için üniversitede gerekli eğitimin verilmediğini fark ederek, üniversitelerin Jeoloji Bölüm Başkanlıklarına, jeoloji mühendislerinin, jeolojik/geoteknik uygulamalarda etkin olarak yer aldığını ve bu nedenle hizmet kalitesinin daha da yükseltilebilmesi için “Jeoteknik” olgusunun Jeoloji Mühendisliği eğitiminde zorunlu bir ders konusu olması gerektiği önermiştir (Jeoloji Mühendisleri Odası, 20. Dönem Çalışma Raporu’ndan). Buradan şu çıkarımda rahatlıkla bulunulabilir; “Jeoloji mühendisleri, yönetmelikler gereği, zemin (jeolojik/geoteknik) etüdü konularında etkin olarak çalışabiliyorlar, ancak üniversitede bununla ilgili eğitimi almadan mezun oluyorlar”.

İnşaat mühendislerince 2000 yılına kadar mühendislik yapılarının zeminle alakalı durumları genellikle “Geoteknik Rapor” başlığı ile hazırlanmıştır. Ancak 1999 yılının sonuna doğru yapıların davranışını etkileyen zemin konuları ile ilgili raporların Bayındırlık Bakanlığınca “Zemin ve Temel Etüt Raporu” şeklinde düzenlenmesi önerilmiştir. Raporlara bu başlığın konulması jeoloji ve jeofizik mühendislerinin bir şekilde bu konuda söz sahibi olmalarına yol açmıştır. Jeoloji ve jeofizik mühendisleri bu başlıktan zemini kendilerinin tanıdıklarını anlamakta ve söz sahibi olduklarını zannetmektedirler. İlgili kurumlara da bu başlık altında baskı yapabilmektedirler. İnşaat mühendislerinin ise daha önce hazırladıkları raporlar geoteknik rapor başlığını taşımakta ve bu rapor içerisinde sadece zeminin mevcut durumunun anlatılmasından daha öte olan ve raporun hazırlanmasının asıl amacı olan yapı ile ilgili sorunların ortaya konulduğu ve buna ait çözümlerin sunulduğu bir şekilde idi. Geoteknik Raporun adının Zemin ve Temel Etüt Raporu şeklinde değiştirilmesi ile raporun inşaat mühendislerince cevabının verilmesi gereken konuların yazılmasına ihtiyaç yokmuş şeklinde algılamalara yol açmakta ve zemini biz tanıyoruz diye olaya jeoloji ve jeofizik mühendisleri tek başlarına dahil olma atağını kamçulamaktadır. Ama ne yazık ki, bunların hazırladıkları raporun amacından son derecede uzak olduğu uygulamalardan rahatlıkla görülebilmektedir. Bu konuda çok enteresan bir rapor örneği: İstanbul’da jeofizik mühendislerince hazırlanan bir zemin etüt raporunda yeraltı suyu olmayan bir yerde sıvılaşma potansiyeli değerlendirilmesinin yapıldığı ve bununla ilgili olarak onarımı yapılacak yapıda gerekli tedbirlerin alınması ifade edilmiştir. Maalesef, bu

şekilde hazırlanmış rapor ilgili Bayındırlık Müdürlüğü tarafından da onaylanmış durumda bulunmaktadır. Onaylanan bu rapor ve benzerleri; ne yazık ki inşaat mühendislerini olmayan bir problem için çözüm üretme zorunda bırakmaktadır.

DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER

Zemin inceleme adımlarının gerçekleştirilmesi sırasında inşaat mühendisliği, jeoloji mühendisliği ve jeofizik mühendisliği alanlarının katkılarının olacağı görülmektedir. Burada hiç şüphe yok ki zemin etütlerinin ne şekilde ve nasıl ve hangi argümanların ne kadar kullanılacağına karar verecek olan geoteknik anabilim dalında uzman inşaat mühendisleri olacaktır. Çünkü yapılan zemin etütlerinin yegane gayesi yapının yapılması sırasında ve sonrasında zeminden kaynaklanabilecek sorunlara daha proje aşamasında uygun çözümler getirilmesine yardımcı olmaktır. Bu konudaki problemlerin çözümü inşaat mühendisleri ve ileri düzeyde ise geoteknik alanında uzman inşaat mühendisleri tarafından verilebilmektedir. Bu çözümü yapabilmek için şüphesiz bu konuda çalışacak inşaat mühendislerinin zemini çok iyi tanımaları ve doğru değerlendirebilmeleri gerekmektedir. İnşaat mühendisliğinin eğitim programlarına bakıldığında bu konuda yeterince deneyim kazanabilmeleri için gereken eğitimi aldıkları görülür. Ayrıca, Geoteknik anabilim dalında doktora ve yüksek lisans eğitimi yapan inşaat mühendisleri bu konuda uzmanlaşmaktadır.

Olayın tersinden bakıldığında ne jeoloji ve ne de jeofizik mühendisliği eğitiminde inşaat mühendisliği ile ilgili hiçbir eğitim almadıkları açıkça görülmektedir. Bunun ötesinde jeofizik mühendisliği eğitimi içerisinde zemin mekaniği ile ilgili hiçbir ders almadıkları görülmektedir. Jeoloji mühendisliği eğitiminde ise zemin mekaniği konuları sadece 2-3 kredilik bir ders olarak okutulmaktadır. Bu konuların esasını teşkil eden zemin mekaniği ve bununla alakalı dersler inşaat mühendisliğinde oldukça geniş bir yer tutmaktadır. Geoteknik anabilim dalında uzman inşaat mühendislerinin başlıca uğraşı alanı yapıların zemin yapı etkileşimlerine doğru ve yerinde çözümler getirmektir. İnşaat mühendisliği disiplini, yapılacak yapıların uzun vadeli sağlıklı hizmet verebilmeleri için; bölgenin iklim durumu, topoğrafya, jeolojik parametreler, bölgenin deprem durumu, tabii afet riskleri, yapılacak yapının etkilediği hacim içerisinde kalan zemin yapısı ve özellikleri, yapıdan kaynaklanacak zemin oturmaların miktarı, şekli ve zamana bağlı değişimi ile yapı özelliklerini göz önüne almaktadır.

Kısaca verilen bu bilgilerden sonra herhangi bir yapı ile yapılacak zemin etütlerini mutlaka geoteknik konularında uzmanlaşmış inşaat mühendisleri tarafından yönetilmesi ve denetlenmesi gerekeceği ortaya çıkmaktadır. Yapılan zemin etütlerinin sonucunda arazi ve laboratuvar sonuçlarının yer aldığı, topoğrafya, tabakalaşma, jeoloji, iklim, tabii afet riskleri (deprem, sel, heyelan, kaya düşmesi vb), yeraltı suyu durumunun belirtildiği, zemin şartlarına uygun tasarım ve inşaat yöntemleri ile ilgili önerilerin verildiği bir raporun oluşturulması gerekmektedir. Bu çerçevede yapılacak uğraşların büyük bir bölümü inşaat mühendisliğinin geoteknik anabilim dalını ilgilendirmektedir. İnşaat mühendisinin zemin etütleri sırasında ihtiyaç duyacağı miktarda ve doğrultuda jeoloji mühendisliğinin hazırlayacağı jeolojik rapor ve değerlendirmeleri ile jeofizik mühendisliğinin jeofizik değerlendirmeleri olarak kendi (inşaat mühendisliği) değerlendirmelerini de katarak rapora son şeklini verir. Burada gerek jeoloji ve gerekse jeofizik mühendisliğinden alınacak katkıların miktarı ve şekli; yapının yapılacağı bölgenin

yerine (kaya ortamda, zemin ortamında, deprem bölgesinde, yamaçta, su veya deniz içersinde), yapının şekline, (bina, hastane, okul, köprü, viyadük, hava alanı, demiryolu, karayolu, tünel, baraj, deniz yapıları, limanlar ve metro) büyüklüğüne ve önem derecesine göre değişecektir. Sadece jeofizik veya sadece jeolojik değerlendirmelerle zemin etüdü hazırlanamaz ve son şekli verilemez. Önemli olan gerektiği kadar jeolojik ve jeofizik parametrelerin inşaat mühendisliğinin yapacağı arazi ve laboratuvar çalışmaları ile birleştirilerek kullanılmasıdır. Geoteknik rapor bu hususu sağlıyorsa işlevini yerine getirir. Aksi durumda sadece jeofizik veya sadece jeoloji mühendislerinin hazırlayacağı bir rapor; kendisinden beklenen sorulara cevap veremeyen bir rapor haline dönüşür ve beklenen fayda temin edilemez.

Bilindiği üzere, ülkemiz deprem bölgesi üzerinde yer almaktadır. Meydana gelen depremlerde oldukça fazla sayıda can ve mal kayıpları meydana gelmektedir. Can ve mal kayıplarının büyüklüğü gelişmiş ülkelere göre daha fazla olmaktadır. Son 10 yıl içinde oluşan depremlerde meydana gelen kayıplar bunu doğrulamaktadır. Depremlerde kayıpların azaltılması toplumun bilinçlendirilmesi ile oluşur. Bu noktada toplumun her kesimine, özellikle mesleki kuruluşlara ve bilhassa inşaat mühendislerine büyük görevler düşmektedir.

Uygulamadaki inşaat mühendislerinin bilgilerini tazelemek ve gelişen teknik ve teknolojilerden haberdar olmalarına yönelik eğitim seminerlerini sürdüren İnşaat Mühendisleri Odasının, yeni ve hızla gelişmekte olan geoteknik anabilim dalına yönelik eğitim seminerlerini artırarak, inşaat mühendislerinin bu bilim dalına gereken hassasiyeti gösterip ciddiyetle sahip çıkmalarını sağlamalıdır. Ayrıca, üniversitelerin inşaat mühendisliği bölümlerindeki tüm eğitimciler de, yeri geldikçe geoteknikle ilgili konularda öğrencilerin bilinçlendirmeleri ve sorumluluklarına sahip çıkmaları gerekliliğini hatırlatmalıdırlar. Hepsinden önemlisi ise, inşaat mühendisliği öğrencileri ve inşaat mühendislerinin bu bilim dalına gereken hassasiyeti gösterip ciddiyetle sahip çıkmalarını sağlanmalıdır. Geoteknik konusunda uzmanların gerektiği geoteknik problemlerin çözümünde, jeoloji ve jeofizik mühendislerinin kendi ilgi alanları dışındaki konularda çözüm üretmeye çalışarak, olası yanlış değerlendirmelere sebep olmaları engellenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Ansal, A.M., "Geoteknik Mühendisliği = Zemin Mekaniği + Temel İnşaatı", Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 406-407, s. 14-17, 2000.
- [2] Birand, A., "Zemin Araştırması", Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 406-407, s. 18-24, 2000.
- [3] Coduto, D.P., (Çevirmen: Mollamahmutoğlu, M., Kayabalı, K.) "Geoteknik Mühendisliği İlkeler ve Uygulamalar", Gazi Kitabevi, 749 sayfa, 2006.
- [4] Jeoloji Mühendisleri Odası, 20. Dönem (2004-2006) Çalışma Raporu,
- [5] Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği, Resmi Gazete, Sayı: 26972, 19 Ağustos 2008.
- [6] Soygür, Ü. ve Mutlu, A.H., "Jeoteknik-Geoteknik Kavram Kargaşası ve Eksik Standartların Hizmetin Niteliğine Etkisi", Geoteknik Sempozyumu, s. 3-14, 26-27 Ekim 2005, Adana.
- [7] Türkel, E., "Geoteknik mi? Yoksa Jeoteknik mi?"; TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni, Sayı: 1994/1, Şubat 1994.