

ZEMİN ETÜTLERİ VE ZEMİN İYİLEŞTİRMELERİNDE MADEN MÜHENDİSİNİN YERİ

Kemal ÖZTÜRK
Maden Yük. Müh.

Ülkemizde zemin araştırma amaçlı çok sayıda sondaj yapılmakta, zemin etüt sondajlarının önemi giderek artmaktadır. Zemin sondajlarda kullanılan malzeme ve ekipmanlar ile uygulanan yöntemler Elmaslı Sondajlarında kullanılan malzeme ve ekipmanlar ile benzerlik göstermekle birlikte; uygulamada farklılıklar bulunmaktadır. Zemin sondajlarında amaç her zaman en derin veya en geniş çaplı sondajı yapmak değil; yapılan araştırmanın amacına uygun olarak, zeminin mühendislik özelliklerini (geçirgenlik, taşıma gücü, zemin ve kaya parametreleri vb.) doğrudan veya dolaylı olarak en gerçekçi şekilde ortaya koyabilmektir. Ülkemizin büyük bölümünün oldukça aktif olan Alp-Himalaya deprem kuşağında olduğu ve nüfusumuzun % 90'ının depremle yüz yüze yaşadığı düşünülürse zemin etütlerinin önemi daha iyi anlaşılacaktır.

Zemin sondajlarından, bozulmamış numuneler, karot ve kırıntı numuneler alınarak amaca uygun olarak korunmaktadır. Bu numuneler jeoloji, jeoteknik, zemin ve kaya mekaniği disiplinleri çerçevesinde tanımlanıp değerlendirilmekte, zemin ve kaya mekaniği laboratuvarlarında yapılan deneylerle zemin ve kaya sınıflandırmaları yapılarak zeminlerin mühendislik özellikleri ortaya konulmaktadır. Elde edilen bu verilerle amaca uygun sondaj logu ve raporları hazırlanmaktadır. Zemin sondaj kuyularında ayrıca yerinde (kuyu içinde) zemin ve kaya mekaniği deneyleri (Permeabilite, Basıncılı Su, Standart Penetrasyon, Konik Penetrasyon, Pressiometre, Kanatlı Kesici Deneyleri vb.) de yapılmaktadır.

Jeoloji, jeoteknik, zemin ve kaya mekaniği disiplinleri çerçevesinde ve laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlar amaca uygun olarak değerlendirilerek, zeminle-

rin en uygun iyileştirme yöntem veya yöntemleri belirlenmektedir. Bu sonuçların yorumlanması ve değerlendirilmesi başlı başına ayrı bir uzmanlık işidir.

İyileştirme yöntemlerinin seçilmesinde işin ekonomisi ve işlemin sonucunda elde edilecek başarı birlikte düşünülmelidir. Zemine uygun makine ve ekipman özellikleri miktarı, personelin bilgi, beceri ve uygulama alışkanlıkları başarıyı belirleyici en önemli unsurlardandır. Her zeminin kendine özgü yapısı ve özelliği vardır. Bir başka yerdeki zemin için üretilen makine-ekipman veya geliştirilen bir yöntem, başka bir zemin için uygun olmayabilmektedir. Örneğin; Hollanda'da geliştirilen ve geniş uygulama alanı ve kullanım kolaylığı sunan Konik Penetrasyon (CPT) makinesi (aleti) ülkemiz geneli zemin şartları için uygun olmayabilmektedir.

Genel olarak enjeksiyon dışı zemin iyileştirme yöntemlerini, taş kolon, kum dirençleri, zeminin kil ve beton ile kaplanması, jeotekstil-jeomembran uygulamaları, jet grouting uygulaması, fore kazık, mikro kazık, zemin çivisi, donatılı toprak, slurry trench ve thin wall uygulamaları vb. olarak sayabiliriz. Bu yöntemlerin her birinin uygulaması kendine özgü ayrı bir uzmanlık ve beceri gerektirmektedir.

Zemin iyileştirme yöntemlerden bir tanesi de enjeksiyon uygulamalarıdır. Genellikle enjeksiyon sondaj ve uygulamaları diğer zemin iyileştirme yöntemlerinden ayrı olarak ele alınmaktadır. Enjeksiyon uygulamaları çok kapsamlı olup, kendine özgü detay ve özellikleri vardır. Enjeksiyon uygulamalarının kil enjeksiyonları, silikat enjeksiyonları, organik polimer enjeksiyonları, çimento enjeksiyonları gibi çeşitleri vardır. Uygulamaların çok ağırlıklı bir bölümünü çimento enjeksiyonları teşkil eder. Çimento

enjeksiyonlarında kullanılan malzemenin esası çimentodur. Çimentoya belli oranlarda su, bentonit ve amaca uygun kimyasal katkı maddeleri katılarak enjeksiyon şerbeti hazırlanır. Hazırlanan enjeksiyon şerbeti, anolar halinde ayrılan enjeksiyon bölgesinde açılan enjeksiyon kuyularındaki kademelere belirlenen basınç altında ve miktarda refü şartı sağlanıncaya kadar basılır.

Uygulama şekline göre enjeksiyon çeşitleri; yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya doğru olmak üzere iki çeşittir. Amaca göre enjeksiyon çeşitleri ise genel olarak geçirimsizlik(perde, kapak, derz, kontak, alüvyon vb.) ve konsolidasyon (ankraj-blon, kontak vb.) enjeksiyonlarıdır.

Enjeksiyon basıncı ve kademeye basılacak şerbetin miktarı ve katkı maddeleri, enjeksiyon ekonomisi ve başarısını etkileyen önemli faktörlerdir. Enjeksiyonla ilgili genel yaklaşımlar ve formüller bulunmasına karşın, uygulama yerinin özelliklerine göre (deneme enjeksiyonları ile) belirlenen enjeksiyon basıncı, kademeye verilecek enjeksiyon şerbet miktarları ve katkı maddelerinin cinsi ve oranları en gerçekçi şekilde deneme enjeksiyonları ile bulunabilmektedir.

Zemin etütleri ve zemin iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar multi disiplin olan sondaj tekniği ve uygulamaları çerçevesinde yürütülmektedir. Ülkemizde zemin etütleri, zemin iyileştirme yöntemleri (sondaj ve uygulamaları) konusunda lisans eğitimi veren eğitim programı bulunmamaktadır. Zemin etütleri ve zemin iyileştirmeleri (genel olarak sondaj ve uygulamaları) yerbilimleri (Jeoloji, jeofizik, maden, petrol) ve inşaat mühendisliğinin zemin bölümlerinde çalışan mühendislerce yürütülmektedir. Zemin etütleri, zemin iyileştirme yöntemleri ve sondaj uygulamaları ile ilgili dersler bu dallardaki eğitim programlarının ancak bir bölümünde ve sınırlı oranda yer almaktadır. Sondaj ve uygulamaları eğitimlerinin genel müfredat içindeki ağırlığı, üniversitelere göre değişmekle birlikte (petrol mühendisliği hariç) 150 kredi içinde oranı % 0,8 ila % 6'lık bir yer tutmaktadır. Bu şartlarda bu meslek disiplinlerinin lisans düzeyindeki

eğitimleri sonrası bu alanlarda doğrudan yeterli olmalarını beklemek gerçekçi olmayacaktır. Mühendisler ancak bu alanlarda aldıkları ilave eğitimler (master, doktora, TMMOB ve bağlı odaları tarafından verilen eğitimler, kamu ve özel kurumlarca verilen eğitimler gibi) ile yaptıkları çalışma ve uygulamalarla yetkin hale gelebilmektedirler.

Yerbilimleri disiplini içinde yer alan maden mühendisleri müfredat ve eğitim programlarında; Mineraloji, Petrografi, Maden yatakları, Genel Jeoloji (içinde hidrojeoloji yer almakta), Jeolojik Haritalar, Yakıtlar Jeolojisi, Yapısal Jeoloji, Kaya Mekaniği (içinde zemin mekaniğine yer verilmekte), Sondaj Tekniği (her çeşit sondaj uygulama ve değerlendirmeleri), değişik isimler altında kazı ve kazı mekanizasyon, şantiye düzeni gibi dersler yer almaktadır. Alınan bu temel ders altyapısı ile maden mühendislerinin her çeşit sondaj çalışması (zemin etüt sondajları dahil) ve zemin iyileştirme alanları çok başarılı çalışmalar yapabilecekleri ortamlardır.

Son söz olarak;

Odamız; Maden Mühendislerinin bilgi düzeyinin artırılması ve meslek mensuplarının yetkinleşmeleri konusunda mevcut eğitim programlarını zenginleştirmelidir. Bu konulardan bir tanesi de yer-zemin araştırmaları ve iyileştirme uygulamalarıdır. Maden Mühendisleri Odasınınca düzenlenecek eğitim programlarında ders sayısı, konuları, içerikleri gereği gibi doldurulmuş ve sondaj uygulamaları ile ilgili (zemin etüt sondajları, enjeksiyon sondajları, zemin iyileştirme yöntemleri, soğuk su sondajları, jeotermal sondajlar, maden arama ve işletme sondajları vb.) konularda sertifikalı eğitimlerle meslektaşlarımız daha yetkin hale gelebilecek ve ülke ekonomisine daha fazla katkı koyabileceklerdir. Bu konuda sorumlulukları tamamen Maden Mühendisleri Odasının sırtına yüklemek te haksızlık olacaktır. Meslektaşlarımız konunun önemini kavrayarak meslek alanlarına sahip çıkmalı, sorumluluklarının bilincinde olmalı, açılacak eğitim programlarına gereken ilgi ve katkıyı göstermelidir.